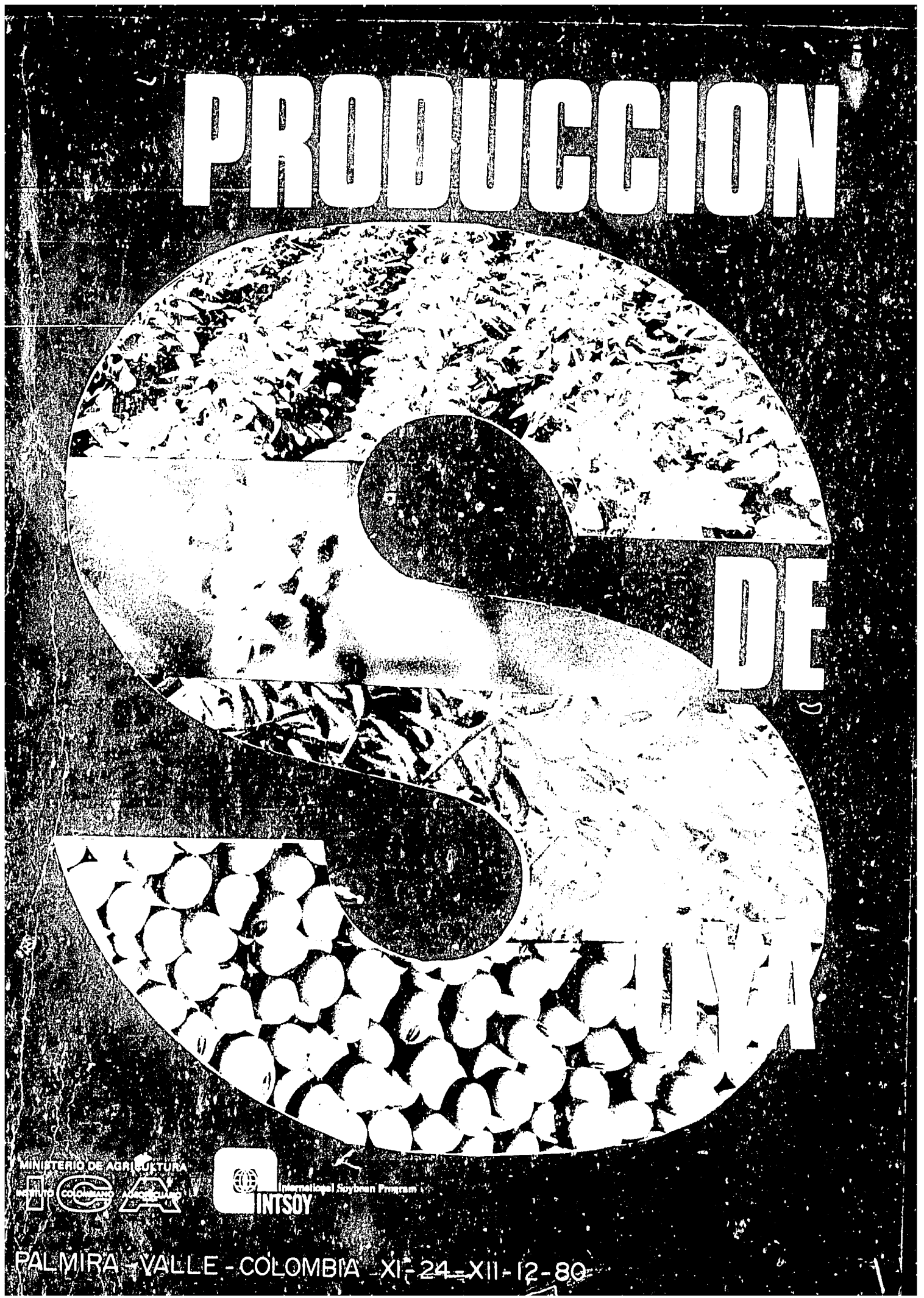
PRODUCCION DE SOYA



MINISTERIO DE AGRICULTURA

ICA

International Soybean Program

INTSOY

PALMIRA - VALLE - COLOMBIA XI - 24 - XII - 12 - 80

PN-AAW-665

49154

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO

SUBGERENCIA DE INVESTIGACION

REGIONAL 5

CURSO PRODUCCION DE SOYA

(2a. Edición corregida y aumentada)

Coordinador: I.A. Gilberto Bastidas Ramos

Palmira, Noviembre 24 - Diciembre 12 de 1980

PRESENTACION

Con motivo de la realización del II Curso Internacional de Soya por convenio entre el ICA - INTSOY (Illinois) presentamos con orgullo para consulta de estudiantes, profesionales y agricultores avanzados de América Latina las presentes conferencias que son el fruto de largos años de investigación en las diferentes disciplinas en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias del ICA en Palmira, Valle, Colombia y de el Programa Internacional de la Soya en Urbana, Illinois (U.S.A.).

Es necesario que la tecnología que se genera en los Centros de Investigación llegue finalmente al agricultor para que viva al día con el avance de la ciencia y contribuir así a la demanda de alimentos que cada día es más grande y por ende grande el reto para los técnicos transmitir sus conocimientos y lograr finalmente la adopción por parte del agricultor.

GILBERTO BASTIDAS R.
Coordinador

CONTENIDO

Página

CARACTERISTICAS AGRONOMICAS Y MORFOLOGICAS DE LA SOYA.
Luis Humberto Camacho Morales. 1

EXPANSION DEL POTENCIAL GENETICO DE LA SOYA.
Luis Humberto Camacho Morales 11

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL MEJORAMIENTO GENETICO DE LA SOYA EN LOS TROPICOS.
Luis Humberto Camacho Morales. 25

NODULACION Y FIJACION DEL NITROGENO EN EL CULTIVO DE LA SOYA.
Raúl Varela González 35

ALGUNOS ASPECTOS DEL ANALISIS DE SUELOS.
Gloria Ortiz Ramirez 77

ALGUNAS CONSIDERACION PARA INTERPRETAR ADECUADAMENTE EL ANALISIS DE SUELOS.
Alvaro Garcia Ocampo 113

FERTILIZACION EN EL CULTIVO DE LA SOYA.
Alvaro Parra Castro 137

EL CULTIVO DE LA SOYA EN SUELOS ALCALINOS.
Alonso Ramirez Velasquez 155

GENERALIDADES SOBRE SUELOS ACIDOS, PROBLEMAS DE LOS CULTIVOS EN ELLOS Y MANEJO.
Alvaro Garcia Ocampo 167

MANEJO DEL CULTIVO DE LA SOYA.
Orlando Agudelo Delgado 179

EL ECOSISTEMA DE LA SOYA.
Michael E. Irwin 199

Página

EVALUACION DE DENSIDADES DE POBLACION DE INSECTOS.
Michael E. Irwin y Marcos Kogan. 223

PLAGAS DE LA SOYA (Glycine max Merill) EN COLOMBIA.
Fulvia Garcia Roa, Jaime Pulido Fonseca y Bertha de Gutiérrez 251

ENFERMEDADES DE LA SOYA.
Jorge I. Victoria Kafure y Paul Hepperly 319

ENFERMEDADES CAUSADAS POR NEMATODOS EN SOYA.
Francia Varón de Agudelo 347

COMPETENCIA DE MALEZAS CON EL CULTIVO DE LA SOYA.
Guillermo Riveros R. 363

LAS MALEZAS EN EL CULTIVO DE LA SOYA.
Ramiro de la Cruz Urdinola 375

CARACTERISTICAS MAS IMPORTANTES DE LOS HERBICIDAS RECOMENDADOS PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE LA SOYA.
Ramiro de la Cruz Urdinola 403

METODO DE FROTAMIENTO PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN SOYA.
Thomas M. Fullerton 327

COSECHA DE LA SOYA.
Gilberto Bastidas Ramos 437

HISTORIA DEL DESARROLLO DEL CULTIVO DE LA SOYA.
Cooperativa Agropecuaria de Ginebra Ltda., Coagro 449

LEGISLACION SOBRE PRODUCCION DE SEMILLAS CON ESPECIAL REFERENCIA AL CULTIVO DE LA SOYA.
Carlos Gómez Beltrán 469

CERTIFICACION DE SEMILLAS DE SOYA EN COLOMBIA.
Germán Aya Silva 475

Página

PRODUCCION DE SEMILLA CERTIFICADA DE SOYA.
Carlos A. González 487

PROCESO DE LA SEMILLA DE SOYA.
Humberto Garrido Q. 493

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA AL PEQUEÑO AGRICULTOR.
Carlos Martinez R. 499

PLANEAMIENTO DE LA COMUNICACION.
Octavio Cardona Garcia 503

CARACTERISTICAS AGRONOMICAS Y MORFOLOGICAS DE LA SOYA

Luis H. Camacho *

1. ORIGEN DE LA SOYA

La soya es originaria de la parte oriental de Asia, y los antiguos habitantes de China la consideraban como uno de los cinco granos sagrados junto con el arroz, el trigo, la cebada y el mijo. Una de las primeras descripciones de la planta de soya fué publicada en un libro escrito por el emperador Chino Shen Nung en el año de 2838 A.C.

Es probable que la soya haya tenido su origen en las regiones del centro y norte de China. De allí la soya pasó a Korea y luego a Japón aproximadamente en el siglo III antes de la era Cristiana. A principios del siglo XVIII se tuvo noticia en Europa de que este cultivo existía en los países del lejano oriente desde muchos siglos atrás.

Las primeras plantas de soya que se cultivaron en Europa fueron sembradas en el Jardín de Plantas de París en el año 1740 y en los Jardines Reales de Kew, en Inglaterra, en el año 1790. Sin embargo, el cultivo nunca llegó a tener importancia comercial debido probablemente a las condiciones climáticas de estos países.

---

* Fitomejorador, Programa Internacional de soya, INTSOY., Departamento de Agronomía, Universidad de Illinois, Urbana, Illinois 61801 U.S.A. Dirección Actual: INTSOY/PERU, Avenida Salaverry 674, Oficina 802, Lima, Perú.

La soya se mencionó por primera vez en los Estados Unidos en 1804 pero sólamente se sembró en 1829 en el Jardín Botánico de Cambridge en Massachussets. A partir de la primera década del siglo XX hubo grán interés en Estados Unidos por el aceite y la torta de soya y fué durante ésta época que se inició la producción comercial de soya en este país.

2. USO ANTIGUO DE LA SOYA

Durante muchos siglos la soya producida en los países orientales ha sido usada para alimentación humana. Alimentos frescos, fermentados y secos como embriones germinados, cuajada, pasta, leche y salsas han sido tradicionales en los pueblos orientales. La soya también ha sido usada en el oriente para extraer aceite; la torta remanente ha sido usada para alimentación humana y animal y también como fertilizante. En épocas antiguas la soya se usó en China para la preparación de medicamentos. En los Estados Unidos se usó inicialmente como cultivo para forraje pero a partir de 1915 se ha estado usando como fuente importante de aceite comestible vegetal.

3. TAXONOMIA DE LA SOYA

La soya pertenece a la familia leguminosa, sub-familia Papilionada, género Glycine, y especie Glycine max (L) Merrill. Aunque en la literatura antigua, soya se conoce con varios nombres botánicos como Glycine soja y Soja max, el nombre aceptado hoy día es Glycine max (L.) Merrill.

En la literatura moderna el nombre botánico Glycine soja se da a un tipo de soya silvestre que se encuentra en China, Rusia, Korea y Japón, la cual se considera como uno de los antiguos progenitores de la soya que hoy conocemos. Algunos autores le dán a esta especie el nombre botánico de Glycine ussuriensis por lo cual parece haber confusión. Esta especie se puede hibridizar con la especie de soya cultivada, teniendo ambas especies un número diploide de cromosomas igual a 40.

4. MORFOLOGIA DE LA SOYA

La planta de soya varía en crecimiento según el ambiente que la rodea. El ambiente puede retardar o acelerar su desarrollo y productividad. Así, en las regiones del trópico la soya crece menos que en las regiones no tropicales; esto se debe a que en los trópicos los días son cortos y bajo estas condiciones algunas variedades de soya no desarrollan un buen crecimiento vegetativo. De ahí la necesidad de hacer experimentación para desarrollar variedades que se adapten a los trópicos. Las dos primeras hojas de la planta de soya son opuestas y simples; las que se forman posteriormente son trifoliadas y alternas. Las flores nacen en racimos axilares o terminales y las vainas contienen de una a cuatro semillas. Distinguimos en la planta dos estados de crecimiento; el estado vegetativo y el estado reproductivo. La relación entre estos dos estados varía según la localidad, la fecha de siembra, la variedad y las condiciones de humedad y temperatura. Por esta razón es necesario distinguir también varios estados de desarrollo dentro del crecimiento vegetativo y dentro del crecimiento reproductivo.

4.1. DETERMINACION DE LOS ESTADOS DE CRECIMIENTO VEGETATIVO

Para determinar los estados vegetativos y reproductivos se requiere identificar los nudos. Estos son los sitios en donde nacen las hojas, puesto que las hojas se pueden caer y los nudos son visibles durante la vida de la planta, estos últimos son los más apropiados para determinar el estado de crecimiento. Los nudos cotiledonares son los dos primeros nudos de la planta; los nudos de las hojas unifoliadas se identifican como Nudo 1 de la planta; el nudo de la primera hoja trifoliar se identifica como Nudo 2, el nudo de la segunda hoja trifoliar se identifica como Nudo 3 y así se identifican sucesivamente los diferentes nudos a medida que la planta crece. Para identificar los estados de crecimiento también es necesario identificar cuando una hoja trifoliada está completamente desenvuelta; para determinar si una hoja de un nudo está completamente desenvuelta se examina el nudo inmediatamente superior;

si los folíolos del nudo inmediatamente superior tienen sus márgenes en contacto se considera que la hoja del nudo especificado (nudo inmediatamente inferior) está completamente desenvuelta.

Los estados de crecimiento vegetativo se inician a partir de la aparición de las plántulas. Se distinguen los siguientes estados vegetativos;

VE - Estado vegetativo a la emergencia, cuando los cotiledones están sobre la superficie del suelo.

VC - Estado vegetativo cotiledonar, cuando los bordes de las hojas cotiledonares no se tocan.

V1 - Estado vegetativo en el nudo, nudo 1; cuando las hojas unifoliadas están completamente desenvueltas. Los márgenes de los folíolos del nudo inmediatamente superior no se tocan.

V2 - Estado vegetativo en el nudo 2, cuando la hoja trifoliada encima de la hoja unifoliar está completamente desenvuelta. Los márgenes de la hoja trifoliada del nudo inmediatamente superior no se tocan.

V3 - Estado vegetativo en el nudo 3, cuando la hoja trifoliada del nudo 3 está completamente desenvuelta; los márgenes de la hoja trifoliada del nudo inmediatamente superior no se tocan.

Vn - Estado vegetativo en el nudo n; cuando la hoja trifoliada del nudo n está completamente desenvuelta; los márgenes de la hoja trifoliada del nudo inmediatamente superior no se tocan.

4.2. DETERMINACION DE LOS ESTADOS DE CRECIMIENTO REPRODUCTIVO

R1 - Iniciación de floración: Una flor abierta en cualquier nudo del tallo central.

R2 - Floración completa: Flor abierta en uno de los dos nudos superiores con hoja completamente desenvuelta.

R3 - Iniciación de formación de vainas - Vaina de 5 milímetros de largo en uno de los cuatro nudos superiores del tallo central con hojas completamente desenvueltas.

R4 - Formación completa de vainas - Vaina de 2 centímetros de largo en uno de los cuatro nudos superiores con hojas desenvueltas.

R5 - Iniciación de formación de granos. Semillas de 3 milímetros en vainas de los cuatro nudos superiores con hojas desenvueltas.

R6 - Semilla completamente formada - Las vainas contienen semillas que llenan la cavidad de la vaina en uno de los cuatro nudos superiores.

R7 - Iniciación de maduración - Una vaina del tallo principal ha alcanzado su maduración normal.

4.3. SEMILLA

La semilla de soya varía de forma, color y tamaño según el tipo o variedad de planta a la cual pertenezca. La forma varía desde la esférica hasta la aplanada y alongada. El color de la semilla puede ser amarillo, verde, marrón o negro. La semilla consta de cutícula y embrión. El embrión está formado por los dos cotiledones. La plúmula que tiene las dos hojas primarias, el hipocotilo y la radícula.

4.4. TALLO

Durante la germinación y brote de la semilla la radícula crece rápidamente hacia abajo mientras que el hipocótilo crece hacia arriba levantando los dos cotiledones. Simultáneamente crece la plúmula formando los tejidos del tallo y de las hojas. Las hojas primarias se forman en el segundo nudo y son unifoliadas o simples; a partir del tercer nudo las hojas son trifoliadas. La altura de la planta depende del número de nudos que se forman y éste a su vez depende del fotoperíodo o sea de la duración del día. En los climas tropicales el número de nudos es generalmente menor que en los climas no tropicales y por tal motivo ..

variedades de soya son de baja estatura en las regiones tropicales.

Hay también variedades de soya de crecimiento determinado o de crecimiento indeterminado. En las variedades determinadas el tallo deja de crecer cuando se produce la floración o sea que no hay formación de nudos del tallo principal una vez que la planta florece. En las variedades indeterminadas el tallo continúa creciendo después de iniciarse la floración y las flores van apareciendo a medida que se forman nuevos nudo en el tallo. Aún no se ha podido establecer cual de los dos tipos de variedades es el más apropiado para las condiciones del trópico pero podría pensarse que las variedades indeterminadas tienen más chance de producir en ambiente desfavorable; por ejemplo una variedad indeterminada podría recuperarse más fácilmente que una determinada después de un período de sequía durante la iniciación de la floración.

4.5. HOJA, RAMAS Y FLORES

A partir del tercer nudo las hojas son trifoliadas, aunque en ocasiones pueden aparecer hojas con más de tres foliolos. Los foliolos pueden variar de forma desde la ovalada a la lanceolada, pero la mayoría de las variedades comerciales tienen hojas ovaladas. Las hojas angostas o lanceoladas pueden tener la ventaja de permitir una mayor penetración de la luz solar, pero aún no se ha demostrado que esta característica se traduzca en mayor rendimiento.

Los nudos contienen yemas axilares; las yemas axilares de los nudos inferiores se transforman en flores o en ramas, pero las de los nudos superiores casi siempre se transforman en flores. Cuando la fertilidad del suelo es buena y cuando hay suficiente distancia entre planta las yemas axilares inferiores pueden desarrollar abundante ramificación.

Las flores pueden nacer en racimos compactos o elongados en las axilas foliares. Generalmente las variedades indeterminadas tienen racimos florales compactos mientras que las determinadas tienen racimos florales relativamente elongados.

Las flores son de color blanco o púrpura o blanco con cuello púrpura según la variedad. Una alta proporción de las flores que produce una planta se caen antes o después de ser fecundadas. Se calcula que entre un 20% a 80% de las flores de una planta se caen.

La flor de la planta de soya es similar a la flor de otras especies de leguminosas de la sub-familia Papilionada. La flor tiene un cáliz tubular y una corola de cinco pétalos. El pétalo más grande se halla en la parte posterior y se llama "estandarte". Dos pétalos están localizados lateralmente y se llaman "alas" y dos están en la parte delantera de la flor y forman la estructura llamada "quilla". La flor tiene 10 estambres y un pistilo.

4.6. RAICES

La radícula del embrión crece hacia el interior del suelo al tiempo de la germinación. Esta radícula forma la raíz principal de la planta adulta. Durante el crecimiento de la radícula se inicia también el desarrollo de raíces secundarias. El desarrollo del sistema radicular depende de la fertilidad y textura del suelo, de los métodos de cultivo usados y de las condiciones de humedad del suelo. Los pelillos radiculares inician su aparición unos cuatro días después de la germinación hacia el extremo de la raíz principal y luego aparecen en las raíces laterales a medida que el sistema radicular se extiende.

4.7. NODULOS

Los nódulos empiezan a formarse en los pelillos radiculares aproximadamente dos semanas después de iniciarse la germinación. Estos nódulos se forman sólamente cuando la bacteria Rhizobium japonicum está presente en el suelo. Los nódulos absorben nitrógeno del aire y lo suministran a la planta. Un nódulo es activo cuando su interior es de color rosado, y es inactivo cuando su interior es blanco o verde. El número y tamaño de los nódulos depende de varios factores como contenido de nitrógeno, acidez, compactación del suelo, método de inoculación, variedad

de soya etc.

5. CARACTERISTICAS PARA DIFERENCIAR VARIEDADES

5.1. FLORACION Y MADURACION

Las variedades de soya se clasifican en grupos de maduración llamados 00, 0, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX y X. Las variedades de grupos inferiores de maduración se adaptan mejor en regiones alejadas de los trópicos mientras que las variedades de los grupos de maduración superior se adaptan mejor en las regiones próximas a los trópicos. Las variedades de los grupos inferiores son muy precoces y producen poco desarrollo en las condiciones tropicales del Perú. Las variedades de los grupos altos producen mejor desarrollo y pueden llegar a producir buenos rendimientos en los climas tropicales.

Una variedad precoz puede iniciar su floración entre los 25 y 30 días después de la siembra mientras que una variedad intermedia o tardía puede florecer entre los 35 y 55 días. Las variedades precoces maduran entre 75 y 90 días y no alcanzan a desarrollar un buen crecimiento vegetativo, por tal motivo producen bajos rendimientos. Las variedades intermedias o tardías maduran de 100 a 130 días después de la siembra, desarrollan buen crecimiento vegetativo y por tanto pueden llegar a producir buen rendimiento de grano.

5.2. PUBESCENCIA

Una característica muy práctica para distinguir variedades es el color de la pubescencia la cual es marrón o gris. Durante los primeros estados de crecimiento la diferencia en el color de la pubescencia no se manifiesta pero después de unas semanas aparece el pigmento en los pelillos que producen la pubescencia marrón; este color subsiste hasta que la planta seca dándole un color característico a las variedades.

Algunas variedades no tienen pubescencia, otras tienen pubescencia encrespada y otras tienen los pelillos recostados en vez de erectos. En algunas variedades la pubescencia es abundante; en otras ésta es escasa.

5.3. VAINAS

La vaina pierde su color verde al tiempo de la maduración y se torna negra, marrón o leonada. El color de la vaina puede distinguirse aunque la pubescencia sea gris o marrón.

5.4. SEMILLAS

La semilla varía en color, forma y tamaño según la variedad. En algunas variedades la cutícula retiene clorofila durante la maduración produciéndose un color verde de la semilla. Otras variedades, contienen pigmentos en la cutícula que le dan color negro o marrón a la semilla. El color amarillo es el más común en variedades comerciales. El hilum puede ser de color negro, marrón o gris. Ya se ha mencionado que la forma varía de esférica a ovoide. El tamaño de la semilla de soya se mide según el peso de 100 semillas. La mayoría de las variedades comerciales tienen un peso de semilla que varía entre 12 y 18 gramos por 100 semillas. La semilla pequeña requiere menos humedad para germinar y se daña menos que la semilla grande al tiempo del desgrane.

5.5. COMPOSICION QUIMICA

Las semillas de soya contienen proteína y aceite. El contenido de estos compuestos varía según la variedad y el ambiente pero en general las variedades que son altas en proteína tienen bajo contenido de aceite y las que tienen baja proteína son altas en contenido de aceite. En general, las variedades comerciales varían de 35 a 40% de proteína y de 20 a 22% de aceite.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. FEHR, W. R.; CAVIEDES, C. E. Stages of soybean development. Special Report 80. Agriculture and Home Economics Experiment station. Iowa State University of Science and Technology. Ames, Iowa. 1977.

2. HICKS, D.R. Soybean Physiology, Agronomy and Utilization. Academic press. New York San Francisco, London. 1978.

3. HINSON K.; HARTWIG, E.E. La producción de soya en los trópicos. FAO, Roma. 1978.

4. WHIGHAM, D.K.; MINOR, H.C. Soybean Physiology, Agronomy, and utilization, Academic Press, New York, San Francisco, London. 1978.

EXPANSION DEL POTENCIAL GENETICO DE LA SOYA

Luis Humberto Camacho *

Desde su introducción y adopción como cultivo comercial en el continente americano, la soya ha sido un elemento de progreso en la industria, la ciencia y la tecnologia, convirtiéndose en una fuente importante de calorias y proteinas para la alimentación humana y animal. Actualmente, el continente americano contribuye con el 80 por ciento de la producción mundial de grano de soya en una extensión que representa un 67 por ciento de área mundial de cultivo. En todos los paises de América Latina el cultivo de soya ha tenido una expansión considerable en los últimos tres años; algunos paises de esta región han surgido como nuevos productores y otros han incrementado sus áreas de cultivo. Brasil y Argentina ocupan el tercero y cuarto lugar, respectivamente, en área y producción mundial.

1. PRODUCCION MUNDIAL Y RENDIMIENTOS

La soya se cultiva actualmente en unos 50 paises de los cinco continentes en áreas de producción que van desde 1000 hectáreas en los paises de menor producción hasta 25 millones de hectáreas en los productores gigantes.

---

* Fitomejorador, Programa Internacional de soya, INTSOY., Departamento de Agronomia, Universidad de Illinois, Urbana, Illinois 61801 U.S.A. Dirección actual: INTSOY/PERU, Avenida Salaverry 674, Oficina 802, Lima, Perú.

De acuerdo a las cifras estadísticas de FAO, en 1978 el área cosechada en todos los países del continente americano fué de alrededor de 35 millones 200 mil hectáreas con una producción de 63 millones 300 mil toneladas métricas de grano y un rendimiento promedio cercano a 1800 Kg/ha. Los países asiáticos produjeron en el mismo año un volumen de 15 millones de toneladas métricas en una área cosechada de 16 millones de hectáreas con un rendimiento de 900 Kg/ha. En Europa se produjeron 400 mil toneladas métricas en 347 mil hectáreas con un rendimiento promedio de 1300 Kg/ha. Africa produjo 200 mil toneladas métricas en 270 mil hectáreas con rendimientos de 760 Kg/ha.

2. SITUACION DE LA SOYA EN AMERICA LATINA

2.1. PRODUCCION COMERCIAL Y DESARROLLO DE CULTIVARES

Los países de América Latina produjeron en conjunto en 1978 un total de 13 millones 160 mil toneladas métricas de grano de soya en una área cosechada de 9 millones 450 mil hectáreas lo que representa un rendimiento promedio cercano a 1400 Kg/ha en dicho año. Los principales productores son Brasil, Argentina, México y Paraguay que en 1978 produjeron el 98 por ciento del volumen de soya cosechada en América Latina. El crecimiento promedio anual en el área de cultivo entre 1976 y 1978 ha sido de 10% para Brasil, 60% para Argentina, 24% para México y 7% para Paraguay.

Brasil es el tercer país productor de soya en el mundo después de Estados Unidos y China. En 1965 la producción de Brasil representó el 1.5% de la producción mundial mientras que en 1978 representó el 12%. La soya se introdujo a Brasil a fines del Siglo XVIII como especie botánica experimental pero su importancia comercial sólo comenzó a surgir a mediados de la década del 60. La producción principal está localizada en la región del sur del país entre 20 y 32°S, y los principales productores son los Estados de Río Grande do Sul, Paraná, y Sao Paulo que aportan conjuntamente más del 80% de la producción nacional. El área de cultivo se incrementó de 6 millones 400 mil hectáreas en 1976 a 7 millones 750

mil hectáreas en 1978 con rendimiento promedio de 1600 Kg/ha, durante este lapso. Inicialmente la producción comercial se hizo con variedades de maduración semi-tardía y tardía introducidas de Estados Unidos como Hill, Davis, Bragg, Pelicano, Hardee y otras. Posteriormente, se introdujeron de Estados Unidos progenies segregantes y líneas experimentales, y se inició en el país la hibridación de materiales promisorios dando como resultado la selección y recomendación de nuevas variedades para producción comercial. Es importante anotar que las variedades Hill, Hood, y Jackson, así como líneas experimentales desarrolladas en Mississippi y Florida son los progenitores inmediatos de la mayoría de las variedades mejoradas obtenidas desde 1967. Entre 1967 y 1972 se nombraron y recomendaron las siguientes variedades obtenidas por cruzamiento: Santa Rosa (D49-722 x La 41-1219), Industrial (Mogiana x La 41-1219), Vicoja (D49-2491(2) x Imp. Pelican), IAS-2 (Hill x D52-810), Planalto (Hood x Kedelee STB452), Prata (Hood x Hill), IAS-1 (Jackson x D49-2491), Perola (Hood x Industrial), y Florida (D51-5091 x Jackson). De 1973 a 1977 se nombraron y recomendaron las siguientes variedades mejoradas: IAS-5 (Hill x D52-810), Parana (Hill x D52-810), Santa Ana (D51-5437 x D49-2491), BR-1 (Hill x Selección L-356), BR-2 (Hill x Hood), BR-3 (Hampton x Camos Gerais), y Sao Luiz (Hardee x Semmes). El potencial de rendimiento en las nuevas variedades es mejor que el de las antiguas y varía entre 2.0 y 3.5 toneladas por hectárea según las condiciones ambientales. Además, las nuevas variedades incorporaron mayor resistencia o tolerancia a enfermedades que las antiguas.

Argentina es el segundo productor de soya en América Latina y el cuarto a nivel mundial. Su producción y área cosechada se ha mantenido en ascenso desde 1976. De otra parte, sus rendimientos por hectárea son los más altos entre todos los países productores, alcanzando un promedio anual de 2000 kilogramos/ha entre 1976 y 1978. El volumen de producción aumentó de 695 mil toneladas métricas en 1976 a 2 millones 500 mil toneladas métricas en 1978; el área cosechada aumentó de 430 mil a 1 millón 100 mil hectáreas durante el mismo periodo. La Comisión Permanente para el Fomento del Cultivo de la Soya en Argentina ha recomendado distribuir

la producción de soya en tres sub-regiones: oriental, nor occidental y sub-región de cultivo con riego. Para cada una de estas sub-regiones se recomiendan variedades con determinado ciclo de madurez, desde las tempranas hasta las tardías, dependiendo de las condiciones ambientales de cada localidad productora dentro de la sub-región. Las variedades recomendadas han sido introducidas de Estados Unidos y adaptadas a las condiciones locales de producción; entre estas variedades figuran Clark, Hill, Hood, Jackson, Lee, Bienville y otras.

La soya es de reciente adopción como cultivo comercial oleaginoso en México destacándose como productores importantes los Estados de Sinaloa y Sonora. Durante los años 1976 a 1978 el área de cultivo de soya aumentó de 172 mil hectáreas a 231 mil hectáreas y se obtuvo un rendimiento promedio anual de 1600 Kg/ha. Las primeras producciones comerciales de los años 60 se hicieron a base de variedades importadas y de Estados Unidos, principalmente Bagg, Hood, Davis, y Lee 68. Las producciones de los últimos años se han hecho con variedades mejoradas obtenidas por los investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, las cuales han mostrado tener mayor capacidad de rendimiento y adaptación a las condiciones locales que las variedades importadas. Entre las variedades desarrolladas en México se cuenta Cajeme, Bacatete, Tetabiate, Corerepe, Jalisco, Culiacán y Tropicana. Las enfermedades no parecen representar un gran problema en la producción de soya aunque en algunas regiones productoras existe la quemazón de la yema causada por el agente viroso que causa la mancha de anillo del tabaco (TRSV) aparentemente transmitido por trips.

La producción en Paraguay también ha experimentado una expansión en años recientes. En 1972 el país produjo 48 mil toneladas mientras que en 1978 la cifra de producción se elevó a 300 mil toneladas. El rendimiento promedio en 1978 fué de 1580 kg/ha. La mayor parte de la producción se realiza en explotaciones menores de 20 hectáreas bajo condiciones de temporal. Las variedades cultivadas son Santa Rosa, Viçoja y Galaxia.

En el grupo de países que cultivan menos de 100 mil hectáreas en América Latina se encuentra Colombia, Ecuador, Bolivia, Uruguay y Perú.

Colombia introdujo la soya como cultivo de experimentación en 1929, e inició producción comercial en 1955 con las variedades Missoy, Mamoth Yellow y Biloxi introducidas de Estados Unidos; estas variedades fueron reemplazadas posteriormente por la variedad Acadian la cual fué descartada en 1960 por ser susceptible al desgrane. A partir de 1960 la soya fué incorporada dentro del programa de investigación de plantas leguminosas del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y desde entonces se identificaron selecciones y líneas híbridas promisorias que hoy son cultivadas comercialmente. Aunque la investigación se realiza en estaciones experimentales del sur centro y norte del país, la producción comercial está centralizada en el Valle del Cauca a una latitud de 3°N y elevación de 1000 metros sobre el nivel del mar. El área de cultivo se incrementó de 38 mil hectáreas en 1976 a 71 mil hectáreas en 1978 y el rendimiento promedio anual durante este período fué de 1900 Kg/ha. La variedad Mandarin S4-ICA desarrollada de selecciones en una introducción heterogénea y se recomendó a principios de la década del 60 para reemplazar la variedad Acadian; cuando se comprobó que Mandarín S4-ICA era susceptible a la mancha del cercospora (Cercospora sojina) se reemplazó por una selección en la variedad Improved Pelican que recibió el nombre de Pelican SM-ICA; esta selección es aún cultivada con éxito en Colombia y fué usada en el cruzamiento, Pelican SM-ICA y Mex. 13D-440-B46, que dió origen a las variedades mejoradas ICA Lili, ICA Taroa e ICA Pance recomendadas para producción comercial entre 1969 y 1974. La variedad ICA Tunia fué seleccionada del cruzamiento Mandarin S4-ICA x Dortchsoy 67 y recomendada para producción comercial en 1976, esta variedad posee un alto potencial de rendimiento en zonas tropicales llegando a rendir más de 3000 Kg/ha en algunos campos comerciales; es precoz, de estatura mediana, y altamente resistente al desgrane; más del 80% de la producción comercial de Colombia se obtiene de ICA Tunia. En 1974 se distribuyó la variedad ICA Caribe obtenida de una selección en una línea introducida de Jamaica. Las empresas productoras de semillas han desarrollado recientemente dos variedades a partir de selecciones en la variedad Jupiter; estas variedades son Victoria y S.V.77. Un activo programa de hibridaciones existe en Colombia con miras a obtener mejores variedades adaptadas.

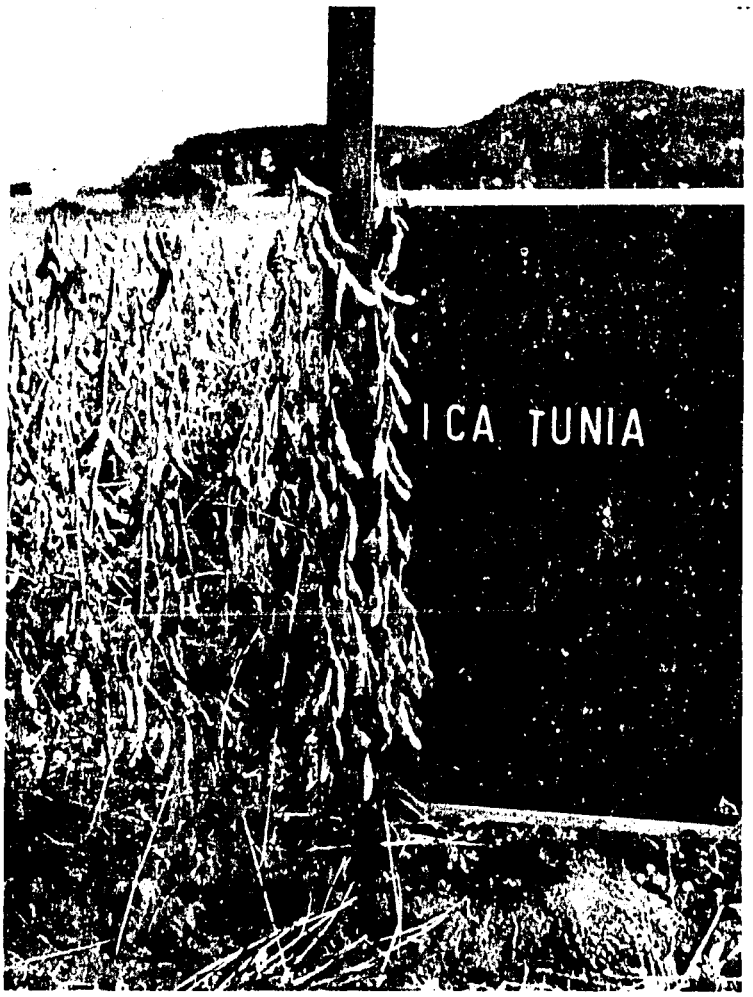


FIGURA 1. Las variedades mejoradas factor importante en el desarrollo de la soya en Colombia.

En Ecuador la soya tuvo una área de 500 hectáreas en 1972 que creció hasta 25 mil en 1978, el rendimiento promedio de este último año fué de 1450 Kg/ha. El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) lleva a cabo un activo programa de introducción, selección e hibridación de germoplasma con miras a conseguir cultivares adaptados a las condiciones tropicales del país. De estos trabajos se han seleccionado y nombrado las siguientes tres variedades recomendadas para producción comercial: Americana, proveniente de selección de una variedad no identificada introducida de Estados Unidos; Manabí, proveniente de una selección en Americana; INIAP-Jupiter formada por un compuesto de seis líneas seleccionadas en la variedad Jupiter; las tres variedades tienen alto potencial de rendimiento, son de estatura y precocidad mediana y muestran tolerancia al virus del mosaico de la soya.

La década del 70 también marcó la iniciación de la producción de soya en Bolivia; de una extensión promedia de 1000 hectáreas en 1971 el país pasó a 19 mil hectáreas en 1978. Se cultivan las variedades Pelicano, Acadian y Colombiana.

Uruguay también pasó de 100 hectáreas en 1971 a 25,000 en 1978 con un rendimiento promedio de 1400 Kg/ha en este último año. Las investigaciones sobre introducción, evaluación e hibridación de germoplasma se hacen en el Centro de Investigaciones Agrícolas "A. Boerger". Este centro ha recomendado las variedades Hill, Davis, Lee 68 y Bragg para producción comercial.

La investigación sobre germoplasma de soya se inició en Perú en 1929 en la Estación Experimental de La Molina pero la producción comercial es de reciente iniciación en áreas de riego en la costa y de temporal en la selva alta. Las principales áreas productoras se encuentran en el Departamento de Tumbes en la costa, y en las zonas arroceras de los departamentos de Cajamarca y Amazonas; otras áreas de menor producción están localizadas en los Departamentos de San Martín y Huánuco. Las siguientes tres variedades han sido adaptadas para producción comercial en el país: Nacional; introducción de origen desconocido, de crecimiento alto, tardía, de mediano potencial de rendimiento, principalmente recomendado para

las zonas de riego debido a su prolongado ciclo de vida. Jupiter; seleccionada del germoplasma del experimento ISVEX de INTSOY, de alto potencial de rendimiento y ciclo de vida mediano, apta para zonas de riego y de temporal aunque su rendimiento puede afectarse si ocurren periodos de sequía hacia el final de la época de crecimiento; es la variedad más cultivada actualmente en Perú. Improved Pelican; seleccionada del germoplasma del experimento ISVEX de INTSOY, de ciclo de vida mediano pero más temprana que Jupiter, se adapta bien a las condiciones de temporal, produce semilla de buena calidad para siembra, y rinde satisfactoriamente en condiciones de buena humedad pero puede volcarse en suelos de alta fertilidad. El Programa de soya de Perú ha tenido la asistencia técnica del Programa Internacional de Soya INTSOY desde 1978 a través del programa INTSOY/Perú que tiene como objetivo incrementar la producción de soya en áreas de selva alta, y desarrollar productos derivados de la soya para consumo humano. Para cumplir estos objetivos el proyecto INTSOY/Perú cuenta con especialistas de tiempo completo en las áreas de procesamiento, producción, economía rural, e investigación agronómica. En las pruebas de comparación de cultivares introducidos por el proyecto han sobresalido, Davis de Estados Unidos y Tunia de Colombia con rendimientos entre 10 y 30 por ciento mayores que los de las variedades comerciales adaptadas. Se ha introducido también unas 600 progenies segregantes del proyecto INTSOY/Puerto Rico de los cuales se han seleccionado 20 líneas promisoras cuyo rendimiento está siendo estudiado en estaciones experimentales de la selva alta. En la Estación Experimental de La Molina, en la costa, y en la de El Porvenir, en la selva, se llevan a cabo hibridaciones y selecciones para combinar germoplasma promisorio y seleccionar líneas adaptadas a las condiciones ambientales del país.

2.2. LIMITACIONES GENETICAS

Aunque los programas de investigación de soya de los países latinoamericanos han logrado identificar y desarrollar cultivares adaptados, una de las principales limitaciones para mejorar la producción es el desarrollo de cultivares apropiados para las condiciones tropicales y subtropicales de la región. El germoplasma de maduración semi-tardía y tardía del sur de los Estados Unidos ha desempeñado un papel primordial en

la adaptación y desarrollo de variedades pero parece aconsejable intensificar la introducción, evaluación y utilización de germoplasma para resolver problemas específicos relacionados con el crecimiento y producción de la planta de soya en distintas regiones productoras. Los ataques de enfermedades virales bacteriales y fungosas son comunes en todas las zonas productoras de la región pero algunas tienden a ser más importantes en ciertos países. El virus del mosaico común de la soya está generalizado en toda la región pero parece tener especial importancia en Ecuador, Perú, y Brasil. La enfermedad conocida como "Machismo", posiblemente causada por un micoplasma, está localizada en Colombia, pero no se ha emprendido la búsqueda de genes de resistencia. Las enfermedades bacteriales causadas por Pseudomonas glycinea, Xanthomonas glycines y Pseudomonas tabaci son genaralizadas, como lo son también las enfermedades fungosas causadas por Colletotrichum dematium, Cercospora sojina, Septoria glycines, Cercospora kikuchii, Rhizoctonia solani, Macrophomina phaseolina, y Diaporthe phaseolorum. Entre los daños causados por nemátodos, el más generalizado es el de nemátodo de nudo causado por Meloidogyne incognita.

Entre los problemas causados por plagas, los más comunes en todos los países parecen ser los daños de insectos comedores de hojas, Anticarsia gemmatalis, Pseudoplusia includens, Diabrotica sp., y Cerotoma sp. y los de insectos que se alimentan de la semilla, Nezara viridula.

3. SITUACION DE LA SOYA EN ALGUNOS PAISES DE ASIA ORIENTAL

3.1. PRODUCCION COMERCIAL Y DESARROLLO DE CULTIVARES

En conjunto los países de Asia produjeron en 1978 un total de 15 millones 25 mil toneladas de grano de soya en una área cosechada de 14 millones 647 mil hectáreas dando un rendimiento de 930 Kg/ha. Aproximadamente un 90% de la producción de Asia proviene de China; otros países productores de la región son en orden de importancia Indonesia, Corea del Norte, Corea del Sur, Tailandia, India, Japón, Irán, Viet Nam, Burna, Filipinas y Malasia.

La soya es uno de los cinco importantes cultivos alimenticios de Indonesia junto con el arroz, la yuca, el maíz y el camote. Los rendimientos son bajos debido a la falta de cultivares mejorados altamente productivos y a la incidencia de enfermedades principalmente roya de la soya que llega a reducir el rendimiento en 50% o más. La mayor parte de la producción se obtiene en Java. Existen varios cultivares derivados de colecciones locales, la mayoría de ellos tienen semilla pequeña y maduración temprana; entre estos cultivares se encuentra Gendjah, Slawi, Tegal, Petck, Sinyonya, y Davros. También se ha trabajado en hibridaciones y selecciones de donde se ha seleccionado el cultivar Orba que proviene de un cruzamiento entre Davros y Shakti y tiene un potencial de rendimiento superior de las introducciones nativas.

La República de Corea cultiva principalmente variedades nativas que aparentemente no han sido sometidas a procesos de selección por parte de los fitomejoradores locales. El rendimiento comercial por hectárea es bajo debido en parte a la falta de materiales seleccionados y en parte a las condiciones de fertilidad del suelo y manejo del cultivo. El área de producción ha permanecido estable en los últimos tres años y los rendimientos de 1978 alcanzaron 1200 Kg/ha. En trabajos de selección realizados en colecciones nativas se ha encontrado líneas con mayor capacidad de rendimiento que las cultivares comerciales tradicionales Kimkang-Dairip y Chungbuk-Baik.

El área de producción de soya de Tailandia creció de 100 mil hectáreas en 1976 a 175 mil en 1978 con un rendimiento promedio nacional en los alrededores de 1000 Kg/ha. El área principal de cultivo está en la parte central del país. Unas 50.000 toneladas de grano de soya se procesan para el consumo humano en forma de salsa de soya, tofú y otros productos. Los trabajos para el desarrollo de variedades adaptadas son llevados a cabo por el "Oil Crops Project" del Departamento de Agricultura. Los trabajos iniciales de selección se realizaron en los años 50 en materiales locales e introducidos; estos trabajos dieron origen al cultivar Usha que tiene buena adaptación y mantiene una relativa buena calidad de semilla en almacenamiento prolongado. Los trabajos de hibridación y selección más recientes han dado origen a los cultivares SJ-1,

SJ-2, SJ-3, y SJ-4, los dos primeros han sido incluídos en la red internacional ISVEX y se han usado en varios cruzamientos del programa de hibridación de INTSOY en Puerto Rico. El cultivar SJ-4 se obtuvo del cruzamiento entre Tainung 4 y una variedad local y ha sido reportado como moderadamente resistente a la roya de la soya.

La soya ha sido cultivada en pequeñas áreas en India desde cientos de años atrás pero el interés científico y comercial en el cultivo ha surgido en años recientes principalmente a partir de la creación del Coordinated Research Project on Soybeans in 1967. Este es un proyecto multidisciplinario que coordina esfuerzos para promover aspectos de investigación, producción, comercialización y utilización de la soya. El área de cultivo de la soya ha permanecido estable entre 1976 y 1978 con un total de 160 mil hectáreas y un rendimiento de 750 Kg/ha en 1978. La colección de variedades y líneas preservada en Pantnagar provee germoplasma para los fitomejoradores que desarrollan trabajos en diferentes regiones del país. Estudios de evaluación de germoplasma han permitido la identificación de líneas con resistencia al mosaico amarillo y a la roya de la soya que son problemas serios para la producción de soya en la India.

El programa de mejoramiento de soya en Japón se lleva a cabo en cuatro centros de investigación y tiene como objetivo coleccionar y desarrollar variedades adoptadas a diversas condiciones ambientales y sistemas de cultivo, con resistencia a enfermedades virosas y al nemátodo de quiste y con características apropiadas para consumo humano. En 1978 se cultivaron 127 mil hectáreas y se obtuvo un rendimiento promedio de 1500 Kg/ha. Los investigadores han encontrado amplia variación en la especie G. soja, que crece en forma silvestre en Japón, y han propuesto usar esta especie para mejorar el contenido de proteína de la especie G. max.

Filipinas es un pequeño productor de soya en Asia Oriental que complementa con importaciones la demanda de esta leguminosa para consumo humano y animal. El área de cultivo se ha incrementado en años recientes hasta llegar a 10 mil hectáreas en 1978. En los trabajos iniciales de introducción y selección de germoplasma en la década del 30 resultaron promisorios los cultivares Dixi, Yellow Biloxi y Dunfield y se

desarrollaron variedades nuevas como Bilomi 1 y Bilomi 3 del cruzamiento Ami x Yellow Biloxi, y Bilofield del cruzamiento Biloxi x Dunfield. Los trabajos de investigación de la época presente se realizan en el Colegio de Agricultura, Universidad de Filipinas, Los Baños, y en el Bureau of Plant Industry. En el germoplasma estudiado se ha encontrado resistencia a la roya de la soya en las introducciones PI230970, RI. 30971, PI200492, PI200491, Kaohsiung 3, Tainung 3, y Tainung 4.

En los últimos años los investigadores han desarrollado mediante cruzamientos y selección, los cultivares L-114, Miloxi 399, B-256 y BPI-12A que muestran un potencial de rendimiento de 1500 a 3500 Kg/ha y moderada resistencia a la roya de la soya.

La producción de soya en Malasia es relativamente poca pero el consumo en alimento humano es alto. El Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI) y el Rubber Research Institute of Malaysia (RRIM) han encontrado promisorias las introducciones Palmetto, CES 486, No. 1343, 66D-20, L-114, G.No. 5310, Clark 63, Jupiter, Bassier, Improved Pelican y Orba.

3.2. LIMITACIONES GENETICAS

El rendimiento es relativamente bajo en la mayoría de los países orientales lo cual es consecuencia tanto de la calidad genética de las variedades como de las condiciones ambientales. Los daños ocasionados por insectos y enfermedades constituye una seria limitación a la producción; la roya de la soya es una enfermedad extendida en Asia Oriental que llega a causar reducciones considerables con el rendimiento. El nemátodo de quiste es endémico en algunos países y las enfermedades virosas son generalizadas.

4. ALMACENAMIENTO Y MOVILIZACION DE GERMOPLASMA

4.1. COLECCIONES GERMOPLASMA

El incremento que constantemente se busca en la producción de un

cultivo por medio del desarrollo de plantas más productivas no sería posible sin la colección, catalogación y conservación adecuada del reservorio genético de la especie. Un banco de germoplasma puede almacenar una variabilidad genética tan amplia como la que pueda existir entre géneros y especies o tan estrecha como la que pueda existir entre líneas isogénicas de un mismo cultivar. En el caso de la soya esta gama de variabilidad está almacenada en diferentes lugares.

La colección de germoplasma de soya del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos tiene más de 5000 entradas divididas en varias secciones que comprenden la colección de variedades nombradas, la colección FC y PI de variedades introducidas, la colección genética y la colección de especies. La colección de variedades nombradas agrupa las variedades comerciales antiguas y modernas desarrolladas en Estados Unidos y Canadá; las variedades tempranas de esta colección se conservan en Urbana, Illinois, y las variedades semi-tardías se conservan en Stoneville, Mississippi; éste último grupo ha sido de gran importancia en el desarrollo de variedades adaptadas a las condiciones semi-tropicales y tropicales de América Latina. La colección FC y PI cuenta con más de 4000 entradas de Chian, Corea, Japón, India, Indonesia, Filipinas, y de algunos países de Europa, Africa y América del Sur. La colección agrupa mutantes, líneas isogénicas y materiales citogenéticos. La colección de especies comprende introducciones de la especie anual Glycine soja y especies perennes del género Glycine.

El laboratorio de Genetría Aplicada, KAERI, de la República de Corea mantiene una colección de 1350 entradas nativas coleccionadas en el país que se usa en programas locales de mejoramiento varietal. En esta colección existe un amplio rango de variabilidad en características agronómicas y químicas como ciclo de vida, altura de planta, tamaño y color de la semilla, contenido de aceite, y contenido de proteína, pero parece haber poca resistencia al vuelco y a las enfermedades virosas.

En Japón existe una colección de 3000 entradas de variedades y líneas de soya reunida en el laboratorio de conservación de semillas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas en Hiratsuka. La mayor parte

de las entradas son colecciones locales pero también hay introducciones de Estados Unidos, China, Brasil y de varios países de Europa. Una colección de 150 entradas de la especie Glycine soja, que crece en forma nativa en Japón, se conserva en Facultad de Agronomía de la Universidad de Iwate.

Una colección de alrededor de 4000 entradas de líneas y variedades de soya G. max y de especies silvestres ha sido establecida en Pantnagar, India de la cual se ha logrado aislar algunas fuentes de resistencia al virus del mosaico amarillo y a la roya de la soya.

4.2. MOVILIZACION DE GERMOPLASMA

Existen actualmente tres instituciones internacionales que mantienen programas de mejoramiento genético de soya y que cuentan con facilidades para proveer germoplasma, información técnica y entrenamiento a investigadores de soya de países interesados en la producción y utilización de esta leguminosa: el International Institute of Tropical Agricultural (IITA) en Nigeria, el Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC) en Taiwan, y el International Soybean Program (INTSOY) en las Universidades de Illinois y Puerto Rico. El IITA y el AVRDC distribuyen y evaluan germoplasma principalmente en cooperación con instituciones e individuos de países de Africa y Asia, mientras INTSOY mantiene una red internacional de cooperadores en los cinco continentes.

INTSOY conduce un programa de mejoramiento en Puerto Rico que tiene como objetivo desarrollar variedades de rendimientos altos y estables, resistentes a plagas y enfermedades, y de amplia adaptabilidad en ambientes tropicales y sub-tropicales. Las variedades y líneas desarrolladas en el programa de mejoramiento se evaluan y movilizan a través de las redes experimentales conocidas como Soybean International Experimental Variety Evaluation (SIEVE), Soybean Preliminary Observation Trial (SPOT), e International Soybean Variety Evaluation Experiment (ISVEX). El experimento SIEVE se establece en tres latitudes del trópico y sub-trópico, y está formado por selecciones del programa de mejoramiento de Puerto Rico y por variedades y líneas desarrolladas en programas de mejoramiento de

soya de otros países. Las entradas más sobresalientes de SIEVE pasan a formar el experimento SPOT que se evalua en seis a 20 localidades con lo cual se logra obtener una mayor información de las variedades bajo diferentes condiciones ambientales. El experimento ISVEX está formado por selecciones sobresalientes en SPOT y tiene una distribución mundial. Desde su iniciación en 1973, este experimento ha sido conducido en 1,153 localidades y 107 países. En 1978 se recolectaron datos del experimento ISVEX en 91 localidades de las cuales 34 correspondieron a Africa, 29 a América Latina, 14 a Asia, 5 al Medio Oriente, 3 a Oceanía, y 1 a América del Norte. La conducción de estos experimentos tiene los siguientes objetivos: 1) Estudiar la adaptación de cultivares en un amplio rango de condiciones ambientales; 2) proveer a los investigadores la oportunidad de comparar variedades locales e introducidas; 3) proveer nuevas fuentes de germoplasma para los programas locales de mejoramiento, 4) identificar áreas potenciales para la producción de soya.

5. RECOMENDACIONES

1. Desarrollar cultivares de alto potencial de rendimiento insensibles al fotoperiodo.

2. Desarrollar germoplasma resistente a enfermedades virosas principalmente a mosaico común de la soya.

3. Desarrollar germoplasma con resistencia a insectos comedores de hojas y comedores de vainas.

4. Identificar germoplasma de alta eficiencia en la fijación de nitrógeno.

5. Desarrollar germoplasma con resistencia al deterioro de la viabilidad en almacenamiento y alta calidad de semilla por siembra.

6. Seleccionar cultivares apropiados para producción en sistemas de cultivo mixto o intercalados.

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL MEJORAMIENTO GENETICO DE LA SOYA EN LOS TROPICOS

Luis H. Camacho M. *

El propósito del mejoramiento genético en zonas tropicales es desarrollar variedades adaptadas a condiciones de fotoperiodo corto, que produzcan alto rendimiento, que contengan niveles adecuados de aceite y proteina y que posean caracteristicas agronómicas de fácil manejo. Para lograr este propósito es necesario considerar los siguientes aspectos:

1. Conocimiento adecuado de las condiciones ambientales.
2. Colección y conservación de germóplasma adaptable al medio.
3. Determinación de los objetivos especificos que se desean lograr.
4. Escogencia apropiada de progenitores.
5. Programación de la siembra de progenitores.
6. Obtención de poblaciones segregantes y uso de métodos apropiados de selección.
7. Evaluación del rendimiento y otras caracteristicas en las lineas seleccionadas.
8. Incremento de la semilla mejorada y entrega de la misma a los agricultores.

---

* Fitomejorador, Programa Internacional de Soya INTSOY, Departamento de Agronomia, Universidad de Illinois, Urbana, Illinois 61801, U.S.A.

Dirección actual: INTSOY/Perú, Avenida Salaverry 674, Oficina 802. Lima, Perú.

1. CONDICIONES AMBIENTALES

Uno de los primeros factores que se consideran en la producción de soya es la duración del día, o sea el número de horas de luz diaria que recibe el cultivo durante sus varios estados de crecimiento. La duración del día en una determinada localidad varía según su latitud y el mes que se considere dentro del año. Los días cortos promueven crecimiento reproductivo y los días largos promueven crecimiento vegetativo. En las zonas tropicales los días son relativamente cortos durante todo el año y la soya que se siembra en estas latitudes tiende a florecer temprano y a madurar en corto tiempo. Es de esperarse, por tanto, que los rendimientos de este cultivo sean inferiores en la zona tropical en comparación con la zona templada . Sin embargo, existen algunas variedades de soya que son neutrales a los efectos del fotoperíodo y otras que, aunque susceptibles a este efecto, se adaptan bien a los ambientes tropicales.

La disponibilidad de humedad en el suelo durante el período de crecimiento es otro factor de gran importancia, así como la época del año en que esta humedad está disponible. En ciertos lugares el ambiente puede ser propicio en cierta época del año en lo relativo al fotoperíodo pero esa época puede coincidir con las épocas más húmedas o más secas. En el Perú por ejemplo, la región de Tingo María situada a nueve grados de latitud sur proporcionaría un fotoperíodo apropiado durante los meses de Enero y Febrero para la iniciación de siembras de soya; sin embargo, debido a las altas precipitaciones es prácticamente imposible obtener una buena cosecha durante los primeros cuatro meses del año.

La cantidad de precipitación y su distribución es de gran importancia para la obtención de una buena cosecha de soya y para la escogencia de una variedad para determinada región. La soya requiere de 500 a 790 milímetros de agua para producir una buena cosecha dependiendo de la clase de suelo, de la humedad relativa ambiental y de los vientos del área. En áreas donde esta cantidad no se puede proporcionar en forma de agua de lluvia, debe suplementarse con agua de riego. Por esta misma razón debe considerarse el ciclo de maduración de la variedad de soya que se elija ya que una variedad tardía requiere más agua que una temprana o

semitardía. En la región de Tarapoto y Huallaga Central en Perú, por ejemplo, donde la precipitación es menor de 500 milímetros durante el período de crecimiento de la soya, el uso de variedades tardías podría ser contraproducente.

El éxito de un cultivo también depende de las propiedades del suelo que se relacionan con la textura, la acidez y el contenido de nutrientes. Suelos demasiado livianos retienen poca humedad y aceleran la maduración de la planta de soya. Suelos muy ácidos tienen problemas de retención de fósforo y deficiencia de algunos elementos menores como molibdeno y toxicidad de otros como aluminio, mientras que suelos alcalinos pueden presentar deficiencias de manganeso y hierro. Algunas variedades de soya muestran tolerancia a los disturbios ocasionados por el desequilibrio en la disponibilidad de algunos elementos, y el uso de tales variedades es frecuentemente más económico que la aplicación de correctivos del suelo. En la región de Tarapato, en Perú, la soya sembrada en suelos con alto contenido de carbonato de calcio muestra clorosis foliar muy aguda indicativa de deficiencia de hierro Algunas variedades son más susceptibles que otras y esta circunstancia está siendo usada por los investigadores de INIA e INTSOY para desarrollar variedades tolerantes a baja disponibilidad de hierro.

Los procedimientos de manejo del cultivo adaptables a la región deben ser considerados al seleccionar una variedad para uso comercial. Cuando el sistema de producción es completamente mecanizado, variedades con inserción alta de vainas, resistentes a dehiscencia, y de poca ramificación son recomendables. En un sistema de producción manual para pequeños agricultores estas características no tienen mayor importancia.

Cuando la soya entra como cultivo de rotación y su importancia es secundaria en el sistema de producción debe darse atención a ciclo vegetativo de la variedad de soya que se selecciona o se pretenda desarrollar a fin de permitir que el cultivo principal se desarrolla dentro de su período normal de producción.

Los riesgos de producción relacionados con plagas y enfermedades

prevalentes en una región son también de gran importancia. Una variedad susceptible a nemátodos no debe recomendarse para una zona infestada con este organismo. En el área Tingo María, en Perú, el principal problema fitosanitario es la mancha causada por Cercospora sp. a la cual es muy susceptible la variedad Jupiter comúnmente usada allí, pero los fitomejoradores del proyecto de soya están trabajando en el desarrollo de variedades resistentes a esta enfermedad.

La utilización del grano de soya juega un papel importante para la selección de una variedad de soya dentro de una determinada región. Cuando el grano de soya está destinado al procesamiento industrial, lo más importante de la variedad es su contenido de aceite y proteína. Cuando se destina al consumo humano es importante considerar además de la proteína, el tamaño y el color del grano. Granos grandes de cuticula amarillo claro e hilum claro son más apetecidos para la preparación de leche de soya en comparación con granos de color más oscuro.

2. OBTENCION, EVALUACION Y CONSERVACION DE GERMOPLASMA

Mantener una colección de germoplasma y evaluar sus características es un paso fundamental para el desarrollo de un programa de mejoramiento. Líneas experimentales o variedades comerciales pueden obtenerse mediante solicitud a institutos de investigación o contactos con investigadores de otros países con condiciones ambientales similares. Los fitomejoradores de regiones tropicales pueden obtener germoplasma experimental de INTSOY en la Universidad de Illinois, de ICA en Colombia, de IITA en Nigeria, de INIAP en Ecuador y de EMBRAPA en Brasil.

En la evaluación de germoplasma debe obtenerse medidas de la variación de respuesta al fotoperíodo, período vegetativo y reproductivo, altura de planta así como de características morfológicas tales como color de flor, color de pubescencia y color y tamaño de semilla.

Importante durante esta fase de mejoramiento es identificar las características deseables e indeseables de cada una de las variedades que forman el germoplasma. Entre estas características se encuentra la

resistencia o susceptibilidad a enfermedades y plagas, el vigor de las variedades, su resistencia o susceptibilidad al vuelco, la habilidad productiva aparente, la habilidad de competir con malas hierbas y la aceptación en los mercados.

En el registro de evaluación se debe anotar las características que se consideren deseables para mejorar las variedades y el nombre de aquellas variedades que posean esas características.

Una vez que se haya evaluado el germoplasma es necesario consultar la literatura para conocer el tipo de herencia asociada con las diferentes características que se han medido e identificado. Esta información permitirá escoger el método de selección más apropiado para mejorar la característica en estudio.

Conservar la viabilidad del germoplasma disponible es tan importante como su evaluación. En las regiones tropicales la humedad relativa alta y la elevada temperatura del aire durante todo año contribuyen al rápido deterioro de la viabilidad de la semilla de soya. Es difícil progresar en un programa de mejoramiento genético de soya si el mejorador no tiene a su disposición condiciones ambientales adecuadas para conservar sus semillas experimentales. En el almacenamiento de semillas de soya vale la pena tener en cuenta que el contenido de humedad de la semilla es más importante que la temperatura de almacenamiento. Con una temperatura de almacenamiento de 20°C, por ejemplo, una semilla de soya con 9-11% de humedad conservará su poder germinativo durante un período mayor que una semilla con 12-14% de humedad.

3. DETERMINACION DE LOS OBJETIVOS DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO

Es importante que los objetivos sean determinados y que el trabajo se concentre en la solución de problemas claramente definidos. Si el objetivo del programa es aumentar la productividad mediante el uso de variedades de ciclo de crecimiento prolongado, la colección de germoplasma deberá contener genotipos que muestren esta característica. En la determinación de un objetivo también es importante considerar factores tales

como la facilidad para realizarlo, personal entrenado disponible para registrar los datos requeridos, el terreno y equipo disponibles y el tiempo necesario para alcanzar el objetivo. Hay casos en que se puede aumentar la productividad mejorando los procedimientos de manejo del cultivo sin necesidad de recurrir al mejoramiento genético, pero si la decisión es recurrir al mejoramiento genético es aconsejable que cada hibridación o cruzamiento que se haga, vaya acompañado de una lista de los objetivos que se pretende alcanzar.

4. ESCOGENCIA DE LOS PROGENITORES

Las dos variedades que se seleccionen para un cruzamiento deben reunir en conjunto un máximo de caract rísticas deseables. Si uno de los padres es débil en una o más características, el otro debe ser fuerte en las mismas. Los progenitores que se escojan deben producir pocas segregaciones indeseables; por ejemplo una variedad temprana susceptible a dos enfermedades, cruzada con una tardía resistente a las mismas enfermedades produciría más segregaciones indeseables que el cruzamiento entre dos variedades tardías, la una susceptible y la otra resistente a una enfermedad.

5. SIEMBRA DE PROGENITORES Y HECHURA DE HIBRIDACIONES

Una vez conocidas ciertas características agronómicas y fisiológicas de los padres, sus fechas de siembra deben programarse en forma que produzcan flores al mismo tiempo. Esto quiere decir que variedades tardías deben sembrarse primero que las tempranas para que ambas florezcan al mismo tiempo. En ocasiones es posible inducir floración temprana en variedades tardías en el invernadero simplemente excluyendo la luz solar durante algunas horas. Teóricamente también se podría demorar la iniciación de floración en variedades tempranas iluminándolas algunas horas durante la noche. Sin embargo, estos procedimientos requieren un conocimiento de la respuesta de las variedades al fotoperiodo y, como son complicados y además costosos, a veces no producen los efectos esperados. Por tal razón es mucho más práctico jugar con las fechas de siembra

cuando se trata de hacer hibridaciones entre variedades de diferente ciclo de vida.

Para hacer las hibridaciones se escogen botones florales próximos a abrir en el progenitor femenino y con pinzas agudas se remueven los sépalos y pétalos; algunos hibridadores prefieren remover también los estambres pero otros prefieren dejarlos en su sitio. Se escoge una flor abierta del progenitor masculino y con la misma pinza se toma el estigma y los estambres y se frota el polen sobre el estigma de la flor femenina. Se marca con un tiquete la flor cruzada y se identifica el cruzamiento.

6. POBLACIONES SEGREGANTES Y METODOS DE SELECCION

La semilla que crece en una vaina procedente de una hibridación es una semilla híbrida y producirá por tanto una planta híbrida producto de la primera generación del cruzamiento que se denomina F_1. La generación siguiente proveniente de plantas F_1 se denomina F_2 y la generación siguiente se denomina F_3. Las siguientes generaciones se denominan en su orden F_4, F_5.....F_n.

Hay varios procedimientos de mejoramiento que se pueden aplicar después de hacer un cruzamiento.

6.1. RETROCRUZAMIENTO

Consiste en producir plantas F_1 y retrocruzar éstas con uno de sus progenitores. El progenitor que se usa para retrocruzar es el que se quiere mejorar y se llama progenitor recurrente ya que se retrocruza varias veces con su misma descendencia. Este sistema se usa cuando se quiere transferir una característica de herencia simple hacia un progenitor que carece de esa característica, como por ejemplo resistencia a una enfermedad.

6.2. SELECCION GENEALOGICA (PEDIGREE)

Este sistema se usa para mejorar ciertas características como rendimiento, resistencia al vuelco etc. Consiste en seleccionar plantas en la generación F_2 y crecer la progenie de estas plantas en surcos separados; esta progenie es la generación F_3, se escogen los mejores surcos y se descartan los indeseables; dentro de los surcos mejores se seleccionan nuevamente plantas individuales y su progenie se siembra en surcos separados; ésta es la generación F_4. Se repite el mismo procedimiento hasta la generación F_5 y luego se procede a evaluar las selecciones en ensayos replicados y en diferentes ambientes.

6.3. DESCENDENCIA DE UNA SOLA SEMILLA

Es un método muy popularizado recientemente en los países de la zona templada en donde el invierno no permite obtener sino una generación por año en siembras de campo. El método permite avanzar varias generaciones en invernadero durante la estación fría. Consiste en cosechar una sola semilla de cada planta F_2 que se produzca de un cruzamiento; todas estas semillas se siembran juntas y en la siguiente generación (F_3) se cosecha nuevamente una sola semilla de cada planta. El proceso continúa y en la generación F_5 se cosechan plantas individuales que luego se siembran en surcos individuales; se seleccionan los mejores surcos y se cosechan en forma masal para luego seguir el procedimiento de evaluación en ensayos replicados.

Existen otros dos métodos de mejoramiento aplicables a la soya que no discutiremos aquí por ser algo complejo. Uno de estos se denomina Selección por Evaluación en Generaciones Tempranas y el otro se denomina Selección Recurrente.

7. EVALUACION DE SELECCIONES

Las selecciones se deben dividir en grupos de 30 a 40 entradas con maduración y crecimiento similar y probarlas en ensayos replicados. De

ser posible se deben usar dos localidades y de dos a tres repeticiones en cada localidad. Un testigo local debe servir para comparar las selecciones. A medida que las plantas crecen se registran datos sobre floración, altura de planta, enfermedades etc. Se descartan las selecciones inferiores a la variedad testigo y se re-evalúan las superiores procurando abarcar todos los ambientes en donde se vayan a producir las futuras variedades mejoradas. Se deberán hacer más ensayos de rendimiento hasta comprobar que las lineas seleccionadas son realmente superiores.

8. INCREMENTO Y DISTRIBUCION DE VARIEDADES MEJORADAS

Durante la tercera prueba de evaluación replicada se arrancan las 100 mejores plantas de la mejor linea seleccionada y se desgranan individualmente. La semilla de cada planta se siembra en surcos separados. Se descartan los surcos que parezcan indeseables y que tengan plantas fuera de tipo y se cosecha cada uno de los surcos sobresalientes en forma separada. Se examina la semilla desgranada de cada surco y se descarta la semilla de aquellos surcos que no aparezca uniforme. Se mezcla la semilla de los surcos restantes y se usa como semilla básica. Se incrementa esta semilla con toda la supervisión posible, se le asigna un nombre a la nueva variedad y se organizan demostraciones para productores. Se hace una publicación describiendo las características de la nueva variedad y las recomendaciones técnicas para su cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BERNARD, R. L.; WEISS, M. G. Soybeans: Improvement, Production, and Uses. Am. Soc. Agron. Madison. Wisconsin. 1973. s.p.

2. HARTWIG, E.E. Soybeans: Improvement, Production, and Uses. Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin. 1973. s.p.

3. FEHR, W.R. Soybeans Physiology, Agronomy, and Utilization, Academic Press, New York, San Francisco, London. 1978. s.p.

NODULACION Y FIJACION DE NITROGENO EN EL CULTIVO DE LA SOYA *

Raúl Varela G. **

1. IMPORTANCIA DE LA FIJACION BIOLOGICA DE NITROGENO

El suministro de nitrógeno requerido en la agricultura mediante fertilizantes comerciales está afectado por la crisis energética mundial, dado que el déficit de gas natural interfiere con la producción de amonio, por lo cual los fertilizantes nitrogenados son caros (Ayala, 1977).

El suelo de donde la planta obtiene ordinariamente su nitrógeno, rara vez llega a poseer el 1% de este elemento, no pasando por lo general de 0,5%, por esto, uno de los problemas más generales y constantes para el crecimiento de la planta, es la obtención de la cantidad de nitrógeno adecuada. (Bonner y Galston, 1973).

Por otro lado, el nitrógeno es un elemento abundante que compone casi el 80% de la atmósfera terrestre (Child, 1976; Brill, 1977).

Un cultivo de soya que produce 2.500 Kg/ha utiliza aproximadamente 200 Kg. de N/Ha de los cuales entre 135 y 150 Kg. de N/Ha están contenidos en la semilla, y las demás partes de la planta requieren de 60 a 70 Kg. de N/Ha.

---

* Contribución del Programa de Leguminosas de Grano del ICA.

** Ing. Agr. M.S. Instituto Colombiano Agropecuario. ICA. Programa de Leguminosas de Grano. A.A. 233 - Palmira.

Hay que tener en cuenta que los fertilizantes nitrogenados se lixivian fácilmente a través del suelo, por lo tanto la cantidad de fertilizante nitrogenado que hace falta para que las plantas absorban 200 Kg.N/Ha varía según el medio ambiente (Hinson y Hartwig, 1978).

Debido a las anteriores consideraciones, se destaca la importancia económica de la fijación biológica de nitrógeno en la producción de soya, ya que es básicamente un proceso de "autofertilización" o sea que las plantas elaboran su propio fertilizante nitrogenado y además se conservan los niveles de este elemento combinado en el suelo.

También mejora la fertilidad de los suelos pues al fijar el nitrógeno del aire, favorece un mayor desarrollo radicular, que contribuye a mejorar la estructura del suelo, a la vez que deja un remanente de nitrógeno que queda en el terreno una vez terminado el cultivo de la leguminosa y que beneficia positivamente al cultivo que le sigue en rotación.

2. CAPACIDAD QUE TIENE LA SOYA PARA REALIZAR LA SIMBIOSIS CON EL RHIZOBIUM

Las raíces de la planta de soya se infectan con ciertas bacterias que viven en el suelo llamadas Rhizobium japonicum, las cuales causan el engrosamiento de ciertas áreas de la raíz. Las bacterias que se alojan en estos abultamientos llamados "Nódulos" reciben energía, en forma de carbohidratos, procedente de la fotosíntesis; parte de esa energía se utiliza en la transformación del nitrógeno atmosférico en forma de nitrógeno orgánico que la planta puede utilizar muy eficazmente.

En los carbohidratos translocados a los nódulos predomina: Sucrosa, Glucosa y algunos ácidos orgánicos (Bergersen, 1971).

Esto indica que la soya (Glycine max) tiene capacidad para formar la simbiosis con la bacteria (Rhizobium japonicum).

La siguiente pregunta lógica es: Puede la fijación de N satisfacer las necesidades de las plantas o debe complementarse con un abono nitrogenado ?

Algunos investigadores han encontrado los siguientes resultados de cantidad de N fijado en Kg/Ha/cosecha en el cultivo de la soya: 40-80 (Erdman, 1959); 94 (Stewart, 1966); 84 (Weber, 1966 a y b); 40-120 (Sundara Rao, 1971); 33-40 (Hardy, 1971); 80 (Hardy y otros, 1971); 100 (Weber y otros, 1971); 93 (Vest y otros, 1973); 57-94 (CIAT, 1976); 98 (Belalcazar, 1977); 263-311 (Bezdicek y otros, 1978).

Como se dijo anteriormente para un rendimiento de 2500 Kg/Ha se necesitan aproximadamente 200 Kg de N/Ha y para que las plantas absorban esta cantidad, probablemente se necesitan aplicaciones de por lo menos 300 a 400 Kg de N/Ha; por lo tanto la fijación biológica puede suplir gran parte de las necesidades de nitrógeno a la planta con un costo mínimo y sin lugar a dudas será utilizado más eficientemente.

Streter, (1973) demostró que los nódulos generalmente contribuyen con un porcentaje que varía entre 30 y 60% del nitrógeno total requerido por un cultivo de soya; el resto de nitrógeno necesario proviene del disponible en el suelo.

Bezdicek y otros (1978) informan que en sus experimentos, la cantidad del nitrógeno de la planta obtenido por fijación fluctuó entre 71 y 80%.

Allos y Bartholomew (1959) afirman que con el proceso de fijación nunca se suple el total de N necesario para el crecimiento de la planta de soya y que aparentemente la planta tiene capacidad para suplir, por fijación, solamente la 1/2 o 3/4 partes del total de N que va a ser usado.

Bajo condiciones normales de campo, donde el nitrógeno fijado está presente en el suelo, aproximadamente 1/4 parte del nitrógeno requerido proviene del proceso simbiótico (Hardy y Havelka 1975).

El hecho de que la fijación simbiótica resulte una fuente menos costosa de nitrógeno es indudable; por consiguiente todo plan para suplementar la fijación de N con fertilización nitrogenada debe también considerar las formas de mantener un nivel elevado de fijación de N.

3. EL PROCESO DE LA FORMACION DE NODULOS

El proceso de la nodulación empieza cuando una cepa específica de Rhizobium japonicum encuentra un sistema radicular de soya.

El desarrollo de la simbiosis entre R. japonicum y la soya, involucra una serie de interacciones entre la bacteria y el hospedero, en la que se distingue una fase de pre-infección o sea la colonización de la Rhizosfera; la formación de los nódulos y una fase intracelular que incluye la fijación del nitrógeno en sí.

Cuando no hay compatibilidad entre la bacteria y el hospedero se debe a que hay un bloqueo en una cualquiera de las etapas mencionadas y puede disminuir o anular la fijación. Cuando la incompatibilidad sucede en la etapa pre-infectiva se debe a la ausencia de especificidad entre el hospedero y la bacteria mientras que, si ocurre en cualquier estado de desarrollo de los nódulos se debe a la interferencia de factores ambientales o a cambios genéticos de uno de los componentes del sistema simbiótico (Nutman, 1963).

3.1. COLONIZACION DE LA RIZOSFERA

Generalmente la Rizosfera de una leguminosa estimula más el crecimiento de la Rhizobia que la Rizosfera de la no-leguminosa. Elkan (1962) trabajó con isolineas de soya; no-noduladora y noduladora y encontró a los 40 días después de la germinación que había, mayor número de R. japonicum, actinomicetos y microorganismos totales en la Rhizosfera de las plantas no-noduladas que en la Rhizosfera de las plantas noduladas. Sin embargo cuando las plantas maduraron la población total microbial y los actinomicetos disminuyeron.

La infección temprana y el proceso de la nodulación generalmente son promovidos por alta densidad Rhizobial en la Rhizosfera. En un estudio se encontró que se necesitaban diez bacterias para producir un solo nódulo, cuando la Rhizosfera estaba saturada con una población de 10^4 bacterias por mililitro de Rhizosphera (Vest y otros, 1973).

En el estado de pre-infección, varias interacciones entre el hospedero y la bacteria ocurren en la Rhizosfera, y también involucran la inducción y emisión de algunas sustancias. El hospedero aparentemente secreta o exuda triptofano, el cual es transformado por la bacteria en ácido indolacético (AIA).

Parece que el AIA estimula la deformación y rizada de los pelos radicales de la soya como preludio de la infección. La primera reacción específica del hospedero parece ser causada por polisacaridos extracelulares producidos por la bacteria, los cuales inducen en el hospedero la producción de poligalacturonasa. Esta enzima, conjuntamente con el AIA, afectaría la plasticidad de la pared primaria de los tejidos radiculares jóvenes del hospedero y facilitaría la penetración de la bacteria (Nutman, 1963; Graham, 1973; Blondeau, 1977).

3.2. INFECCION DE LA RAIZ DEL HOSPEDERO

La infección de la raiz por el R. japonicum como en otras leguminosas ocurre a través de los pelos radiculares.

En 1974 en la Universidad de Minnesota encontraron una proteina de la soya que se enlaza con las células de R. japonicum. Esta proteina es una LECTINA y lanzaron la hipótesis de que esta proteina actúa como puente entre la bacteria y la planta (Brill, 1977). El pelo radicular se invagina en su parte apical, lo que permite que algunos "Rhizobios" pasen a través de esta sección invaginada (Graham, 1973; Vest y otros 1973). También los Rhizobios pueden penetrar por las células epidermales de los pelos radiculares (Holsten y otros 1971).

En el pelo radicular se forma un hilo de infección y los Rhizobios que han penetrado se movilizan hacia la parte basal del pelo radicular, penetrando a la corteza de la planta (Graham, 1973).

3.3. FORMACION DEL NODULO

Después de la penetración de la bacteria, algunas células de la

región cortical del meristemo de la raíz infectada se transforman en tetraploides. Cuando el filamento de la infección se aproxima a alguna célula tetraploide, ésta se divide repetidamente generando una masa celular que se transforma en "Nódulo" (Nutman, 1963).

Graham (1973), dice que cuando el hilo de infección penetra, las células tetraploides, comienzan a romperse y los Rhizobios aún cubiertos por un muscilago, son liberados dentro del citoplasma celular; empiezan a multiplicarse y el AIA producido causa la multiplicación de las células tetraploides y de las diploides alrededor de ellas. Esta multiplicación de células conduce a la estructura llamada "Nódulo".

3.4. DESARROLLO Y ESTRUCTURA DEL NODULO

La fase intracelular se inicia cuando vesículas portadoras de Rhizobium formadas del filamente de infección se rompen y las bacterias liberadas invaden las células tetraploides de la zona central del nódulo. La bacteria en una nueva cápsula, se multiplica antes de transformarse en "bacteroide", que es la forma rhizobiana fijadora de nitrógeno. La transformación incluye cesación de la división, aumento de tamaño, cambio de forma, síntesis de nitrogenasa, fragmentación de cromatina, aumento de la región perinuclear y modificación mitocondrial (Nutman, 1963).

Cuando los rhizobios son liberados dentro de las células, aún son de forma "bacilar", pero ellas pierden rápidamente esta forma cilíndrica y se convierten en bacteroides y en esta forma inician la fijación de N (Graham, 1973).

Conjuntamente con la formación de bacteroides, entre estos y la membrana de la cápsula, se desarrolla el pigmento leghemoglobina e inicia la función fijadora de nitrógeno. En condiciones ambientales compatibles, la fijación iniciada experimenta un aumento, para luego decrecer hasta su extinción. (Nutman 1963).

Sustancias reguladoras de crecimiento presente en el tejido infectado parecen ser las responsables de la estimulación del tejido y la

FIGURA 1. Nodulación de la soya en el Valle del Cauca.

formación del nódulo. Una Cytoquinina de R. japonicum fué reportado como estimulante de la división celular en tejidos callosos de soya. (Phillips y Torrey, 1970).

Durante la activa fijación, en el nódulo se distinguen cuatro zonas bien diferenciadas:

a. La corteza del nódulo, que es la parte de afuera o tejido cortical nó-infectado por la bacteria.

b. La zona meristemática, es una región de activo crecimiento donde las células están infectadas pero la Rhizobia aún está en forma bacilar.

c. El tejido central, que es el sitio donde "Los bacteroides" realizan el proceso de la fijación simbiótica de nitrógeno.

d. El área de degeneración del tejido nodular (Graham, 1973; Vest y otros, 1973).

Las células de R. japonicum son poliploides (Phillips y Torrey, 1970).

La hemoglobina se presenta en los nódulos como pigmentos rojos y se le denomina como Leghemoglobina; funciona como almacén y como transportadora de oxigeno. La leghemoglobina se produce únicamente en los nódulos eficientes ya maduros, durante las fases activas de fijación del nitrógeno. Si se interrumpe la fijación del nitrógeno, la leghemoglobina se convierte en legcoleglobina de color verde. (Gómez, 1978).

3.5. TIEMPO DE FORMACION DEL NODULO Y LONGEVIDAD

Bergersen (1958) observó en ensayos de invernadero que la vida activa de los nódulos de soya inducidos por una cepa de R. japonicum era de 6-7 semanas. La rata de fijación de nitrógeno en estos nódulos permanecía constante desde 2-3 semanas después de su aparición hasta pocos días antes de que empiece a deteriorarse el nódulo o sea 7 semanas después de haber sido formado.

El desarrollo de los nódulos de soya que crecen en condiciones de campo empieza a observarse desde los 6 días después de la siembra y dependiendo de las condiciones de crecimiento, la fijación de nitrógeno puede detectarse 2 a 3 semanas más tarde. Se ha demostrado que la fijación de nitrógeno en soya que crece en condiciones de campo se extiende de 3-4 semanas después de la siembra hasta cerca a la maduración o sea 12-13 semanas más tarde (Hardy y otros 1968; Weber y otros 1971).

Este período no es funcional a un solo nódulo sino que debe estar en función de todos los nódulos. Se observó varios nódulos deteriorados sobre la raíz principal pero no en las raíces laterales de una soya muestreada 10 semanas después de la siembra (Caldwell y Weber, 1970).

Belalcázar, (1977) encontró que la máxima fijación de nitrógeno en líneas de soya ocurre al inicio de la formación de vainas, 60 días después de la siembra, debido a la necesidad de la planta en abastecer sus tejidos de N y aumentar la cantidad de Leghemoglobina en los nódulos. La fijación de nitrógeno declina marcadamente, al término medio de la formación del grano, como consecuencia de la movilización de nutrientes.

En condiciones de invernadero y en soya sembrada sobre agar nutritivo se observó que la iniciación de la nodulación ocurre entre 2-3 semanas después de la inoculación por lo cual esta es una etapa crítica para el cultivo ya que no hay fijación de nitrógeno. Varela (1977).

4. INFECTIVIDAD Y EFECTIVIDAD INEFICIENCIA Y EFICIENCIA

4.1. DEFINICION

Las investigaciones sobre la forma como el Rhizobium fija el nitrógeno atmosférico y los factores que afectan la simbiosis, permiten concluir que para que la bacteria fije nitrógeno del aire se requieren condiciones especiales de "infectividad" y "efectividad" o sea que existen Rhizobios específicos para cada tipo de leguminosa las cuales no pueden producir nódulos en otra clase de leguminosa y que no todos los

Rhizobios capaces de nodular necesariamente pueden fijar nitrógeno.

La "infectividad" se refiere específicamente a la capacidad de virulencia que tiene la bacteria para penetrar dentro de la raíz, formar el hilo de infección e inducir la formación del nódulo. En cambio la "efectividad" es la capacidad que tiene la bacteria para fijar el nitrógeno atmosférico en el interior del nódulo. (Blondeau, 1977).

Los límites que existen entre los factores que afectan la nodulación y los de la fijación de nitrógeno son a veces definidos. Por ejemplo al aumentar un factor, como el fósforo puede originar una buena fijación. Es aconsejable definir separadamente el efecto de cada factor teniendo en cuenta las correlaciones esenciales implicadas.

Por otro lado, otros factores que no afectan la formación del nódulo, intervienen sin embargo en el proceso de fijación por anormalidades desarrolladas posteriormente en el estado de simbiosis, o por restricciones en el desarrollo normal de la planta y como consecuencia en la translocación de los productos fotosintéticos al nódulo. Puede ocurrir también alguna inhibición en la translocación de los productos del nódulo a la planta y a su turno, se inhabilita para proveer todos los factores necesarios para la simbiosis.

Se considera que la nodulación es efectiva cuando fija el nitrógeno atmosférico a la planta de soya y se reconoce porque presenta nódulos grandes, de poco número y de color rojo o rosado al hacer un corte transversal del nódulo, también es apreciable la efectividad por el vigor y el color verde intenso de la planta. Se dice que la nodulación es inefectiva cuando fija muy poco o casi nada, siendo los nódulos pequeños y de color blanquecino. (Date, 1970; Gómez 1978).

La presencia de un gran número de nódulos no ha de tomarse necesariamente como garantía de una fijación eficiente de nitrógeno (Gómez, 1978).

Vest y otros (197.) han clasificado la nodulación en la siguiente forma:

CLASIFICACION	DESCRIPCION
I. No-nodulado	Sin nódulos. No hay evidencia externa de que se haya iniciado la formación de nódulos en la raíz. Plantas pequeñas y cloróticas. Síntoma típico de deficiencia de nitrógeno.
II. Nodulado	En la raíz se observan que se ha iniciado la formación de nódulos.
A. Inefectiva	La raíz muestra una proliferación cortical de pequeñas estructuras nodulares de color blanco, verde o rosado por dentro. Plantas pequeñas y cloróticas. Síntomas típicos de la deficiencia de nitrógeno.
B. Efectiva	Raíces noduladas.
1. Ineficiente	Nódulos verdes o blanco por dentro y algunas veces rosado. Plantas de pequeñas a medianas con cierto grado de clorosis dependiendo del grado de ineficiencia.
2. Eficiente	Nódulos rojo-rosado por dentro. Plantas verde-oscuro y aparentemente sanas y vigorosas.

Genotipos no-noduladores y su isolínea noduladora han sido usadas como herramientas para medir la fijación de nitrógeno y el nitrógeno residual en el suelo (Vest. 1971).

En Colombia el Programa de Leguminosas de Grano del ICA también tiene dos isolíneas: noduladora y no-noduladora que son la ICA-Taroa con nódulos y la ICA Taroa sin nódulos.

La mayoría de las interacciones entre genotipo de soya-cepa de R. japonicum dan como resultado una nodulación efectiva y fijación eficiente. Sin embargo algunas de estas interacciones son más efectivas en la formación del nódulo y más eficientes en la fijación de nitrógeno que otras (Vest y otros, 1973).

4.2. COMPETENCIA ENTRE CEPAS DE Rhizobium japonicum

Se ha pensado que la competencia entre las cepas de R. japonicum es por el sitio de localización del nódulo, pero el genotipo de la planta hospedera también tiene un efecto sobre la inducción de la nodulación por cierta cepa de R. japonicum (Vest y otros 1973).

Caldwell (1969), encontró que las cepas de R. japonicum difieren en su habilidad competitiva en un suelo libre de R. japonicum. La cepa 110 fué encontrada en un 98% de los nódulos cuando se aplicó en competencia con la cepa 38 y en un 76% de los nódulos cuando estaba en competencia con la cepa 76. La cepa 76 produjo el 95% de los nódulos cuando se aplicó en competencia con la cepa 38.

Miller (1970) encontró que en semillas inoculadas con turba donde el inoculo llevaba más de 10^6 bacterias/semilla aumentó la recuperación de la cepa 110, pero la recuperación nunca pasó del 12% del total. Evidencias obtenidas de dos fechas de muestreo indicaron que las cepas nativas de R. japonicum se encontraron en mayor porcentaje en nódulos muestreados a los 30 días, en cambio las cepas aplicadas fueron más numerosas en el muestreo a los 60 días después de la siembra.

Caldwell y Vest (1970) afirman que sólamente del 5-10% de los nódulos de la planta provienen del inóculo aplicado al suelo en la semilla, cuando en el campo hay establecidas poblaciones de R. japonicum.

Cuando se siembra soya en suelos que contienen altas poblaciones naturales de R. japonicum solamente el 10% de los nódulos son formados por la cepa inoculada; el rendimiento y el % de proteina en el grano no aumenta significativamente con la inoculación (Ham, Caldwell y Johnson, 1971).

En Colombia Belalcazar (1977) comprobó que la población de R. japonicum nativo, es capaz de fijar igual cantidad de nitrógeno en la planta, que las cepas que se pretenden naturalizar.

Las investigaciones realizadas sobre la competencia entre cepas de R. japonicum permite concluir que es poco el éxito que se logra al inocular en áreas de producción de soya donde las poblaciones de R. japonicum están casi establecidas (Vest y otros 1973).

4.3. VARIABILIDAD ENTRE LAS CEPAS DE R. japonicum

No solamente el genotipo de la soya difiere en susceptibilidad a la nodulación ya que las cepas de R. japonicum también difieren en su habilidad para inducir nodulación y fijación de nitrógeno (Vest y otros 1973).

Allen y Baldwin, citado por Vest y otros (1973) clasificó en dos grupos (efectivos e inefectivos), diferentes cepas de R. japonicum de acuerdo a la inducción de cierto tipo de nodulación. Las cepas efectivas producen nódulos grandes alrededor de la raiz principal, en cambio las cepas inefectivas producen muchos nódulos pequeños esparcidos en todo el sistema radicular. Las plantas con nodulación efectiva eran verdes y vigorosas, mientras que las que tenian nodulación inefectiva eran pequeñas y cloróticas y no se diferenciaban del testigo no-inoculado.

5. FACTORES AMBIENTALES QUE LIMITAN LA FIJACION SIMBIOTICA DE NITROGENO

El conocimiento de los factores que limitan la fijación de nitrógeno en el cultivo de la soya es de mucha importancia en la producción de esta leguminosa ya que se están usando mucho las inoculaciones artificiales con Rhizobium para reemplazar en parte los fertilizantes nitrogenados

minerales, debido a que su costo es cada día más alto.

5.1. SUMINISTRO DE NUTRIENTES

5.1.1. Nitrógeno.

La influencia del suministro de nutrientes, sobre la fijación de N en soya ha sido estudiada por varios investigadores. Han demostrado que la fertilización de N reduce el número, el tamaño o la eficiencia de los nódulos y la fijación simbiótica de nitrógeno atmosférico. Allos y Bartholomew (1959); Weber (1966); Hinson (1975 a y b); Harper y Cooper (1971) y Streeter (1973).

Gibson y Nutman (1960) reportaron que hay efecto detrimental del fertilizante nitrogenado sobre la nodulación y dicen que altas dosis de nitrógeno aplicado al momento de la siembra reducen la nodulación. Kapusta y otros (1970) dicen que moderadas cantidades de nitrógeno aplicado al momento de la siembra no eliminan completamente la nodulación.

Vincent (1965) afirma que la máxima fijación de nitrógeno en la soya está asociada con bajos niveles de fertilización nitrogenada y Weber (1966) sostiene que altos niveles de N tienden a reducir el número de nódulos y a inhibir el desarrollo de la nodulación y la fijación de N; esta reducción depende de la cantidad y forma de N combinado que se aplique.

Beard y Hoover (1971) también estudiaron el efecto del N sobre la nodulación y rendimiento de la soya y concluyeron que no había aumento de rendimiento y también que el N reduce el número y tamaño de los nódulos cuando se aplica en dosis muy cercana al total necesario para el máximo crecimiento.

Olsen y otros (1975) encontraron que la aplicación de un fertilizante nitrogenado sobre la superficie del suelo en condiciones de campo no aumenta el rendimiento de la variedad Bragg y el nivel más alto (448 Kg/ha) lo redujo y que puede o no haber una disminución significativa

en la nodulación y altura de la planta de soya. En una variedad de soya no noduladora, sí obtuvo aumento de altura y peso seco de planta con aplicaciones de fertilizantes nitrogenado.

5.1.2. Fósforo.

El fósforo es necesario principalmente para el suministro de energía al nódulo y en su ausencia, los nódulos son pequeños y no fijan nitrógeno (Lotero, 1974).

Algunos investigadores han registrado el efecto positivo de la aplicación de fósforo con respecto a la producción de materia verde; materia seca de la parte aérea, de las raíces y de los nódulos; el contenido de nitrógeno tanto en las raíces como en los nódulos y también respecto al peso nodular. (Neme 1965; Jones y Freitas 1970).

Ross y Gilliam (1973) recomiendan la inoculación con micorrizas para que realice la toma del fósforo y así contrarrestar las necesidades de suministro de este elemento.

5.1.3. Potasio.

Bajo condiciones adecuadas de fósforo, el potasio estimula la infección y fijación de nitrógeno. Do Mooy y Pesek (1966) encontraron que la nodulación máxima de la soya requiere altas aplicaciones de fósforo y potasio.

Jones y otros (1977) estudiaron en condiciones de campo el efecto de la fertilización con fósforo y potasio, sobre el número y peso de los nódulos de soya (Glycine max) y encontraron que tanto el P como el K aplicados solos, aumentaban el número de nódulos por planta y por unidad de volúmen de suelo. El K aumentó más que el P, el número y peso de nódulos, pero el incremento fué mayor cuando se aplicó el P junto con el K (60 Kg de P/Ha + 112 Kg de K/Ha).

El potasio normalmente puede asumir un papel específico en la simbiosis,

por su función en la regulación osmótica y en la actividad de las enzi - mas.

5.1.4. Calcio.

Banath, Greenwood y Loneragan (1966) estudiaron el efecto de la deficiencia moderada de calcio en el metabolismo del nitrógeno de la planta en simbiosis. Ellos establecieron que la deficiencia del calcio hace disminuir el abastecimiento, del nitrógeno fijado por los nódulos, hacia otros órganos. Sin embargo, la concentración de nitrógeno de los nódulos también decrece, aunque el peso de estos, es independiente del calcio y tiene poco efecto en la concentración de los carbohidratos solu bles en el nódulo, este hecho está demostrado por el aumento de la con - centración de almidón.

5.1.5. Azufre.

Ashford y Bulton (1961) sugieren que la deficiencia de azufre res tringe el crecimiento de las plantas como resultado de su deficiente nutrición y que la deficiencia no ejerce inhibitorios en las bacterias.

Parece que el azufre no tiene efecto en el proceso simbiótico de la fijación de nitrógeno y que más bien su efecto es a través de la sinte - sis de proteína, a partir del nitrógeno disponible para las plantas, por que el azufre es componente de ciertas vitaminas y enzimas esenciales; es necesario en la síntesis de clorofila o sea que se requiere para una activa fotosíntesis (Vincent, 1965).

5.1.6. Elementos Menores.

Muchos desórdenes debido a las deficiencias de elementos menores han demostrado que afectan el crecimiento de las leguminosas, pero la ma yoría de ellos limitan la fijación de nitrógeno. Se ha demostrado que los tres que juegan el papel más importante en la fijación del nitrógeno son Mo Co y B (Vincent 1965).

5.1.6.1. Molibdeno.

El Mo es un componente de la enzima nitrogenasa y por lo tanto es indispensable para la fijación de nitrógeno; el Mo tiene la tendencia de ser menos disponible en suelos ácidos (Hardy y otros 1971).

El efecto del Molibdeno parece ser más importante en el proceso de fijación que en el de la nodulación. Stewart (1966) indica que bajo condiciones deficientes de molibdeno, la mayor proporción del elemento se acumula en los nódulos, especialmente en el "tejido bacterioidal".

5.1.6.2. Cobalto.

El Cobalto está presente en los nódulos, principalmente como vitamina B_{12}; un aumento en la fijación está asociado con un aumento en vitamina B_{12} y en el contenido de Leghemoglobina en el nódulo (Stewart, 1966).

Ahmend y Evans (1960) encontraron que las plantas de soya que crecen en ausencia de cobalto muestran un severo retardo en el crecimiento y síntomas similares a los de la deficiencia de nitrógeno, mientras que la soya que crece en presencia de 0,1 a 1,0 p.p.b. de cobalto se desarrollan normalmente; las plantas sanas muestran una cantidad mayor de vitamina B_{12} en los nódulos que las plantas que crecen en soluciones deficientes de cobalto. Es rara la deficiencia de este elemento por sus requerimientos tan pequeños.

Kliewer y Evans (1963) postularon que los organismos que fijan nitrógeno requieren cobalto como un factor coadyuvante en las diversas etapas de los procesos metabólicos, no directamente relacionados con el proceso de fijación; o puede actuar en el proceso satisfaciendo las necesidades crecientes de cobalto cuando el proceso de fijación está en funcionamiento. En esta última explicación puede esperarse un aumento en la síntesis de coenzimas que contienen cobalto.

5.1.6.3. Boro.

Según Hallsworth (1958) el hecho de que el Boro es esencial para

la división celular explica su efecto en la nodulación; sino existe suficiente boro, la división celular que surge alrededor del hilo de infección no ocurre y en consecuencia el nódulo no se desarrolla.

La formación de nódulos es restringida por deficiencias de Boro, estos efectos son reducidos y se confunden con deficiencias de otros micro elementos. Se sugiere que el requerimiento de Boro para la planta está relacionado con el desarrollo del nódulo (Hunns 1977).

5.1.6.4. Hierro.

El hierro es necesario para el crecimiento sano de las leguminosas, sea que ellas utilicen el nitrógeno elemental o combinado, pero existe un requerimiento adicional de este elemento cuando las plantas dependen del nitrógeno fijado (Stewart, 1966).

El hierro está intimamente relacionado con la fijación de nitrógeno como constituyente de la Leghemoglobina, importante en el funcionamiento de los nódulos posiblemente facilitando la difusión del oxígeno en la respiración. También es componente de la nitrogenasa (Bergersen, 1962).

5.1.6.5. Cobre.

Deficiencia de cobre en nódulos puede ocasionar la presencia de pocos bacteroides y más pequeñas pero su papel bioquímico es poco conocido (Hunns, 1977).

Hallsworth, Greenwood y Yates (1964) sugieren que el incremento en la fijación de nitrógeno a niveles altos de cobre, pueden atribuirse a un mejoramiento en el abastecimiento de los metabolitos de las hojas, como también a su actuación en las funciones previamente mencionadas, pero no a un efecto directo en el proceso de fijacion de nitrógeno.

5.1.6.6. Manganeso.

Mask y Wilson (1978) en condiciones de invernadero no encontraron

respuestas significativas en el crecimiento de la raiz principal, fija - ción de nitrógeno y medidas de nodulación de la soya al adicionar bajas dosis de manganeso, mientras que la más alta dosis (50 μg de Mn/g) causó solamente mediana toxicidad en términos de crecimiento de la raiz principal y contenido de nitrógeno.

5.1.6.7. Aluminio.

Sartain y Kamprath (1977) estudiaron el efecto de la saturación del aluminio intercambiable del suelo sobre los nódulos de la soya y encontraron que el crecimiento de la raiz principal y el número de nódulos aumentó significativamente al disminuir la saturación de aluminio desde 28 a 4%.

5.2. CARACTERISTICAS DEL SUELO

5.2.1. Aireación.

Muchos suelos tropicales son susceptibles a compactación debido a la humedad. Esta compactación puede restringir severamente el crecimiento de la leguminosa debido a la pobre aireación en la zona de raices y por lo tanto limita la fijación de nitrógeno. Un control cuidadoso de las operaciones en la preparación del suelo y el riego pueden minimizar este problema (Whitney, 1975).

El tráfico de la maquinaria agricola puede afectar la nodulación de la soya; se ha encontrado que surcos con tráfico de maquinaria por ambos lados dieron de 20-30% menor número de nódulos y 36% menos de masa nodular que surcos con tráfico de maquinaria agricola por un solo lado. Los efectos indirectos de la compactación del suelo sobre la nodulación están relacionados con el oxigeno del suelo y la cantidad de agua. (Vourhees y otros, 1976).

Una buena estructura del suelo es favorable para los Rhizobios. Cuando hay carencia de O_2 en el suelo no se forma la Leghemoglobina (Gómez, 1978).

5.2.2. Humedad.

La supervivencia del Rhizobio en el suelo, como en la semilla inoculada, es muy delicada. Es muy sensible a la sequía y un exceso de agua puede limitar la aireación, y, por lo tanto, la viabilidad del Rhizobio. (Gómez, 1978).

El proceso de fijación dentro del nódulo requiere condiciones anaerobicas, aunque el nódulo en sí necesita suficiente O_2 de allí que el exceso de humedad afecta la adecuada aireación de las raices (Nutman, 1972) y afecta la actividad de los nódulos y su formación. También afecta por la reducción del oxígeno disponible que es requerido por los nódulos, el cual se reduce grandemente en suelos de pobre estructura. El agua en exceso interfiere con la ventilación de los tejidos de los nódulos restringiendo la difusión del oxigeno (Bergersen, 1971).

Sprent (1972) trabajando con Glycine max encontró que la fijación de nitrógeno se detiene cuando la planta se aproxima al punto de marchitamiento pero rapidamente se recupera cuando el agua está de nuevo aprovechable.

Klucas (1975) encontró que en parcelas no irrigadas los nódulos de diferentes variedades de soya producian una disminución del 60% en la actividad especifica de la nitrogenasa, entre los 68 y 75 días después de la siembra.

Pankhurst y Sprent (1975) trabajaron con nódulos de soya desprendidos de la raiz y al bajar el potencial de agua de los nódulos de -1×10^5 P a (nódulos turgidos) hasta -9×10^5 P_a (nódulos moderadamente secos) encontraron que se perdía el 75% de la actividad fijadora de nitrógeno (medida por reducción de acetileno) y el 50% de la actividad respiratoria.

Sprent y Gallacher (1976) también de sus investigaciones concluyeron que los nódulos de soya sometidos tanto a deficiencia de agua como a exceso puede disminuir la actividad de la nitrogenasa (Reducción de C_2H_2).

Smith y del Río Escurra (1979) evaluaron diferentes tipos y dosis de inoculantes en un suelo libre de R. japonicum sometiéndolos a condiciones de sequía e irrigación y encontraron que el número de nódulos en la raíz principal, el número total de nódulos y el peso seco de nódulos por planta se aumentó significativamente en condiciones de irrigación. Todos los valores de nodulación fueron mínimos 3 veces mejores bajo condiciones de irrigación que bajo condiciones de sequía. El número de nódulos en la raíz principal fué 6 veces mayor bajo condiciones de irrigación que en condiciones secas.

5.2.3. Temperatura.

Son diferentes los efectos de la temperatura sobre la nodulación y sobre la fijación de nitrógeno. En general una temperatura óptima para la nodulación no lo es para la fijación.

La temperatura del suelo influye no solamente en la supervivencia de las células de Rhizobium, sino también en la nodulación y la fijación; en la mayoría de las variedades de leguminosas la temperatura óptima para la nodulación está entre 28 y 32°C (Graham y Mubell, 1975).

La fijación de N_2 parece ser menos sensitiva a la temperatura que la nodulación (Dart y Day, 1971).

La nodulación de varias leguminosas tropicales es muy sensible a "bajas" temperaturas de la raíz, siendo pobre o ausente a 18-21°C pero buena a 24°C (Dart y otros, 1972). Nutman (1972), afirma que el rango máximo de tolerancia a condiciones extremas varía ampliamente de acuerdo a la especie, siendo óptimo para la soya entre 20 y 30°C.

Galleti y otros (1972), encontraron en condiciones de invernadero, que temperaturas diurnas máximas por encima de 33°C perjudican la iniciación de la nodulación de la soya y restringe la fijación de nitrógeno.

5.2.3. pH.

Stewart (1966) manifiesta que uno de los efectos de la acidez del

suelo en la fijación, puede manifestarse a través de su acción sobre la disponibilidad de algunos nutrientes, como el molibdeno o por el aumento de la toxicidad de algunos elementos tales como el Manganeso y el aluminio; también afirma que la mayoría de las leguminosas fijan nitrógeno en un rango de pH comprendido entre 5.0 y 8.0.

Gómez (1978) indica que el pH crítico para los Rhizobios en el suelo varía entre 3 y 4.9.

Weaver, Frederick y Dumenil (1972) encontraron que en una variación de pH desde 5.0 hasta 8.0 no afectó la total población de R. japonicum, pero que determinada cepa puede tener una ventaja competitiva a un determinado pH.

Mengel y Kamprath (1978) estudiaron el efecto del pH y el encalamiento sobre el crecimiento y nodulación de la soya en suelos orgánicos (Histosoles) cuyo pH fluctuaba entre 4 y 5 y encontraron que el número y peso de los nódulos aumentó significativamente al aumentar el pH del suelo. El pH crítico para el crecimiento de los nódulos fluctuó entre 4.6 y 4.8. La respuesta del crecimiento al encalamiento se atribuyó a la disminución del aluminio soluble intercambiable y al aumento del calcio soluble lo cual produjo un pH favorable para la actividad del Rhizobium.

Suelos de alta salinidad generalmente coinciden con altos contenidos de sodio, bicarbonatos y boratos, además de pH alto. Los principales efectos de la fijación de nitrógeno son producidos por los incrementos tan fuertes en la concentración de sales en las hojas y la reducción de los niveles de fósforo, inhibiéndose el crecimiento de los nódulos (Munns, 1977).

5.3. LUZ

La luz y otros factores como la concentración de CO_2 que afectan la fotosíntesis influyen tanto en la formación del nódulo como en su funcionamiento. (Vincent, 1965).

Según Whitney (1975) la radiación solar es útil para la fijación de nitrógeno solamente cuando hay disponible una adecuada humedad, pero en épocas lluviosas la radiación solar puede ser limitante durante la época de crecimiento debido a la nubosidad.

Generalmente el peso de los nódulos y la nodulación se incrementan con mayor intensidad de luz y longitud del día (Morris y Date, 1976).

Brose y Freire (1976) estudiaron en condiciones de invernadero el efecto de la humedad y la luminosidad sobre la actividad de los nódulos de soya y encontraron que la mayor actividad total y específica de los nódulos se obtuvo con 75-100% de la capacidad de campo y en presencia de luz. La oscuridad inhibió no solo la actividad específica de los nódulos sino también la fijación total, comprobando que la luminosidad al estimular la actividad fotosintética favorece indirectamente la mayor actividad fijadora de los nódulos, la cual está relacionada con una mayor producción de granos y de materia seca.

Hardy y otros (1968), encontraron que la máxima actividad de la fijación de nitrógeno en soya se obtiene cerca del período de máxima intensidad de luz. 50% de sombrío impuesto al final de floración en soya disminuyó la fijación de 125 a 91 Kg. de N/Ha./cosecha, mientras que iluminación suplementaria aumentó la fijación a 165 Kg. de N/Ha./cosecha (Brun, 1972). Estas observaciones muestran una relación directa entre la intensidad de luz y la fijación de nitrógeno y se interpretan con una expresión de la cantidad de fotosintatos.

5.4. ENFERMEDADES Y PARASITOS

Estos limitan principalmente el crecimiento de la planta, pero parece que en algunos casos los bacteriófagos reducen la población de Rhizobium (Whitney, 1975).

En el Centro Experimental Palmira (Valle del Cauca) se ha observado penetración de larvas de coleópteros en nódulos de soya pero no se ha medido su efecto.

5.5. SUSTANCIAS TOXICAS

El notable incremento en la utilización de sustancias tóxicas para controlar plagas, enfermedades y malezas en leguminosas, hace necesario determinar que productos y dosis son compatibles con una exitosa nodulación y un eficiente funcionamiento del proceso simbiótico. Es muy probable que algunos fracasos de la inoculación artificial se deban al hecho de no tomar en cuenta el efecto de los biocidas. Se han realizado varios estudios sobre el efecto de pesticidas en la nodulación y en el proceso de fijación de nitrógeno.

Los fertilizantes pueden ser tóxicos al Rhizobium por las siguientes razones: Por el residuo ácido, como el de superfosfato; por el contacto con metales pesados de elementos menores o por un severo efecto osmótico local. Vincent (1965).

Algunos insecticidas del suelo reducen la nodulación posiblemente porque matan la Rhizobia en las cercanías de la plántula. Los herbicidas hormonales, generalmente afectan la Rhizobia, en concentraciones bajas; aunque se ha citado algunas excepciones donde se ha observado que se reduce la nodulación en una concentración a la cual el crecimiento de la planta no fué afectado. Se ha reportado reducción en la fijación de nitrógeno, aunque el crecimiento de la Rhizobia y la noculación no fueron afectados (Vincent, 1965).

Hamdi y Tewfik (1969) verificaron que cuando se aplica Triflurallina al momento de la siembra de soya inoculada, se inhibe la nodulación y el crecimiento de la planta pero aplicado 27 días antes de la siembra actúa como estimulante.

Lorenzi y Araujo (1974) estudiaron la influencia de siete herbicidas sobre fijación de nitrógeno en soya y encontraron que: DCPA, Fluorodifen, Trifluralin y Linuron reducen significativamente el peso seco de nódulos producidos por cepas nativas en parcelas no inoculadas, y que solamente el Linuron (4 Kg./Ha.) reduce significativamente el porcentaje de nitrógeno en el follaje de la planta.

Duningan, Allen y Frey (1970) indican que de siete herbicidas ensayados ninguno afectó el número de nódulos, ni la eficiencia de la fijación en soya cultivada en condiciones de campo, pero si la dosis es cinco veces mayor que la normal, sí disminuye la nodulación.

En Argentina, de Olivero y otros (1974) ensayaron el efecto del herbicida Cloramben en dosis de 10-20 y 30 litros/Ha. sobre la fijación de nitrógeno en soya y encontraron que en dos ensayos no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre las medidas de producción de grano y contenido de nitrógeno. En el primer ensayo con la dosis de 30 litros/Ha. se produjo 9% menos que en el testigo inoculado sin tratar. En el segundo ensayo las dosis de 20 y 30 lt./Ha. produjeron 15.5 y 31% respectivamente menos que el testigo.

En Brasil, López, Giardini y Deuber (1977) estudiaron el efecto de Trifluralina, Vernolate y Alachlor en dosis comerciales sobre la nodulación de la soya y encontraron que la producción de grano no fué significativamente mayor y la nodulación fué normal.

Nelson y Hedrick, (1976), ensayaron en condiciones de laboratorio la influencia de varias concentraciones del herbicida experimental Trifluoromethil sobre bacterias fijadoras de nitrógeno y otros microorganismos. Observaron aumentos en la tasa de crecimiento de R. japonicum y como resultado de estos bio-ensayos concluyeron que el herbicida puede ser utilizado como única fuente de carbono por las células de R. japonicum y sin efectos tóxicos observados en las concentraciones ensayadas. Ellos sugieren que de acuerdo a estos hallazgos la adición de este herbicida experimental a suelos que se cultivan con soya, posiblemente puede influenciar la actividad metabólica del R. japonicum en la fijación simbiótica de nitrógeno.

Muchos fungicidas muestran toxicidad al Rhizobium y pueden ocasionar fallas en la nodulación. Los productos que contienen mercurio o cobre son los más peligrosos mientras que los carbamatos como Thiram muestran menos toxicidad.

La Tabla 1 indica la influencia de algunos fungicidas sobre la nodulación de la soya y se observa que el Thiram es el único fungicida compactible con el inoculante. (Burton y Curley, 1975).

TABLA 1. Número de nódulos por planta en la raíz principal de la soya inoculada y tratada con fungicidas.

Fungicidas	Hora de contacto entre el fungicida y el inoculante antes de la siembra		
	1	4	24
Testigo	6.8 a	5.6 a	4.8 a
Thiram	6.6 a	4.5 a	4.8 a
Carboxin	4.5 b	3.1 b	0.8 b
Captan	0.4 c	0.4 c	1.0 b
PCNB	0.6 c	0.4 c	0.3 b

Fuente: Burton y Curley (1975).

Cuando en la soya, maní o frijol, es necesario tratar la semilla para eliminar problemas de enfermedades del suelo o en la semilla, se debe tener mucho cuidado de que no sufra el inoculante. La eliminación del contacto con fertilizantes tales como superfosfato o las escorias Thomas es importante porque también pueden ser tóxicos (Graham, 1976).

6. EL INOCULANTE

Es una sustancia o medio-portador que contiene células de Rhizobium. Una de las formas más comunes que se ofrecen en el comercio es empacado en bolsas de polietileno con 100 a 200 grs de inoculante de grano fino y húmedo que contiene la bacteria en un portador llamado turba.

Los inoculantes se emplean para inocular el suelo, pero las semillas se emplean como portadoras. Una dosis normal de inoculantes es, 400 grs. de turba húmeda molida fina, por cada 100 kilos de semilla de soya, el cual contiene miles de millones de células de R. japonicum (Burton, 1975).

También el inoculante puede estar en forma de caldo, pero casi no se utiliza. A partir de 1972, algunos fabricantes de inoculantes, empezaron a venderlo granulado y en caldo congelado y concentrado, para inoculación directa al suelo. Los inoculantes granulados y en caldo son más caros y exigen técnicas especiales de aplicación, pero también son más eficientes en medios donde la inoculación del suelo con semillas como portadoras, resulta difícil o poco segura (Hinson y Hartwing, 1978).

7. FACTORES QUE AFECTAN LA INOCULACION Y ESTABLECIMIENTO DE LA SIMBIOSIS

La cantidad de nódulos producidos por la inoculación difiere grandemente de acuerdo a la dosis de inóculo, métodos de aplicación y el establecimiento de las poblaciones de R. japonicum (Johnson y otros, 1965).

7.1. CALIDAD DEL INOCULO

Una precaución evidente, pero que algunas veces se desaciende, es identificar que el inoculante sea para soya, para no confundirse con otros inoculantes de otras especies de leguminosas, que no actúan en soya; y dentro de la especie R. japonicum, el inoculante debe estar fabricado con la cepa más eficiente, por ejemplo para suelos del Tolima (Colombia) las cepas CIAT-1 y CIAT-51 son las más recomendables para la elaboración de un inoculante (Varela y Munevar, 1978).

Hay que utilizar el inoculante antes de la fecha de vencimiento, impresa en el empaque. Los inoculantes son viables aproximadamente hasta un máximo de 6 meses (Gómez, 1978).

La viabilidad del inoculante en turba se puede obtener mediante el método del número más probable que consiste en:

a. Pesar 30 grs. de inoculante en turba.

b. Disolverlo en 300 cc de agua para un dilución de 10^{-1}.

c. A partir de la dilución 10^{-1} hacer diluciones hasta 10^{-6}, 10^{-7}, y 10^{-8}.

d. De las anteriores se toman alicuotas de 0.2 cc y se asperjan en la superficie de un medio de levadura-manitol-agar.

e. Posteriormente se hace el recuento de las colonias y la estimación del número más probable de Rhizobium viable en el inoculante.

La calidad de un inoculante se puede clasificar según Date (1970) en:

De Rechazo $< 10^7$ Rhizobios/g.
dudoso entre 10^7 y 10^8 Rhizobios/g.
satisfactorio entre 10^8 y 10^9 Rhizobios/g.
muy satisfactorio $> 10^9$ Rhizobios/g.

Un punto que merece más investigación es el relacionado con la Rhizobia componente del inoculante. Inoculantes con varias cepas han sido producidos por la industria, para cubrir un rango más amplio de variedades y de condiciones ambientales (Burton, 1975).

Vincent (1965, 1970) está en desacuerdo con el uso de inoculantes con varias cepas.

Recientemente Skrdleta (1973); Caldwell y Vest (1970) encontraron mejor comportamiento del inoculante con una sola cepa que el inoculante con varias cepas.

De acuerdo a las anteriores consideraciones, cuando se usa un inoculante con una sola cepa, vale la pena preguntar:

a. Estamos seguros de que esa cepa colonizará un suelo bajo todas las condiciones ambientales posibles en áreas de producción o en áreas nuevas?

b. Más tarde no será dominada por cepas menos eficientes?

c. Tendrán esta cepa el mismo comportamiento con un amplio rango de variedades comerciales?

Por lo tanto en una región determinada se debe investigar la interrelación cepa x variedad x ambiente.

7.2. EFECTO DE LA DOSIS DE INOCULO

Como muchos factores interfieren sobre el inóculo aplicado, la recomendación podría ser aplicar el mayor número de Rhizobia por semilla, pero desde un punto de vista práctico es importante tener una información más precisa.

Date (1970) asegura que en la mayoría de las leguminosas noduladas las experiencias han demostrado que 100 Rhizobias por semilla son suficientes para la nodulación en condiciones favorables, pero si las condiciones son adversas se necesitaría 100 veces más. En Australia un inoculante para soya que está para la venta debe tener un standar mínimo de 2×10^6 Rhizobias por gramo de turba.

En Brasil una ley federal exige que para la venta de un inoculante debe tener un mínimo de 1×10^6 Rhizobias por gramo, lo cual daría un promedio de 7000 células por semilla de soya. Por esto el fabricante debe proporcionar al inoculante 5 o 10 veces más Rhizobias que el standar exigido, debido a que las condiciones de transporte y almacenamiento son deficientes y además transcurre largo tiempo antes de usarse en el campo. Freire, (1976).

Donde el suelo es caliente y seco que es de común ocurrencia en siembras tardías o donde el suelo no ha sido encalado, se recomienda aumentar la cantidad del inóculo. Freire (1976).

Burton (1975) indica que un inoculante de alta calidad debe suministrar entre 10^5 y 10^6 células viables por semilla; un mínimo de 2×10^5 Rhizobias/semilla se necesitan para una efectiva y eficiente nodulación, bajo condiciones moderadamente buenas y se necesita más inóculo para condiciones menos favorables.

Respecto a inoculaciones en suelos donde hay poblaciones naturales

de R. japonicum, Weaver (1974) en sus investigaciones concluyó que para producir el 50% o más de nódulos, se debe usar una dosis de inóculo 1000 veces mayor que la población existente en el suelo y que los inoculantes comerciales, probablemente no suministran un número adecuado de Rhizobia para obtener una exitosa nodulación competitiva en áreas previamente sembradas de soya.

7.3. EFECTO DE CONDICIONES ADVERSAS SOBRE LA INOCULACION

Muchos factores del suelo interactúan para influir sobre la supervivencia de la Rhizobia, colonización de la raíz y competencia por la localización de los nódulos. Es evidente que cuando se siembran semillas inoculadas en suelos con condiciones adversas puede ser extremadamente dañina para la supervivencia y desarrollo de la bacteria y por lo tanto para la nodulación. Siembras hechas a fines de la primavera o comienzos del verano cuando la temperatura es alta y las lluvias son escasas, se retrasa la germinación por varios días aún hasta 1-2 semanas y el número de nódulos y la eficiencia son afectadas dependiendo de la intensidad de estas condiciones adversas. Freire (1978).

En muchas regiones en verano, la temperatura máxima de la superficie del suelo excede generalmente de la temperatura óptima para la fijación de nitrógeno. Wilsen (1975), observó en experimentos de invernadero que a una temperatura moderada ni la profundidad de inoculación ni la humedad del suelo afectaba la cantidad de nitrógeno fijado, mientras que a temperaturas relativamente altas, plantas con baja humedad del suelo fijaron menos de 25% que con alta humedad.

La ocurrencia de condiciones extremas (stress) que actúan sobre la bacteria y/o la planta pueden limitar el desempeño del inóculo, inhibiendo además la formación del nódulo y/o la adecuada fijación de nitrógeno por los nódulos que han sido ya formados.

Algunas veces cuando la restrinción es solamente sobre la formación inicial del nódulo, opera un mecanismo de compensación, con el cual los nódulos crecen más allá del tamaño normal y la planta es suplida con

suficiente nitrógeno. En suelos secos y calientes, el uso de dosis masivas de inóculo v/6 colocándolo profundo o usando inóculo granular, asegurará mejor nodulación (Freire 1976).

7.4. MANEJO Y CONSERVACION DEL INOCULO

Hay que utilizar el inoculante antes de la fecha de vencimiento, impresa en el empaque y almacenarlo hasta su empleo en un lugar fresco, en un ambiente por debajo de 20°C; un refrigerador es ideal para este almacenamiento. La exposición al sol o al calor es sumamente perjudicial. Los inoculantes son viables aproximadamente hasta un máximo de 6 meses. No hay que abrir el paquete hasta que llegue el momento de inocular las semillas. Cuando la temperatura atmosférica y del suelo sean elevadas en el momento de sembrar la soya, habrá que utilizar dos o tres veces la cantidad recomendada en las instrucciones del empaque, especialmente en suelos arenosos (Hinson y Hartwing, 1978).

8. METODOS PARA LA INOCULACION

La inoculación es la técnica de poner en contacto las células de la bacteria (Rhizobium japonicum), contenidas en un medio portador, ante el huésped que es la semilla de soya (Glycine max) para que se realice la asociación simbiótica capaz de fijar nitrógeno atmosférico.

Se hace una suspensión del inoculante en agua o con un adhesivo que puede ser leche, melaza, agua de azúcar, goma arábiga neutra o un producto comercial. Varma y Subba Rao (1973), recomiendan el uso de solamente el 5% de sucrosa, porque un porcentaje más alto puede perjudicar la germinación de la semilla.

La proporción de la suspensión es de 25 grs. de inoculante por cada 100 cc de agua o agua-adhesivo. No se debe usar exceso de suspensión para aumentar la adherencia porque se ablanda la testa de la semilla y se tienen problemas con la sembradora porque la semilla no fluye bien y además se puede dañar el embrión y disminuir germinación.

Los procedimientos normales consisten en humedecer las semillas con la suspensión antes mencionada y revolver hasta que queden impregnadas uniformemente con el inoculante. Las semillas deben inocularse en la sombra y sembrarse inmediatamente después.

No siembre si la humedad del suelo es deficiente; una humedad apropiada se requiere para que los Rhizobios sobrevivan hasta que se desarrollen las raíces de la plántula.

En regiones donde nunca se ha sembrado soya se puede inocular directamente el suelo con inoculante granular o con inoculante en caldo concentrado y congelado. Estos dos tipos de inoculantes son igualmente eficaces. Se colocan en el suelo dosis masivas de células de R. japonicum, a la profundidad de siembra o algo más abajo con una sembradora-abonadora. La dosis de inoculante granular es de 6 Kg./Ha.

8.1. CONTACTO DEL INOCULANTE CON FERTILIZANTES Y PESTICIDAS

No aplique fertilizantes en banda muy cerca a la semilla inoculada, es preferible que el fertilizante esté a 7 cm a un lado y abajo de la semilla. Las cantidades que hacen falta en el suelo de Molibdeno son tan pequeñas que con frecuencia se puede utilizar la semilla como portadores. Las sales de molibdeno pueden matar también al Rhizobium por lo tanto es mejor aplicar el Molibdeno en otra forma.

Los fungicidas que se aplican a las semillas para combatir microorganismos dentro y sobre las semillas matan también muchas células de Rhizobium cuando se utilizan las semillas como portadoras del inóculo; aunque como se dijo anteriormente el Thiram es mucho más compactible con los Rhizobios que otros fungicidas. Cuando la semilla tratada con fungicidas se emplea como portador del inoculante, es sumamente importante utilizar la cantidad máxima de inoculante que pueda adherirse a la semilla.

La supervivencia de los Rhizobios en las semillas inoculadas y la multiplicación del inóculo aplicado depende de los factores antes mencionados; al respecto se ha demostrado que en condiciones ambientales

favorables, cien Rhizobios por semilla pueden producir nodulación eficiente en cambio cien mil Rhizobios por semilla pueden ser insuficientes en donde las condiciones son desfavorables, como en el caso de suelos ácidos o donde hay una competencia con Rhizobios nativos (Gómez, 1978).

9. IMPORTANCIA Y VENTAJAS DE LA INOCULACION

Es importante inocular cuando se va a sembrar soya, especialmente en lotes nuevos, que provienen de bosques, de pastos o después de un período de rotación, donde se estima que la población de R. japonicum está ausente o en cantidad reducida.

Burton (1975) enfatiza que es muy importante usar la Rhizobia más efectiva disponible, cuando se siembra soya por primera vez, porque una bacteria inefectiva puede hacer que el suelo sea desventajoso para la producción de soya hasta que se introduzca una mejor cepa que se sobreponga a la población indeseable. Freire (1976) indica también que una Rhizobia inefectiva puede ser introducida en un inoculante malo o puede existir en el suelo y esa población indeseable se puede aumentar por no inocular o por aplicar un inoculante inadecuado al hacer la primera siembra.

Los Rhizobios solo viven cierto número de años en su ambiente natural y su número suele disminuir rapidamente en ausencia de la planta de soya, sobre la cual conviven.

La inoculación artificial es ventajosa por el bajo costo del inoculante, en comparación con el costo del fertilizante nitrogenado.

De acuerdo a todos los conceptos anteriormente emitidos se puede concluir lo siguiente:

a. La simbiosis Rhizobium - leguminosa es probablemente la mayor fuente de fijación de nitrógeno para el cultivo, el cual equivale a una gran cantidad de fertilizante nitrogenado y por lo tanto una gran economía con la utilización de este insumo; esto destaca la importancia de la fijación biológica.

b. Es importante conocer todas las interacciones que ocurren entre la bacteria y el hospedero, en el proceso de formación de los nódulos.

c. Seleccionar una cepa eficiente de R. japonicum, entre las existentes, comparada con las cepas introducidas y naturalizadas, es la forma más práctica y viable para fabricar un buen inoculante, por lo tanto es necesario tener bien claros los conceptos de infectividad, efectividad, ineficiencia y eficiencia.

d. Las características de nodulación: peso, posición, color, tamaño y número de nódulos son los parámetros para evaluar la eficiencia de la fijación de las cepas.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AHMED, S.; EVANS, H.J. Cobalt: a micronutrient element for the growth of soybean plants under Symbiotic conditions. Soil Science. v.90, p. 205-210. 1960.

2. ALLOS, H.F.; BARTHOLOMEW, W.V. Replacement of symbiotic fixation by available nitrogen. Soil Science, v.87, p.61-66. 1959.

3. ASFORD, R.; BOLTON, J.L. Effects of sulphur an nitrogen fertilization and inoculation with Rhizobium meliloti on the growth of sweet clover. Can. J. Pl. Sci. v.14, p.81-93. 1961.

4. AYALA, L. Proyección Agronómica de algunos aspectos metodológicos de la Rhizobiologia. Revista Latinoamericana de Ciencias Agricolas. ALCA, v.13, p.3-14. 1977.

5. BANATH, C.L.; GREENWOOD, E.A.; LONERAGAN, J.F. Effects of calcium deficiency on Symbiotic nitrogen fixation. Plan Physiology, v.41, p.760-763. 1966.

6. BEARD, B.H.; HOOVER, R.H. Effect of nitrogen on nodulation and yield of irrigated soybeans. Agronomy Journal, v.63, p.815-816. 1971.

7. BELALCAZAR, D.J. Inoculation con Rhizobium japonicum en soya intercalada con caña de azúcar en el Valle del Cauca. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira, 1977. 116 p. (Tesis Ing. Agr.).

8. BERGERSEN, F.J. The Bacterial compenent of soybean root nodules; changes in respiratory activity, cell dry weigth and nucleic acid content with increasing nodule age. J. Gen. Microbial, v.19, p.312-323. 1958.

9. _____. Oxigenation of Leghmoglobin in soybean root-nodules in relation to the external oxygen tension, Nature, v.194, p.1059-1061. 1962.

10. BERGERSEN, F.J. Biochemistry of symbiotic nitrogen fixation in legumes Am. Rev. of Plant Physiology, v.27, p.121-140. 1971.

11. BESDIZECK, D.F.; EVANS, D.W.; ABEDE, B.; WITTERS, R.E. Evaluation of peat and granular inoculum for soybean yield and N fixation under irrigation. Agronomy Journal, v.70, p.865-868. 1978.

12. BLONDEAU, R. La Symbiose Rhizobium - Legumineuses. Anne. Biologique, T. XVI, v.11-12, p.481-516. 1977.

13. BONNER, J.; GALSTON, A. Principios de Fisiologia Vegetal 5a. ed. EE.UU., 1973. s.p.

14. BRILL, W.J. Fijación biológica del nitrógeno. Investigación y Ciencia, v.8, p.44-54. 1977.

15. BROSE, E.; FREIRE, J.R.J. Efeito da umidade e Luminusidade sobre Actividade dos nodulos de soja (Glycine merr) in VIII Reunión Latinoamericana sobre Rhizobium. Cali Colombia, 1976. p.8.

16. BRUN, W.A. Nodule activity of soybeans as influenced by photosytetic source-Sink manipulations. Agronomy abstracts. 1972. p. 31.

17. BRUN, W.A. Problems in obtaining adequate inoculation of soybeans. Proceedings of the world soybean Research conference. Intersate Printers and Publishers, Inc. Danville, 11 (in pres). 1975.

18. CALDWELL, B.E. Initial competition of root-nodule bacteria on soybeans in a field Environment. Agronomy Journal, v.61, p.813-815. 1969.

19. _____; VEST, G. Effects of Rhizobium japonicum Strains in soybean yields. Crop Science, v.10, p.19-21. 1970.

20. _____; WEBER, D.F. Distribution of Rhizobium japonicum Serogroups in soybean nodules as effected by planting dates. Agronomy Journal, v.62, p.12-14. 1970.

21. CIAT. Sistemas de producción de frijol. Separata de informe anual del CIAT, 1976. p.25.

23. CHILD, J.J. New developments in nitrogen fixation research. Bio-Science, v.26 no.10 p.614-617. 1976.

24. DART, P.J.; DAY, J. Effect of incubation temperature and oxygen tension on nitrogenasa activity of legune root nodules. Plant soil sp, p.167-184. 1971.

25. _____; HARRIS, D. Assay of nitrogene activity by acetilene reduction. Inst. Atom. Enary Publ. 149, p.85-100. 1972.

26. DATE, R.A. Microbiological problems in the inoculation and nodulation of legumes. Plant Soil, v.32 p.655-673. 1970.

27. De MOOY, C.J.; PESECK, J. Nodulation responses of soybeans to added phosphorus, potasium and calcium salts. Agronomy Journal, v.58 p.275-280. 1966.

28. De OLIVERO, E.; PACHECO, J.C.; DIEGUEZ, R.N. Efecto de diversos insecticidas y herbicidas sobre leguminosas inoculadas cultivadas en el campo. En VII Reunión Latinoamericana sobre Rhizobium. Universidad Nal. del Nordeste. Resistencia, p.275-277. 1974.

29. DUNINGAN, E.P.; ALLEN, L.D.; FREY, J.P. Effects of selected herbicides on the nodulation of soybeans. La Agric. Louisiana, v. 13 n. 3 p.6-7. 1970.

30. ELKAN, G.H. Comparison of Rizhosphere microorganisms of genettically related Nodulating and non-nodulating soybean isolines. Can. J. Microbiology, v.8 p.78-87. 1962.

31. ERDMAN, L.W. Legume inoculation. Washingtong U.S.D.A. 1959. (Farmers bulletin, 2003).

32. FREIRE, J.R.J. Inoculation of soybeans. Paper presented at the workshop on "Exploiting the legume- Rhizobium simbiosis in tropical Agriculture". Kahului, Maui, Hawaii (mimeografiado). 1976.

33. GALLETI, P.; FRANCO, A.A.; AZEVEDO, H.; DOBEREINER, J. Efeito da temperatura do solo na simbiose da soya anual. Pesquisa Agropecuaria Brasileira Ser. Agron, v.6 p.1-8. 1972.

34. GIBSON, A.H.; F.S. NUTMAN. 1960.

35. GOMEZ, J. La importancia de las bacterias nitrificantes. La inoculación de la semilla. En Curso sobre cultivo de la Soya para Técnicos Agropecuarios. Ministerio de Agricultura y alimentación. Perú, 1978. p.111-116.

36. GRAHAM, P.H. Plant-Rhizobium interacción and its importance to Agriculture. En Srb, A.M. ed, Genes Enzymes and populations, New York, Plenum, 1973. p.321-330.

37. _____; HUBELL, D. Legume-Rhizobium relationship in Tropical Agriculture. Florida. Agr. Exp. Sta. Journal Series. 5439, p.9-21. 1975.

38. GRAHAM, P.H. Problemas de la nodulación en las leguminosas. En VIII Reunión Lationoamericana sobre Rhizobium. Cali Colombia. 1976. 132-152 p.

39. HALLSWORTH, E.G. Nutritional factors affecting nodulation. In nutrition of the Legunes. Ed. E.G. Hallsworth Butter worths Scientific Publications. London, p.183-201. 1958.

40. _____; GREENWOOD, E.A.; YATES, M.G. Studies on the nutrition of forage Legumes. III. The effect of cooper on nodulation of Trifolium subterraneum and T. repens. Plant Soil, v.20 p.17-33. 1964.

41. HAM, G.E.; CALDWELL, V.B.; JOHNSON, H.W. Evaluation of Rhizobium japonicum inoculants in soil containing naturalized populations of rhizobia. Agronomy Journal, v.63 p.301-303. 1971.

42. HAMDI, Y.A.; TEWFIC, M.A. Effect of the herbicide Trifluralin on nitrogen fixation in Rhizobium japonicum and Azotobacter and on nitrification. Acta Microbial. Pol. (ser-E) I, Min, Or Afric., Cairo, v.18 p.53-57. 1969.

43. HARDY, R.W.F.; HOLSTEN, R.D.; JACKSON, E.K.; BURNS, R.C. The Acetylene- etylene Assay... for N_2 fixation: Laboratory and Field evaluation. Plant Physiology, v.43 p.1185-1207. 1968.

44. _____. Biological nitrogen fixation, a key to world protein Plant and Soil, v.34 p.561-590. 1971.

45. _____; BURNS, R.C.; HEBERT, R.R.; HOLSTEN, R.D.; JACKSON, E.K. Biological nitrogen fixation a key to word protein. Plant Soil spec, p.561-590. 1971.

46. _____; HAVELKA, U.D. Nitrogen fixation research; a key to world food. Science, v.188 p.633-643. 1975.

47. HARPER, J.E.; COOPER, R.L. Nodulation responses of soybean (Glycine max) (L) Merril to aplication rate and placement of combined nitrogen Crop Science, v.11 p.438-440. 1971.

48. HINSON, K. Nodulation responses from nitrogen applied to soybean half-root systems. Agronomy Journal, v.67 p.799-804. 1975.

49. _____. Nitrogen fertilization of soybean (Glycine max (L) Merr) in Peninsular Florida, Soil and Crop Science Soc. Fla. Proc., v.34 p.97-101. 1975.

50. _____; HARTWING, G.E. La producción de soya en los trópicos Estudio FAO. Producción y protección vegetal 4 Roma, 1978. p.52-59.

51. HOLSTEM, R.D.; BURNS, R.C.; HARDY, R.W.F.; HEBERT, R.R. Establishment of symbiosis between Rhizbolum and plant, cells in vitro. Nature, v.323 p.173-175. 1971.

52. JOHNSON, M.W.; MEANS, U.M.; WEBER, C.R. Competition for nodule sites betwen strains of Rhizobium japonicum applied as inoculum and strains in the soil. Agronomy Journal, v.57 p.179-183. 1965.

53. JONES, M.B.; FREITAS, L.M. Resposta de quatro Leuminosas Tropicais a fosforo, potasio e calcarionu latosol vermeho amavelode campo cerrado. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. v.5 p.92. 1970.

54. JONES, G.D.; LUTZ Jr. J.A.; SMITH, T.J. Effects of phosphorus and potassium on soybean nodules and seed yield. Agronomy Journal, v.69 p.1003-1006. 1977.

55. KAPUSTA, G.R.; JOHNSON, E.; PORTZ, H.L. 1970.

56. KLIEWER, W.M.; EVANS, H.J. Combamide coenzime contents of soybean nodules and nitrogen fixing bacteria, in relation to Physiological conditions. Plant Physiology, v.38 p.33-104. 1963.

57. KLUCAS, R.V. The Physiology of soybean nodule senescense. Fifth Austr. Legume Nod. Conf. Rhizobium Newsletter, v.20 p.153-160. 1975.

58. LOPEZ, E.S.; GIARDINI, A.R.; DEUBER, R. Influencia de herbicidas na nodulacao da soja. En Simposio Internacional sobre limita - coes a potenciais de fixacao de nitrogenio nos tropicos um de Brasilia. Brasil, 1977.

59. LORENZI, M.J.; ARAUJO, S.C. Estudo da acao de algunos herbicidas na fixacao simbiotica do nitrogenio em plantas de soja (Glycine max) In VII Reunión Latinoamericana sobre Rhizobium. Resistencia Argentina Univ. Nac. del Nordeste, p.222-231. 1974.

60. LOTERO, J.C. Absorción de fósforo y sus funciones en la planta. En Suelos Ecuatoriales. Fósforo en zonas tropicales. s.f. 422 p.

61. MASK, P.L.; WILSON, D.O. Effect of Mn growth, nodulation and nitrogen fixation by soybeans, grown in the greenhouse. Common in soil science and plant analysis, v.9, n.8 p.653-666. 1978.

62. MENGEL, D.B.; KAMPRATH, E.J. Effect of soil pH and liming on growth and nodulation of soybeans in Histosols. Agronomy Journal, v.70 p.959-963. 1978.

63. MILLER, R.H. Studies on the distribution of serogroups of Rhizobium japonicum in field plots. Abstr. X Congreso Internacional de Microbiologia, México D.F., 1970.

64. MUNNS, D.N. Mineral nutrition and the legume symbiosis. A treatise on D'nitrogene fixation. Ed. R. W. F. HARDY and A. H. GIBSON. 1977. p.353-391.

65. NELSON, L.M.; HEDRICK, M.G. Influence of an Experimental herbicide on soil nitrogen fixing bacteria and other microorganisms. Soil Science. v.122 no.4 p.206-215. 1976.

66. NEME, N.A. Adubos fosfatado y calcario, na producao de forrajems de soja perenne (Glycine javanica) en terra rosa-misturada. Anais IX Congr. Intern. de Pastagens. D. P. A. Sao Paulo Brasil. 1965. v.1 677 p.

67. NORRIS, D.O.; DATE, R.A. Legume bacteriology. In Tropical Pasture research - Principles and methods. Ed. N.H. Shaw and N. W. Bryam. England, p.134-174. 1976.

68. NUTMAN, P.S. Factors influencing the balance of natural advantage in legume symbiosis. 13th Simposium of the Soc. For. Gen. Microbiol. the syndics of the Cambridge Univ. Press. 1963. v. 51 p.71.

69. _____. The influence of physical envyronmental factors on the activity of rhizobium in soil and symbiosis. Inst. Atom. Energy Agency Publi. v.149 p.55-84. 1972.

70. OLSEN, F.J.; HAMILTON; ELKINS, D.M. Effect of nitrogen on nodulation and yield on soybean. Expl. Agric. v.11 p.289-294. 1975.

71. PANKHURST, C.E.; SPRENT, J.I. Effect of water stress on the respiratory and nitrogen-fixing activity of soybean root nodules. Journal of Experimental Botany, v.26 no.91 p.287-304. 1975.

72. ROSS, J.P.; GILLIAM, J.W. Effect of Endogone mycorrhiza on phosphorus uptake by soybeans with inorganic phosphate. S.S.S.P. v.37 no.2 p.237-239. 1973.

73. SARTAIN, J.B.; KAMPRATH, E.J. Effect of soil Al-saturation on nutrients concentration of soybean tops, roots and nodules. Agronomy Journal, v.69 p.843-845. 1977.

74. SKRDLETA, U. Competition between inocolum strains of Rhizobium japonicum in the process of soybean nodulation during three planting periods. Folia Microbiologica, v.18 p.341-347. 1973.

75. SMITH, R.S.; Del Rio ESCURRA, G.A. Evaluation of soybean inoculant types and rates under dry and irrigated field conditions. Conference on irrigated soybean production in arid and semi-arid regions Cairo Egypto. September 1-6 (mimeografiado) 1979.

76. SPRENT, J.I. The effect of water stress on N-fixing root nodules. 4 effect on whole plants of vicia faba and Glycine max. New Phytopathology, v.71, no.4, p.603-611. 1972.

77. _____; GALLACHER, A. Anaerobiosis in soybean root nodules under water stress. Soil Biol. Biochem, v.8 p.317-320. 1976.

78. STEWART, W.D. Nitrogen fixation in plants. The athrolone press. University of London, 1966. 168 p.

79. STREETER, J.G. Nitrogen nutrition of soybeans. Persistent paradox. Ohio Report, v.58 no.2 p.37-40. 1973.

80. SUNDARA RAO, W.U.B. Field experiments on nitrogen fixation by nodulated legumes. Plant and Soil, v.34 p.287-231. 1971.

81. VARELA, R. Comportamiento de algunas cepas de Rhizobium japonicum en tres variedades de soya (Glycine max). Revista ICA, v.12 no.4 p.588-590. 1977.

82. _____; MUNEVAR, F. Comportamiento de cepas de Rhizobium japonicum asociadas con variedades de soya (Glycine max) Seleccionadas para el departamento del Tolima. Revista ICA, v.13 no. 2 p.249-255. 1978.

83. VARMA, A.K.; SUBRA RAO, N.S. Sucrose and aplication of Rhizobium on seed. Plant and Soil, v.38 p.227-230. 1973.

84. VEST, G.D.; WEBER, E.; SLOGER, C. Nodulation and nitrogen fixation. In Soybean, improvement, production and uses. CALDWELL, B.E. (Editor) Amer. Soc. Agron. No. 16 Agronomy, Madison, wis. U.S.A. 1973. p.353-390.

85. VINCENT, J.M. Environmental factors in the fixation of nitrogen by the legumes. En BARTHOLOMEW, W.U. ed. soil nitrogen Madison, Wisconsin, Am Soc. Agron. 1965. p.389-345.

86. _____. A Manual for the practical study of the root - nodule Bacteria. Handbook No. 15 I.B.P./Blackwell Sci. Publ. Oxford and Edinburgh, 1970. p. 164.

87. VOORHEES, W.B.; CARLSON, V.A.; SENST, C.G. Soybean nodulation as affected by wheel trafic. Agronomy Journal, v.68 p.976-979. 1976.

88. WEAVER, R.W.; FREDERICK, L.R.; DUMENIL, L.C. Effect of soybean cropping and soil properties on numbers of Rhizobium japonicum in Iowa soils. Soil Science, v.114 p.137-141. 1972.

89. _____. Effect of inoculum rate on competitive nodulation of Glycine max (L) Merril. II field. Studies Agronomy Journal, v.66 p.233-236. 1974.

90. WEVER, C.R. Soybean nodules work for you, Iowa farm Sci, v.20 no.11 p.3-5. 1966 a.

91. _____. Nodulating soybean isolines: II Response to applied nitrogen and modified soil conditions. Agronomy Journal, v.58 p.46-49. 1966 b.

92. WHITNEY, A.S. Symbiotic and non symbiotic nitrogen fixation as viewed by an Agronomist. Hawai Agricultural Experiment Station 1975. 6 p. (Reprint).

93. WILSON, D.O. Nitrogen fixation by soybean as influenced by inoculum placement: Greenhouse estudies. Agronomy Journal, v.67 p.76-78. 1975.

ALGUNOS ASPECTOS DEL ANALISIS DE SUELOS *

Gloria Ortiz Ramirez **

1. GENERALIDADES

La capacidad real de un suelo para suministrar a las plantas los nutrientes esenciales, en cantidad adecuada y en el momento oportuno es lo que se denomina fertilidad; ésta puede ser alta, media o baja. Una de las formas de conservar o mejorar la fertilidad de los suelos para aumentar o mejorar los rendimientos de las cosechas es la aplicación de fertilizantes y enmiendas.

Varias técnicas son empleadas para obtener información del estado de fertilidad del suelo o de las necesidades de nutrimentos de las plantas. Estas son:

1.1. Síntomas de deficiencias en las plantas
1.2. Análisis de tejidos de las plantas
1.3. Ensayos de campo e invernadero
1.4. Análisis de suelos

---

* Contribución del Programa de Suelos del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Palmira.

** I.A., M.S. Químico del Laboratorio de Suelos del C.N.I.A. Palmira. Apartado Aéreo 233. Palmira.

1.1. SINTOMAS DE DEFICIENCIAS

Muchos de los métodos para evaluar la fertilidad del suelo están basados en las observaciones de las plantas en crecimiento. Los síntomas de deficiencias de nutrimentos en las plantas pueden calificarse como sigue: crecimiento solamente hasta poco después de la germinación, crecimiento retardado, síntomas específicos de deficiencias de nutrimentos en las hojas en varios estados del período vegetativo, anormalidades internas, maduración anormal o retardada, diferencia en el rendimiento con o sin síntomas de deficiencias y mala calidad de las cosechas.

1.2. ANALISIS DE TEJIDOS

Una de las técnicas para determinar el estado nutricional de la planta es el análisis foliar, es decir, el análisis químico de la misma planta. Los análisis de la planta están basados en la premisa de que la cantidad de un elemento dado en la planta es una indicación del suministro de ese nutrimento y como tal, está directamente relacionado a la cantidad en el suelo.

1.3. ENSAYOS DE INVERNADERO Y DE CAMPO

El trabajo en el invernadero consiste de ensayos con macetas diseñadas para indicar cual o cuales elementos son probablemente los factores limitantes en los suelos. Los suelos de áreas nuevas o algunas manchas con problemas especiales se pueden someter a ensayos de invernadero antes de establecer estudios en el campo. Los datos que se obtienen de los experimentos de campo son útiles en la determinación de las prácticas óptimas de la fertilización, y también se usan para calibrar procedimientos analíticos de suelo y planta, los cuales son útiles al hacer las recomendaciones de fertilizantes para condiciones específicas de producción.

1.4. ANALISIS DE SUELOS

Los requerimientos de cal y fertilizantes varían de acuerdo con las condiciones del suelo, la clase de cultivo, el manejo y el clima, por lo tanto es necesario caracterizar el suelo y para ello se utiliza el "análisis de suelos". El análisis de suelos es una guía para la aplicación correcta de abonos y de cal, pero no es la solución mágica para obtener mayores cosechas. Junto con las prácticas de fertilización use semilla certificada, prepare bien la tierra y siembre a tiempo, siembre la cantidad recomendada de semilla, aplique el riego suficiente, controle plagas, enfermedades y malezas.

2. QUE ES EL ANALISIS DE SUELOS ?

El análisis de suelos es el análisis químico de una muestra representativa de un suelo que nos permite conocer las cantidades aprovechables de los diferentes nutrimentos que contiene ese suelo.

El propósito de un análisis de suelo es indicar que elemento es limitante para la producción y la dosis de aplicación que corrige esa deficiencia.

2.1. USOS DEL ANALISIS DE SUELOS

El análisis de suelos además de ser una guía para la formulación y correcta dosificación de los fertilizantes, sirve para agrupar los suelos en clases de niveles altos, medios o bajos en cada uno de los elementos esenciales para la nutrición de las plantas y para diagnosticar la presencia de suelos problemas y su caracterización.

2.2. PREREQUISITOS DEL ANALISIS DE SUELOS

El éxito de un programa de análisis de suelos depende de la consideración de varios aspectos o factores que influyen en el análisis de suelos, los cuales suministran la información esencial para el manejo de

los suelos. Un buen análisis requiere que la muestra sea representativa, que el análisis se realice en un laboratorio de reconocida calidad; los valores o niveles deben ser cuidadosamente calibrados en ensayos de campo y que los resultados sean convenientemente interpretados.

3. INSTRUCCIONES PARA TOMAR MUESTRAS DE SUELOS

La toma de muestra de suelos para análisis tiene tanta importancia como la exactitud de las determinaciones en el laboratorio o el criterio de interpretación de los resultados.

Para tomar correctamente una muestra de suelos se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

3.1. OBTENCION DE MUESTRAS REPRESENTATIVAS

La mayor fuente de error en los análisis de suelos es el muestreo. Una muestra tomada indebidamente puede dar resultados falsos. El objetivo del análisis determina el muestreo, así para fines de fertilidad es conveniente prestar atención al primer horizonte o capa arable que ha de ser alterada o mejorada por la adición de fertilizantes u otras enmiendas, ya que esta zona es la más variable debido a efectos de erosión o por acumulación de residuos vegetales o animales; es conveniente obtener una muestra compuesta de varias perforaciones. Esto en contraste con el muestreo que se hace con fines de reconocimiento, en donde el suelo es estudiado verticalmente en un solo sitio (Fitts, 2).

Una muestra es una pequeña cantidad de suelo que representa el volumen que este ocupa en el campo en un área y profundidad determinada, uniforme en pendiente, vegetación, material parental, clima, grado de erosión, manejo, etc. Una muestra representativa se compone de varias sub-muestras más pequeñas que se toman "al azar" en distintos sitios de un lote, cubriendo todo el área del terreno (Garavito, 3).

3.2. UNIDAD DE MUESTREO

Antes de iniciar la operación de muestreo se debe dividir el área total en unidades que representen uniformidad en cuanto a relieve, vegetación, clima, material parental, erosión, manejo, etc. (Garavito, 3).

3.2.1. Relieve.

Las variaciones de relieve generalmente indican variaciones de suelos, por ejemplo, los terrenos de las partes altas serán más lavados y ácidos, mientras que en las partes bajas habrá acumulación de sales, presentando un pH más elevado, mal drenaje y por tanto medios anaeróbicos.

3.2.2. Vegetación.

La vegetación es un importante factor de formación de suelos debido a la clase y cantidad de residuos vegetales que aporta, por la densidad y tipo de su sistema radicular y por la sombra que produce. Muy diferente es un suelo bajo pradera que uno bajo bosque; suelos vírgenes presentan amplias diferencias con suelos sometidos a cultivo.

3.2.3. Cultivo.

La clase de cultivo y el tiempo de explotación son factores a tener en cuenta, por ejemplo, suelos sembrados con leguminosas presentarán mayor contenido de nitrógeno que cuando el cultivo es una gramínea; una explotación prolongada con yuca puede originar suelos pobres en potasio, etc.

3.2.4. Grado de Erosión.

A medida que un suelo se erosiona va perdiendo la capa vegetal, incrementándose con ello el estado de pobreza en nutrimentos para las plantas. Para separar terrenos por grados de erosión se usan términos como erosión ligera; moderada, severa y muy severa.

3.2.5. Manejo.

Se tienen en cuenta clase de cultivo, tiempo de cultivo, fertilizantes y enmiendas aplicadas anteriormente, uso de maquinaria, aplicación de materia orgánica, etc.

3.3. AREAS DE MUESTREO

Es necesario subdividir el terreno en áreas no mayores de 10 hectáreas para proceder a tomar muestras de cada una de ellas (Tisdale, 16; Marín, 9).

La Figura 1, muestra la división de la finca en lotes con indicaciones de la forma de realizarse el muestreo.

Para que el muestreo sea representativo debe efectuarse completamente al azar. Existen varias formas de tomar las submuestras (Figura 2): 1) un sistema es el de retícula fija pero es dispendioso, siendo por ello recomendable sólo en áreas en que se quiera hacer un estudio muy detallado como aquellos que se van a dedicar a investigaciones en granjas experimentales (Garavito, 3); 2) En zig-zag método adecuado; 3) forma inadecuada porque todas las submuestras pueden caer en un mismo surco. 4) Inadecuado porque el análisis indicaría más el estado de las esquinas (Garavito, 3).

El número de sub-muestras recomendado para formar una muestra compuesta por cada 10 hectáreas es de 15 a 20 lugares como se indica en la Figura 3. Las sub-muestras se mezclan bien y de esta cantidad se toma aproximadamente una libra para enviar al laboratorio a analizar; para análisis de salinidad se requieren muestras de mayor tamaño (1 kilogramo) (Gros, 5; Marín, 9 y Ramírez, 14).

3.4. EPOCA PARA TOMAR LAS MUESTRAS

En general las muestras deben tomarse dos a tres meses antes de sembrar, los meses subrayados pueden ser los más indicados (Figura 4) o

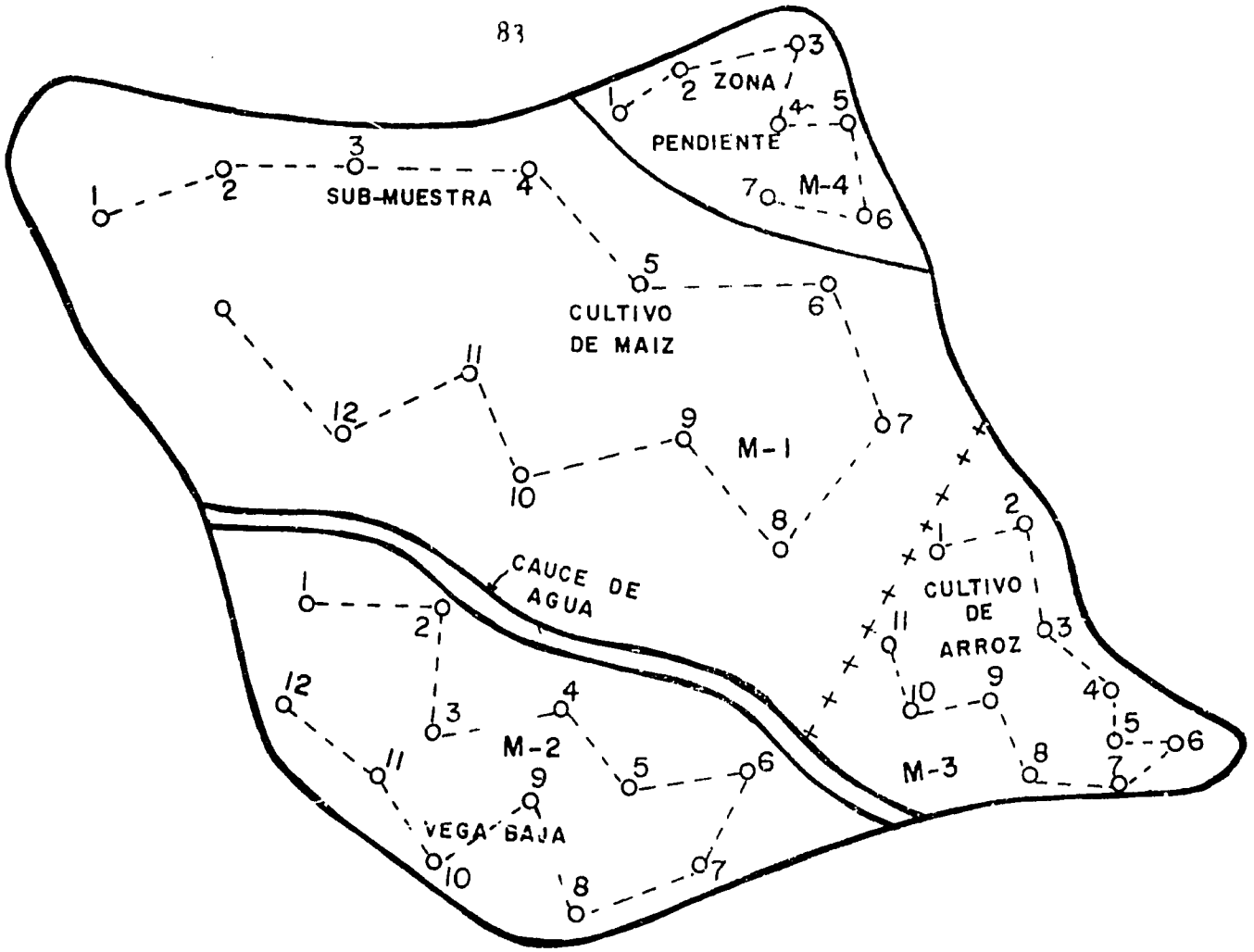


FIGURA 1. División de la finca en áreas y recolección de sub-muestra.

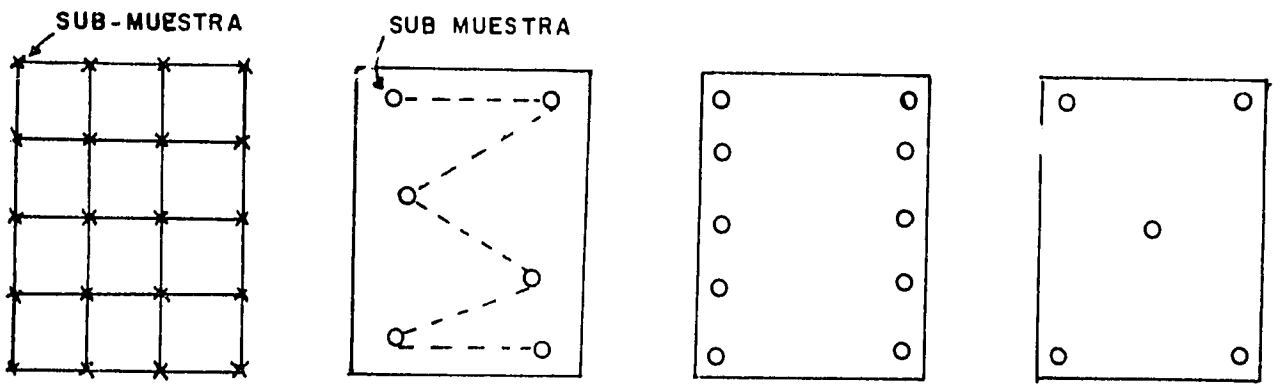


FIGURA 2. Diferentes formas de tomar sub-muestras.

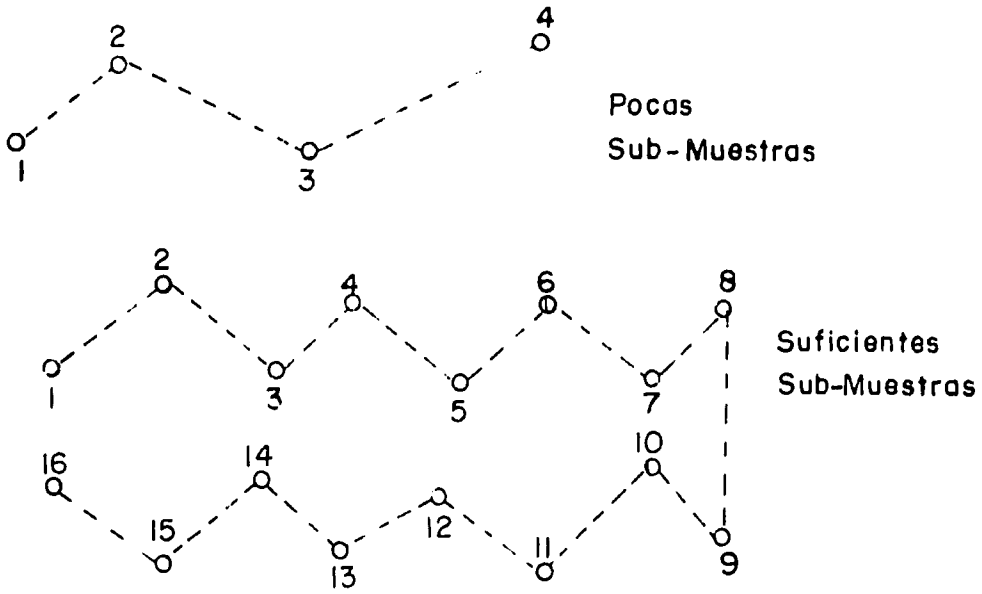


FIGURA 3. La muestra de suelo debe incluir suficientes submuestras.

ENERO	FEBRERO	MARZO
ABRIL	MAYO	JUNIO
JULIO	AGOS.	SEP.
OCT.	NOV.	DIC.

FIGURA 4. Los meses subrayados pueden ser los más indicados para tomar las muestras de suelos.

inmediatamente después de la cosecha, en cultivos anuales. Esta práctica dará la información del análisis de suelos con tiempo suficiente para obtener los fertilizantes y hacer las aplicaciones de cal oportunamente. En el caso de cultivos perennes como café, cacao, se aconseja tomar las muestras un mes antes de la cosecha o inmediatamente después. En áreas que se van a dedicar a pastos es importante tomar las muestras 2 a 3 meses antes de la siembra, ya que si es necesario la aplicación de cal, ésto se mezclará con el suelo al incorporarlo con el arado para obtener mayores beneficios. En pastos ya establecidos, la mejor época para tomar la muestra es después del corte o época de máximo pastoreo con el objeto de hacer la aplicación de fertilizantes dos meses antes de comenzar el período de máximo crecimiento (Marín, 9; Tisdale, 16).

Cuando solo se puede tomar una muestra durante el año como medio de diagnóstico debe hacerse en una época normal o promedio (ni en invierno ni verano pronunciado). Para la mayoría de los cultivos las muestras de suelos deben tomarse cada uno o dos años. Para hortalizas, tabaco, etc. deben tomarse con más frecuencia (Lora, 8). Siempre se deben tomar muestras de suelos para análisis de fertilidad, antes de sembrar pastos y antes de hacer aplicaciones de cal. El momento más oportuno para la toma de las muestras es cuando el suelo tiene el grado de humedad apropiado para las labores agrícolas. Si hay necesidad de tomar las muestras cuando el suelo esté muy húmedo, extienda la muestra compuesta sobre un papel limpio o plástico y séquela al aire, a temperatura ambiente, antes de enviarla al Laboratorio (Marín, 9).

3.5. DONDE SE DEBEN TOMAR LAS MUESTRAS

Cuando se toman muestras de suelos en lotes con cosechas cultivadas en surcos, tome las muestras entre los surcos o entre los caballones; para café en la mitad de la gotera. No tome las muestras en la banda del fertilizante. Evite tomar muestras en:

- Areas de antiguos canales, antiguas carreteras o caminos.
- En sitios donde acostumbra a descansar el ganado o se arrojen desperdicios.

- Sitios donde se haya colocado estiércol o cal, residuos de paja o quemas.
- En sitios donde hace menos de 6 meses se aplicó el fertilizante o se abonó con pulpa de café, estiércol o compost.
- No tome muestras en los basureros de las cocinas, ni cerca a los gallineros, establos o porquerizas.
- A la orilla de cercos o caminos.
- En límite de cambio de pendiente entre tierras planas y pendientes.
- En sitios donde el suelo está protegido por la sombra de árboles.
- Parches pantanosos o cualquier área de poco uso común (Garavito, 3; Gómez, 4 y Marín, 9).

3.6. PROFUNDIDAD DE MUESTREO

Depende del cultivo que se va a establecer o está establecido. La muestra se toma generalmente a la profundidad de arado, 15 a 20 cm. En algunas áreas se ara hasta una profundidad de 30 cm y este factor debe tenerse en cuenta sacando muestras a esta profundidad. Para pastos es suficiente de 0-15 cm (Garavito, 3; Gros, 5; Marín, 9; Tisdale, 16).

El muestreo para cultivos arbustivos o arbóreos como café, cacao, árboles frutales, forestales, palma, etc., deben hacerse por capas u horizontes, separadamente, abarcando toda la profundidad efectiva de enraizamiento. En este caso por cada capa debe resultar una muestra para análisis (Marín, 9 y Ramírez, 14).

La toma de las muestras en suelo y subsuelo es útil también en zonas de ladera susceptibles a la erosión y en las partes planas cuando se desea tener mayor información (Ramírez, 14).

Para el caso de áreas con problemas de salinidad y alcalinidad hay que tener en cuenta por ejemplo que la concentración de sales en los suelos puede variar notablemente según sea la distancia horizontal o vertical y el tiempo transcurrido. También deben considerarse la naturaleza propia del suelo y el microrelieve, así como las causas y origen de la salinidad (Richards, 15).

Para estos casos se sugiere lo siguiente:

1. Muestrear por separado toda costra salina que aflore a la superficie, anotando la profundidad.

2. Si el suelo muestra evidencia de desarrollo del perfil o estratificación diferenciada, tómense las muestras por horizontes o capas.

3. Si no hay desarrollo del perfil o estratificación definido, las muestras superficiales (exceptuando la costra) deben tomarse a la profundidad de arado.

4. Para análisis de salinidad se requiere muestras de mayor tamaño (aproximadamente 1 kilogramo) (Richards, 15).

3.6.1. Muestreo de Perfiles.

Se llama perfil a un corte vertical del terreno en el que aparecen los horizontes que lo integran. El perfil del suelo se estudia, a efectos de diagnóstico, a fin de poder determinar si las características morfológicas del corte guardan alguna relación con el problema que se está investigando (López, 7).

En estudios de investigación, reconocimiento y clasificación de suelos el muestreo se realiza en pequeñas trincheras o minicallcatas, que se abren en sitios preseleccionados. La Figura 5 muestra un esquema de éstas minicalicatas. Una minicallcata es un hueco o trinchera de unos 40 cm de ancho por 100 cm de largo y 60 cm de profundidad, con una cara despejada para la toma de muestras. Es aconsejable continuar la penetración hasta una profundidad de 180 cm, utilizando el barreno holandés para detectar cambios texturales o la presencia de limitantes, tal como la aparición de un horizontes impermeable, o el surgimiento de agua freática.

Las muestras se toman sobre la cara despejada de la trinchera a profundidad variable dependiendo de la profundidad de los horizontes presentes. En caso de que el perfil no presente horizontes claramente definidos, se tomarán 3 muestras de 0-20 cm, 20-30 y 30-60 cm respectivamente

que corresponden aproximadamente a los horizontes A, B, y C de los suelos maduros y a las profundidades de penetración del arado, de compactación y de suelo no alterado en los campos cultivados. Una vez abierta la minicalicata se procede a separar en el perfil las diferentes capas o horizontes con ayuda de propiedades como color, textura, etc. y se hace una descripción detallada de cada una de ellas anotando profundidad, color, textura, estructura, consistencia (en seco y húmedo), presencia de raíces, macroorganismos, piedras, gravas, concreciones, moteados, etc.

Además de la descripción anterior para cada uno de los horizontes, se hace una descripción general de la zona anotando relieve, ubicación, drenaje, vegetación, altitud, precipitación, temperatura, etc. (Garavito 5 y Ramirez, 14).

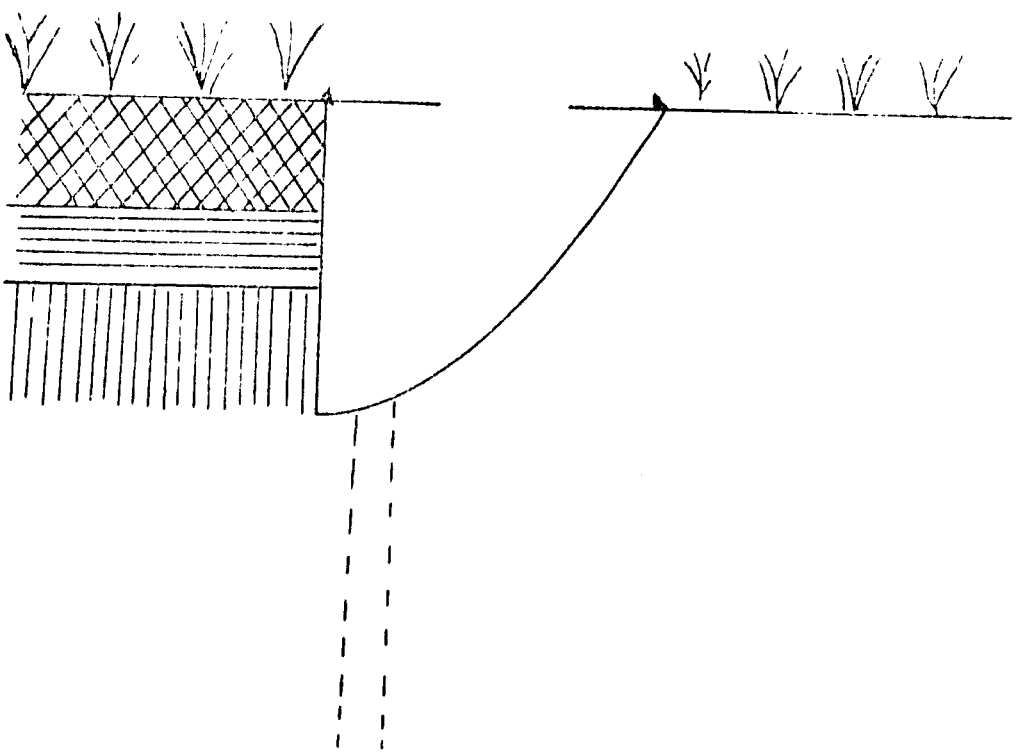


FIGURA 5. Esquema de una minicalicata para la toma de la muestra en perfiles.

3.7. HERRAMIENTAS NECESARIAS

Los materiales necesarios para tomar las muestras de suelos son: balde limpio, sacabocado o barreno, pala o garlancha; cajas de cartón ó bolsas plásticas y de hojas de información.

3.8. COMO TOMAR UNA MUESTRA DE SUELOS

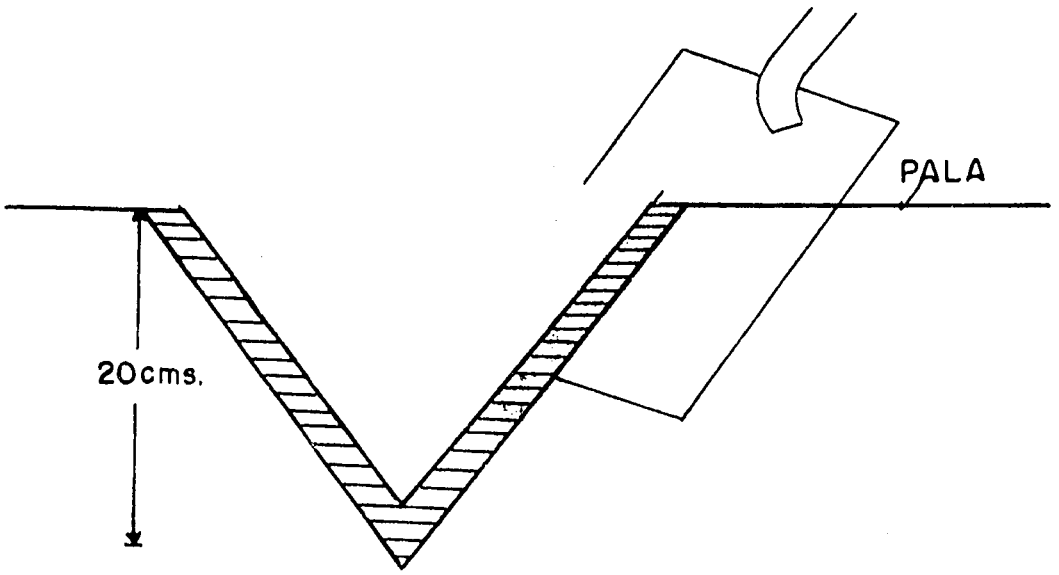
La forma de tomar las muestras varía de acuerdo al objeto del análisis según se trate de muestras para análisis de fertilidad con el fin de asesorar sobre la aplicación de fertilizantes, o de muestras para análisis con el objeto de caracterizar perfiles de suelos con fines edafológicos. Para el caso del muestreo del primer horizonte, se procede así cuando se utiliza pala o garlancha (Figura 6).

Raspe aproximadamente un centímetro de la superficie del suelo para eliminar los residuos frescos de materia orgánica, polvo de la carretera u otras contaminaciones artificiales.

- Cave un hueco en forma de V cuyo tamaño aproximado es del ancho de la pala y de una profundidad de 20 cm.

- Luego corte una tajada de suelo de 2 - 3 cm de gruesa en la pared del hueco y tome una faja de una pulgada de ancho en el centro de la tajada. Coloque esta faja de suelo en el balde y repita la operación en 15 ó 20 lugares de áreas limitadas para la toma de muestra completa.

Una vez que todas las submuestras se encuentran dentro del balde se mezclan perfectamente. Cuando el muestreo se hace con barreno, una barrenada en cada sitio seleccionado para tomar las submuestras es suficiente para obtener la cantidad de suelo que ha de formar la muestra compuesta (Garavito, 3; Gómez, 4; Marín, 9).



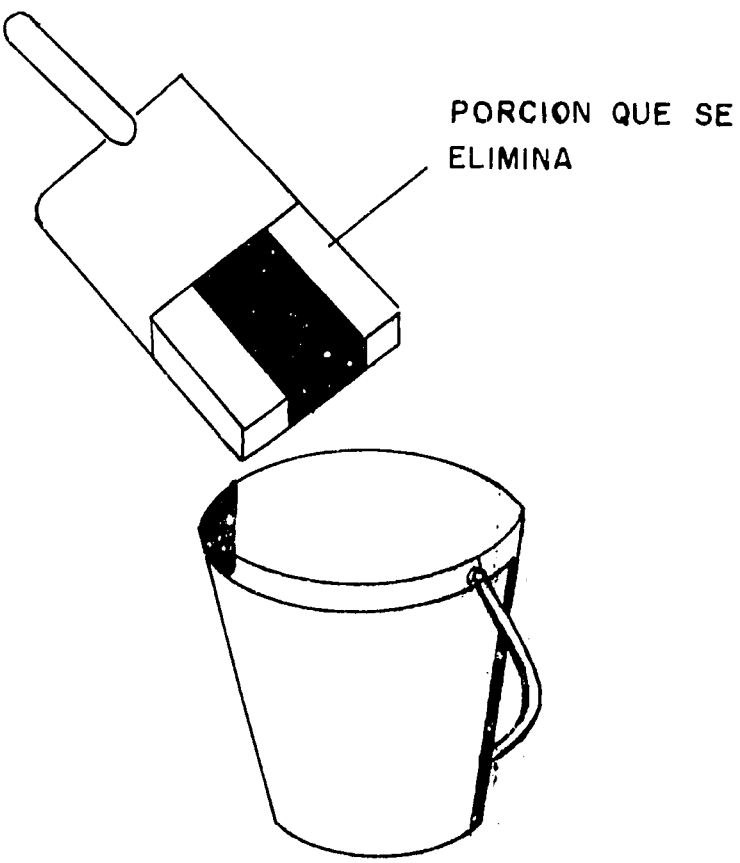


FIGURA 6. Forma de tomar las muestras de suelo.

Una vez tomada la muestra se identifica; se empaca en cajas o bolsas plásticas limpias. No empaque muestras en bolsas que hayan sido usadas con fertilizantes o sustancias químicas y evite fumar o dejar caer cenizas de cigarrillo al manipular las muestras (Garavito, 3; Gómez, 4; Marín, 9).

3.9. RECOPILACION DE INFORMACION

Las muestras deben identificarse marcando cada una con una etiqueta externa y escrita a lápiz. Es imporante llenar la hoja de información sobre las muestras de suelos lo más exactamente posible. Esto ayudará, especialmente en la formulación de las recomendaciones que cada agricultor necesita. Si las muestras se toman en varias fincas no deben usarse los mismos números para identificar las muestras de suelos. Enviar el original al laboratorio junto con las muestras de suelos y guardar una copia. La información solicitada también permite identificar y tabular los resultados en el banco de datos que posee el ICA en la oficina de Biometría en Bogotá.

Los datos que se deben suministrar por cada muestra de suelo son los siguientes: el nombre y la dirección completa del solicitante, nombre de la finca, corregimiento y municipio donde está localizada... el tipo de análisis solicitado... profundidad de la toma de muestras... superficie que represente y la altitud... el cultivo para el cual se quiere la recomendación... Es el drenaje interno bueno, regular o malo?... Se ha agregado cal en los últimos años?... Fertilizante?... Va a aplicar riego?... Cuáles son los cultivos realizados en los últimos años?... Qué tipo de fertilizantes se aplicó?... A razón de cuántos kilogramos por hectárea?... Cuánto rindió con fertilizantes?... Sin fertilizantes?... Observaciones (Proporcionar otro dato que se estime de interés).

El modelo adjunto de hoja de información es el utilizado en los Laboratorios de Suelos del ICA (Figura 7) (Gómez, 4; Lora, 8; Marín, 9; Ramírez, 14).

3.10. CONSERVE LA INFORMACION DE LA MUESTRA DE SUELOS

Es importante conservar una copia de la información de la muestra de suelos y del análisis del suelo, junto con el registro de los rendimientos de la cosecha y las aplicaciones de cal y fertilizantes. Es conveniente tener un mapa de la finca en el cual se indiquen los lotes y áreas donde se han tomado las muestras de suelos, numerados claramente, para conservar los registros del análisis de suelos. Tal información proporciona un mejor entendimiento de cómo los suelos responden a los diferentes tratamientos y prácticas del cultivo, y así tener las bases para aumentar la productividad de sus tierras (Garavito, 3; Ramirez, 14).

3.11. ANALISIS SOLICITADO

En los laboratorios de Suelos del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) de Palmira, Tibaitatá y Barranquilla se realizan análisis de suelos, tejidos y aguas. Se tienen tres tipos generales de análisis: fertilidad, caracterización y completo.

3.11.1. Fertilidad.

Este análisis se solicita para aquellos suelos de condiciones normales, es decir, aquellos no afectados por condiciones extremas. Los resultados de este análisis es suficiente para la recomendación de fertilizantes en estos suelos. Se reportan datos sobre textura (tacto), pH, M.O., P, K y Al en suelos con pH inferior a 5,5. En la actualidad tiene un costo de $ 80.oo por muestra.

3.11.2. Caracterización.

Es el análisis utilizado para caracterizar áreas nuevas, no muestreadas previamente o para diagnosticar situaciones con problemas. Además de las determinaciones anteriores incluye las determinaciones de Ca, Mg, K y Na. Vale $ 120.oo.

ICA INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO
SUELOS

SOLICITUD PARA ANALISIS DE SUELOS

No

REGIONAL

NOMBRE DEL SOLICITANTE	DIRECCION	LUGAR
MUNICIPIO	VEREDA	FINCA
OFICINA RECEPTORA	LUGAR	FECHA

LA INFORMACION DE CINCO MUESTRAS PUEDE COLOCARSE AQU

DETALLE	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4		MUESTRA 5	
PROFUNDIDAD A LA CUAL SE TOMO LA MUESTRA										
SUPERFICIE APROXIMADA DEL LOTE										
ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR										
CULTIVO PARA EL CUAL QUIERE LA RECOMENDACION										
DRENAJE (BUENO, REGULAR, POBRE)										
TOPOGRAFIA (PLANA, ONDULADA, PENDIENTE)										
CAL AGREGADA TONS/Ha ULTIMO AÑO _____ AÑO _____										
VA APLICAR RIEGO ?										
ULTIMO CULTIVO O CULTIVO ACTUAL 1.9 _____										
RENDIMIENTO ULTIMA COSECHA (BUENO, REGULAR, MALO)										
FERTILIZANTES AGREGADOS AL ULTIMO CULTIVO	Kg/Ha.	Grado	Kg/Ha.	Grado	Kg/Ha.	Grado	Kg/Ha	Grado	Kg/Ha.	Grado
PENULTIMO CULTIVO 1.9 _____										
RENDIMIENTO PENULTIMA COSECHA (BUENO, REGULAR, MALO)										
FERTILIZANTES AGREGADOS AL PENULTIMO CULTIVO	Kg/Ha.	Grado	Kg/Ha.	Grado	Kg/Ha.	Grado	Kg/Ha.	Grado	Kg/Ha.	Grado

TIPO DE ANALISIS	No. DE MUESTRAS	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
FERTILIDAD			
SALINIDAD			
CARACTERIZACION			
+ DETERMINACION TEXTURA BOUYUCOS			
COMPLETO			
+ DETERMINACION TEXTURA BOUYUCOS			
ELEMENTOS MENORES			

TOTAL A PAGAR _____ $ _____

SALDO CANCELADO SEGUN RECIBO DE CAJA No. _____ $ _____

RECEPTOR SOLICITUD	RESPONSABLE RECAUDO

IMPORTANTE : 1-PRESENTE LAS MUESTRAS POR LO MENOS UN MES ANTES DE LA SIEMBRA.
2-DILIGENCIE ESTA SOLICITUD Y PRESENTELA CON LAS MUESTRAS A LA OF. DEL **ICA** MAS CERCANA

ORIGINAL: LABORATORIO QUE ELABORA EL ANALISIS

ICA - Centro Nal. de Comunicaciones, 1976

NOTA SI LAS PLANTAS EN CUALQUIERA DE ESTOS CAMPOS CRECIERON MAL EN EL PASADO, DESCRIBA LA ANORMALIDAD ESPECIFICA

ANORMALIDADES

OBSERVACIONES

3.11.3. Completo.

Este análisis se recomienda principalmente para aquellas zonas donde se sospechen problemas de sales y/o sodio. Incluye además de las determinaciones del análisis de caracterización, la determinación de C.E. Este análisis tiene un valor de $ 200.oo. Para estos suelos también se recomienda el análisis del extracto de saturación (solubles); éste tiene un costo de $ 200.oo.

3.11.4. Análisis de Aguas.

Para calificarlas con fines agrícolas; incluye pH, Ce, cationes (Ca, Mg, K y Na) y aniones ($CO_3^{=}$, HCO_3^{-}, Cl_2^{-} y $SO_4^{=}$). Tiene un valor de $ 200.oo.

Los laboratorios también ofrecen otros análisis como textura, por bouyoucos, elementos menores (Bogotá), etc. Próximamente se iniciará el análisis de microelementos en los Laboratorios de Palmira y Barranquilla.

Además se determina textura por bouyoucos, el cual tiene un valor adicional de $ 30.oo por muestra.

3.12. ENVIO DE LA MUESTRA

La muestra convenientemente rotulada y acompañada de su respectiva hoja de información, se envía al laboratorio del ICA más cercano. Se debe incluír el valor del análisis en cheque certificado o giro postal o copia del recibo de consignación cuando el pago ha sido efectuado en una de las oficinas del ICA. Las muestras entregadas personalmente en el Laboratorio se cancelan en efectivo o en cheque certificado. Las muestras enviadas a Palmira se remiten a la siguiente dirección: Laboratorio de Suelos ICA-Palmira. Apartado Aéreo 233 (cualquier tipo de transporte sirve para este envío).

4. TIPO DE ANALISIS Y PROCEDIMIENTOS DE LABORATORIO

En el país existen varios laboratorios químicos dedicados al análisis de suelos y aguas cuyos resultados se emplean en la experimentación, industria y enseñanza para hacer recomendaciones de fertilizantes.

Aunque cada laboratorio posee su propia metodología la mayoría emplean las técnicas recomendadas por Jackson (6). Algunos métodos han sufrido modificaciones para adaptarlos a las circunstancias particulares de cada laboratorio, pero en esencia se basan en los mismos principios.

El éxito de un programa de análisis de suelos depende de varios factores entre los cuales es importante considerar las técnicas de análisis. Son muy importantes los procedimientos analíticos que se emplean en la extracción y determinación de los diversos elementos en los cuales se desee obtener información.

La forma en que ocurren los nutrimentos y la presencia de otros factores influyen en la elección del extractante que debe usarse. Otro aspecto importante que se debe considerar en el empleo de métodos analíticos, es el uso de técnicas que permitan analizar muchas muestras al día sin perjudicar su exactitud (Fitts, 2).

El análisis debe ser realizado por un buen laboratorio con suficiente experiencia en estas labores. En los suelos comúnmente se hacen dos tipos de análisis: el físico-mecánico o de textura y el análisis químico. En el análisis físico-mecánico se determina la proporción de las partículas de arena, limo y arcilla, lo cual permite agrupar los suelos en clases texturales o tipos de suelos (Marín, 10).

El análisis químico comprende dos tipos generales de análisis con respecto a sus constituyentes: el análisis químico total y el análisis químico parcial, llamado también análisis rápido de suelos.

En un análisis total se determina la cantidad completa de los elementos presentes en el suelo; independiente de su forma y de su aprovechabilidad. Tales datos son de mucho valor para estudiar la formación del

suelo y otras fases de la ciencia del suelo, pero dan muy poca información sobre la aprovechabilidad de los elementos esenciales para las plantas. Para este caso se utilizan los análisis parciales. Estos análisis son llamados parciales ya que solamente se determina una porción de la cantidad de un constituyente (Marín, 10).

Por muchos años los investigadores han ensayado diferentes soluciones que permitan extraer del suelo nutrimentos que correlacionen con lo extraído por la planta, es decir la forma aprovechable. Según BRAY 1948) citado por Lora (8), "las formas aprovechables de un nutrimento son aquellas cuyas variaciones en cantidades, son responsables de variaciones significativas en rendimiento y respuesta a los fertilizantes aplicados". Generalmente la cantidad aprovechable de un elemento corresponde a una mínima parte del contenido total de ese elemento en el suelo, y rara vez hay correlación entre estas dos formas (Lora, 8).

En un laboratorio de análisis de suelos dedicado principalmente para aspectos agrícolas, las determinaciones de rutina son las siguientes: pH, nitrógeno total (%), carbono orgánico (%), fósforo aprovechable (ppm), capacidad de intercambio catiónico (CIC, en m.e./100 g suelo), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na) intercambiables (m.e./100 g de suelo), acidez intercambiable (Al, en m.e./100 g), textura (clase textural) y conductividad eléctrica (en milimhos/cm) como medida de la salinidad.

4.1. TRATAMIENTO DE LA MUESTRA DE SUELO EN EL LABORATORIO

Las muestras de suelos tienen el siguiente proceso una vez llegan al Laboratorio:

4.1.1. Recibo.

Las muestras de suelos deben llegar al Laboratorio acompañadas de las hojas de información lo más completas posibles, pués esto ayudará a la formulación de las recomendaciones que cada agricultor necesita.

4.1.2. Secado.

Si las muestras de suelos llegan al Laboratorio húmedas se colocan sobre bandejas limpias con el fin de secarlas a la temperatura ambiente; generalmente este proceso puede durar de 2 - 3 días o más dependiendo del grado de humedad y del contenido de arcilla de la muestra. A veces este procedimiento se puede acelerar secando en secadoras aproximadamente 35 - 40°C. pero no es lo más aconsejable puesto que puede ocurrir reacciones que hacen variar los resultados (Ortiz, 13).

4.1.3. Tamizado.

Por partículas de suelo se entienden aquellas menores de 2 mm de diámetro por lo que partículas mayores (gravas o cascajo) es necesario separarlos antes del análisis. Entonces se tamiza la muestra por una malla de 2 mm descartando la fracción que no pueda pasar dicho tamiz.

4.1.4. Molida.

Una vez secas y tamizadas las muestras se procede a molerlas con rodillos o en molinos especiales.

Las muestras de suelos una vez que han sido preparadas (secado, tamizada, molida) son empacadas en cajas y estas cajas identificadas por una numeración pasan al Laboratorio, para analizar (Ortiz, 13).

4.1.5. Registro.

Toda muestra de suelos que llega al Laboratorio es registrada en un libro donde se anota: fecha de llegada al Laboratorio, solicitante y nombre del agricultor, análisis solicitado, nombre de la finca, ubicación de la finca (municipio, vereda), cantidad de muestras.

En las hojas de información también se coloca un sello que incluye espacios en blanco para anotar fechas, así:

Recibo del informe: _____

Recibo de la muestra: _____

Entrada laboratorio: _____

Numeración: _____

Revisión: _____

Despacho: _____

(Ortiz, 13).

4.1.6. Numeración.

Cada muestra de suelos o agua se identifica en el Laboratorio con numeración seriada. Esta numeración va acompañada de otro número del 1 al 7 que indica el tipo de análisis solicitado; en el Laboratorio de suelos del ICA-Palmira, se tiene la siguiente nomenclatura:

1. Análisis de FERTILIDAD
2. Análisis de CARACTERIZACION
3. Análisis COMPLETO
4. SOLUBLES
5. TEXTURA POR BOUYOUCOS
6. Análisis de AGUAS
7. OTROS (determinaciones independientes, yeso, etc.).

Así por ejemplo una muestra identificada como la 1352-1 quiere decir que ese es el orden de llegada y que se analiza para FERTILIDAD, esta numeración se anota en la hoja de información y en las cajas donde se empacan las muestras preparadas listas para analizar. A su vez se elaboran tiras para registrar los datos correspondientes a cada determinación analítica, las cuales se entregan a diferentes personas encargadas de analizar; estas tiras también van numeradas con el número de Laboratorio, así por ejemplo:

No. Laboratorio	pH	Al	No. Laboratorio	P
1352-1			1352-1	
1353-1			1353-1	
1354-1			1354-1	

Cuando se tienen todas las determinaciones las tiras de resultados se unen y se adjuntan a sus respectivas hojas de información para ser chequeados los resultados y proceder a dar las recomendaciones de fertilizantes. Un análisis de fertilidad estaría completo así:

No. Laboratorio	pH	Al	M.O.	Textura	P	K
1352-1	4.9	3.2	1.2	Ar.A.	5.3	0.30
1353-1	6.5	-	1.5	F.Ar.A.	6.2	0.24
1354-1	5.4	0.3	2.3	F.Ar.	2.5	0.19

(Ortiz, 13).

4.1.7. Control de Calidad - Uso de Patrones.

El Laboratorio de Suelos tiene un sistema de control sobre el trabajo de operarios o auxiliares para garantizar la calidad de las determinaciones que consiste en la inclusión de muestras de suelos tomadas como "patrones". Son muestras de suelos de zonas representativas del país, homogenizadas y conservadas sin contaminación, las cuales han sido analizadas previamente y cuyos valores se toman como puntos de referencia para establecer la bondad de las determinaciones químicas que se obtengan y puedan servir de base para aceptar o rechazar grupos de determinaciones realizadas en serie, sobre muestras de diferente procedencia. Cada determinación se analiza para conocer su valor promedio y los límites de confiabilidad (máximo y mínimo) para una probabilidad del 95%. Para ello, la muestra patrón se analiza consecutivamente por 25 veces, en diferentes días y por diferentes operarios y los resultados se someten a un análisis estadístico.

En el Laboratorio de Palmira se utiliza una muestra patrón cada 12 muestras a analizar (Ortiz, 13).

4.2. PROCEDIMIENTOS ANALITICOS

En el Laboratorio se efectúan los análisis de suelos siguiendo los métodos descritos por Marín, Ortiz, Lora y Owen (11).

4.2.1. pH.

El pH se determina por el método del potenciómetro con electrodo de vidrio en relación suelo-agua por volúmen 1:1. A 10 cm^3 de suelo se agregan 10 cm^3 de agua destilada. La mezcla se deja en reposo durante una hora, se agita y luego se lee el pH en el potenciómetro.

4.2.2. Acidez Intercambiable (Al + H).

Se determina mediante la extracción con KCl normal titulando el extracto con 0.1N NaOH, en presencia de fenolftaleína. La acidez intercambiable se expresa en miliequivalentes por 100 gramos de suelo (m.e./ 100 g suelo).

4.2.3. Materia Orgánica.

La materia orgánica se calcula indirectamente determinando el carbono orgánico. La materia orgánica del suelo se oxida con ácido crómico en presencia de un exceso de H_2SO_4 concentrado (Método de Walkley-Black). El exceso de ácido crómico se titula con una solución ferrosa. Convencionalmente se ha establecido que el porcentaje de carbono multiplicado por 1.724 da el porcentaje de materia orgánica, asumiendo que la materia orgánica tiene un 58% de carbono.

4.2.4. Fósforo.

Existen varios métodos de extracción de fósforo cuya diferencia radica principalmente en la solución extractora utilizada. Algunos de los extractantes son los siguientes:

- Método de Olsen

Emplea una solución de 0.5N de $NaHCO_3$, a un pH 8.5. Recomendable en suelos calcáreos principalmente.

- Método de Olsen modificado

Emplea una solución compuesta de $NaHCO_3$ 0.5N, EDTA 0.01 M con 0.5 g de

superfloc 127 para 10 litros de agua, a pH 8.5. Este sistema parece que puede emplearse en una gran gama de suelos y además extrae potasio y algunos elementos menores.

- Método de Bray I

La Solución empleada es una mezcla de NH_4F 0.03N y HCl 0.025N. Se emplea principalmente en suelos ácidos.

- Método de Bary II

(Para fósforo soluble, ácido y el adsorbido); la solución empleada es NH_4F 0.03N y HCl 0.1N.

- Método de Bingham

Se emplea agua como solución extractora. Extrae solo el fósforo soluble en agua, por lo que no se aconseja para suelos ácidos.

- Método de Carolina del Norte

La solución extractora es una mezcla de NCl 0.05 N y H_2SO_4 0.025 N. (Lora, 8).

La cantidad de fósforo extraída de los suelos varía con la solución extractora empleada, como se observa en la Tabla 1.

TABLA 1. Cantidad de fósforo extraído con cuatro soluciones extractoras en 68 suelos del Valle del Cauca (Marín, 10).

	ppm P extraído			
	Binghman	Carolina del Norte	Olsen	Bray II
Promedio	0.21	17.9	18.3	29.3
Rango	0.02 - 0.93	3.5 - 48.0	5.9 - 64.0	6.0 - 98.0

4.2.5. Bases Intercambiables (Ca^{++}, Mg^{++}, K^+, Na^+).

La extracción se hace con acetato de amonio normal y neutro. La determinación de K^+ y Na^+ se hace leyendo directamente una

alícuota diluída en el fotómetro de llama o por absorción atómica. El Ca^{++} y el Mg^{++} se determinan por titulación con verseno (EDTA) o absorción atómica. Las bases intercambiables se expresan en m.e./100 g de suelo.

4.2.6. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).

Al desplazar los cationes del suelo con acetato de amonio se lava el exceso de amonio con alcohol. El amonio (NH_4) retenido se desplaza con una solución de NaCl al 10%. Al lixiviado se agregan 10 cm^3 de formaldehido neutro al 40%. Luego se titula con 0.1 N NaOH, utilizando fenolftaleína como indicador. La CIC se expresa en m.e./100 g de suelo. La CIC también se puede calcular indirectamente por suma de cationes, lo cual da la CIC efectiva.

4.2.7. Análisis Físico-Mecánico o de Textura.

Se hace por el método de bouyoucos o del hidrómetro. Como agente dispersante se utiliza una solución de hexametafosfato y carbonato de sodio. Para agricultura se determina la textura al tacto.

4.2.8. Salinidad.

Se determina la conductividad eléctrica (CE) y la clase de aniones (NO_3^-, Cl^-, $SO_4^=$, $CO_3^=$, HCO_3^-) y cationes (Ca^{++}, Mg^{++}, K^+, Na^{++}) en el extracto del suelo saturado. También se determina el pH del suelo saturado y el contenido de Na^+ intercambiable en el suelo, expresado en porcentaje. La conductividad del extracto se expresa en milimhos/cm.

5. CORRELACION DEL ANALISIS DEL SUELO CON LA RESPUESTA AL FERTILIZANTE

El propósito básico de la evaluación de la fertilidad de un suelo es el de proveer información del estado nutricional de este y el de predecir la respuesta relativa a los nutrimentos aplicados.

Para que un análisis de suelos tenga significado para cualquier nutrimento, éste deberá ser asociado con la disponibilidad de dicho nutrimento para la planta. Se han ensayado diversas técnicas para relacionar los análisis de los suelos con el crecimiento de las plantas, fluctuando desde intentos directos para extraer químicamente del suelo la misma cantidad que las raíces extraen biológicamente, hasta correlaciones indirectas o empíricas entre los nutrimentos extraídos y el crecimiento vegetal (Waugh, 17).

Los análisis de suelos pueden ser calibrados de distintos modos. Un método corriente es la correlación de los resultados con el aumento en rendimiento de las plantas que han sido provistos con el nutrimento bajo estudio.

Los estudios de correlación son pruebas de campo que permiten correlacionar el resultado del análisis de suelo con la respuesta de los cultivos a la fertilización. Permiten comparar y correlacionar la respuesta de un nutrimento dado (P ó K) con el contenido de este elemento en el suelo. Suelos bajos en el elemento deben responder afirmativamente a la aplicación del elemento considerado; suelos altos, no (Ramírez, 14).

La calibración se obtiene después de comparar estadísticamente los resultados del análisis de bastantes suelos, con los resultados obtenidos en el campo o invernadero (rendimiento u otra variable), al aplicar a esos suelos el nutrimento o nutrimentos bajo estudio. La calibración de un método para establecer los límites estimativos de bajo, medio y alto, solo puede hacerse con base en una probabilidad de que el suelo sea realmente pobre, medio o rico en el elemento que se estudia. Cuando el suelo se considera pobre, la probabilidad de que responda es decir que aumente significativamente el rendimiento al aplicar dicho nutrimento, debe ser alta, cuando es rico, la probabilidad debe ser baja (Lora, 8).

Agrupados y comparados los resultados de los análisis de los suelos estudiados con la respuesta de la planta a la aplicación del elemento, se establecen los límites buscando que se cumpla el siguiente requisito:

Clasificación	Valor analítico (Unidad de expresión)	Probabilidad de respuesta
Contenido BAJO	Menos de (X)	Aprox. 80% (ALTA)
Contenido MEDIO	De (X) a (y)	Aprox. 50% (MEDIA)
Contenido ALTO	Más de (y)	Aprox. 20% (BAJA)

(Lora, 7).

Navas, Manzano y McClung (12), consideran como respuesta positiva (a fósforo, por ejemplo) aquellos aumentos en rendimiento superiores al 20% y ninguna respuesta aquellos inferiores al 20%.

5.1. NIVELES CRITICOS

Cuando no se puede llegar a mucha precisión en la calibración de un método analítico, por lo menos debe establecerse el "nivel crítico". Valores por debajo de dicho nivel implican alta probabilidad de respuesta y valores por encima baja probabilidad de respuesta.

5.1.1. El Nivel Crítico de CATE-NELSON.

El diagrama de dispersión de Cate-Nelson provee una técnica simple, pero altamente efectiva para evaluar los métodos analíticos de los suelos. El nivel crítico depende del extractante usado así como del cultivo involucrado; un buen extractante del suelo para cualquier nutrimento debería proveer una división casi perfecta entre las categorías diferentes de suelo-cultivo (Waugh, 17).

Para obtener resultados de rendimiento se llevan a cabo ensayos de campo o invernadero con diferentes tratamientos, dentro de los cuales algún tratamiento consiste en no aplicar el nutrimento estudiado.

Para obtener el rendimiento relativo expresado en porcentaje se utiliza la siguiente fórmula: producción sin el elemento estudiado dividida por la producción con el elemento adecuado, multiplicado por cien.

Por ejemplo, si el elemento estudiado fuera fósforo (P) tendríamos:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Producción sin P}}{\text{Producción con P}} \times 100$$

Con estos resultados se traza un gráfico de la distribución del porcentaje de rendimiento (eje-Y) Vrs los valores del análisis de suelo (eje X) trazado en papel cuadriculado. La escala de valores en el eje Y será siempre de 0 a 100 por ciento, mientras que la escala de valores en el eje X variará de acuerdo con el procedimiento del análisis de suelos que se use, el suelo estudiado y los nutrimentos envueltos (Cate y Nelson, 1).

Un pedazo de plástico transparente de tamaño mayor al gráfico, se usa sobre-puesto al gráfico, el cual lleva trazadas dos líneas perpendiculares intersectadas, en tal forma que el plástico sea dividido en cuatro sectores del mismo tamaño; se consideran positivos los cuadrantes II y IV y negativos los cuadrantes I y III. (Figura 8).

El plástico se mueve sobre el gráfico en forma horizontal y vertical hasta que el número de puntos percibidos a través del plástico en los 2 cuadrantes positivos sea el máximo.

La posición de las líneas en el plástico con respecto a los ejes del gráfico, son transferidos a éste; el punto donde la línea vertical cruza el eje X será definido como el nivel crítico del análisis del suelo (Cate y Nelson, 1).

Uno de los objetivos en tratar de relacionar el porcentaje de rendimiento a los valores del análisis de suelos es encontrar el punto de inflexión en la curva (denominado nivel crítico del análisis de suelo), debajo del cual la probabilidad de una respuesta económica a la adición de fertilizantes es alta y por encima del cual la probabilidad es baja. La razón por la cual se hace una partición en dos grupos de puntos se basa en que el nivel crítico es el nivel por encima del cual el elemento que está siendo determinado deja de ser un factor limitante primario (Cate y Nelson, 1).

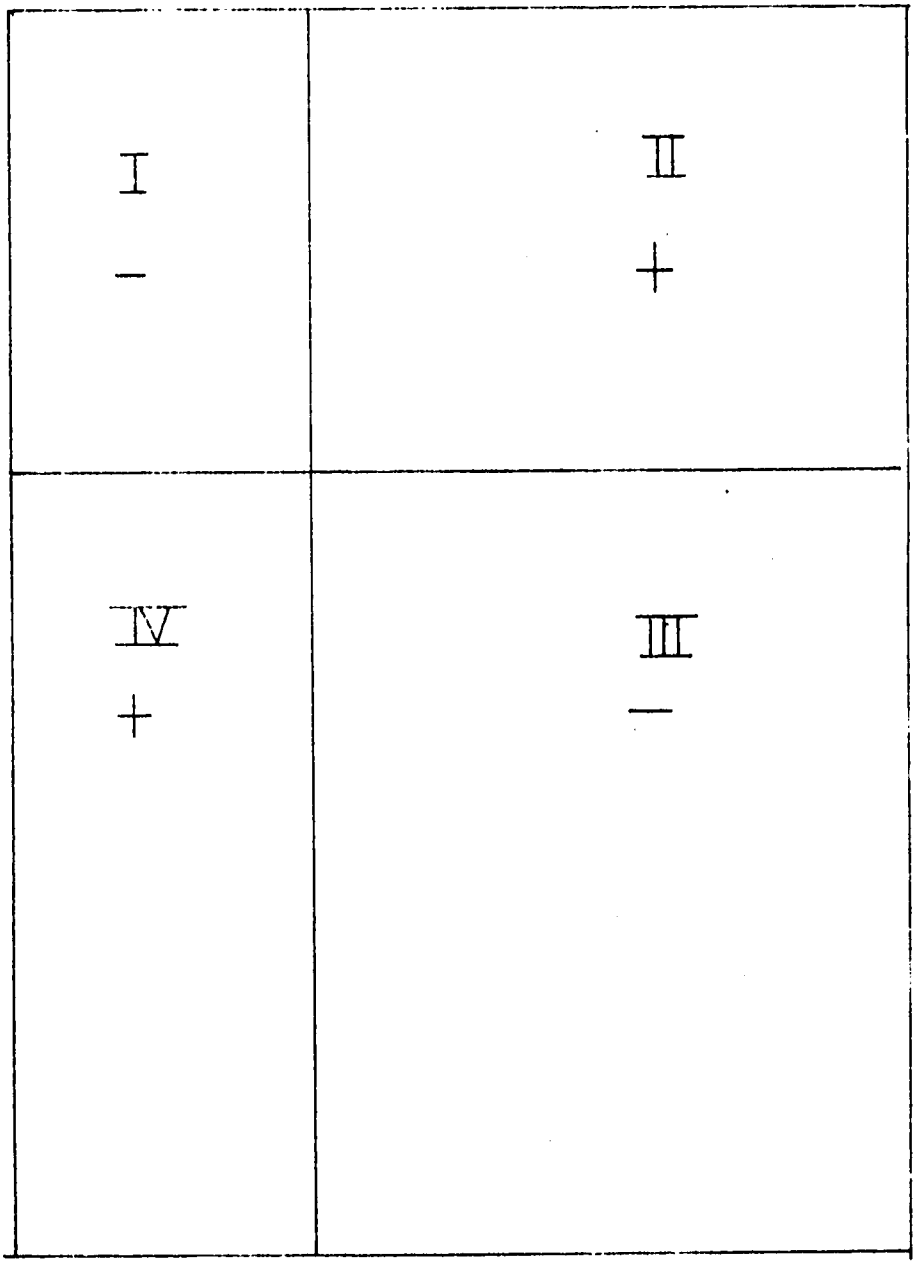


FIGURA 8. Modelo de plástico transparente que superpuesto al gráfico se usa para determinar valores críticos de análisis de suelos.

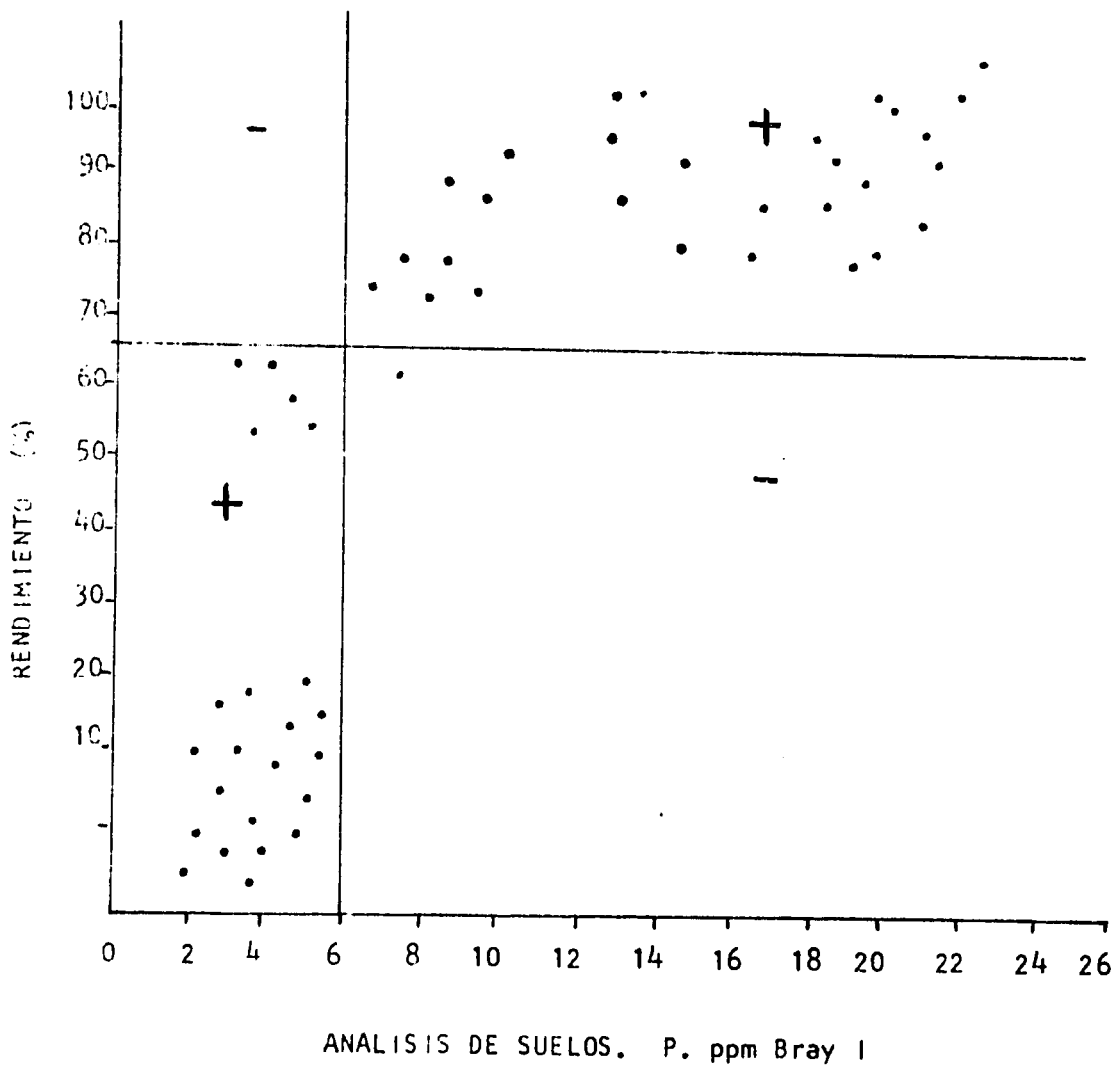


FIGURA 9. Distribución gráfica del porcentaje de rendimiento vrs. valores del análisis de suelo por el método de Bray I.

5.2. CALCULO DE LAS DOSIS DE CORRELACION

Una vez determinados los niveles críticos para cada elemento es necesario determinar "la dosis de fertilizante que corrigen la deficiencia". Para el efecto se utilizan, las pruebas de campo que se usaron para determinar los niveles críticos y se analizan para cada localidad y cultivo.

Se obtiene una curva de respuesta a dosis crecientes del elemento hasta lograr el nivel de los rendimientos decrecientes. El punto de máxima producción se considera la dosis de correlación para el cultivo en esas condiciones.

5.3. CALCULO DE LAS DOSIS ECONOMICAS

Generalmente el punto de máxima respuesta no coincide con el nivel de los "máximos rendimientos económicos". Para obtener este punto se hace necesario un análisis económico que consulte todas las variables que incicide en la producción.

Se consideran los costos fijos y los costos variables hasta obtener el rendimiento marginal por cada peso invertido en el fertilizante. El punto de máximo rendimiento por peso invertido es el punto buscado.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. CATE, R.B.; NELSON R.A. Un método rápido para correlacionar análisis de suelos en ensayos de fertilizantes. Raleigh. North Carolina. State University Agricultural Experiment Station. International Soil Testing. Technical bulletin, 1. 1965. p:5-8.

2. FITTS, J.W.; CATE, R.B.; UNTER, A.H.; WALKER, J.L.; WAUGH, D.L. Evaluación de la fertilidad del suelo en la América Latina. Análisis de suelos y plantas. Raleigh North Carolina. State University Agricultural Experiment Station. International Soil Testing. Technical bulletin, 2. 1965. 51 p.

3. GARAVITO, I. Propiedades químicas de los suelos. Bogotá, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (Colombia). 1974. 413 p. v.1, no. 11.

4. GOMEZ, A.A., BRAVO, E. Como tomar una buena muestra de los suelos. Chinchiná, Caldas, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1977. s.p. (Avances técnicos. Cenicafé, 64).

5. GROSS, A. ABONOS: Guía práctica de la fertilización. 6a. ed. Ediciones Mundi-prensa, Madrid, 1976. 585 p.

6. JACKSON, H.L Análisis químico de suelos. 2a.ed. Ediciones Omega, Barcelona, 1970. 662 p.

7. LOPEZ, R.J El diagnóstico de suelos y plantas. Métodos. Métodos de campo y laboratorio. 2a. ed. Ediciones Mundi-prensa, Madrid. 1972. 283 p.

8. LORA, R. El análisis de suelo y su interpretación. En: Los suelos y su fertilidad. Bogotá. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (Colombia). 1978. p:257-266 (Compendio no. 23).

9. MARIN, G. Algunos aspectos del análisis de suelos. I. Instrucciones para tomar muestras de suelos. Palmira, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (Colombia). 1968. p: 9-11 (Boletín de Divulgación, 16).

10. _____. Algunos aspectos del análisis de suelos. Tipos de análisis y procedimientos. Palmira, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (Colombia). 1968. p:19-26. (Boletín de divulgación, 16).

11. _____; ORTIZ, R.G.; LORA, R.; OWEN, E. El análisis de suelos y las recomendaciones de fertilizantes y cal. Tercera aproximación. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (Colombia). 1975. 26 p. (Boletín técnico, 34).

12. NAVAS, J.; MANZANO, H.A.; McCLUNG, A.A. Algunos aspectos del análisis de suelos. Calibración del análisis. Palmira, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (Colombia). 1968. pp. 27-36. (Boletín de Divulgación, 16).

13. ORTIZ, R.G. Tratamiento de la muestra en el laboratorio. Palmira, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (Colombia). 1979. 10 p. (Mecanografiado).

14. RAMIREZ, A. El análisis de suelos y su interpretación. Palmira, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (Colombia). 1979. 7 p. (Mimeografiado).

15. RICHARDS, L.A. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de la Secretaría de Agricultura y Ganadería. 1954. 172 p. (Manual de Agricultura, 60).

16. TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Barcelona, Montamer y Simón. 1970. 760 p.

17. WAUGH, D.L.; CATE, R.B. Jr.; NELSON, L.A. Modelos descontinuos para una rápica correlación, interpretación y utilización de los datos de análisis de suelos y las respuestas a los fertilizantes. Raleigh, North Carolina State University. International Soil Fertility. 1973. 106 p. (Boletín técnico, 7).

ALGUNAS CONSIDERACIONES PARA INTERPRETAR ADECUADAMENTE EL ANALISIS DE SUELOS *

Alvaro García Ocampo **

GENERALIDADES

El éxito que se obtenga de la explotación agrícola depende de una serie de factores entre los cuales se destacan el uso de semilla certificada, variedades o híbridos apropiados, buena preparación del terreno, siembras oportunas, adecuado y suficiente riego y control eficiente de plagas, enfermedades y malezas. Además de los anteriores merece especial atención el uso económico y racional de los fertilizantes.

Los altos precios que han alcanzado las fuentes de fertilizantes en el comercio mundial han hecho que estas cuesten, en América del Sur, entre un 50 y 100%, más que en Europa. Si a lo anterior se añade el uso de variedades arquitectónicamente diseñadas para conseguir una mejor utilización de la luz y alcanzar mayores rendimientos y, por ende, con requerimientos crecientes de nutrientes, se tiene que en el proceso de producción agrícola es de decisiva importancia el manejo ponderado de la práctica de la fertilización.

La recomendación de fertilizantes y enmiendas con base en el análisis químico del suelo adquiere, entonces, una importancia vital en el manejo económico de la producción. Este nos permite conocer las cantidades aprovechables de los diferentes nutrimentos que contiene, hacer la

---

* Contribución del Programa de Suelos. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Palmira.

** I.A., M.Sc., Director Laboratorio de Suelos, C.N.I.A. Palmira. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Apartado Aéreo 233. Palmira-Valle.

determinación de las necesidades nutricionales de los cultivos y los problemas de fertilidad que se puedan presentar.

Conociendo el contenido de nutrimentos del suelo se puede determinar que elemento es claramente limitante para la producción en un momento dado, y seleccionar las enmiendas y/o los fertilizantes apropiados para un determinado cultivo.

El acierto en el diagnóstico de la fertilidad del suelo basado en el análisis químico depende fundamentalmente de la representatividad de las muestras, de la calidad y precisión de las determinaciones efectuadas en el laboratorio y de la correcta interpretación.

Para hacer la recomendación de fertilizantes se tiene en cuenta, además de las respuestas obtenidas en ensayos de campo, el clima, la clase de cultivo, las condiciones del suelo y el manejo ya que estos factores hacen que los requerimientos nutricionales varien.

Es necesario considerar que para una mayor confiabilidad del análisis la interpretación debe tener presente los factores mencionados, los niveles críticos, las propiedades del suelo y la evaluación integral de las características del terreno, la influencia de estas sobre los diferentes nutrimentos y la interrelación de estos entre sí.

1. EL pH DEL SUELO

Mide el grado de acidez o alcalinidad de un medio acuoso. Con el pH del suelo están intimamente relacionadas ciertas reacciones de oxidación y reducción, la actividad microbiana, la solubilidad y disponibilidad de muchos nutrimentos y también la toxicidad de varios de ellos.

La reacción del suelo no incide directamente sobre el crecimiento de las plantas, salvo en los casos extremos de acidez o de alcalinidad, Pero sus efectos se manifiestan indirectamente sobre la disponibilidad de algunos nutrimentos, como en el caso del fósforo, en la solubilidad de algunos micronutrimentos como boro, manganeso, molibdeno y zinc; en la toxicidad de algunos otros como aluminio, manganeso, hierro y sodio y sobre la actividad de los microorganismos afectando las relaciones

simbióticas y parasíticas entre microbios y plantas superiores.

Por las anteriores razones la determinación del pH es quizás la más importante en el análisis del suelo, puesto que da información acerca de la fertilidad del mismo y de posibles problemas que puedan estar afectan do el desarrollo normal de los cultivos.

Para efectos de la interpretación del análisis se ha elaborado una escala de clasificación considerando los aspectos citados, así:

1.1. MENOR DE 5.5: MUY ACIDO

Se puede presentar toxicidad de aluminio, hidrógeno y manganeso y deficiencia de fósforo, calcio, magnesio, molibdeno y nitrógeno.

Es necesario encalar para la mayoría de los cultivos.

1.2. 5.5 - 5.9: MODERADAMENTE ACIDO

Baja solubilidad del fósforo y regular disponibilidad de calcio y magnesio. Algunos cultivos como leguminosas requieren encalamiento.

1.3. 6.0 - 6.5: LIGERAMENTE ACIDO

Es la condición adecuada para el crecimiento de la mayoría de los cultivos.

1.4. 6.6 - 7.3: CASI NEUTRO

Buena disponibilidad de calcio y magnesio; moderada disponibilidad del fósforo; baja disponibilidad de los micronutrimentos con excepción del molibdeno.

1.5. 7.4 - 8.0: ALCALINO

Posible exceso de calcio, magnesio y carbonatos. Baja solubilidad

del fósforo y micronutrimentos con excepción del molibdeno. Se inhibe el crecimiento de varios cultivos, por lo cual puede existir necesidad de tratar el suelo con enmiendas.

1.6. MAS DE 8.0: MUY ALCALINO

Posible exceso de sodio intercambiable. Se inhibe el crecimiento de la mayoría de los cultivos por lo cual es necesario tratar el suelo con enmiendas.

2. CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA

Su contenido en el suelo es muy variable fluctuando entre 2 y 5%, en suelos de climas cálidos, pudiendo presentarse valores de hasta 30 y 40% en suelos de regiones altas y temperaturas bajas.

La materia orgánica confiere al suelo características que hacen más fácil su manejo, ya que mejora las propiedades físicas proporcionándole una mejor estructura, aumentando la capacidad de retención de agua, la actividad biológica y la capacidad de intercambio catión co, contribuye también a disminuír las pérdidas por lixiviación en los suelos livianos.

Su determinación es útil como indicativo de algunas propiedades y procesos que se suceden en el suelo. Permite estimar, por ejemplo, la reserva de algunos nutrimentos, conocer el grado de erosión en suelos de ladera, hacer apreciación del grado de oxidación y dispersión y el efecto de la lixiviación a los horizontes inferiores en suelos sódicos y magnésicos, así como inferir ciertas propiedades físicas como aireación y capacidad de retención de agua.

En los resultados del análisis efectuado por el laboratorio ~~se expresa como~~ se expresa como un porcentaje del peso total del suelo.

No se han establecido niveles críticos para los contenidos de materia orgánica, debido a la existencia de muchos factores que afectan su

acumulación o descomposición. Sin embargo, se han elaborado estimativos de su contenido en el suelo de acuerdo al clima los cuales pueden observarse en la Tabla 1.

Marín y Gómez (1968), encontraron correlación positiva entre el contenido de materia orgánica y la altura sobre el nivel del mar, aumentando el contenido de aquella a medida que disminuye la temperatura debido a la baja rata de mineralización, por lo cual los estimativos se han realizado teniendo en cuenta dicho factor.

TABLA 1. Estimativo de la materia orgánica en los suelos (Frye, 1972).

Clima	Interpretación del % de M.O.		
	Bajo	Medio	Alto
Frío	Menor de 5	5 - 10	Mayor de 10
Medio	Menor de 3	3 - 5	Mayor de 5
Cálido	Menor de 2	2 - 4	Mayor de 4

La materia orgánica es fuente de nitrógeno, fósforo, azufre y algunos elementos menores.

El contenido de nitrógeno total en los suelos presenta un amplio rango, siendo más común para la capa arable el comprendido entre 0.2 y 0.7%. Su determinación en el Laboratorio ha caído en desuso para las recomendaciones de fertilizantes nitrogenados. En su lugar, se determina el contenido de carbono orgánico, el cual multiplicado por 1,724 dá el contenido de materia orgánica en el suelo. El factor resulta de la estimación de que la materia orgánica contiene un promedio de 58% de carbono.

En términos generales el porcentaje de materia orgánica dividido por 20 es igual al porcentaje de nitrógeno.

Para facilidad en la interpretación de los resultados del análisis

se usan estimativos conceptuales de su contenido en el suelo (Tabla 2), ya que es difícil encontrar una correlación aceptable entre el contenido de nitrógeno y la respuesta de los cultivos a la fertilización. Algunos investigadores han hallado buena correlación entre producción de nitratos y amonio por el suelo con la respuesta a nitrógeno, pero hasta el momento no se dispone de un método satisfactorio para medir la rata de mineralización siendo el más usado la medida de la capacidad de producción de nitratos.

En Colombia se ha encontrado que la respuesta al nitrógeno está concentrada principalmente en las regiones más bajas y cálidas. En las altas y frías el nitrógeno es alto pero la nitrificación es generalmente baja y las respuestas son poco comunes (Marín, 1977).

TABLA 2. Estimativo conceptual del nitrógeno en los suelos (Frye, 1972).

Clima	Interpretación del % de nitrógeno total		
	Bajo	Medio	Alto
Frío	Menor de 0.25	0.25 - 0.50	Mayor 0.50
Medio	Menor de 0.15	0.15 - 0.25	Mayor 0.25
Cálido	Menor de 0.10	0.10 - 0.20	Mayor 0.20

Para hacer recomendaciones de fertilizantes nitrogenados debe tenerse en cuenta el contenido de materia orgánica, arena y arcilla en la capa arable, puesto que se requieren cantidades más altas de nitrógeno en suelos arenosos que en arcillosos con igual contenido de materia orgánica. Los efectos de rotaciones de leguminosas con gramíneas o de mezclas son importantes desde el punto de vista económico, debido a que la fijación simbiótica de nitrógeno contribuye grandemente al aporte de este nutrimento para las cosechas.

El régimen de lluvias es de especial importancia dado que si caen

lluvias fuertes inmediatamente después de la aplicación de fertilizantes nitrogenados, será necesario reemplazar el que se pierde por lixiviación, especialmente en los suelos de texturas livianas.

El tipo de cultivo sugiere la práctica a usar: por ejemplo, se han encontrado respuestas de los pastos en casi todos los climas; en maíz, las pruebas regionales han confirmado la respuesta en los climas medios y cálidos, pero no en los fríos.

3. FOSFORO APROVECHABLE

En los resultados de los análisis de suelos se expresa en partes por millón (ppm) de su forma elemental (P).;

Gran parte de la superficie del país está constituída por suelos con alto contenido de aluminio intercambiable (ácidos) y por suelos derivados de cenizas volcánicas, caracterizados por su bajo contenido de fósforo aprovechable para las plantas y la capacidad de fijar cantidades del elemento aplicado como fertilizante.

Los suelos altamente meteorizados (latosoles, oxisoles) contienen relativamente bajas cantidades de fósforo. Los suelos derivados de cenizas volcánicas contienen muy altas cantidades de fósforo total, sin embargo, los cultivos que crecen en estos suelos responden marcadamente a la fertilización con fósforo.

La aprovechabilidad de este nutrimento por las plantas está influenciada por algunas características de los suelos: (Marín, 1977).

3.1. pH

El fósforo es absorbido como $H_2PO_4^-$ y $HPO_4^=$, formas iónicas que predominan a pH entre 5.5 y 7.0. A pH 9.0 predomina el ión $PO_4^=$ que es tóxico para las plantas. Por encima de pH 7.0 los iones Ca++ y Mg++, así como la presencia de carbonatos de esos metales en el suelo, precipitan al fósforo agregado en los fertilizantes disminuyendo su

aprovechabilidad.

3.2. CONTENIDO DE Fe Y Al

En suelos minerales ácidos estos iones se intercambian con los fosfatos para formar compuestos insolubles. La retención también se efectúa por la reacción de los fosfatos con los hidróxidos de Fe y Al formando el mismo tipo de compuesto.

3.3. LOS MINERALES DE ARCILLA

El fósforo puede ser fijado por ellos, principalmente por los de tipo 1:1 como la caolinita y por arcillas amorfas como la alofana y óxidos e hidróxidos de Fe y Al.

Las respuestas de los cultivos al fósforo en el país han sido muy variables, estando localizadas principalmente en las regiones altas e intermedias y dependiendo principalmente del cultivo en consideración y de las condiciones climáticas de la zona. En las partes más frías del país, el fósforo es el primer elemento claramente limitante; en ellas la producción de papa, trigo, cebada y avena es extremadamente baja slendo indispensable la fertilización fosfórica para obtener beneficios. Los suelos meteorizados, como en los Llanos Orientales, son en su gran mayoría deficientes y con el fin de aumentar el fósforo aprovechable es necesario añadir altas cantidades de fertilizantes fosfóricas.

El ICA ha realizado numerosos ensayos para tratar de definir niveles críticos para los diferentes cultivos. En la Tabla 3 se presentan algunos de ellos.

Al hacer las recomendaciones de fertilizantes debe tenerse en cuenta el cultivo en consideración, pués los de lento desarrollo lo toman en dosis pequeñas y pueden utilizar mejor las reservas del suelo, mientras que los cultivos de rápido desarrollo tienen requerimientos elevados.

TABLA 3. Niveles críticos del fósforo en los suelos para varios culti - vos.

Cultivos	Niveles críticos		
	Fósforo	Bray II	(ppm)
	Bajo	Medio	Alto
Papa-Hortalizas de clima frío	<40	40 - 60	>60
Cereales de clima frío Hortalizas de clima medio Leguminosas de clima frío	<20	20 - 40	>40
Caña para panela Yuca - Plátano - Piña - Arroz Pastos de corte	<15	15 - 30	>30
Cacao - Palma Africana Cocotero - Frutales - Praderas	<10	10 - 20	>20
Probabilidad de respuesta a la fertilización	ALTA	MEDIA	BAJA

También debe tenerse en cuenta el clima ya que al activar o moderar el desarrollo vegetativo influye sobre la mayor o menor demanda de este nutrimento.

De acuerdo al contenido de fósforo dado por el análisis de suelos se han establecido las siguientes dosis de corrección.

Para regiones en donde los suelos presentan contenidos extremadamente bajos de fósforo y excesivos de aluminio intercambiable, se viene desarrollando una nueva estrategia consistente en el mejoramiento de variedades o especies con bajos requerimientos de ese nutrimento asociados a

TABLA 4. Dosis de corrección de fósforo de acuerdo al resultado del análisis de suelos.

P (ppm) Bray II	P_2O_5 (Kg/ha)
< 5	180
5 - 10	135
10 - 15	90
15 - 30	45
> 30	0

una tolerancia excelente a niveles de aluminio considerados tóxicos para la mayoría de las especies cultivadas, lo cual constituye una ventaja por el bajo uso de insumos y la consiguiente disminución de costos.

4. LA ACIDEZ DEL SUELO

Puede ser producida por la percolación continua del agua, el intercambio iónico entre las raíces de las plantas y los coloides, del suelo, el uso prolongado de fertilizantes de residuo ácido, la meteorización mineral y la descomposición de la materia orgánica.

Los suelos ácidos generalmente presentan contenidos elevados de Mn, Fe y Al intercambiables que por su toxicidad originan crecimiento deficiente de las plantas.

La acidez altera las poblaciones y la actividad de los microorganismos responsables de las transformaciones del nitrógeno, fósforo y azufre en el suelo.

Cuando el pH es inferior a 5.5 se puede esperar que se presenten algunos problemas relacionados con la acidez. Con excepción de los casos en que el contenido de materia orgánica sea muy alto, un suelo con

este pH indica un contenido de bases muy bajos y por lo tanto posibles deficiencia de calcio, magnesio y fósforo. Cuando el pH aumenta, la aprovechabilidad de los elementos menores varía de acuerdo con el elemento y las propiedades del suelo. Cobre, hierro, zinc, manganeso y boro son más aprovechables a bajo que a alto pH; lo contrario sucede con el molibdeno. También puede observarse deficiencia de cobre en cosechas que crecen en suelos orgánicos con pH bajo.

Para neutralizar el H+ y el AL+++ intercambiables asociados con la acidez del suelo, se recomienda la aplicación de enmiendas.

Las recomendaciones de correctivos se basan principalmente en el pH y el contenido de Al intercambiable. Debe tenerse en cuenta también la textura, el contenido de materia orgánica y la planta que se va a cultivar.

Los suelos con alto contenido de materia orgánica y/o arcilla requieren más cal que los suelos arenosos para elevar el pH en una unidad. En suelos con menos de 10% de materia orgánica y pH inferior a 5.5 y en suelos con más de 10% de materia orgánica y pH menor de 5.0 se recomienda aplicar una tonelada y media de cal agrícola, que contenga por lo menos el equivalente al 80% de $CaCO_3$, por cada miliequivalente de aluminio intercambiable.

En muchos casos de suelos que requieren cal se encuentra una relación Ca:Mg muy amplia. En ellos la adición de cal agrícola agrava el problema ya que contiene solamente $CaCO_3$, pudiendo inducir una deficiencia de magnesio en los cultivos. En estos casos se recomienda la adición de cal dolomítica que contiene $CaCO_3$ y $MgCO_3$.

En algunas regiones del país, los suelos presentan contenidos de aluminio excesivamente altos y por lo tanto la cantidad de cal necesaria para su neutralización sería exagerada. Aplicaciones superiores a 3 ton/ha pueden resultar antieconómicas; por lo cual se recomienda, en estos casos, aplicar la cal fraccionada por ciclo agrícola hasta llegar a las condiciones adecuadas de acidez en los suelos.

Debe tenerse en cuenta que la cal reacciona lentamente en el suelo por lo cual debe aplicarse de 4 a 6 semanas antes de la siembra.

Cuando se hacen aplicaciones fuertes de cal pueden presentarse deficiencias de elementos menores, especialmente de manganeso, hierro y boro debido al aumento en el pH.

Hay cultivos como papa, yuca, soya, algunos cereales y hortalizas que son sensibles a los excesos de cal.

5. LAS BASES INTERCAMBIABLES DEL SUELO

Son los cationes considerados básicos (Ca^{++}, Mg^{++}, K^{+} y Na^{+}). Se expresan en miliequivalentes por 100 gramos de suelo.

Con el fín de hacer una evaluación más detallada de los cationes en el suelo se acostumbra expresar las bases como un porcentaje de la CIC, determinada por su suma más los cationes ácidos (H + Al), así:

$$\% \text{ Sat. bases} = \frac{\text{Bases} + (\text{meq./100 g}) \times 100}{\text{CIC (meq/100 g)}}$$

También se usa una determinación separada del porcentaje de saturación de cada uno de los diferentes cationes, el cual puede calcularse como un porcentaje de la CIC.

$$\% \text{ Sat. catión} = \frac{\text{Total del catión (meq/100 g)} \times 100}{\text{CIC (meq/100 g)}}$$

Se ha elaborado un estimativo conceptual de las bases en el suelo tanto en términos individuales como en porcentajes de saturación, el cual se detalla a continuación:

TABLA 5. Estimativo conceptual de las bases en el suelo (Frye, 1972).

Elemento		Interpretación		
		Bajo	Medio	Alto
Calcio	(meq/100 g)	Menos de 3	3 - 6	Más de 6
	Saturación (%)	Menos de 30	30 - 50	Más de 50
Magnesio	(meq/100 g)	Menos de 1.5	1.5 - 2.5	Más de 2.5
	Saturación (%)	Menos de 15	15 - 25	Más de 25
Potasio	(meq/100 g)	Menos de 0.15	0.15 - 0.30	Más de 0.30
	Saturación (%)	Menos de 2	2 - 3	Más de 3
Sodio	(meq/100 g)	Su contenido debe ser menor de 1		
	Saturación (%)	Debe ser menor del 15%.		

Se ha tratado de determinar el porcentaje de saturación de bases óptimo para el crecimiento de los cultivos. Por ejemplo para alfalfa se ha postulado que debe tener un 65% de saturación de calcio, 10% de magnesio, 5% de potasio y 20% de saturación con hidrógeno.

A medida que aumenta el porcentaje de saturación de bases aumenta el pH del suelo. Es deseable que un suelo presente una CIC alta asociada con una buena saturación de bases, ya que esto indica una gran capacidad potencial de suministro y reserva de calcio, magnesio y potasio (ICA, 1978).

En términos generales un estimativo conceptual de la CIC en los suelos debe ser: (Frye, 1972):

Menor de 10 meq/100 g	Baja
10 - 20	Media
Mayor de 20	Alta

Entre las bases deben existir algunas relaciones llamadas normales:

5.1. Ca:Mg

Se espera que normalmente sea 2-3:1 y aún mayor. Posiblemente existe una relacion óptima para cada cultivo o grupo de ellos, adaptándose la gran mayoría a la relación 2:1.

Cuando esta relación es muy amplia los cultivos pueden sufrir por escasez de magnesio, aunque este se encuentre en cantidades considerables en el suelo.

Si se tiene un suelo deficiente en magnesio y se encala utilizando compuestos que no lo contienen (cal calcítica), la relación Ca:Mg se hace muy amplia y se produce un desequilibrio indeseable. La misma situación se puede presentar cuando se fertiliza con dosis muy elevadas de superfosfato.

Para cultivos muy exigentes en magnesio es muy importante el mantenimiento de una relación adecuada para que no se restrinja el crecimiento y desarrollo, como en el caso del cacao.

También debe considerarse la relación invertida por los efectos tóxicos que un exceso de magnesio pueda tener sobre los cultivos, pero principalmente en el aspecto de manejo de suelos ya que la mayor o menor proporción de cationes confiere al suelo propiedades definidas con diferentes manejo.

En el caso de los suelos altos en magnesio considerados como magnésicos el suelo adquiere condiciones que hacen difícil su manejo, ya que el magnesio tiene efectos dispersantes causando disminución de la conductividad hidráulica y por consiguiente de la permeabilidad.

5.2. $\frac{Ca + Mg}{K}$:

Da una indicación de los contenidos relativos de los nutrimentos en cuestión. Esta relacionada con el antagonismo iónico entre magnesio y potasio.

Cuando se tienen cultivos muy exigentes en potasio debe ponerse especial cuidado a esta relación: por ejemplo en café una relación mayor que 10 indica predominancia de calcio y magnesio sobre el potasio, siendo este probablemente deficiente, aún a niveles altos de 0.2 a 0.4 meq/ 100 g de suelo, restringiéndose el crecimiento y desarrollo. En este cultivo el antagonismo del potasio con el calcio y magnesio rige la nutrición.

En algodón se ha encontrado que cuando la relación es mayor de 70 se presenta un 95% de probabilidades de deficiencia de potasio.

6. POTASIO

Después del nitrógeno, y el calcio, el potasio es el nutrimento esencial que las plantas absorben en mayor cantidad. En los resultados del análisis de suelos se expresa en miliequivalentes por 100 gramos de suelo.

En Colombia se ha encontrado una gran variación entre los distintos suelos para suministrar potasio aprovechable para las plantas. Se ha demostrado que los suelos contienen suficiente cantidad de potasio aprovechable para abastecer varias cosechas cuando se trata de cultivos anuales. Cultivos permanentes o semipermanentes como café, cacao y plátano requieren la aplicación de fertilizantes potásicos para obtener rendimientos normales (Marín, 1978).

La aprovechabilidad del potasio por las plantas está afectada por algunos factores, tales como el tipo de arcilla, el ión amonio, el encalamiento de los suelos, los microorganismos del suelo, la clase de planta y factores físicos como la humedad, la temperatura y el aire del suelo.

Tanto el ión amonio como el potasio pueden ser fijados por las arcillas expandibles. La presencia de amonio altera tanto la fijación como la liberación del potasio en el suelo; mientras mayor sea la cantidad del amonio será mayor la cantidad de potasio entrapado.

Se ha encontrado un aumento en la fijación posterior al encalamiento debida principalmente al aumento en la alcalinidad del suelo y al efecto de la saturación de bases del complejo de cambio, disminuyendo la absorción de potasio por las plantas. Debido a la existencia de extensas áreas en donde el encalamiento es una práctica importante es necesario efectuarla cuidadosamente.

Marín y colaboradores (1960), encontraron que el potasio puede llegar a ser un nutrimento limitante cuando los suelos se someten a cosechas intensivas de plantas con alto requerimiento en potasio.

Se han establecido niveles críticos de potasio en el suelo para varios cultivos así:

TABLA 6. Niveles críticos de potasio en los suelos para varios cultivos.

Cultivos	Niveles críticos Potasio meq/100 g		
	Bajo	Medio	Alto
Papa - Hortalizas de clima frío	< 0.40	0.40 - 0.60	> 0.60
Cereales de clima frío Hortalizas de clima medio Leguminosas de clima frío	< 0.20	0.20 - 0.40	> 0.40
Caña para panela Yuca - Plátano - Piña Arroz - Pastos de Corte	< 0.15	0.15 - 0.30	> 0,30
Cocotero - Frutales - Praderas	< 0.10	0.10 - 0.20	> 0.20
Cacao	< 0.24	0.24 - 0.40	> 0.40
Respuesta a la fertilización	Alta	Media	Baja

Para hacer recomendación de fertilizantes potásicos es necesario tener en cuenta la clase de cultivo, la posibilidad de que el suelo en cuestión tenga alta capacidad de suministro de potasio o fijación del mismo, las relaciones de este nutrimento con otros cationes como el Ca y Mg y la conveniencia de hacer aplicaciones moderadas con el fín de equilibrar las pérdidas de potasio debidas a lixiviación y absorción por los cultivos, además de los factores que afectan su aprovechabilidad por las plantas.

De acuerdo a los resultados del análisis de suelos y a los niveles críticos establecidos se tienen las siguientes dosis de corrección:

TABLA 7. Dosis de corrección de potasio de acuerdo al resultado del análisis de suelos.

Potasio - meq/100 g	K_2O- Kg/ha
$<$ 0.05	120
0.05 - 0.10	90
0.10 - 0.15	60
0.15 - 0.30	30
$>$ 0.30	0

7. SALES Y SODIO

Cuando las sales o el sodio se concentran por efecto del relieve, el clima o el suelo se produce salinización o sodificación de los suelos.

De los tres factores el más importante es el clima, ya que las condiciones de humedad o sequía contribuyen a la dilución o concentración de iones en la solución del suelo.

En general, la evaporación del agua superficial y/o el movimiento

ascendente del agua subterránea originan suelos salinos. En período seco se sucede evaporación concentrándose la solución del suelo, causa por la cual la actividad de los iones monovalentes aumenta siendo desplazados los bivalentes. Por el contrario, en condiciones de humedad se presenta aumento de actividad de los iones bivalentes siendo estos adsorbidos y los segundos lixiviados.

En los suelos de textura fina las sales solubles son de difícil lavado y, si a esto se agregan condiciones climáticas que favorezcan la evaporación, se produce concentración de sales.

El drenaje influye decisivamente en estos procesos pues cuando la circulación del agua es restringida no se produce lixiviación de los iones monovalentes, y el complejo de cambio se sodifica.

7.1. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA

El contenido de sales se estima por medio de la conductividad eléctrica en el extracto de saturación. Se expresa en mmhos/cm a 25°C.

Si la conductividad eléctrica es elevada indica que la concentración de sales es alta y si éstas se encuentran en exceso el suelo es inadecuado para el crecimiento de las plantas y se dice que es salino.

En la Tabla 8 se muestra la escala recomendada para calificar un suelo por la salinidad de acuerdo con la conductividad eléctrica en el extracto de saturación y sus efectos sobre las plantas.

Las conductividades eléctricas bajas evidencian que la velocidad de movilización de los elementos nutritivos es baja o que algunos de ellos están totalmente ausentes.

7.2. PORCENTAJE DE SODIO INTERCAMBIABLE

Si el porcentaje de saturación de sodio con respecto a la capacidad de intercambio catiónico es superior al 15%, el suelo es sódico.

TABLA 8. Interpretación de la conductividad eléctrica del extracto del suelo (mmhos/cm) (Marín y Gómez, 1968).

0 - 2	2 - 4	4 - 8	8 - 16	>16
No Salino	Muy ligeramente salino	Moderadamente salino	Fuertemente salino	Muy fuertemente salino
Efectos despreciables	Los rendimientos de los cultivos muy sensibles pueden ser restringidos.	Los rendimientos de muchos cultivos son restringidos.	Solo cultivos tolerantes rinden satisfactoriamente.	Poquísimos cultivos rinden satisfactoriamente.

El exceso de sodio confiere al suelo propiedades físicas indeseables. Los suelos sódicos son muy difíciles de manejar; muy plásticos y pegajosos en húmedo, duros y compactos en seco (Russell, 1961).

El pH es superior a 8.5 y el contenido de materia orgánica es muy bajo puesto que es oxidada y dispersada, iluviándose a los horizontes inferiores. La superficie del suelo toma un color oscuro debido a las partículas dispersas de humus. Los suelos afectados por sales se han clasificado de acuerdo a sus propiedades físico-químicas, así: (Tabla 9).

TABLA 9. Clasificación de suelos afectados por sales de acuerdo a sus propiedades físico-químicas.

Suelos	Conductividad eléctrica mmhos/cm 25°C	Porcentaje de sodio intercambiable
Salino	>4	<15
Sódico	>4	<15
Salino-sódico	>4	<15
Normal	>4	<15

Cuando hay presencia de sales y sodio se recomienda hacer determinaciones en el extracto de saturación que son más completas. El extracto se obtiene adicionando agua desmineralizada al suelo poco a poco hasta formar una parte de suelo saturado. Se filtra para separar el suelo del agua. En el filtrado se encuentran todas las sales solubles. Las determinaciones en el extracto de saturación permiten precisar el tipo y concentración de las sales presentes.

En algunas áreas se encuentran suelos con altos contenidos de magnesio intercambiable y saturaciones del mismo, en relación a la capacidad de intercambio catiónico, de hasta 70 u 80%.

Algunos autores han encontrado que cuando el magnesio supera el calcio se puede presentar toxicidad en la planta (Tisdale y Nelson, 1969); Russell (1964), afirma que a presiones osmóticas altas e iguales los iones de Mg son más tóxicos que los iones de Na, aunque estos efectos no reconozcan porque los iones de sodio son generalmente predominantes en suelos salinos.

El magnesio imparte propiedades físicas desfavorables a suelos con altos contenidos de arcillas montmorilloníticas, además de causar dispersión de la materia orgánica y disminución de la permeabilidad del suelo. En estas condiciones el suelo se hace difícil de trabajar y muy pocos cultivos pueden crecer satisfactoriamente en él.

Esta condición hace necesario prestar especial atención al análisis, con el fín de determinar la causa del crecimiento pobre de algunos cultivos en suelos con esta característica y que aparentemente son normales.

8. UNIDADES DE EXPRESION EMPLEADAS EN EL ANALISIS DE SUELOS

Las mas empleadas son:

a) Porcentaje
b) Miliequivalentes por cien gramos de suelo
c) Partes por millón

8.1. MILIEQUIVALENTES

El equivalente químico de un elemento es el resultado de dividir su peso atómico por su valencia. Cuando se expresa en gramos se le denomina equivalente gramo.

Ejemplo:

Para el potasio
Peso atómico del potasio

Valencia	1
Equivalente gramo	39 g.
Un miliequivalente es igual al equivalente	1000
Para el potasio	0.039 g

Si se quieren convertir a kilogramos por hectárea se debe tener en cuenta que se ha aceptado que una hectárea de suelo, capa arable, pesa 2.000.000 de Kg o que tiene un volumen de 2.000.000 de litros. Si se supone que un análisis de suelos dió 1 meq de K por 100 g de suelo, esto equivale a 0.039 g de suelo, o sea en 0.00039 Kg de suelo. Por tanto en una hectárea o sea en 2.000.000 de Kg habrá 780 Kg de potasio.

Así mismo se tiene:

1 meq deCa/100 g de suelo = 400 Kg de Ca/ha
1 meq de Mg/100 g de suelo = 240 Kg de Mg/ha
1 meq de Na/100 g de suelo = 460 Kg de Na/ha

8.2. PARTES POR MILLON (ppm):

Corresponde a las unidades en un millón de unidades.
Ejemplo: litros en un millón de litros; kilogramos en un millón de kilogramos.

Si un suelo tiene según el análisis 1 ppm y una hectárea de suelo, capa arable pesa 2.000.000 de kg ese suelo tendrá 2 kg de fósforo por hectárea. Si se quiere expresar este resultado en forma de P_2O_5 basta multiplicarlo por 2.29 o sea igual 4.58 kg de P_2O_5/ha 1 ppm. de fósforo es igual a 4.58 kg de P_2O_5/ha.

$$\text{ppm P} \times 4.58 = \underline{\text{kg } P_2O_5/\text{ha}}$$

$$\text{kg P} \times 2.29 = \text{kg } P_2O_5/\text{ha}$$

$$4.58 \quad \frac{P_2O_5}{P} = \frac{142}{31} = 4.58$$

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

FRIC, C.A. El análisis de suelos en la evaluación de su fertilidad para la aplicación de fertilizantes y correctores. Ibagué, U. del Tolima. 1972. pp. 1-29. 3a. Reunión Nacional de Suelos.

2. _____. Manejo del suelo y uso de fertilizantes en el cultivo del algodonero. Federación Nacional de Algodoneros. Espinal 73 p. 1977.

3. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Programa de Suelos. Interpretación de análisis de suelos y recomendaciones de fertilizantes. 1971.

4. _____. Programa de Suelos. Los suelos y su fertilidad. Compendio No. 23. 1978. 330 p.

5. MARIN, G.M. Fertilidad de suelos con énfasis en Colombia. Copia preliminar. Instituto Colombiano Agropecuario. 1977. 299 p.

6. _____. Fertilización de alfalfa en suelos de clima frío en Colombia. Bogotá, Ministerio de Agricultura, DIA. Boletín Técnico No. 7. 47 p. 1960.

7. _____.; GOMEZ, J.A. La interpretación del análisis de suelos. IN: Algunos aspectos del análisis de suelos. Bogotá. Instituto Colombiano Agropecuario, Boletín de Divulgación No. 16. 1968. pp. 37-47.

8. RUSSELL, E.W. Soil conditions and plant growth. New York, John Willye, 1961.

9. _____. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas. Trad. 8a. Ed. Inglesa 3er. Ed. Aguilar Barcelona. 1964. 771 p.

10. TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. Soil fertiligy and fertilizers. 2a. Ed. New York. Ed. McMillen. 1969. 746 p.

FERTILIZACION EN EL CULTIVO DE LA SOYA *

Alvaro Parra Castro **

Uno de los factores que inciden notablemente en el establecimiento de la soya son los suelos o su adaptabilidad por medio de la fertilización o adecuación de los mismos. Luego un paso necesario para la implantación de este cultivo, a más de las condiciones ambientales, es el conocimiento específico de los suelos en cuanto a las condiciones físico-químicas en que se encuentren y además los medios apropiados para su fertilización en caso de que esta sea necesaria, económica, rentable o claramente justificada.

1. CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SUELOS DONDE SE CULTIVA SOYA

Generalmente esta planta requiere suelos de buena profundidad, sueltos y de adecuadas propiedades físicas, siendo las más apropiadas en suelos de textura franco y franco arcilloso.

No es aconsejable sembrar en suelos pobres en nutrimentos y erodados, o con mala aireación, o en suelos con mucha humedad susceptibles a inundaciones fuertes, en suelos con alto índice de acidez, salinidad o alcalinidad, con altos contenidos de magnesio, tampoco en suelos muy arcillosos o arenosos.

---

* Contribución del Programa de Suelos del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Palmira.

** I.A., Programa de Suelos del C.N.I.A. Palmira. Apartado Aéreo 233. Palmira - Valle.

1.1. CONSUMO DE NUTRIMENTOS

Desde el punto de vista fisiológico, la deficiencia de nutrimentos dificulta principalmente el crecimiento o utilización de los azúcares que la planta elabora por fotosíntesis de las hojas. La cantidad de nutrimentos asimilados por la planta de soya a principios del ciclo de desarrollo es relativamente poca, puesto que las plantas están pequeñas. Sin embargo, la utilización del N, P, K sigue una pauta más o menos constante desde que el cultivo está en plena floración hasta que los granos se aproximen a su estado verde.

Los nutrimentos que la soya recupera durante el año de aplicación de fertilizantes, bajo buenas condiciones de cultivo varía del 5 al 20% en cuanto al P y 30 a 60% de K. Al madurar, los granos de soya contienen aproximadamente 75% de N y P y más o menos 60% de K asimilados por la planta. Los tallos, vainas y pecíolos contienen una mayor concentración de K que P y N. Las plantas de soya requieren además otros nutrimentos tales como Ca, Mg, S, Fe, B, Mn, Mo, Zn y Cu.

1.2. REMOCION DE NUTRIMENTOS

La nutrición mineral de la soya es relativamente compleja. Por ejemplo con un rendimiento de 3.000 Kg/ha en cultivo de soya puede extraer aproximadamente de suelo 205 Kg. de N, 55 Kg de P_2O_5 y 135 Kg. de K_2O.

1.3. CAL

El objetivo principal del encalamiento es neutralizar el hidrógeno (H+) el aluminio intercambiable (Al+++) y/o manganeso presentes en el suelo, los cuales pueden estar en cantidades tóxicas, además suplir adecuadamente las exigencias de las plantas con calcio y magnesio. Las recomendaciones de cal, con el propósito de corregir la acidez del suelo, se basan principalmente en el pH y el contenido de Al intercambiable en los suelos. En general, en suelos con un pH inferior a 5.5 y bajos en

materia orgánica se recomienda aplicar una y media tonelada de cal agrícola, que contenga por lo menos un 80% de $CaCO_3$ por cada miliequivalente de Al intercambiable presente en 100 gramos de suelo.

Previamente estas aplicaciones deben estudiarse en conjunto con la aplicación de fertilizantes y es importante efectuar ensayos de campo que manifiesten la respuesta de la soya a diferentes dosis de encalamiento.

Para obtener buenos resultados en la aplicación de cal es necesario incorporarla completamente al suelo; una posibilidad sería aplicando la mitad de la dosis de cal e incorporándola con el arado y luego aplicar la segunda mitad incorporándola con el rastrillo, o también efectuando una sola aplicación e incorporando la cal con el rastrillo a una buena profundidad.

En la soya un pH de 6 - 6.5 se considera ideal, sin embargo en buenas condiciones este cultivo puede tener un buen desarrollo hasta un pH de 7.5 a 8.1 como en algunas áreas del centro y norte del Valle del Cauca.

1.4 FUENTES DE CAL PARA NEUTRALIZAR LA ACIDEZ

Para neutralizar la acidez o aumentar el pH existen varias clases de fuentes de cal:

1.4.1. Cal Agricola.

Este producto se encuentra en su estado natural como piedra caliza y tiene un 70% de carbonato de calcio ($CaCO_3$).

1.4.2. Cal Dolomítica.

Es una mezcla de corbonato de calcio y de magnesio. Contiene aproximadamente un 40% de carbonato de calcio ($CaCO_3$) y un 10% de carbonato de magnesio ($MgCO_3$). Esta fuente a más de neutralizar la acidez aporta

magnesio en suelos ácidos deficientes en este elemento.

1.4.3. Cal Viva.

Es la piedra caliza calcinada en hornos, también se llama óxido de calcio (CaO), para su aplicación hay que pulverizarse.

1.4.4. Cal Apagada.

Es la misma cal viva después de haber sido apagada con agua. Su nombre técnico es hidróxido de calcio ($Ca(OH_2)$). Es una cal muy difícil de manipular.

1.4.5. Escorias Thomas - Calfos

Tiene un contenido de fósforo de un 14% de P_2O_5.

1.5. NITROGENO

La soya como todas las leguminosas necesita considerables cantidades de nitrógeno para producir rendimientos elevados de buena calidad. Sin embargo estas plantas extractoras del N atmosférico son capaces de fijarlo con ayuda de bacterias nodulares que lo transforman en asimilable por la planta; una vez que estas bacterias acumulan el N del aire, la soya emprende un buen desarrollo normal. A esto se debe por lo general, que las aplicaciones de los fertilizantes nitrogenados no influyan significativamente en la producción de este cultivo.

Entre los factores ambientales que pueden ser limitantes en la fijación simbiótica del N y por consiguiente en la disminución de los rendimientos se pueden citar los siguientes:

1.5.1. Suelos de baja fertilidad, ácidos, deficientes en P, Ca, Mg y K, y con alto contenido de aluminio y manganeso.

1.5.2. Suelos Salinos.

1.5.3. Temperatura Alta en Suelos Sueltos y Secos.

Los rendimientos de soya más elevados generalmente se obtienen cuando los cultivos anteriores han sido fertilizados con altas dosis de nutrimentos; esto es así porque la adecuada fertilización implica la existencia de un remanente de nutrimentos incluyendo el nitrógeno.

1.6. FERTILIZACION NITROGENADA

Para estimar la cantidad aproximada de nitrógeno se ha tomado como característica la materia orgánica:

Contenido de M.O.%	Dosis de N. Kg/ha	Epoca de aplicación después de germinación	Método de aplicación
Menos de 2	40 - 60	25	Banda
2 - 3	20 - 40		
Más de 3	0		

1.7. FUENTES DE NITROGENO

1.7.1. Urea $(CO\ (NH_2)_2$ 44 - 46% de N

1.7.2. Sulfato de Amonio $(NH_4)_2\ SO_4$ 20- 21% de N y 22 - 23% de S.

1.7.3. Nitrón - 26 24 - 26% de N

1.8. FOSFORO

El fósforo como un componente vital que es de la materia orgánica,

participa en la síntesis de compuestos como los fosfátidos (lecitina y fitina) y los fosfoproteídos. Una fuerte deficiencia en el suelo no solo conduce a una reducción del rendimiento sino que también disminuye el valor protéico de la semilla. Sin embargo, en gran cantidad de experimentos que se han llevado en esta zona del Valle en suelos bajos, medianos y altos en contenido de P_2O_5 no se ha encontrado una respuesta significativa en cuanto al rendimiento. En las Tablas de recomendaciones de fósforo para este cultivo se basa más que todo como un aporte al suelo de este elemento y tratar de mantener un equilibrio para los cultivos siguientes de rotación que pueden presentar deficiencia o exigir mayor requerimiento de este elemento para su normal establecimiento.

Los niveles críticos para el fósforo se han establecido así:

Contenido de fósforo (ppm) Bray II	Dosis de P_2O_5 Kg/ha	Epoca de aplicación	Método de aplicación
Menos de 15	30 - 40	Al momento de la siembra	En banda
15 - 30	20 - 30		
Más de 30	0		

1.8.1. Fuentes de Fósforo.

1.8.1.1. Superfosfato triple: $Ca(H_2PO_4)_2$ 46% de P_2O_5

1.8.1.2. Superfosfato simple: 16 - 18% de P_2O_5

1.8.1.3. Roca fosfórica: 0 - 12% de P_2O_5

1.8.1.4. Calfos: 14 - 16% de P_2O_5

1.9. POTASIO

Es muy importante que los suelos estén provistos de potasio para

poder obtener buenos rendimientos de semilla de soya y cuya calidad proteínica sea la mejor. Es además una leguminosa que extrae altas cantidades de K del suelo; sin embargo, es muy posible que por su sistema radicular tan superficial complemente los requerimientos de este elemento por el K extraído de las capas más profundas por los cultivos anteriores y depositados en la superficie y que hayan cumplido su proceso de mineralización, aunque el análisis de suelos efectuado generalmente entre 0 - 20 cm de profundidad indique un bajo contenido de este elemento; pero es importante hacer buenas aplicaciones de sales potásicas en estos suelos para evitar en cualquier momento un bajo rendimiento tanto en la soya como en el cultivo de rotación con alguna gramínea.

Los niveles críticos se han establecido de la siguiente forma:

Contenido de K meq/100 g	Dosis de K_2O Kg/ha	Epoca de aplicación	Método de aplicación
Menos de 0.30	40 - 60	En la siembra	Banda
0.30 - 0.40	20 - 30		
Más de 0.40	0		

1.9.1. Fuentes de Potasio.

1.9.1.1. Cloruro de potasio KCl 45 - 50 de K_2O

1.9.1.2. Sulfato de potasio K_2SO_4 25 - 28% de K_2O

1.9.1.3. Nitrato de potasio (KNO_3) 43- 44% de K_2O

Factores que afectan la disponibilidad de microelementos

CIAT - Carlos Arturo Flor M. (Adaptada de Stoller, Malavolta, Lucas-Knezer).

Factores que pueden contribuir a la deficiencia	Deficiencia					
	Mn	Fe	B	Cu	Zn	Mo
Alto N		*		*		
Alto P		*		*	*	
Bajo K		*				
Alto Ca (o sobre encalamiento)		*	*	*		
Alto Mg					*	
Alto Mn		*		*		*
Alto Fe	*			*		
Alto Cu	*	*				*
Bajo Zn					*	
Alto Zn	*	*		*		
Bajo pH	*					*
Alto pH	*	*		*	*	
Alto S						*
Alto Na	*					
$CaCO_3$ libre		*				
Baja M.O.		*	*	*		
Alto M.O.				*	*	
Crenaje natural malo	*					
Condiciones de sequía	*		*			
Baja temperatura suelo húmedo	*	*				
Suelos con mala aireación		*				
Suelos livianos color claro	*		*	*	*	
Suelos alcalinos	*		*		*	
Alta intensidad luminosa			*			
Baja intensidad luminosa	*					
Condiciones extremas de humedad		*				

1.10 FUENTES DE MICROELEMENTOS

Elemento	Fuente	% del elemento
1. Cu	Sulfato de cobre, $CuSO_4$ $5H_2O$	25
	Quelato de cobre, Na_2Cu EDTA	13
2. Mn	Sulfato de manganeso $MnSO_4$. $3H_2O$	16
3. Zn	Sulfato de zinc $ZnSO_4$. H_2O	35
	Sulfato de zinc $ZnSO_4$. $7H_2O$	21
	Oxido de zin ZnO	78
4. B	Borax Na_2B_4 07.10 H_2O	11
	Solubor Na_2B_4 07.5H_2O+	20
5. Mo	Molibdato de sodio	39
6. Fe	Sulfato ferroso $FeSO_4$. $7H_2O$	19
	Quelato de hierro NaFe EDTA	5 - 14
	Quelato de hierro NaFe DIPA	10

2. FERTILIZACION FOLIAR

Generalmente se ha considerado que las sustancias nutritivas minerales se absorben exclusivamente por las raíces. Sin embargo, se ha demostrado que la porción aérea de la planta, en especial las hojas, están también en condiciones de absorber sustancias nutritivas.

Esta capacidad de absorción de materiales efectuados en forma de aspersiones de soluciones o suspensiones de la parte aérea de la planta, constituye el fundamento principal de la aplicación foliar de fertilizantes, cuyos procesos están relacionados fisiológicamente con la penetración y traslocación del elemento nutritivo aplicado.

En Colombia el uso de la fertilización foliar está en su etapa inicial, todavía no ha sido evaluada satisfactoriamente y se hace necesario

considerar un número igual o mayor de factores a los existentes en la evaluación de la fertilización edáfica.

Aunque se considera que el principal uso de este sistema de fertilización es el de suministrar elementos menores, nitrógeno y magnesio, no se puede descontar su empleo para suministrar parte del potasio y fósforo requerido por la planta.

Es muy posible que se aumente la efectividad de la alimentación foliar cuando existen en el suelo una serie de factores como la poca fertilidad, o pobre facilidad de infiltración, escasez de humedad o donde exista un problema de fijación de nutrimentos en los suelos.

En la actualidad en el ICA es relativamente poca la investigación que se ha estado llevando a cabo al respecto y su mayor enfoque lo está haciendo en la determinación o evaluación de la eficiencia de los productos foliares de las casas comerciales existentes, para comprobar su efectividad y dar o nó la licencia de venta al público de los respectivos productos.

3. RESULTADOS DE LA FERTILIZACION DE LA SOYA EN COLOMBIA

El ICA en soya ha establecido aproximadamente unos 70 ensayos distribuídos en diferentes zonas productoras agricolas del país, especialmente en aquellas áreas cuyos factores están incidiendo más acentuadamente en la producción de este cultivo y en general han estado encaminados a determinar los requerimientos de N, P_2O_5, K_2O, Mg, SO_4, B, Mo, Zn, Cu, Fe, Mn y encalamiento. Además efectos de fuentes, dosis, formas y épocas de aplicación de los fertilizantes, efecto de las inoculaciones en soya -rotación. Preparación de suelos.

Del número de ensayos efectuados 50 de ellos estuvieron localizados en el Valle del Cauca, y los ensayos restantes se establecieron en otras zonas potenciales para este cultivo como son los Llanos Orientales en los paisajes de vega, terrazas y sabanas. Valles de Aburrá y del río Sinú y en la Estación Experimental Caribia en el municipio de Ciénaga,

departamento del Magdalena.

Como se puede observar en la Tabla 1 se presenta una evaluación de las características químicas de los suelos cultivados con soya en los principales departamentos productores de esta leguminosa en Colombia. De acuerdo con estos datos, en el Valle del Cauca predominan los suelos moderadamente ácidos a ligeramente ácidos (pH 5.5 a 6.5). En el Meta en cambio los suelos son en aproximadamente un 70%, extremadamente ácidos a fuertemente ácidos (pH menor de 5.5).

En cuanto a la materia orgánica el departamento del Cauca presenta un mayor porcentaje de muestras con un contenido mayor que los del Valle y Meta. En estos departamentos entre un 44 y 51% de las muestras analizadas presentaban contenidos bajos de materia orgánica, menor de 3.0%, lo que nos indicaría una posibilidad de respuesta a la fertilización-nitrogenada en los suelos del Valle y Meta que en el departamento del Cauca.

En relación al fósforo disponible presentan contenidos bajos, en un 73% para el Cauca y 70% para el Meta. En el Valledel Cauca en cambio, los suelos bajos en fósforo representan apenas un 28% de los suelos analizados. Luego es de esperar, positivas respuestas a la fertilización con este nutrimento en el Cauca y en el Meta. En el Valle estas respuestas pueden ser esporádicas y muy localizadas.

El K intercambiable presenta una distribución parecida a la del fósforo. Es decir, los departamentos del Cauca y Meta presenta un alto porcentaje de muestras con contenidos bajos a medios, mientras que en el Valle del Cauca predominan los suelos medios o altos en K - intercambiable.

En resumen los datos de la evaluación sobre las carterísticas químicas de los suelos cultivados con soya indican un alto porcentaje de tierras con una fertilidad baja a media en los departamentos de Cauca y Meta. En estas zonas es muy probable la necesidad de aplicar fertilizantes químicos a base de N, P_2O_5 y K_2O. El encalamiento parece ser una práctica obligada, en el departamento del Meta y el de algunas áreas del

TABLA 1. Distribución porcentual del pH, materia orgánica, fósforo y potasio para los suelos cultivados en soya en los departamentos del Valle, Cauca y Meta.

Elemento - Categoría		Departamento		
		Valle	Cauca	Meta
pH				
Menor 5.5	fuertemente ácido	5	25	70
5.6 - 6.5	mod. lig. ácido	43	52	27
6.6 - 7.3	neutro	32	22	3
Mayor 7.3	alcalino	20	1	0
M.O.%				
Menor de 3.0	bajo	44	26	51
3.1 - 5.0	medio	45	43	28
5.1 -10.0	alto	11	31	21
p (ppm-Bray II)				
Menor 10.0	bajo	28	73	70
10.1 -20.0	medio	24	16	9
20.1 -40.1	alto	25	11	9
Mayor 40.1	muy alto	23	0	12
K - intercamblable meq/100 g.				
Menor 0.15	bajo	26	45	56
0.16 - 0.30	medio	30	39	28
0.31 - 0.60	alto	26	11	12
Mayor 0.61	muy alto	18	5	4

Los datos están expresados en base a 1.370 muestras.

Cauca. En el Valle del Cauca los suelos son más fértiles, pero en algunos casos es posible encontrar algunas respuestas a la fertilización con nitrógeno.

En las siguientes tablas se presentan los efectos de la fertilización de los diferentes ensayos localizados en una zona muy amplia del Valle del Cauca en suelos con diferentes índices de fertilidad. Las localizaciones de estos ensayos estan en los municipios de Cali, Candelaria, Buga, Cerrito, Puerto Tejada, Guacarí, Palmira y Pance, con las variedades de soya ICA-LILI, PELICAN, MANDARIN, LINEA 203-1-5M, e ICA-TUNIA.

Como se puede observar en las Tablas 2, 3, 4, en el Valle geográfico del rio Cauca, los estudios sobre respuesta de la soya al la fertilización, no han mostrado respuestas significativas a N, P_2O_5, K_2O y varios elementos menores. Sin embargo, se han presentado incrementos en los rendimientos que podrían dar una relación beneficiosa en cuanto a costo favorable que justificaría en este momento el uso de diferentes dosis de fertilizantes.

Los resultados de las investigaciones para los suelos de los Llanos Orientales, Tolima y Valle del Sinú permiten establecer recomendaciones de fertilizantes a base de N, P_2O_5, K_2O. Los elementos menores y los secundarios boro, molibdeno, zinc y azufre no han incrementado significativamente los rendimientos en los Llanos Orientales. En estas zonas, se ha utilizado las variedades Mandarín, ICA LILI, PELICAN SM-ICA, ICA TAROA, ICA L-109, ICA CARIBE y L-110.

Los suelos de terrazas y de sabana de los Llanos Orientales presentan condiciones físicas de textura y drenaje adecuadas para el desarrollo normal de la soya. Sin embargo, las condiciones químicas indican una fertilidad natural muy baja.

En general son suelos bajos en materia orgánica, fósforo y en las bases intercambiables Ca, Mg y K. Fuertemente ácidos y altos en aluminio intercambiable. Los suelos de Vegas presentan condiciones naturales de fertilidad más favorables para el cultivo de la soya.

TABLA 2. Rendimiento en Kg/ha del tratamiento testigo y variaciones por efecto de la fertilización en suelos del Valle del Cauca.

Número de ensayos	Tratamientos Kg/ha			
13	Testigo	30N	60N	100 P_2O_5
	1880	160	187	140
	30 N y 100 P_2O_5		60N y 100 P_2O_5	
	280		280	
	30N y 100 P_2O_5		50 K_2O	
	230			

TABLA 3. Respuesta de la soya en 13 localidades del Valle del Cauca a la fertilización con elementos menores. Rendimiento Kg/ha.

Tratamientos					Promedio	Incremento	Variación-Incremento	
Borax	$ZnSO_4$	$CuSO_4$	$FeSO_4$	$MnSO_4$	13 sitios	13 sitios	menor	mayor
-	-	-	-	-	2.477	-	-	-
6	-	-	-	-	-	60.0	- 630	+ 710
-	24	-	-	-	-	278.0	- 290	+ 1010
6	24	-	-	-	-	110.0	- 640	+ 830
6	24	20	-	-	-	154.0	- 110	+ 720
6	24	-	40	-	-	158.0	- 80	+ 460
6	24	-	-	20	-	184.0	- 230	+ 570

TABLA 4. Respuesta de la soya en 9 localidades del Valle del Cauca a la fertilización con elementos menores. Rendimiento de grano en Kg/ha.

Tratamientos Kg/ha				Promedio	Oscilaciones		Increm.
N	P_2O_5	K_2O	E.M.	9 sitios	Menor	Mayor	X - Vs Testigo
0	0	0	0	1880	1400	2700	-
30	100	50	0	2110	1500	2700	230
30	100	50	25 $CuSO_4$	2170	1400	2800	290
30	100	50	25 $ZnSO_4$	2040	1600	2700	194
30	100	50	Zn + Cu	2020	1600	2600	142
90	100	50	Zn + Cu	2020	1300	2900	170

TABLA 5. Rendimientos de la soya y el maíz en diferentes estaciones, en suelos de la serie Palmeras. Palmira.

Rotaciones	Rendimiento en ton/ha			Contenido de NO_3 en el suelo (ppm)
	Soya	Maíz		
		Con N	Sin N	
1. MS MM SM	2.54	5.11	3.85	-
2. SM SM SM	2.01	5.31	-4.92	17.04
3. MS MS MS	1.98	5.76	-4.92	14.67
4. SS SS SS	1.92	-	-	-
5. MM SM MS	1.86	4.51	-	-
6. SMM S MM	1.42	3.66	2.83	3.89
7. MMM M MM	-	4.13	2.77	4.11

Otras investigaciones en soya sobre diferentes aspectos de manejo de suelos, rotaciones, formas de aplicación de fertilizantes e inoculaciones permiten las consideraciones siguientes, para diferentes zonas en el país.

Las rotaciones entre el maíz (M), Soya (S) y la alfalfa (A), en suelos de la serie Palmeras, en Palmira con y sin fertilización con 100 Kg/ha de urea, indican que: a) en el sistema maíz seguido de soya o soya seguido de maíz se consiguen rendimientos altos en ambos cultivos y se logra una economía equivalente a 100 Kg/ha de N para el maíz. Estas rotaciones presentan al cabo de 12 cosechas las mejores condiciones físicas y químicas como alto contenido de nitratos (17.04 y 14.67) (ppm), alta velocidad de infiltración, baja densidad aparente, alta macroporosidad y retención de humedad y una estabilidad intermedia de los agregados del suelo al agua; b) en la rotación maíz-soya la segunda cosecha de maíz se reduce casi a la mitad, en comparación con la primera cosecha. Estos datos indican que el efecto benéfico de la soya, en la economía del nitrógeno para el maíz no dura más de una cosecha de maíz o un semestre y c) la soya presenta diferentes rendimientos dependiendo del sistema de rotación en que se encuentre. En la Tabla 5 se indican estos rendimientos para seis cosechas en cada cultivo.

Estudios sobre la siembra en caballones sobre labranza mínima, en una rotación soya-maíz en suelos de la serie Galpón del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Palmira, con una relación Ca/Mg estrecha, se encontró que: a) no hay aparente respuesta varietal de la soya a la relación Ca/Mg; b) la siembra en caballón aumentó la producción posiblemente por un mejoramiento en el drenaje y c) en estos suelos, en la variedad ICA-TAROA no se afectó el rendimiento por las aplicaciones de cal, gallinaza, sulfato de zinc y bórax.

En los Llanos Orientales, en los suelos de terrazas altas, la forma más conveniente para fertilizar la soya se logra al mezclar dos toneladas de cal con 240 Kg/ha de P_2O_5 aplicándolos al voleo. En las terrazas medias las mezclas de cal y el fósforo se deben aplicar en banda.

Los estudios sobre inoculaciones en soya en el Valle del Cauca no han mejorado aparentemente los rendimientos. En cambio, los suelos del Norte del Cauca, más pobres en nitrógeno y fósforo hay aparente respuesta a estas inoculaciones.

En el Valle del Sinú cuando no se inoculan las semillas se han obtenido los más bajos rendimientos.

En suelos de Sabanas de los Llanos Orientales, las inoculaciones tienen efectos positivos cuando se aplican dosis bajas a medias de fertilizantes. Con fertilizaciones altas, el inóculo presenta efectos negativos.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. CAMACHO, L.H. El cultivo de la soya en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario. Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas Anuales. 1969. 22 p.

2. FLOR, C.A. CIAT. Diagnóstico y tratamiento de problemas de microelementos. Palmira. 1979. 25 p.

3. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Fertilización de la soya en Colombia. 1973. 28 p.

4. _____. Informe anual del Programa de Suelos. Leguminosas de Grano. Palmira. 1978.

5. _____. Encuentro tecnológico sobre cultivos oleaginosos productores de aceites y grasas comestibles. Bogotá. 1979. p.224-262.

EL CULTIVO DE LA SOYA EN SUELOS ALCALINOS *

Alonso Ramírez Velásquez **

1. GENERALIDADES

La soya, como todos los cultivos, se da mejor en cierto tipo de suelos; es decir, está mejor adaptada a un tipo particular de condiciones las que generalmente coinciden con las condiciones prevalecientes en la región en la cual tuvieron su origen. Así, por ejemplo, decimos que la mayoría de los cultivos prefieren las condiciones neutras, o que tienen preferencia por tal o cual condición, como por ejemplo, la yuca que prefiere los suelos ácidos. Este hecho es debido a que la yuca se adaptó ó fué adaptada a estas condiciones. Cuando tratamos de llevar este mismo cultivo a otras condiciones, encontramos que no se da tan bien y que empieza a manifestar síntomas de deficiencias. Cuando esto sucede tenemos varios caminos a seguir. En primer lugar podemos tratar de producir variedades resistentes o tolerantes a esas condiciones "solución genética", y en segundo lugar, podemos modificar el suelo para llevarlo a las condiciones requeridas por la planta"solución química" Ambos procedimientos se siguen modernamente en la investigación científica. Es también posible que el suelo esté agotado y en este caso la solución está en

---

* Contribución del Programa de Suelos del ICA.

** I.A., M.S., Programa de Suelos del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Palmira. Apartado Aéreo 233. Palmira.

suministrarle los elementos en que es deficiente "solución por medio de fertilización". En el caso de los suelos alcalinos pueden presentarse todas estas situaciones. Lo más probable es que la soya tuvo su origen en condiciones neutras o ligeramente ácidas, pues tales son las condiciones prevalecientes en las regiones donde se cultiva con mayor intensidad, y su adaptación a las condiciones alcalinas no ha progresado lo suficiente posiblemente por la abundancia de suelos ácidos. Estos suelos (los alcalinos) además son de por si deficientes en algunos elementos, en especial elementos menores, los que no se encuentran en forma fácilmente aprovechable. El objetivo de esta conferencia es exponer algunas limitaciones del cultivo de la soya bajo estas condiciones.

2. SUELOS ALCALINOS

Hablar de suelos alcalinos en general, o de suelos salinos, puede traer ciertas confusiones. Existen una serie de suelos salinos, alcalinos o asociados, que se acostumbra incluir bajo el calificativo general de "suelos salinos". Es conveniente especificar con más precisión la clase de suelo considerada. En este sentido Suelo Alcalino es aquel que presenta condiciones alcalinas las cuales se manifiestan por un pH alto.

Estrictamente, cualquier suelo con pH superior a 7.0 es alcalino, pero en agricultura se acostumbra considerar como suelos alcalinos aquellos con un pH superior a 7.3. Estos suelos se encuentran además asociados a los suelos siguientes:

a) Suelos salinos o con exceso de sales solubles neutras. El pH es generalmente alcalino, pero puede darse el caso de suelos salinos ácidos.

b) Suelos sódicos, cuando tienen exceso de sodio intercambiable, también son generalmente alcalinos, aunque los puede hacer ácidos.

c) Suelos calcáreos, o con exceso de carbonato de calcio libre. Generalmente son alcalinos.

d) Suelos magnésicos o con relación Ca:Mg invertida; situación muy común en los suelos del Valle del Cauca no suficientemente estudiada; también generalmente son alcalinos.

Es claro por lo anterior que el término "alcalino" es ambiguo por la serie de situaciones que representa.

2.1. DESARROLLO DEL CULTIVO DE LA SOYA EN SUELOS ALCALINOS

Como antes se dijo la soya no se da bien bajo estas condiciones; este cultivo prefiere las condiciones neutras o ligeramente ácidas. En condiciones alcalinas es frecuente encontrar deficiencias de elementos menores especialmente manganeso, hierro y zinc. También se pueden observar deficiencias de boro. En el caso de otros elementos, mayores o secundarios, su deficiencia suele estar enmascarada por la deficiencia del elemento menor, y requiere la corrección primero del elemento menor limitante antes de considerar la respuesta al elemento mayor.

3. PASOS COMUNES EN EL ESTUDIO DE UN PROBLEMA DE FERTILIDAD

Para enfrentar un problema de deficiencias de elementos menores se debe seguir la siguiente estrategia. El primer y más importante paso a seguir es el "diagnóstico" o definición del problema. Es necesario determinar él o los elementos limitantes, para una vez conocido éste entrar a buscar las soluciones. En esta etapa podemos hacer uso de las siguientes herramientas:

3.1. Revisar la información existente sobre el desarrollo de los cultivos de la zona.

3.2. Observar los síntomas de deficiencias.

3.3. Relacionar las deficiencias con otros parámetros del suelo.

3.4. Hacer análisis de suelos y de tejidos.

3.5. Experimentación:

1. En el invernadero
2. En el campo experimental
3. En fincas de agricultores (Pruebas Regionales)

3.6. Corrección del problema

3.1. REVISION DE LA INFORMACION EXISTENTE

Es el primer paso que debe darse siempre que enfrentemos un problema para nosotros desconocido. Es probable que otros investigadores se hayan visto en situaciones similares y tengan la respuesta a nuestra preocupación. En este caso se debe investigar sobre el cultivo en consideración bajo diferentes condiciones, a la vez que se debe consultar toda la información que se pueda recolectar sobre los suelos de la región. Adquirimos así información sobre los elementos limitantes para el cultivo considerado y a la vez nos informamos sobre los elementos más limitantes para la región que nos ocupa.

3.2. SINTOMAS CARACTERISTICOS DE DEFICIENCIAS

El concepto de "síntoma típico" se usa con mucha frecuencia para reconocer en el campo una deficiencia. Sin embargo, Flor (1), considera que este factor debe mirarse con mucho cuidado. Los síntomas de algunas deficiencias son similares y en ocasiones se confunden con toxicidades, o varían con las diferentes variedades dentro de una misma especie. Sin embargo, se pueden dar las siguientes pautas generales:

TABLA 1. Diagnóstico visual de deficiencias de elementos menores en soya.

I - Síntomas localizados en las hojas jóvenes de las plantas; disminución o suspensión del crecimiento.

A. Los puntos terminales mueren y se presentan cambios en las puntas o bases de las hojas nuevas.

1. Las hojas cercanas al punto de crecimiento se amarillan. Algunas veces toman color rojizo. Las hojas bajeras permanecen verde oscuras y sanas. Los entrenudos se acortan formando una roseta. Los puntos de crecimiento toman color blanco o café claro al morir. Hay poca floración.

   Deficiencia de boro.

B. El punto de crecimiento permanece vivo.

1. Hojas verdes claro a amarillo con las nervaduras permaneciendo claramente verdes. Manchas de tejido necrótico aparecen en las hojas. Lluvias fuertes pueden hacer que la clorosis de las hojas nuevas desaparezcan temporalmente.

   Deficiencia de manganeso.

2. Hojas amarillas casi blancas, con la nervadura principal permaneciendo verde aunque no tan marcado el verde como en el caso del manganeso. Manchas de tejido necrótico aparecen particularmente en el margen de la hoja.

   Deficiencias de hierro.

II - Los síntomas se observan en toda la planta o están en las hojas antiguas y bajeras.

A. Síntomas en toda la planta. También amarillamiento y secamiento de las hojas inferiores.

1. Plantas verde claro. Las hojas inferiores mueren y caen prematuramente.

   Deficiencia de molibdeno.

B. Síntomas localizados. Se presentan como vetas amarillas o cloróticas con o sin manchas necróticas en las hojas inferiores

poco secamiento de las hojas inferiores.

1. Necrosis de algunos tejidos; retardo del crecimiento.

Deficiencia de zinc.

3.3. RELACION DE LOS MICRONUTRIMENTOS CON OTROS PARAMETROS DEL SUELO.

Existen una serie de factores relacionados entre sí muy útiles en el diagnóstico de una deficiencia. Estos factores son:

3.3.1. pH.

A medida que aumenta el pH, disminuye la disponibilidad de los micro elementos.

3.3.2. Contenidos de Fosfatos.

Un exceso de fosfatos puede inducir deficiencias de hierro y zinc.

3.3.3. Sequía.

Induce deficiencias de boro y calcio principalmente.

3.3.4. Exceso de Humedad.

Al remover el oxígeno limita la toma de algunos nutrimentos.

3.3.5. Presencia de Carbonatos Libres.

En especial del hierro y el potasio.

3.3.6. Alto Contenido de Calcio y Magnesio.

Afecta principalmente el zinc, el hierro y el boro y el potasio.

3.3.7. Bajo Contenido de Materia Orgánica.

Afecta en especial al hierro, boro y al zinc.

3.3.8. La Nivelaciones.

Por su efecto sobre la materia orgánica, Una nivelación mal hecha deja el suelo superficial desprovisto de materia orgánica.

3.3.9. Suelos Salinos y Sódicos.

En estos suelos es muy común encontrar deficiencias de los elemen - tos menores.

3.3.10. Suelos Arenosos Pobres.

Son suelos de por sí pobres en elementos nutritivos.

3.4. EL ANALISIS DE SUELOS Y DE TEJIDOS

Es una de las herramientas más valiosas en el diagnóstico de los problemas de fertilidad. Para el efecto de los análisis de tejidos se utiliza la técnica del "contraste" o comparación entre tejidos problema vs. tejidos normales, y los "niveles críticos". Este último sistema, sin embargo, presenta el inconveniente de la necesidad de "niveles críticos propios" para las condiciones de las variedades, suelos y medios ambientales locales. La metodología y niveles críticos existentes (foráneos) se utilizan como una primera aproximación y tienen además un gran valor para la técnica del contraste.

En el caso de los análisis de suelos, como en los análisis de teji - dos, se utiliza también la técnica del contraste y la de los niveles críticos; se deben hacer, sin embargo las mismas consideraciones hechas para el análisis de tejidos. Se carece de niveles críticos para las con - diciones tropicales y es necesario determinarlos.

3.5. EXPERIMENTACION

Es el paso más importante, y probablemente el más usado por los investigadores. En este sentido existen dos tendencias:

3.5.1. La experimentación "unifactorial" que puede enfocarse así:

3.5.1.1. La técnica del elemento faltante.

.1. Completo
.2. Completo menos Zn
.3. Completo menos B
.4. Completo menos Fe
.5. Completo menos Mn
.6. Completo menos Cu
.7. Completo menos Mo
.8. Testigo absoluto

Este método se recomienda preferentemente para aplicaciones al suelo.

3.5.1.2. La técnica de los "factores individuales"

.1. Zn
.2. B
.3. Fe
.4. Cu
.5. Mn
.6. Mo
.7. Testigo

3.5.2. La experimentación multifactorial o con interacciones.

Generalmente se utiliza cuando ya se posee alguna información. En este caso se trabaja con menos número de elemento, máximo tres (3) y se estudian todas las interacciones a diferentes niveles para cada elemento.

Para el caso de la soya en el Valle del Cauca se recomienda el siguiente diseño:

1. Testigo
2. Zn
3. Fe
4. Mn
5. Zn + Fe
6. Zn + Mn
7. Fe + Mn
8. Zn + Fe + Mn

Una vez conocido el elemento, o interacción de elementos limitantes se estudian dosis, fuentes, forma de aplicación así como otros aspectos tales como edad de la planta, número de aplicación, etc.

3.6. CORRECCION DEL PROBLEMA

Se han comprobado deficiencias de manganeso, boro, zinc y molibdeno en el cultivo de la soya.

3.6.1. Manganeso.

La escasez de manganeso es la más común de las deficiencias de micronutrimentos de la soya. Se presenta en suelos con pH alto (suelos alcalinos), alto contenido de sodio y en suelos mal drenados, también bajo condiciones de sequía.

La deficiencia de manganeso se puede tratar así:

1. Aspersión de una solución de sulfato de manganeso (24% de manganeso) sobre las hojas, preferiblemente cuando las plantas han alcanzado una altura de 25 cm. Se utiliza de 0.5 a 2 Kg de Mn puro (2 a 9 Kg de $MnSO_4$) en 75 litros de agua. De ordinario basta una sola aspersión. También se puede utilizar quelato de Mn. Estas aspersiones deben hacerse durante los primeros 20 días de desarrollo del cultivo.

3.6.2. Hierro.

La deficiencia de hierro ocupa el segundo lugar en cuanto a frecuencia de su manifestación. Se limita a suelos con pH elevado, generalmente bastante por encima de 7.0. También cuando hay niveles elevados de carbonato de calcio y/o magnesio o exceso de fósforo, cobre, manganeso o zinc.

Puesto que la escasez de hierro se debe a su fijación en el suelo, la aplicación de sales solubles al suelo tal como el sulfato de hierro no corrige esta deficiencia. Pueden utilizarse varias fuentes de quelatos de hierro; algunos quelatos se dan en fórmulas especiales para suelos ácidos, otros para los de pH elevado. Las aspersiones foliares son hierro no han resultado muy eficaces. Se sugiere, sin embargo, una aspersión con 0.5 a 1% de sulfato de hierro, repitiendo 2 a 3 aspersiones por temporada, iniciando las aplicaciones cuando la planta muestra los primeros síntomas de amarillamiento.

3.6.3. Boro.

No es muy común esta deficiencia. Cuando se presenta se corrige con una aplicación al suelo, al voleo e incorporándola de 1 a 3 Kg de boro elemental (10 a 30 Kg de borax). Las aplicaciones foliares son menos efectivas; en este caso se utiliza una aspersión al 0.2%.

3.6.4. Zinc.

Es poco común la deficiencia de zinc en soya, aunque puede presentarse en suelos con pH elevado o suelos con alto contenido de fósforo y bajo contenido de materia orgánica, sobre todo en suelos nivelados que han perdido el primer horizonte. El sulfato de zinc es la fuente más usada en dosis de 500 a 1000 gramos en 400 litros de agua. También se usa la forma de quelatos.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. FLOR, C.A. Diagnóstico y problema de micronutrimentos. Curso de suelos para asistentes técnicos agrícolas. Palmira. Colombia. 1979.

2. LEON, L.A.; MEDINA, C. Diagnóstico y recuperación de suelos salinos y sódicos en relación con el cultivo del frijol. Curso de suelos para asistentes técnicos agrícolas. 1970.

3. RAMIREZ, V.A. Nociones de fertilidad. Principios básicos de química de suelos. Curso de suelos para asistentes técnicos agrícolas. Palmira. Colombia. 1979.

4. SCOTT, W.O.; ALDRICH, S.R. Producción moderna de soya. Centro Regional de Ayuda Técnica. AID. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires. Argentina. 1975.

GENERALIDADES SOBRE SUELOS ACIDOS, PROBLEMAS DE LOS CULTIVOS EN ELLOS Y MANEJO *

Alvaro García Ocampo **

En América Latina existe un elevado porcentaje de suelos oxisoles, ultisoles y andosoles caracterizados por su alta acidez y baja fertilidad natural, además de una gran capacidad de fijación de fósforo. La toxicidad del Al es un factor importante que limita el crecimiento de los cultivos en muchos suelos ácidos. A pesar de que la acidez puede corregirse mediante la utilización de enmiendas aplicadas a la capa arable, la incorporación a las zonas más profundas del suelo se dificulta, pudiendo limitar la penetración de las raíces y dar origen a reducciones en la utilización de los nutrimentos y el agua del subsuelo, y por consiguiente, a disminuciones significativas del rendimiento.

En estos suelos los problemas más importantes de microelementos son las toxicidades de Al, Fe, y Mn y la inaprovechabilidad del Mo.

1. PROBLEMAS FISIOLOGICOS DE LAS PLANTAS EN SUELOS ACIDOS

Las especies y variedades de plantas pueden responder y comportarse de manera diferente frente a las condiciones de acidez. La magnitud del

---

* Contribución del Programa de Suelos del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Palmira.

** I.A., M.S. Laboratorio de Suelos. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Palmira. Instituto Colombiano Agropecuario. Apartado Aéreo 233 Palmira - Valle.

efecto y la importancia de los varios componentes puede variar de un caso a otro. Los efectos adversos de la acidez del suelo en el crecimiento de las plantas puede atribuirse, según Bollard y Butler (1966), a los siguientes factores:

1. Toxicidad por exceso de Al
2. Toxicidad por exceso de Fe y Mn
3. Deficiencias de Ca y Mg
4. Deficiencia de P disponible debido a la alta capacidad de intercambio aniónico producido por asociación de iones hidróxido liberados principalmente de los sesquióxidos y en una menor extensión por las arcillas minerales.
5. Deficiencia de Mo causada por baja disponibilidad.
6. Alteración de las poblaciones y actividad microbiana.
7. Efecto directo de pH (concentración de iones H+).

El aluminio reacciona con una gran variedad de nutrimentos. Se han reportado interacciones con P, Ca, Mg, K y Zn (Leon, 1971); Zn, Mn y Mo (Peive y Rinkins); Cu (Hiatt et al, 1963), Mn, Fe y Zn (Paterson, 1965); Ca, Mg, K, P y NO_3 (Lance, 1968) y Ca, Mg, K y Zn (Lee, 1971).

El aluminio tiene fuerte tendencia a reaccionar químicamente con el P bajo casi todas las condiciones (en suelos, soluciones nutritivas o en plantas). Se ha hallado que el Al inactiva al P dentro o sobre las raíces de las plantas interfiriendo con su metabolismo normal.

Varios autores han encontrado un precipitado de Al-P en el interior y el exterior de la raíz; Randal y Vose (1963), concluyeron que el Al metabólico induce absorción de P y que este podría estar ligado al Al después de la absorción causando la deficiencia de P, característica de la toxicidad de Al.

Clarkson (1966), sugirió dos tipos de interacciones entre Al y P; el primero ocurre en la superficie de la célula y resultó en fijación de PO_4 por una reacción de absorción-precipitación; la segunda ocurrió dentro de la célula, posiblemente dentro de la mitocondria, y resultó en un

marcado decremento en la rata de fosforilación de azúcar. El mismo autor (1966), concluyó que el Al es precipitado en su mayor parte en el espacio libre de la raíz como $Al-PO_4$.

Algunos autores atribuyen el crecimiento pobre de las plantas en suelos ácidos a deficiencias de calcio causada por Al. (Hornstentine, 1960; Johnson y Jackson, 1964). Armiger et al (1968), mientras estudiaban la tolerancia diferencial de variedades de soya en un suelo alto en Al intercambiable, sugirieron que la inhibición del crecimiento de las plantas se debía principalmente a que el Al inducía una deficiencia de Ca, y no simplemente debida a una deficiencia de Ca.

Oullette y Dessurraux (1958), postularon que uno de los efectos del calcio era la disminución de la absorción de Al por las plantas. El mayor requerimiento de Ca en presencia de Al, para mantener el crecimiento de la planta, puede deberse a la acción del Ca disminuyendo la absorción de Al y manteniendo así el crecimiento. Lund (1970), encontró que para mantener el crecimiento normal de las plantas en presencia de Al se necesita mucho Ca.

2. NEUTRALIZACION DE LA ACIDEZ DEL SUELO

Para obtener un crecimiento adecuado de las plantas en suelos ácidos es necesario modificar las condiciones adversas de los mismos mediante aplicaciones de enmiendas y fertilizantes.

Para corregir la acidez del suelo mediante la neutralización del Al y/o Mn intercambiables cuando se encuentran presentes, y suministrar Ca y Mg se utilizan correctivos principalmente materiales que contienen carbonatos, silicatos, óxidos e hidróxidos de calcio y magnesio.

Son bien conocidos los efectos que tiene el encalado de los suelos ácidos sobre la eficacia de los fertilizantes y el desarrollo de los cultivos.

Según León (1971), cuando el Al intercambiable se reemplaza en el suelo, se hidroliza en solución para dar hidroxi-Al y iones H+, así:

$$Al^{+++} + HOH \longrightarrow Al\ (OH)^{++} + H^{+}$$

A medida que el pH de la solución se aumenta la hidrólisis continúa hasta la formación de $Al\ (OH)^3$.

Cuando se adiciona $CaCO_3$ al suelo este reacciona con el agua dando como resultado:

$$CaCO_3 + HOH \longrightarrow Ca^{++} + HCO_3 + OH^{-}$$

Al añadir la cal a un suelo ácido el OH^- reacciona con el H^+ resultante de la hidrólisis del Al para formar agua.

La neutralización del suelo ácido con cal se puede escribir así, según Correa (1957):

$$2\ Al\text{-}Suelo + 3\ CaCO_3 + 6HOH \longrightarrow 3\ Ca\text{-}Suelo + 2\ AL(OH)_3 + 3H_2CO_3$$

Los materiales más comunmente usados para neutralizar la acidez del suelo reaccionan con el suelo como se ve en las siguientes ecuaciones:

<u>Óxido de calcio</u>:

$$Al\ 2\text{-}Suelo\text{-}H_3 + 1/2\ H_2O + 2CaO \longrightarrow Ca_2\text{-}Suelo\text{-}Al\text{-}H + Al(OH)^3$$

<u>Hidróxido de calcio</u>:

$$Al\text{-}Suelo\text{-}H_3 + 2Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca_2\text{-}Suelo\text{-}H_2 + Al(OH)_3 + H_2O$$

<u>Carbonato de calcio</u>:

$$Al\text{-}Suelo\text{-}H_2 + 2CaCO_3 + H_2O \longrightarrow Ca_2\text{-}Suelo\text{-}H + 2CO_2 + Al(OH)_3$$

Cal dolomitica:

$$Al\text{-}Suelo\text{-}H_2 + Ca.\ Mg\ (CO_3)_2 + H_2O \rightarrow Ca.\ Mg\text{-}Suelo\text{-}H + 2CO_2 + Al(OH)^3$$

Escorias de Alto Horno:

Básicamente compuestos por silicato de Ca

$$Al\text{-}Suelo\text{-}H_2 + 2CaSiO_3 + 3H_2O \rightarrow Ca_2\text{-}Suelo\text{-}H + 2H_2SiO_3 = Al(OH)^3$$

Escorias Básicas:

Llamadas también Escorias Thomas o Calfos. Contienen P_2O_5 además de sílice y óxido de calcio.

Para corregir la acidez del suelo las recomendaciones de enmiendas se basan en la cantidad de Al intercambiable del suelo.

Cuando los suelos son minerales la adición de cal suficiente para elevar el pH entre 5.5 y 6.0 da como resultado la precipitación de casi todo el Al intercambiable y la disminución de la solubilidad de los compuestos de Mn, en suelos en donde la toxicidad del mismo es el problema, en forma tal que deja de ser limitante para el crecimiento normal de las plantas.

En suelos con alto contenido de materia orgánica las cantidades de cal a aplicar deben ser mayores que para suelos con bajo contenido de esta. Igualmente debe considerarse el contenido de arcilla ya que se ha encontrado que a mayores contenidos en el suelo, mayores son los requerimientos de cal y viceversa (León, 1971).

Debe tenerse en cuenta el tiempo necesario para que la cal reaccione con el suelo. El cambio de pH en suelos arcillosos es más lento que en los arenosos con la misma acidez puesto que, según Hanke (1971), los coloides reaccionan como ácidos débiles con sus sales respectivas y presentan así un sistema buffer, necesitándose semanas o aún meses y cambio entre humedad y sequía para establecer el equilibrio final. Esto nos

indica que la aplicación de la enmienda al suelo debe hacerse con suficiente anticipación a la siembra del cultivo para dar tiempo a que reaccione con el suelo y produzca los efectos deseados.

En términos generales para suelos minerales las cantidades de cal basadas en el Al intercambiable multiplicado por un factor entre 1.5 y 2 deben neutralizar suficiente Al como para eliminar la causa del crecimiento sobre un suelo ácido.

Para el caso de suelos con altos contenidos de materia orgánica se necesita un factor más alto (León, 1971).

Así: para suelos minerales

Al (m.e./100 g) x 1.5 = ton/ha de cal

ara suelos orgánicos

Al (m.e./100 g) x 3.0 = ton/ha de cal

Estos cálculos se han efectuado para el caso de que se use cal agrícola con una pureza mayor del 80% de $CaCO_3$.

Si no se puede usar cal agrícola se deben hacer los ajustes correspondientes de acuerdo al valor de neutralización y la pureza de la enmienda disponible.

Algunos suelos con requerimientos de cal apreciables presentan una relación Ca:Mg muy amplia, por lo cual la adición de cal puede inducir una deficiencia de magnesio en los cultivos. Debe tenerse en cuenta lo anterior y recomendar la aplicación de cal dolomítica que contiene $CaCO_3$ y $MgCO_3$.

Aplicaciones superiores a 3 ton/ha son antieconómicas y difíciles de manejar por lo cual en suelos con requerimientos mayores puede efectuarse un fraccionamiento por ciclo agrícola hasta conseguir condiciones adecuadas de acidez.

Cuando se hacen aplicaciones fuertes de cal pueden presentarse deficiencias de elementos menores, especialmente de Mn, Fe y B debido al aumento en el pH. En especial debe cuidarse de no aplicar cantidades muy altas en cultivos como papa, yuca, soya, algunos cereales y hortalizas que son sensibles a los excesos de cal.

3. TOLERANCIA DIFERENCIAL A TOXICIDAD CAUSADA POR ALUMINIO

A través de los años se han reconocido diferencias notables entre especies de plantas en cuanto a su tolerancia al Al.

Así, por ejemplo, Foy y Brown (1964) encontraron que maíz, trigo sarraceno y soya eran más tolerantes que el algodón. Ríos y Pearson (1964) hallaron, en solución nutritiva, que el maíz fué más tolerante que la soya o el algodón.

Posteriormente se encontraron variaciones intraespecíficas en tolerancia al Al, y se han efectuado diversos ensayos para tratar de explicar la tolerancia diferencial. Algunos investigadores la han atribuído a la capacidad de intercambio catiónico, a la pared celular y a capacidad interna complejante (Clarkson, 1966a); Foy y colaboradores (1972) a una absorción diferencial debida a cambios de pH en la zona de la raíz y a más rápida absorción y mayor acumulación en el núcleo y la mitocondría.

Por otra parte, la tolerancia diferencial entre las variedades de soya Perry y Chiaf no parecen estar asociadas con cambios diferenciales de pH en la zona de la raíz (Foy, Fleming y Armiger, 1969). Tampoco con una mayor o menor capacidad de toma y transporte de aluminio como parece demostrarlo el no haberse encontrado diferencias en las concentraciones de Al en los ápices de las plantas de diferentes variedades, ni tampoco con la concentración en las raíces (Foy et al, 1967, 1969 a).

La tolerancia diferencial al Al entre variedades de varias especies de plantas parece estar estrechamente asociada con la toma diferencial y transporte de Ca. Las variedades sensibles de trigo, cebada y soya son

más susceptibles a inducir deficiencias de Ca por el Al que las variedades tolerantes (Foy et al. 1967, 1969).

También existe considerable evidencia de que la tolerancia diferencial al Al entre especies y variedades de plantas está correlacionada con su habilidad para absorber y utilizar P en presencia de Al (Jones, 1961; Foy y Brown, 1964; Otsuka, 1968a).

El estudio de la raíz como una indicación de la toxicidad del Al fué relievado por Fleming y Foy (1968), quienes sugirieron que él estaba actuando como inhibidor de sitios específicos de crecimiento más bien que como un tóxico sistémico.

Realmente el efecto primario de la toxicidad del Al puede ser la inhibición del crecimiento de la raíz (Kerrigde, 1969) y muchos de sus efectos observados sobre las plantas pueden ser simplemente un efecto indirecto debido a la ausencia en ellas del crecimiento radical. En todo caso la respuesta de la raíz al Al parece ser una medida completamente confiable de la tolerancia diferencial de variedades (Reid et al. 1971; Krrigde et al. 1971).

Teniendo como base lo anterior y considerando las dificultades que presentan en algunas zonas el encalamiento y la adición de fertilizantes, que hacen que su uso sea poco factible o antieconómico, para regiones en donde los suelos presentan contenidos extremadamente bajos de fósforo y excesivos de aluminio intercambiable se viene desarrollando una nueva estrategia, consistente en la selección y mejoramiento de especies y variedades con bajos requerimientos de nutrimentos asociados a una tolerancia excelente a niveles del Al considerados tóxicos para los cultivos.

Para el efecto algunos investigadores (Howeler, 1975; Foy et al, 1967; García, 1978), han evaluado la tolerancia diferencial de variedades de arroz, trigo, cebada, fríjol y cacao mediante la comparación del crecimiento relativo de la raíz en presencia de Al. Se ha encontrado que la longitud de las raíces en una solución con alta concentración de Al es el mejor índice de tolerancia al Al, teniendo las variedades

tolerantes raíces más largas que las variedades susceptibles.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ARMIGER, W.H. et al. Differential tolerance of soybeans varieties to an acid soil high in exchangeable aluminum. Agron. J. v.60 p.67-70. 1968.

2. BOLLARD, E.; BUTLER, G.W. Mineral nutrition of plants p.77-112. In L. Machlis (Ed.) Annual Review of plant physiology 17. 1966.

3. CLARKSON, D.T. Aluminum tolerance in species within the genus Agrostis. J. Ecol., v.54 p.167-178. 1966a.

4. _____. Effect of aluminum on the uptake and metabolism of phosphorus by barley seedlings. Pl. Physiol. Lancaster, v.41 p.165-172. 1966b.

5. CORREA, J. Estudio comparativo de la fertilidad de seis series de suelos de Colombia bajo condiciones de invernadero. Suelos Ecuatoriales. Colombia. 1957. v.1, no.2, p.61-98.

6. FLEMING, A.L.; GOY, C.D. Root structures reflect differential aluminium tolerance of wheat varieties. Agron. J., v.60 p.172-176. 1968.

7. FOY, C.D.; FLEMING, A.L.; ARMIGER, W.H. Aluminum tolerance of soybean varieties in relation to calcium nutrition. Agron. J., v.61, p.505-511. 1969a.

10. _____; FLEMING, A.L.; GARLOFF, G.C. Differential aluminum tolerance in two snapbean varieties. Agron. J., v.64, p.815-818. 1972.

11. GARCIA, A. Respuesta de cinco hibridos de cacao (Theobroma cacao L.) a toxicidad causada por Al en solución nutritiva y en un oxisol de los Llanos Orientales. Revista ICA, v.13, no.2, 1978.

12. HANKE, F. Métodos alemanes para determinar la cantidad de cal necesaria para neutralizar la acidez del suelo. Suelos Ecuatoriales. v.3, no.1, p.88-100. 1971.

13. HATT,A.J.; AMOS. D.F.; MASSEY, H.F. Effect of aluminum on copper sorption by wheat. Agron. J. v.55, p.284-287. 1963.

14. HORNSTENTINE, C.C. Boron-Aluminum relationships in the soil and in plant uptake. Diss. Abst. v.20, p.2471. 1968.

15. HOWELER, R. Diferencias varietales en el arroz de secano en su tolerancia a la acidez del suelo. Mimeografiado, 1974. 5 p.

16. JOHNSON, R.E.; JACKSON, W.A. Calcium uptake and transport by wheat seedlings as affected by aluminum. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. v.28, p.381-386. 1964.

17. JONES, L.H. Aluminum uptake and toxicity in plants. Plant and Soil, v.13, p.297-310. 1961.

18. KERRIGDE, P.C. Aluminum toxicity in wheat. Ph.D. Thesis. Oregon State Univ. 170 p. Univ. Microfilm Ann. Arbor (Diss Abst. v.29, p.8159-B). 1969.

19. KERRIGDE, et al. Separation of degreos of aluminum tolerance in wheat. Agron. J. v.63, p.586-591. 1971.

20. LANCE, J.C. The effects of treatments with low concentrations of aluminum on root functions. Diss. Abst. Sect. B.v.29 no.2, p.446-B. 1968.

21. LEON, L.A. La acidez del suelo y el encalamiento. En interpre - tación de análisis de suelos y recomendaciones de fertilizantes. ICA Multilith. 1971.

22. LUND, Z.F. The effect of calcium and its relation to several cations in soybean root growth. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. v. 34, p.456-459. 1970.

23. OTSUKA, K. Aluminum and manganese toxicies in plants. 2. Effect of aluminum on growth of barley, wheat, oats and rye seedling. J. Sci. Soil Manure, v.39, p.469-474. 1968.

24. OUELLETTE, G.J.; DESSUREAUX, L. Chemical composition of alfalfa as relation to degree of tolerance to manganese and aluminum. Can. J. Plant. Sci, v.38, p.206-214. 1958.

25. PATERSON, J.W. The effect of aluminum on absorption and translocation of calcium and other elements in young corn. Diss. Absts. v.25, p.6142-6143. 1965.

26. PEIVE, J.; RINKINS, G. Effect of calcium, ron and aluminum on the uptake of trace elements by plants. Lat v.PSR Zinat. Akad Vestis no.8, p.81-85 (English summary). 1962.

27. RANDAL, P.J.; VOSE, P.B. Effect of aluminum on uptake and translocation of p32 by perennial rye-grass. Plant Physiol. v.38, p.403-409. 1963.

28. REID, D.A.; FLEMING, A.L.; FOY, C.D. A method for determining aluminum response of barley in nutrient solution in comparison to response to Al-toxic Soil. Agron. J., v.63, p.600-653. 1971.

29. RIOS, M.A.; PEARSON, W. The effect of some chemical environmental factors on cotton root behavior. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. v.28, p.232-235. 1964.

MANEJO DEL CULTIVO DE LA SOYA

Orlando Agudelo D. *

La preparación del suelo es el primer punto importante para iniciar un buen cultivo de soya ya que de él depende el establecimiento de la densidad de plantas deseada. La preparación del suelo es una acción dinámica que cuenta con las características físicas del suelo, el cultivo a sembrar, factores ambientales, biológicos, residuos de la cosecha anterior y condiciones de las malezas propias de cada área.

1. ALTERNATIVAS PARA PREPARACION DEL SUELO

1.1. LABRANZA CONVENCIONAL

Se aplican labores de prelabranza con uso de arados, rastrillos y niveladoras. Esta preparación garantiza buena emergencia, buen desarrollo del cultivo, rápida infiltración y aireación adecuada. Este método inicialmente es bueno pero pierde eficiencia al compactarse el suelo por las lluvias; como complemento se obtiene una buena incorporación de malezas, residuos y abonos verdes, se pueden además incorporar abonos, insecticidas y nematicidas; se obtiene buen control de plagas y enfermedades al dejar expuestos materiales al sol, agua, pájaros u otros predatores.

---

* Ingeniero Agrónomo Programa Leguminosas de Grano y Oleaginosas Anuales del ICA. Palmira. A.A. 233.

1.2. LABRANZA MINIMA

Consiste en disminuir las labores de la labranza convencional por ejemplo los pases del rastrillo o solamente rastrillar el campo con un arado-rastra (Big Rome), se aplica preferencialmente en suelos franco-arenosos o arenosos. Se siembra después de efectuar una labor de rastrillada cruzada con un arado-rastra, obviando la arada y economizando tiempo y dinero. En suelos pesados es difícil efectuar esta labor.

Cuando se tienen malezas como coquito (Cyperus rotundus), este trabajo de mínima labranza debe ir siempre acompañado del herbicida debido al crecimiento lento de la soya.

1.3. SIEMBRAS SIN LABRANZA

Consiste en sembrar sobre socas de cultivos anteriores o sobre pastos; se hace uso indispensable del herbicida; cuando existen malezas altamente agresivas e invasoras como Coquito (Cyperus rotundus), caminadora (Rottboellia exaltata) y pasto Johnson (Sorghum halepense) esta labor de no labranza es casi imposible de efectuar; con ella se reducen los costos de operación de maquinaria.

2. IMPLEMENTOS PARA LA LABRANZA

2.1. ARADO DE DISCOS

Es un arado para condiciones de suelos secos o húmedos, con piedras o residuos leñosos. Este arado deja el suelo menos uniforme, con terrones y exige que el rastrillo de discos sea pasado por dos o más veces; además requiere hasta 60% de más potencia que el arado de vertedera. Es el arado más usado en Colombia.

2.2. ARADO DE VERTEDERA

Las vertederas vienen en diferentes formas y tamaños, requieren

menos potencia que el arado de discos, produce mejor acabado del suelo y es menos costoso. Para la situación de Colombia este arado es poco usado en comparación con otros paises. En suelos demasiado secos, demasiado húmedos, o en suelos pesados no funciona bien.

2.3. ARADO RASTRA

Se trata de un cuerpo de rastrillo en el cual el angulo del disco es similar al arado convencional. Es útil en suelos francos o franco arenosos. Ofrece un gran rendimiento y reduce los costos de operación. A medida que los costos de preparación de tierras han ido aumentando considerablemente, este tipo de arado está ganando adeptos.

2.4. ARADO DE CINCELES

Tiene como función romper capas duras a una profundidad no mayor de 30 centimetros. En Colombia se lo utiliza como complemento de la labranza a diferencia de otros paises en donde se usa en labranza propiamente dicha. Mejora la infiltración del suelo, controla la erosión eólica y tiene como limitación que debe usarse en lotes con baja población de malezas.

2.5. ARADO ROTATIVO (ROTAVATOR)

Consiste en cuchillas pequeñas para cortar capas de suelo; en soya resulta muy útil al permitir romper la costra de suelo que se forma cuando la semilla no ha emergido debido a una precipitación fuerte en determinado tipo de suelo. Como limitación se anota que destruye la estructura del suelo por el uso continuado.

2.6. RASTRILLO DE DISCOS

Consiste en un juego de discos trabados para complementar la labor del arado o sea desterronar el suelo completamente, preparando una cama

ideal para la siembra

2.7. RASTRA DE DIENTES

Se utiliza igual que la de discos para aflojar la tierra previamente arada y en terrenos pedregosos, en donde un rastrillo de discos puede acabarse fácilmente por efecto de la piedra.

En Colombia para la preparación de lotes para soya utilizan en su orden el arado de discos, el rastrillo y en explotaciones altamente tecnificadas, las niveladoras tipo Eversman o también un arado rastra, un pulidor y una niveladora. En algunas zonas el arado de cincel está incrementando su uso.

2.8. SUBSOLADO

El subsolado es una práctica que se acostumbra para romper capas duras en suelos pesados que impiden la libre aireación de la zona de raíces, causan pudriciones en las mismas, cambian el pH al causar salinidad haciendo aflorar sales a la superficie y limitan la profundidad efectiva del suelo. Este trabajo se debe efectuar cada vez que se observa compactación del suelo y/o deficiencias de drenaje lo cual causa mermas en el rendimiento. Para efectuar esta labor se puede utilizar un subsolador como el arado de cincel o sea simples escardillos que profundizan entre 25 a 30 cm del suelo y a distancias de 50 cm entre surcos o el arado topo que consiste en una bola de hierro amarrada a una cadena que puede profundizar más de 50 centímetros, según la profundidad requerida y el estado físico del suelo. Muchos agricultores contribuyen a un deterioro del suelo preparandolo en condiciones de alta y baja humedad, al anticipar la siembra, lo cual ayuda a destruír las condiciones físicas del suelo.

3. PREPARACION DEL SUELO PARA LA SIEMBRA DE SOYA

Para una siembra normal se debe pasar una arada entre 25 a 30 centímetros y 2 rastrilladas cruzadas tratando de dejar el lote semipulido. No debe quedar el suelo completamente pulverizado porque una precipitación fuerte común en el trópico, puede profundizar la semilla y obligar al agricultor a una nueva siembra. La preparación del suelo para soya debe quedar mejor que para sembrar maíz, sorgo o algodón lo cual facilita la emergencia de la semilla de soya. La última rastrillada debe ir perpendicular a la siembra para evitar que la semilla quede destapada.

La preparación del suelo nunca es perfecta por lo cual se debe tratar de realizar una nivelada con un implemento adecuado. En algunos casos con la última rastrillada se puede colocar un riel para ayudar a nivelar el suelo, o usar una niveladora.

Las pajas de sorgo y maíz se deterioran más lento que las leguminosas debido a la cantidad de celulosa que poseen por lo cual es necesario una buena incorporación de los residuos de cosecha, antes de la siembra.

En lotes donde la semilla quede destapada se debe colocar personal para taparla ya que en estos sitios se reduce la población de plantas.

4. SIEMBRA

Las prácticas culturales son el complemento para obtener buenos rendimientos. A medida que la agricultura tradicional es observada en los diversos cultivos aparecen a la mente del extensionista nuevas ideas de como mejorar estas prácticas para lograr óptimas cosechas con los mismos insumos, efectuando solamente cambios sencillos en la tecnología.

Las nuevas variedades y los nuevos implementos logrados para la agricultura moderna vienen acompañados de cambios que aunque no son sustanciales, deben observarse para obtener mejores rendimientos; se trata de exponer aquí algunas prácticas desde el punto de vista de los implementos, el suelo y las variedades que se utilizan en el Valle del Cauca.

La siembra debe coincidir con la época de lluvias. En Colombia las siembras se efectúan durante los meses de Marzo y Septiembre que coinciden con las épocas normales de inicio de las lluvias. Muchos agricultores en nuestro medio tienen la idea de sembrar soya en cualquier época pero esto conlleva a la aparición de problemas fitosanitarios.

4.1. ELECCION DE LA SEMBRADORA

Para la siembra se deben utilizar sembradoras prácticas de marcas reconocidas para la fácil consecución de los repuestos. La mayoría de las sembradoras trabajan por efecto de la gravedad. Existen sembradoras de surcos y sembradoras al voleo, utilizandose para la soya las primeras. Otro tipo de sembradora llamada neumática funciona en base al vacio; las semillas se deslizan por efecto de la gravedad y son succionadas por el aire hacia el patín sin que sean tocadas por el trinquete disparador no ocasionando lesiones a la semilla; esta máquina permite colocar en forma exacta las densidades que se requieran para cada variedad.

4.2. GRADUACION DE LA SEMBRADORA

En primer lugar se procede a distanciar las tolvas de acuerdo a las recomendaciones que se dan para cada variedad. Se hace luego el ajuste de los piñones impulsadores con la relación adecuada; el piñón delantero deberá ser más pequeño para aumentar la densidad de siembra y viceversa para menor densidad por metro lineal. Los platos de soya por lo regular tienen de 24 a 36 celdas para una sola semilla por perforación y para que las semillas queden a una misma distancia dentro del surco. El mecanismo tiene dos trinquetes, uno para colocar las semillas en el plato, limitando así su número y otro que las expulsa al tubo que las lleva al surco.

En la siembra de soya se debe tener en cuenta de 20 a 25 semillas por metro lineal en el campo para una población final de 15 a 20 plantas, teniendo presente las pérdidas por mala germinación y destrucción por

tierreros y torcazas. Una vez seleccionados los piñones para la descarga se tiene en cuenta el perímetro de la rueda impulsadora conociéndose el número de semillas por metro lineal.

4.3. PROFUNDIDAD DE SIEMBRA

Para enterrar la semilla de soya se deben tener en cuenta 2 factores; la humedad del suelo y la preparación del lote. Realizada la labor de graduación se debe revisar siempre en el campo la profundidad de siembra. Si el suelo está húmedo la profundidad debe ser de 2 a 4 centímetros, siendo la menor profundidad en suelos arcillosos.

Cuando la semilla queda más profunda la emergencia es deficiente, reduciéndose la población de plantas.

Cuando el suelo queda muy pulverizado la semilla de soya debe quedar superficial 2 a 3 centímetros porque una alta precipitación puede profundizar demasiado la semilla afectándose su emergencia. Cuando el suelo queda mal preparado la sembradora no adelanta un buen tapado de la semilla siendo necesario tapar manualmente.

4.4. ELECCION DE LA VARIEDAD

Las recomendaciones para un cultivo de soya deben estar a cargo del Asistente Técnico y/o del agrónomo de extensión, encargado de conocer los problemas particulares de cada zona, sus recursos económicos y la mano de obra; las condiciones ambientales, edafológicas y la aptitud del agricultor para aceptar los cambios en la tecnología generada.

Se deben seleccionar variedades de porte mediano a alto con buena capacidad de ramificación para soportar condiciones de bajas densidades y poca precipitación. En regiones donde exista limitación de mano de obra, se deben sembrar variedades de carga alta para facilitar la cosecha mecánica. En aquellas zonas donde 10 a 15 días juegan papel importante en la rotación, variedades precoces son las indicadas. Variedades

altas serán recomendadas en aquellas áreas con suelos ácidos y/o salinos ya que en estos suelos su altura se reduce, en vez de variedades bajas. Para agricultores sin riego variedades indeterminadas pueden ser las indicadas.

4.5 DENSIDADES DE SIEMBRA

Para establecer una población de plantas de soya se debe tener presente la altura de la variedad, su resistencia al volcamiento y su habilidad para ramificar; si la variedad es alta, la distancia entre surcos deberá ser de 60 a 70 centímetros y entre plantas de 5 a 7 centímetros. Si es de porte mediano la distancia entre surcos recomendada es de 40 a 50 centímetros y entre plantas de 5 cm. Para variedades de porte bajo se recomiendan 30 a 40 centímetros entre surcos y 5 centímetros entre plantas.

Las variedades de porte bajo pueden sembrarse siempre que se tenga la maquinaria para su siembra y labores de cultivo, siendo necesario el uso de herbicida debido a que el control de malezas es difícil por la proximidad de los surcos.

La tabla 1, ilustra las poblaciones que se pueden obtener dependiendo de la distancia entre surcos y el número de semillas por metro.

TABLA 1. Densidades de población de acuerdo a la distancia entre surcos y entre plantas.

Distancia entre plantas (cm)	Semillas por metro lineal	Distancia entre surcos (cm).				
		30	45	50	60	70
2.0	50	1.666.666	1.110.000	1.000.000	830.000	714.285
2.5	40	1.333.333	890.000	800.000	666.400	571.428
5.0	20	666.666	445.000	400.000	333.200	285.714
7.5	13	444.443	288.600	260.000	215.800	190.471
10.0	10	333.333	222.500	200.000	166.600	142.857

Para cálculos de semilla se asume que un kilogramo tiene 5000 semillas.

Con la tabla 2, se indican las variedades de porte alto recomendadas para el Valle del Cauca; estas variedades tienen altura de planta de 70 a 100 centímetros; para el manejo de estas variedades se debe tener en cuenta su susceptibilidad al vuelco porque de ello depende su distancia entre surcos y entre plantas; las densidades apropiadas para Mandarín S4 ICA, Pelican SM-ICA e ICA Caribe están alrededor de las 270.000 plantas por hectárea, siendo la primera variedad susceptible y las dos siguientes medianamente susceptibles al vuelco. Las variedades Victoria y Semivalle 77 se ajustan bien para el sistema de cosecha directa por tener buena altura de carga; son medianamente susceptibles al vuelco y se debe observar la densidad de siembra recomendada para evitar pérdidas. En general la distancia recomendada por el ICA fluctúa entre 60 a 70 centímetros entre surcos y 5 a 7 centímetros entre plantas.

TABLA 2. Densidades recomendadas para variedades de porte alto en el Valle del Cauca.

Variedad	Distancia entre surcos (cm)	Distancia entre plantas (cm)	Cantidad de semilla Kg/ha *	Población a cosecha plantas/ha.
Mandarín S4 ICA	60	5	70	270.000
Pelican SM ICA	60	5	70	270.000
Pelican SM ICA	50	6	70	270.000
ICA Caribe	60	5	70	270.000
Victoria	70	5	70	260.000
Victoria	60	6	65	260.000
Semivalle - 77	70	5	70	260.000
Semivalle - 77	60	6	65	260.000

* La cantidad de semilla fué estimada en base al peso de 100 semillas para cada variedad.

Las variedades de porte mediano, Tabla 3, generalmente presentan un menor volcamiento y permiten mayores densidades de siembra. En el Valle del Cauca se recomienda las variedades ICA Lili e ICA Tunia con alturas de planta de 50 y 60 centimetros; la primera medianamente resistente al vuelco y la segunda con alta resistencia; sus distancias entre surcos permiten una serie de arreglos que van de 40 a 60 centimetros entre surcos y de 3 a 5 centimetros entre plantas. Las densidades para ICA Lili son de 300.000 plantas por hectárea, en cambio para ICA Tunia puede fluctuar entre 400.000 y 500.000 plantas por hectárea, presentando alta resistencia al desgrane en el campo.

La variedad ICA Tunia se ha evaluado a distancia de 30 centimetros entre surcos y 5 centimetros entre plantas, para poblaciones cercanas a 600.000 plantas por hectárea, lográndose rendimientos de 4000 kilos por hectárea; a esta densidad la variedad no ha sufrido volcamiento, alcanzando alturas de un metro.

Como el crecimiento de la soya es lento en sus estados iniciales, los surcos estrechos permiten un mejor control de las malezas al ofrecer una mayor cobertura.

TABLA 3. Densidades recomendadas para variedades de porte medio en el Valle del Cacua.

Variedad	Distancia entre surcos (cm)	Distancia entre plantas (cm)	Cantidad de semilla Kg/ha.*	Población a cosecha plantas/ha.
ICA Lili	60	5	70	300.000
ICA Lili	50	5	80	300.000
ICA Tunia	60	5	70	400.000
ICA Tunia	50	5	80	400.000
ICA Tunia	45	5	90	500.000
ICA Tunia	40	5	100	500.000

* La cantidad de semilla fué estimada en base al peso de 100 semillas por cada variedad.

188a

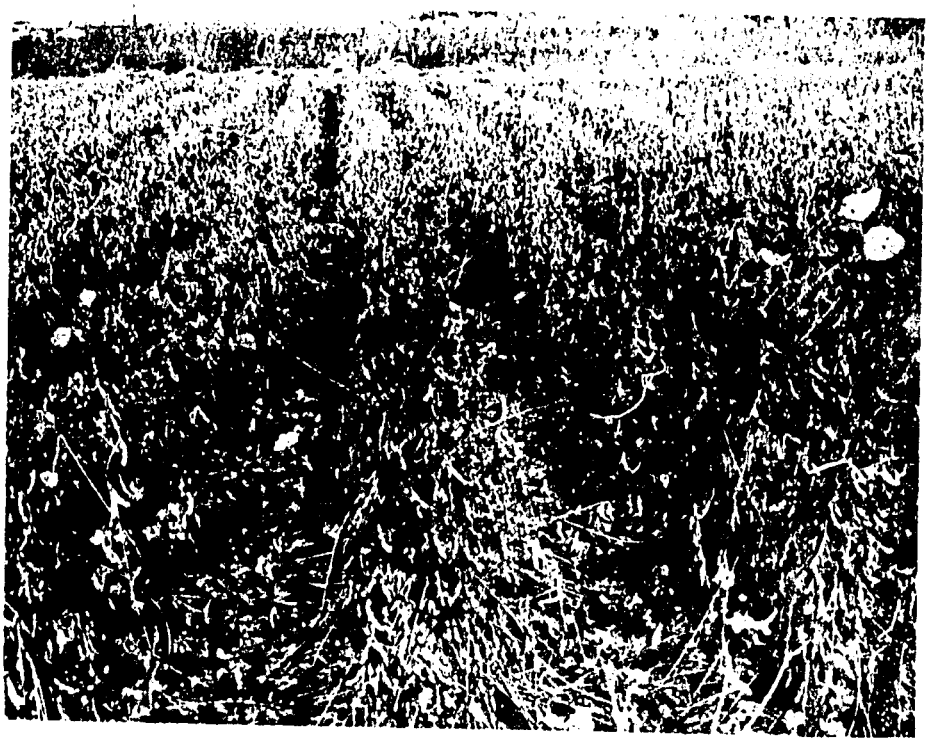


FIGURA 1. Las prácticas de manejo del cultivo de la soya permiten óptimos rendimientos.

En la Tabla 4, se presentan las variedades de porte bajo, con alturas de planta entre 30 y 40 centímetros, son poco susceptibles al vuelco; este tipo de variedades requieren para expresar su rendimiento altas densidades de siembra; las recomendaciones para ellas son de 350.000 a 500.000 plantas por hectárea; en esta modalidad se han evaluado las variedades ICA Taroa, ICA Pance y Davis, utilizándose distancias entre surcos de 30 a 50 centímetros y de 2 a 5 centímetros entre plantas.

TABLA 4. Densidades recomendadas para variedades de porte bajo en el Valle del Cauca.

Variedad	Distancia entre surcos (cm)	Distancia entre plantas (cm)	Cantidad de semilla Kg/ha.*	Población a cosecha plantas/ha.
ICA Taroa	50	5	80	350.000
ICA Pance	45	5	100	400.000
Davis	45	5	100	400.000
Davis	30	5	120	500.000
ICA Pance	30	5	120	500.000

* La cantidad de semilla fué estimada en base al peso de 100 semillas por cada variedad.

4.6. CULTIVADA Y LIMPIEZA MANUAL

Para llevar un cultivo de soya en buen estado se debe complementar la labor del herbicida con desyerbas manuales entre los 25 y 40 días. Se deben hacer uno o dos pases de cultivadora si el cultivo lo permite antes o después de la desyerba manual.

En la labor de cultivo mecánico se pueden utilizar tractores de llantas delgadas para facilitar la entrada a surcos estrechos 30 o 40 centímetros; en la generalidad de los casos los agricultores no poseen

estos y prefieren sembrar a 45 centímetros o más, ya que estas distancias permiten la entrada del tractor.

Se utilizan para las siembras pares 30 - 60 cm entre surcos, tractores triciclos de 3 ruedas que llevan en la parte delantera una cultivadora de escardillos delgados para la calle de 30 cm sobre la cual debe observarse mayor cuidado y para la parte trasera otra cultivadora para la distancia de 60 cm de mayor amplitud en el tamaño del escardillo.

En la época de maduración, debe hacerse otra desyerba para facilitar la trilla eficientemente. Malezas tipo batatilla (Ipomoea sp.) afectan la labor de cosecha.

5. RIEGOS

5.1. RIEGO PRESIEMBRA

Cuando las condiciones de humedad del suelo no son buenas por falta de lluvias se hace necesario un riego antes de la siembra, para mejorar las condiciones del suelo y lograr la emergencia de la soya.

El riego aplicado debe ser en buena cantidad (25 a 30 mm), porque la temperatura del ambiente reseca fácilmente el suelo y se pierde el efecto del agua; al día siguiente se debe proceder a la siembra y se puede hacer un nuevo riego, lográndose conseguir en esta forma emergencias aceptables.

5.2. RIEGOS SUPLEMENTARIOS

Para llegar a cosecha la soya requiere de 400 a 500 milímetros de precipitación para obtener un buen rendimiento. Generalmente en el Valle del Cauca caen 1000 milímetros en el año, pero el cultivo solo aprovecha entre 300 a 400 milímetros, por semestre, razón por la cual se hace necesario complementar esta precipitación con riego artificial para obtener rendimientos óptimos.

Existen diferentes sistemas de riego entre los que se cuentan:

5.3. RIEGO POR INUNDACION

Consiste en cubrir la superficie de las tierras con agua hasta mojar completamente el lote, no se debe aplicar en suelos de textura fina por que ocasionan erosión.

5.4. RIEGO POR SURCOS

La superficie del suelo ha sido surcada previamente para conducir por ello el agua necesaria para el cultivo, los surcos no deben ser muy largos porque se pierde eficiencia y quedan superficies mal mojadas.

5.5. RIEGO POR ASPERSION

Conocido como lluvia artificial, consiste en suministrar agua por medio de tubería al cultivo simulando la lluvia, tiene varias alternativas que son:

5.5.1. Riego por Aspersores.

5.5.2. Riego por Cañones.

5.5.3. Riego por Pivote Central.

El riego por aspersión se adapta a todos los tipos de terreno y a la mayoría de los suelos. En Colombia se utiliza el riego por aspersores y por cañones.

5.6. RIEGO SUBTERRANEO

Consiste en aplicar agua por debajo del suelo buscando que el subsuelo quede saturado. Se requiere de suelos planos uniformes y que

permitan el movimiento rápido del agua en sentido lateral y ascendente y que no tengan salinidad.

Hoy en día en el Valle del Cauca el riego de aspersores que requieren mucho personal para su manejo está siendo reemplazado por el riego por cañón, que es más eficiente, no necesita tanto personal y permite trabajar con buena facilidad durante la noche sin causar mayores problemas al cultivo.

El agua de aspersión se aplica a la velocidad de infiltración del suelo; si se utiliza alta presión en los cañones la rata de aplicación supera varias veces la velocidad de infiltración produciendo un enchar - camiento del suelo, perjudicial para la soya porque esta agua se calienta disminuyendo el oxígeno del suelo y contribuyendo al mal drenaje al producir costras.

Una de las limitaciones del riego por aspersiones o cañones es que el viento puede afectar la distribución de agua sobre todo en las tardes cuando éste es más fuerte; este factor se debe tener en cuenta principalmente en riegos de germinación para lograr una buena población.

5.7. NECESIDADES DE AGUA EN LA SOYA

La soya tiene sus periodos críticos de agua en germinación, flora - ción, formación de vainas y llenado de las semillas; siendo los dos últimos periodos los mas importantes para obtener buenas producciones.

En la Tabla 5, se indican los niveles de consumo de agua para la soya encontrándose que 470 mm son requeridos para una buena cosecha; como no siempre el agua lluvia cae bien distribuída se requiere de riego su - plementario para completar sus necesidades. Precipitaciones de 20 a 25 milímetros por semana durante el periodo vegetativo son suficientes para el cultivo.

TABLA 5. Niveles de consumo de agua para el cultivo de soya. *

Consumo de agua	mm.
Germinación	30
1a. a 2a. semana (3 mm diarios)	40
3a. a 4a. semana (4 mm diarios)	60
5a. a 6a. semana (5 mm diarios)	70
7a. a 8a. semana (8 mm diarios)	110
9a. a 10a. semana (9 mm diarios)	130
11a. semana (4 mm diarios)	30
	470

* Suelo arcilloso. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Palmira.

6. OTRAS MODALIDADES DEL CULTIVO DE LA SOYA

Se han realizado estudios de soya intercalada y/o asociada con otros cultivos como maíz y caña de azúcar, con el fin de adelantar una mejor utilización de la tierra.

6.1. SOYA INTERCALADA Y/O ASOCIADA A MAIZ

Se han realizado en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Palmira (ICA) estudios de soya intercalada a maíz, en varias modalidades para agricultores de minifundio (menos de 5 hectáreas) y lograr la mejor combinación económica de los dos cultivos.

6.1.1. Siembra Simultánea.

6.1.1.1. Sistema en cuadro.

Consiste en sembrar la soya a 50 centímetros entre surcos y 5

centímetros entre plantas y el maíz a un metro entre surcos y entre plantas, utilizando 4 plantas de maíz por sitio. Con este arreglo se obtienen poblaciones de 400.000 y 40.000 plantas por hectárea para soya y maíz respectivamente.

6.1.1.2. Sistema alterno.

Consiste en sembrar dos surcos de soya a 50 centímetros entre surcos y 5 centímetros entre plantas y dos de maíz alternos a 50 centímetros entre surcos y 25 centímetros entre plantas. Se obtienen poblaciones de 200.000 y 40.000 plantas por hectárea en soya y maíz respectivamente.

Los resultados de estos estudios (Tabla 6) indican que los sistemas de siembra asociada y/o intercalada de soya y maíz ofrecen una buena alternativa desde el punto de vista del rendimiento económico. El sistema alterno ofrece además la ventaja de poderse mecanizar, lo cual facilita su manejo.

TABLA 6. Resultados de soya asociada y/o intercalada con maíz en siembras simultáneas en el Valle del Cauca.

Variedad o híbrido	Sistema en cuadro		Sistema alterno	
	Kg./ha.			
H-207: ICA Pance	3100	1540	2820	1560
H-207: Pelican SM ICA	2802	1520	3820	1560
MB-22: ICA Pance	2300	1820	2080	1340
MB-22: Pelican SM ICA	2070	1730	2060	1180
TESTIGOS				
H-207		4410		
MB-22		3090		
ICA Pance		2880		
Pelican		2330		

6.2. SOYA INTERCALADA A CAÑA DE AZUCAR

Se han realizado estudios para medir la respuesta de la soya y la caña de azúcar a la siembra intercalada, con el fin de adelantar una cosecha de soya en los primeros cien días de desarrollo de la caña de azúcar.

Este sistema consiste en sembrar la soya intercalada a caña de "plantilla" (primera siembra) la cual se siembra a 1.50 metros entre surcos, intercalando dos surcos de soya a 30 centímetros entre plantas. Tabla 7.

Los resultados indican que se pueden obtener rendimientos satisfactorios de soya (1.900 kilogramos por hectárea en promedio) al comparar la siembra intercalada con el cultivo solo, sin afectarse el desarrollo de la caña de azúcar.

TABLA 7. Rendimiento de la soya en siembra intercalada con caña de azúcar.

Soya	Rendimiento (Kg./ha)	Caña	Rendimiento (Ton/ha)
ICA Linea 116	1900	Canal Poing 57603	145.79
ICA Tunia	1950	Canal Poing 57603	159.31
Cultivo solo de caña			157.8
Rendimiento en azúcar			15.70

Adaptado de Belalcazar (5).

7. ROTACIONES

La soya como cualquier cultivo requiere de rotación para evitar aumentos de plagas, enfermedades y bajas en el rendimiento; se acostumbra

rotar con maiz, sorgo o algodón, en el Valle del Cauca; algunos agricultores efectúan hasta 5 o más siembras seguidas de soya aumentándose considerablemente los problemas fitosanitarios.

8. REFERNCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AGUDELO, O.; BASTIDAS, G. Aborto natural de flores en soya, (Glycine max (L.) Merr), bajo condiciones del Valle del Cauca. Rev. Comalfi. Bogotá, v.5, no. 1, p.3-12. 1978.

2. BASTIDAS, R. Recursos genéticos y prácticas de cultivo en plantas oleaginosas anuales. Encuentro Tecnológico. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Bogotá, 1979. p.84-109.

3. BASTIDAS, G. Informe anual del Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas Anuales. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Centro Experimental Palmira. 1974-1976 (sin publicar).

4. _____. Aspectos importantes del cultivo de la soya. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Palmira, 1978, 15 p. (mimeografiado).

5. BELALCAZAR, G. J.D. Inoculación con Rhizobium japonicum en soya, Glycine max (L.) Merr, intercalada a caña de azúcar, Saccharum officinarum (L.) en el Valle del Cauca, Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias Palmira, 1977. 116 p. (Tesis Ing. Agr.).

6. CADENA, G.A.; OLIVEROS, C.E. Riego por aspersión Rev. Coagro. Cali, v.20, p.17-22. 1979.

7. CAMACHO, L.H. Informe Anual del Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas Anuales. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) Centro Experimental Palmira, 1965-1973 (Sin publicar).

8. CAMACHO, G.H. Sembradoras. Uso y graduación. Maquinaria Agrícola Compendio No. 9. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) Bogotá. 1975. p.46-55.

9. GUERRERO, J.L. Preparación de terrenos para siembras. Maquinaria Agrícola. Compendio No. 9. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Bogotá, 1975. p.35-45.

10. LOZANO, M.J. Guía práctica para el riego. Agricultura de las Américas. Kansas City. U.S.A. 1964. 78 p.

11. OROZCO, S.H. Manejo del cultivo de la soya. El cultivo de la soya en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Bogotá, 1975. p.65-76.

12. OROZCO, S.H. Factores que inciden en el rendimiento de la soya en el Valle del Cauca. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) Palmira, 1974. 6 p (mimeografiado).

13. SCOTT, W.O.; ALDRICH, S.R. La producción moderna de la soya. Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) México. Buenos Aires, 1975. 192 p.

EL ECOSISTEMA DE LA SOYA

Michael E. Irwin *

El primer principio en el control de plagas es la consideración del ecosistema, porque alrededor de él giran todos los otros principios (p. 457, National Academy of Science, 1969). De acuerdo a Price y Waldbauer (1975), los individuos de una misma especie que viven juntos forman una población; las poblaciones de diferentes especies que viven juntas forman una comunidad; y la comunidad está influenciada por su ambiente físico. Tomado en conjunto este complejo sistema puede denominarse ecosistema. Cualquier expansión geográfica puede escogerse para definir un ecosistema, pero un ecosistema, no importa que tan ampliamente sea definido, interactúa con otros sistemas a través de la migración, intercambio, de energía y otras formas químicas y físicas más sutiles y complejas.

Un ecosistema agrícola puede definirse de la misma manera, y la amplitud de la definición enfatiza el punto básico del control de insectos; la población de la plaga debe ser considerada como un componente de los ambientes complejos si es que los programas de control que se inician tienen alguna esperanza de proveer soluciones a largo plazo.

---

* Profesor Asistente de Entomología Agrícola. Programa Internacional de la Soya (INTSOY). University of Illinois. Urbana, Illinois, U.S.A.

A diferencia de la mayoría de los sistemas naturales, los ecosistemas de cultivos en surcos son frecuentemente y fundamentalmente perturbados, favoreciendo la colonización y dominancia por especies que tienen estrategias adaptadas a la disrupción por medio de la migración o estados resistentes (esporas, semillas, huevos, pupas, pre-pupas diapausales, etc). Los ecosistemas de los cultivos de surco en forma característica, son menos estructurados, más homogéneos en espacio y tienen menos diversidad genética. Hay una decidida falta de estabilidad en el sistema porque el tiempo para la evolución ha sido corto; así la extinción de especies y la dominancia es grande (National Academy of Science 1975).

El ecosistema de la soya es considerado aquí como una unidad (usualmente un campo de soya) compuesto por la planta del cultivo; el complejo total de organismos, incluyendo las especies plagas, sus competidores, otros asociados y su alimento, refugio, hospederos y cultivos; malezas y otras plantas, el suelo, el agua y su manejo; las condiciones totales del ambiente y las varias actividades agrícolas e industriales del hombre (National Academy of Science 1969). Los métodos más efectivos para controlar plagas pueden ser establecidos después que se ha obtenido un conocimiento completo de los principios que rigen las fluctuaciones de las poblaciones de plagas del ecosistema de la soya.

1. EL ECOSISTEMA DE LA SOYA

La mayoría de los estudios de los ecosistemas se han concentrado en los ecosistemas naturales y han enfatizado tales conceptos como los energéticos, los ciclos de los nutrientes, la capacidad de sostenimiento y la productividad. Para manejar las poblaciones de plagas dentro del ecosistema de la soya, debe considerarse otro grupo de nuevos parámetros. Dentro de este grupo, la diversidad de especies a través del tiempo y del espacio, la dinámica de las poblaciones, los sistemas de continuidad y estabilidad, las interacciones tróficas, la migración de especies (tasas de colonización), sistemas de factores de "stress", parecen ser inmediata y profundamente importantes.

1.1. DIVERSIDAD DE ESPECIES DE PLANTAS, ESTABILIDAD Y CONTINUIDAD

La soya es generalmente cultivada como un cultivo de surco. Es sembrada estratégicamente para aprovechar las lluvias durante la estación de crecimiento y un periodo seco durante la cosecha.

En algunos lugares forma parte de un sistema de doble cultivo: le sigue al trigo en la parte central sur de los Estados Unidos o le sigue al arroz en el Perú, Taiwan y las Filipinas. Solo infrecuentemente se le encuentra en un sistema de cultivos intercalado: ocasionalmente con yuca y maíz en Colombia, ocasionalmente con café en Brasil, a menudo formando bordes en campos de arroz en Corea del Sur.

En la mayoría de los casos, la soya forma campos de monocultivo en un mosaico de campos cultivados, áreas en barbecho y vegetación natural. Antes que consideremos este mosaico y sus implicaciones en el manejo de la plaga, primero nos concentraremos en el componente de la soya.

La mayoría de los campos de la soya están conformados por una sola variedad. Esto es importante para los aspectos mecánicos del cultivo de la soya: crece en forma uniforme; florece y fructifica uniformemente, se defolia uniformemente, madura uniformemente y está listo para la cosecha en un mismo tiempo. Por razones prácticas, el hombre mecanizado ha tendido a intensificar la uniformidad de la plantación en el campo de soya. Las plagas pueden volverse epidémicas rápida y fácilmente en un cultivo con tal uniformidad en su estructura genética. Esta es una lección que he aprendido en forma dura al conducir un campo experimental en Puerto Rico. Sembré una variedad llamada "Clark" rodeándola por unos pocos surcos de otra variedad llamala "Williams". El campo fué atacado fuertemente por Elasmopalpus lignosellus, un pirálido perforador del tallo. Unos pocos días después, todas las jóvenes plantitas "Clark" estaban muertas pero las plantas "Williams" no fueron severamente atacadas. Parece que E. lignosellus prefiere atacar la variedad "Clark".

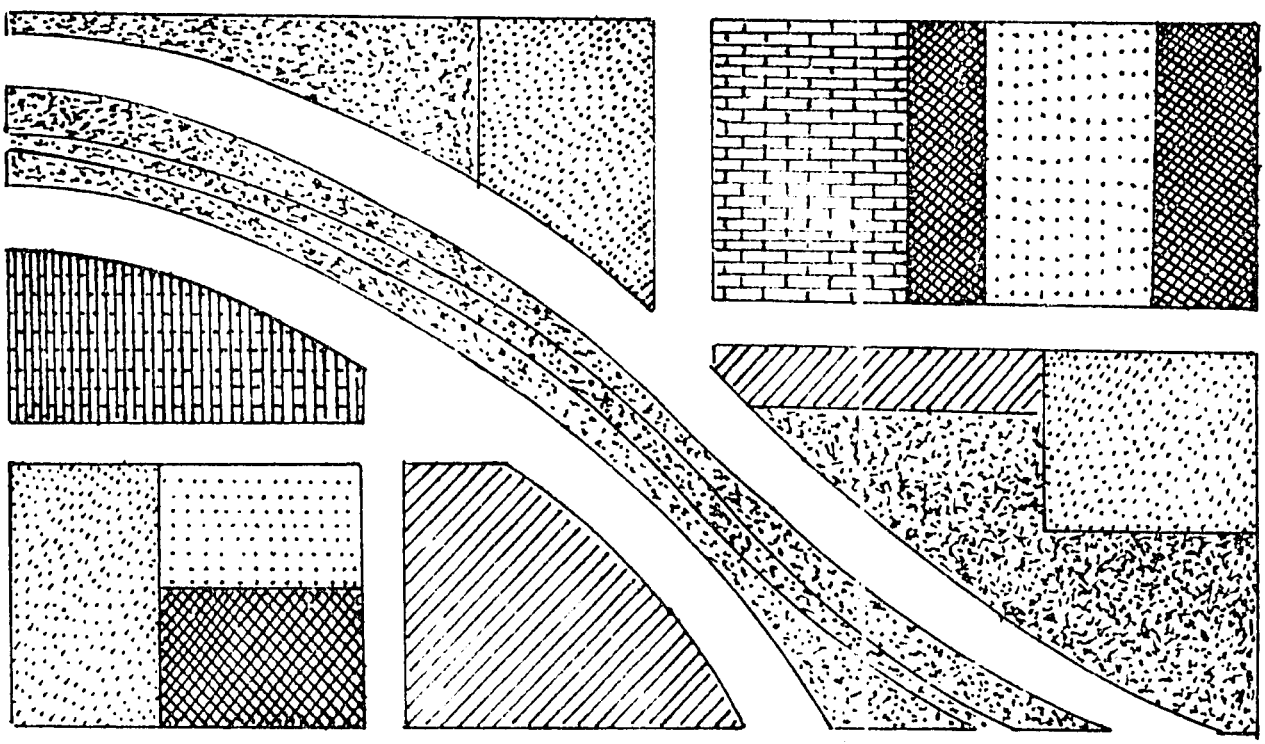


FIGURA 1. Mosaico hipotético de agroecosistema y ecosistema natural.

En muchas áreas el hombre ha tratado de controlar las malezas tanto como sea posible. En la parte central de Illinois, por medio de las combinaciones de tratamientos con herbicidas, cultivaciones mecánicas y azadas de mano, las malezas se mantienen al mínimo. En tales circunstancias la diversidad de plantas dentro del campo es extremadamente limitada, y los organismos que se establecen en el campo colonizan el cultivo. En otros casos los campos pueden ser muy enmalezados. Con un mayor número de especies de malezas presentes, más diversificado resulta el ecosistema del cultivo, principalmente porque hay más tipos de hospederos por colonizar.

Las malezas son a menudo competidoras de la soya. Un ejemplo de esto el "rabo de zorro" en los campos de soya en Illinois. Si el "rabo de zorro" se elimina temprano de un campo de soya, no se reduce el rendimiento, pero si se le deja durante el periodo de crecimiento, el rendimiento baja en 40% (Tabla 1), según Scott y Aldrich, 1970).

Si el rabo de zorro germina después de la soya, a menudo es sombreado, y no llega a reducir los rendimientos (Tabla 2), según Scott y Aldrich 1970).

TABLA 1. Efecto de eliminar el "rabo de zorro" de la soya.

Peso de la soya cuando el rabo de zorro fué eliminado (pulgadas)	Rendimiento promedio (bushels por acre)
Libre de malezas (Testigo)	30
8	30
12	30
16	29
22	28
dejado hasta la madurez	12

TABLA 2. La sombra elimina el "rabo de zorro" de la soya.

Tiempo en que el rabo de zorro fué sembrado después de la - siembra de la soya	Total materia seca producida (libras/acre) rabo de zorro	Soya
El mismo día	2,280	3,970
3 semanas	30	5,240
6 semanas	0	5,390
12 semanas	0	5,440
libre de malezas	0	5,410

Cuando se siembra un cultivo, la tierra a menudo es completamente sometida a aradas y labranza, se le agrega substancias químicas (fertilizantes, herbicidas, nematicidas, etc.) y la semilla se coloca a intérvalos regulares sobre la superficie del suelo. Las plantas germinan y las malezas se destruyen con pases de la cultivadora hasta que se forma el follaje de la soya. Dependiendo del genotipo, las plantas de soya tienen un ciclo de vida de 90 - 140 días. En las latitudes mayores el ciclo tiende a ser más corto, y hacia el Ecuador más largo. Al final de la estación de crecimiento se cosecha el grano. A menudo la tierra se ara después de la cosecha. Dependiendo del área y las prácticas agronómicas, puede ser que se siembre otro cultivo o la tierra quede en descanso hasta la próxima estación para la soya. Si queda en barbecho, las especies de malezas pueden aprovechar para desarrollarse, especialmente en áreas no sujetas a duros inviernos, o severos periodos de sequía, por lo que a menudo se les pasa rastrillo para reducir aumento de la producción de semillas por la maleza. Si la tierra va a ser sembrada con el sistema de cultivo, se preparará el campo, agregándole los nutrientes y estableciendo el cultivo.

El tipo de suelo afecta la necesidad de fertilizantes adicionales (Según Nelson, 1974) suelos limosos requieren poca fertilización mientras

que suelos migajón arcillosos obtienen gran beneficio de la adición de nutrientes.

Así, los ciclos de las poblaciones de los organismos asociados, con cultivos de surcos son frecuente y drásticamente interrumpidos. La adición de pesticidas y nutrientes agregan perturbación adicional a los procesos naturales (Scott y Aldrich, 1970). El hombre protege el grano, a menudo de alto costo monetario, y la energía acumulada - en gran parte incorporada en el grano - es tomada, dejando al sistema agotado nutricionalmente.

Como se ha establecido anteriormente, la soya es un cultivo de relativamente corta duración. La diversidad de especies de plantas es mantenida al mínimo; la diversidad estructural de la planta no es alta. La colonización del cultivo es reducida debido al ciclo de crecimiento corto lo que ha llevado a sostener a Price y Woldbauer (1975) que es dudoso que la colonización de especies en cultivos anuales lleguen a alcanzar alguna vez su equilibrio dinámico. Especies oportunistas son los primeramente capaces de establecerse y sobrevivir en tales sistemas disruptivos. En verdad, el ecosistema de la soya es inherentemente inestable y sujeto a profundas alteraciones (Wilhelm, 1976).

1.2. DIVERSIDAD ESTRUCTURAL DE LA PLANTA

Cambios definitivos ocurren durante la vida del cultivo que le dan un aspecto dinámico. La plantación a través del desarrollo fisiológico sufre un patrón de sucesión simplificado que demanda consideración seria, pues sobre él se estructura los aspectos dinámicos de la agrocomunidad.

A lo largo de la estación de desarrollo, el cultivo cambia de composición en términos de sus características estructurales. Cada planta comienza como una semilla debajo del suelo. Germina enviando una raíz principal al suelo y levanta sus cotiledones sobre el suelo. Se desarrolla un conjunto de hojas unifoliadas seguidas de una serie de hojas trifoliadas. Dependiendo de la variedad y del fotoperiodo, la floración comienza

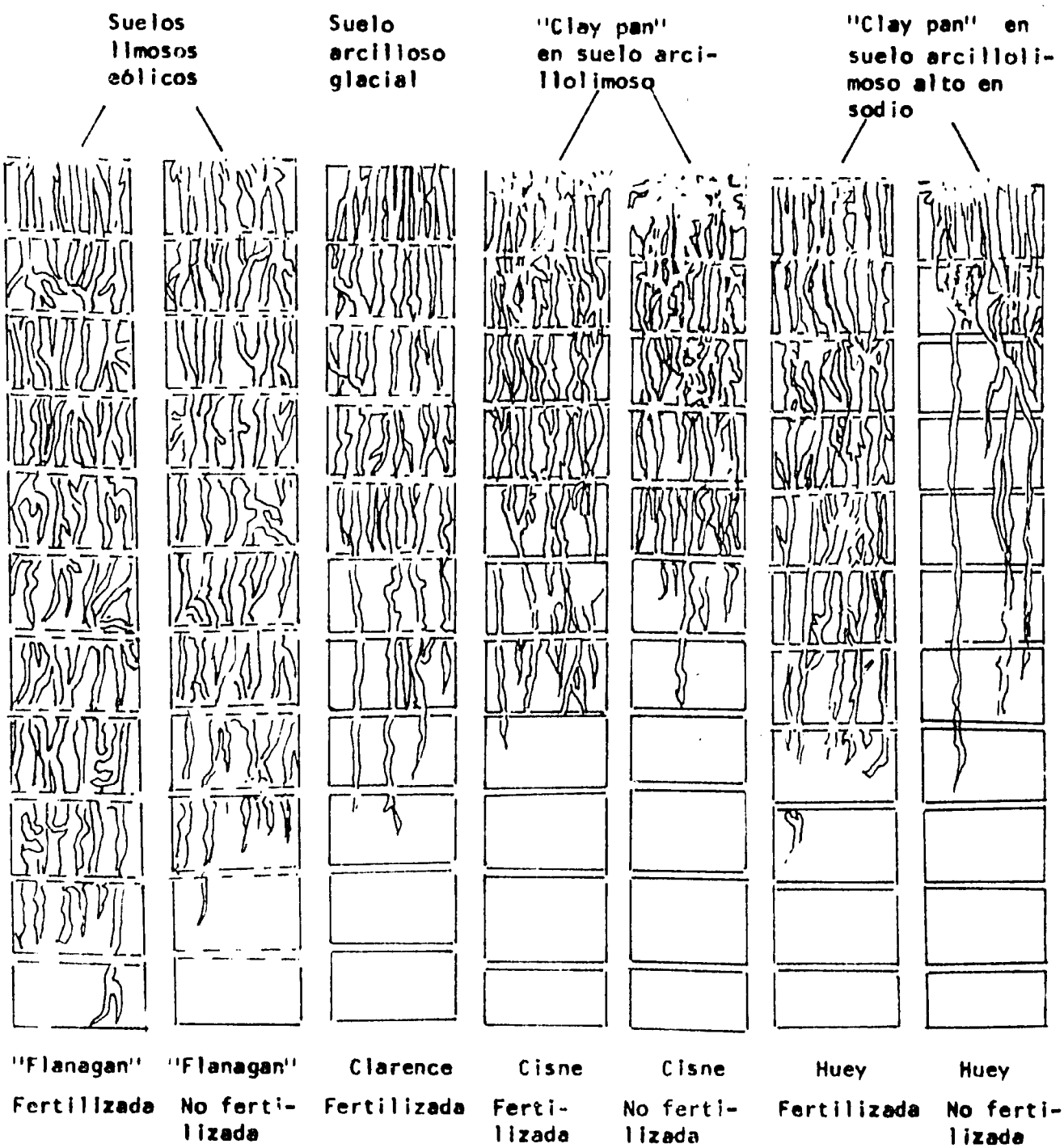


FIGURA 2. La serie de suelos y la fertilización afectan la longitud de las raíces de soya.

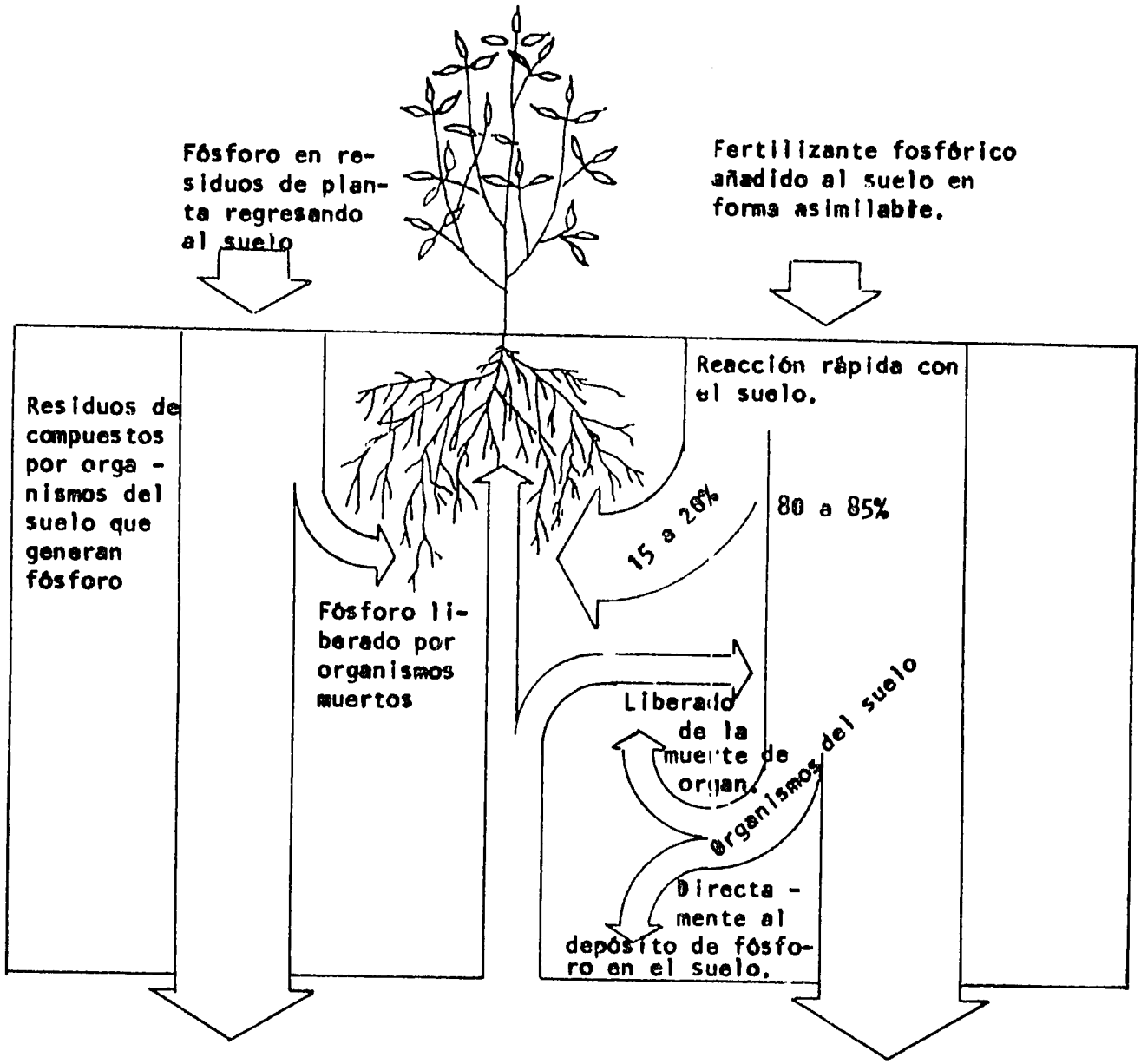


FIGURA 3. El ciclo del fósforo en el suelo es debido a reacciones químicas, trabajo de organismos del suelo y el crecimiento del cultivo.

204C

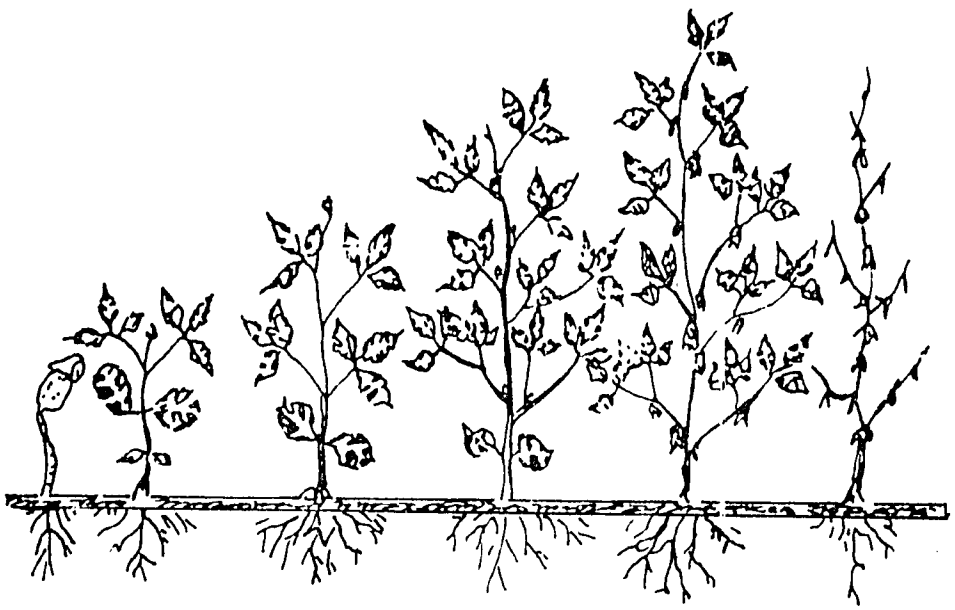


FIGURA 4. Desarrollo continuo de una plántula de soya hasta maduración.

alrededor de 40 días después de la siembra. Cuajan las vainas, se expanden y madura la semilla. Se envejecen las hojas y las semillas se secan. Simultáneamente se expanden las raíces y forman nódulos. La diversidad estructural de cada planta aumenta con el tiempo hasta la vejez de las hojas, produciendo una diversidad de microhabitats, cada vez mayor, para colonizadores potenciales (Según Kogan, 1974).

Todo el campo experimenta una sucesión. La expansión volumétrica del cultivo, tanto sobre como debajo del nivel del suelo, aumenta con el tiempo. El componente volumétrico es el espacio disponible para la colonización por microorganismos y ha sido llamado habitat espacial por Price (1976) e Irwin y Price (1976). Los aspectos horizontales en el campo también cambian a través de la estación. El porcentaje de área cubierta por la vegetación (soya) aumenta rápidamente hasta que el follaje se cierra y solamente durante la vejez comienza a decrecer. Según desarrolla el cultivo, el campo de soya cambia, de abierto y soleado a cubierto y sombreado, de caliente y seco a abrigado y húmedo. El microclima se vuelve más suave y más complejo en estructura con el tiempo (Irwin y Price, 1976). Por ejemplo, la oidiosis y el mildiú se encuentran comúnmente en follaje cerrado de soyas debido a que son favorecidos por un ambiente más húmedo. Cuando más juntos están los surcos más rápido se cierra el follaje (Tabla 3). La cobertura también está determinada por la densidad. A mayor densidad se ha demostrado que las malezas no desarrollan con éxito mientras que a baja densidad, las malezas dominan (según Scott y Aldich, 1970).

TABLA 3. Número de días después de la siembra necesarios para cubrir el área entre surcos.

Ancho del surco (pulgadas)	Número de días
40	67
30	58
20	47
10	36

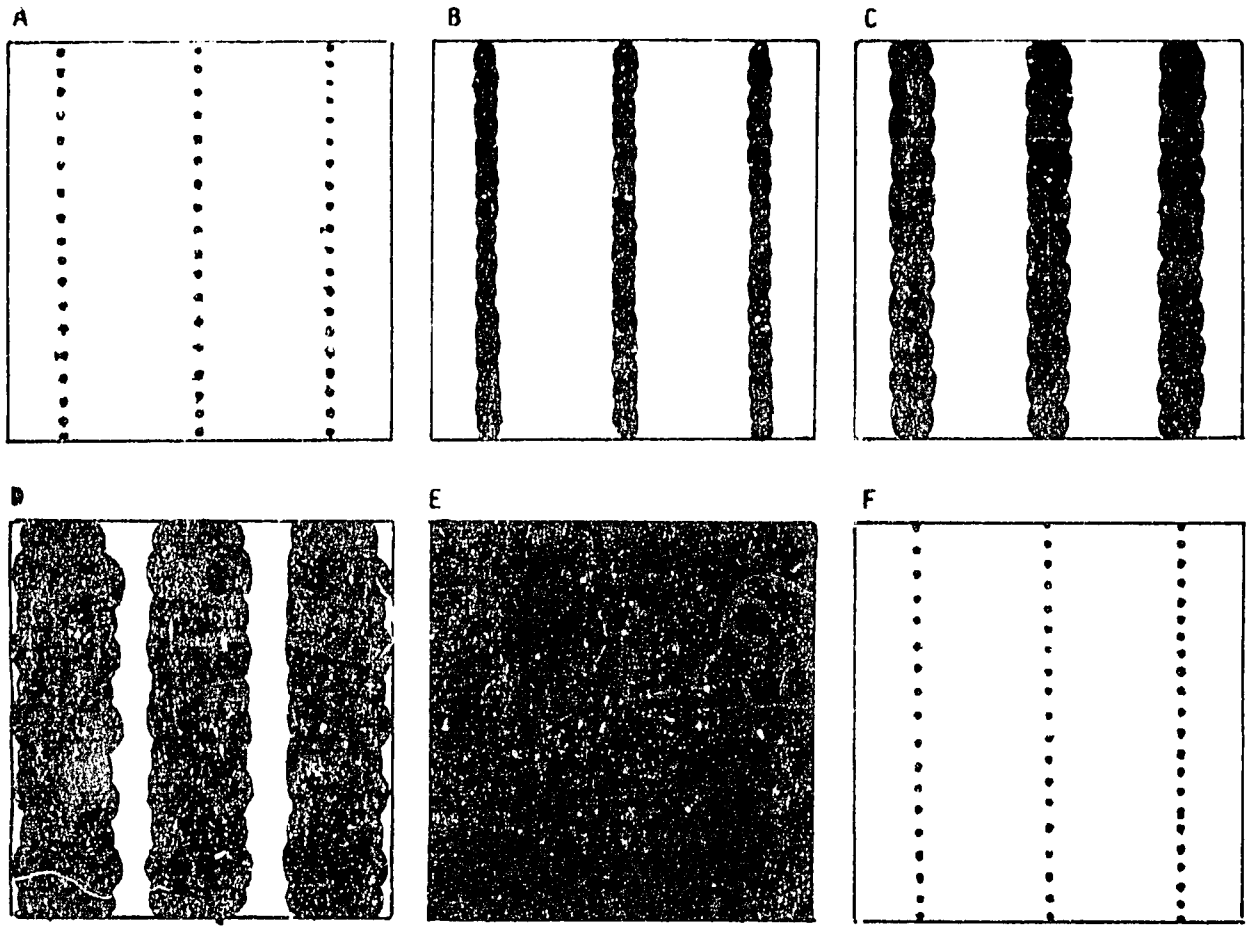


FIGURA 5. Cantidad de cobertura de suelo por soya en diferentes estados de crecimiento.

Días después de sembrada la soya la cobertura cubre el área del surco.

Ancho del surco (pulg.)	Número de días
40	67
30	58
20	47
10	36

De allí que, según desarrolla el cultivo, más microambientes aparecen disponibles para la colonización. Estos microhabitats se enriquecen cualitativamente a través de los procesos de sucesión; también hay un incremento en las cantidades de una especie dada durante partes de la estación. Aún más, el habitat general del cultivo desarrolla a través de la estación de una situación favorable a la colonización por herbívoros oportunistas a uno que favorece un arreglo más complejo de especies.

Estos tres procesos de microsucesión evolucionan simultáneamente en un campo de soya y son responsables en gran parte de la complejidad de especies y de la naturaleza de la sucesión de organismos que habitan el campo de soya a través de la estación de crecimiento.

1.3. DIVERSIDAD FAUNISTICA DEL ECOSISTEMA DE LA SOYA Y LAS INTERACCIONES TROFICAS

Hay muchas maneras de categorizar la biota encontrada en un ecosistema de soya. Desde un punto ecológico, la distinción más importante es si una especie dada es parte del sistema o si está en forma accidental. La Colección Internacional de Referencia de los Artrópodos asociados a la Soya (IRCSA) en el Inventario de Historia Natural de Illinois contiene más de 1,700 especies de insectos coleccionados en campos de soya en las Américas, principalmente en los Estados Unidos, Brasil, Colombia y Méjico. Menos de la mitad de estas especies han estado definitivamente asociadas con la soya. Otras especies están definitivamente asociadas con las malezas dentro de los campos de soya, que todavía constituyen una porción del ecosistema de la soya. Sin embargo, una porción apreciable de la biota no-asociada puede ser relegada a la clase de especies accidentales, especies que solamente pasan a través del sistema y contribuyen solo marginalmente a la energética funcional del sistema. Un buen ejemplo de esto se encuentra en el caso de los tripidos (Thysanoptera). Irwin et. al. (1978) encontró 10 especies de tripidos en plantas de soya en Illinois, pero sólo 4 de ellos se encontró colonizando soya. Los otros eran parte del plankton aéreo que casi continuamente

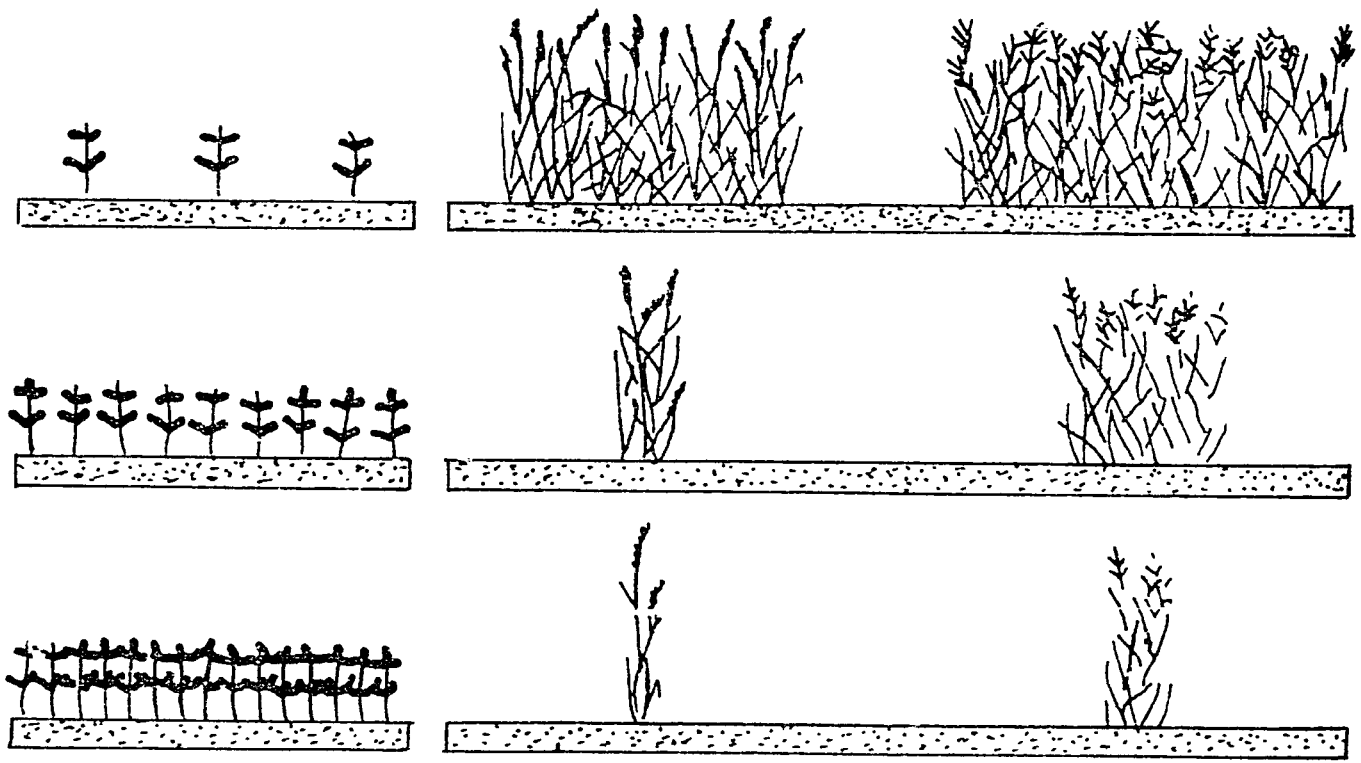


FIGURA 6 . Una baja densidad de soya favorece una alta población de malezas en el suelo. Poblaciones relativas de rabo de zorro están mostrando

pasa sobre el campo y coloniza otras partes del complejo mosaico de cultivos. Ellos indudablemente no tienen una asociación funcional con el ecosistema de la soya.

Sin embargo, uno debe ser cauteloso al juzgar las especies en base de los componentes funcionales de un ecosistema. Por ejemplo, por lo menos una especie de tripido mencionado en el párrafo anterior, Thrips tabaci, tiene una asociación con la soya que a primera vista no parece obvia. Esta especie es un vector activo del virus de la mancha anular del tabaco (Messieha, 1969), un agente causal del tizón de la yema de la soya. Como vector, el tripido juega un rol importante en la energética y dinámica de un ecosistema de soya aún cuando normalmente él no se alimenta del ecosistema en grado apreciable o es predatado por organismos dentro del ecosistema.

Una vez que las especies accidentales son eliminadas de su consideración como parte funcional del ecosistema de la soya. Cómo pueden categorizarse las especies restantes ?. Ciertamente la mayoría de los ecólogos estarán de acuerdo que la clasificación por niveles tróficos conduciría al entendimiento de las interrelaciones ecológicas de estas especies. Considerando un monocultivo de soya (productor primario), los herbívoros constituyen una clase de organismos fitófagos (consumidores primarios) que se presentan sobre la planta de soya y viven a expensas de ella. Ellos son denominados plagas o plagas potenciales en un programa de manejo de plagas. Las malezas que invaden el cultivo forman un grupo competidor de los productores primarios. Debido a que algunas malezas compiten con la soya, ellas se denominan plagas o plagas potenciales dentro del sistema. Las especies que viven a expensas de las malezas también son herbívoros (consumidores primarios) pero, puesto que ellos tienden a reducir las ventajas competitivas de las malezas, normalmente no se les considera plagas o plagas potenciales. Al contrario, a menudo se les considera benéficos, es decir, su rol en el sistema es favorable a la producción de soya de mejor calidad y más cantidad. Los organismos que usan a herbívoros como su fuente base de alimentación se

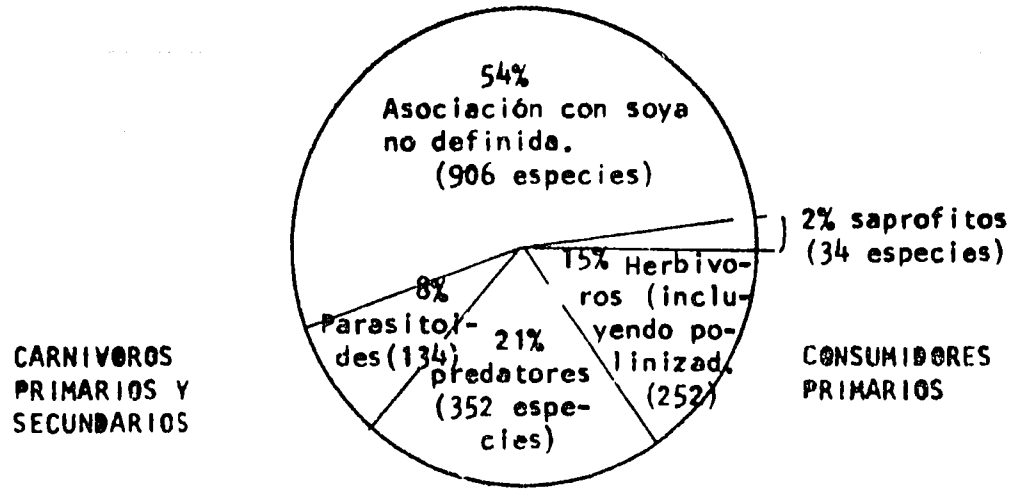
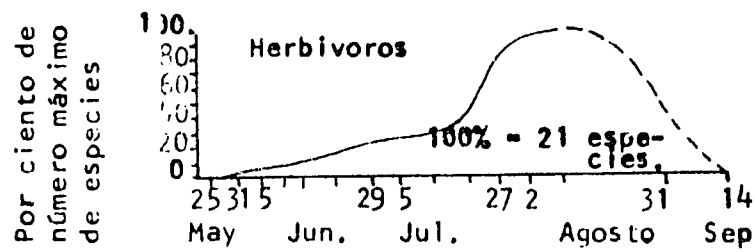
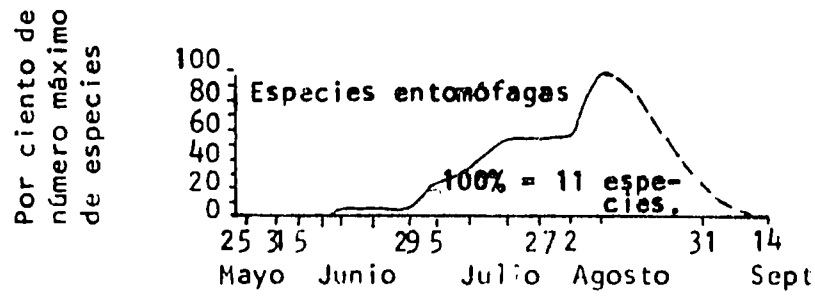


FIGURA 7. Especies de insectos colectados en campos de soya en varios sitios de América y guardados en la International Reference Collection of Soybean Arthropods (IRCSA), Illinois Natural History Survey. Porcentaje de especies con diferentes papeles ecológicos donde se conoce su asociación con soya.



CONSUMIDOR PRIMARIO



CARNIVOROS PRIMARIOS

FIGURA 8. Por ciento del total de consumidores primarios y carnívoros encontrados en un campo de soya en Illinois a través de la estación de crecimiento. La línea punteada indica una tendencia más bien que un dato medido directamente.

llaman carnívoros primarios. Ellos constituyen un grupo de organismos que de alguna manera predatan sobre los consumidores primarios del sistema. En su mayor parte, ellos son considerados como organismos benéficos en el sistema puesto que la mayoría de ellos directamente reducen los niveles de las poblaciones de plagas al nivel de plagas potenciales. Un segundo grupo de predatores (carnívoros secundarios) se alimentan de los carnívoros primarios; algunos son llamados hiperparásitos, otros son predatores que predatan sobre otros predatores o parasitoides. Los descompositores (consumidores secundarios) forma otra clase de organismos extremadamente importantes en el ciclaje de los nutrientes y de la energía en un ecosistema. Todavía hay otro grupo de organismos que es importante para el funcionamiento del ecosistema de la soya, las bacterias fijadoras de nitrógeno. En conjunto, estas capas tróficas constituyen el grupo de actores que intrincadamente encadenan el flujo de energía a través del sistema.

Un ejemplo simplificado de los niveles tróficos y sus interacciones puede consistir de una planta de soya (productor primario) atacado por la oruga de la caballada (Anticarsia gemmatalis) (consumidor primario) que a su vez es atacado por el chinche pestilente (Podisus maculiventris) (carnívoro primario) cuyos huevos son parasitados por una pequeña avispita parásita (Trichogramma sp.) (carnívoro secundario). Cuando cada uno de estos consumidores y carnívoros muere, resulta atacado por hongos y bacterias (consumidores secundarios) que descomponen a los nutrientes y se reciclan a través del sistema.

1.4. EL PROCESO DE COLONIZACION

Los organismos colonizan un lugar sea porque existen en aquel lugar o por inmigración. Al iniciarse la estación, después que los campos han sido preparados, los organismos parecen escasos. Ellos generalmente son semillas de varias especies de malezas, esporas de hongos y bacterias, algunos nemátodos, y unos pocos grupos de artrópodos invernantes, usualmente en la forma de huevos, pupas o prepupas en el campo. Otro grupo

de organismos es introducido cuando se planta el cultivo. Asociados con la semilla hay patógenos que son llevados en la semilla, incluyendo algunos grupos de hongos, bacterias y virus.

La mayor parte de la colonización de campos de soya ocurre después de la germinación. Tan pronto como aparecen los cotiledones en el campo ciertos herbívoros inician la colonización. En los Estados Unidos la mayoría de estos colonizadores tempranos (cigarritas, tripidos) son parte del plankton aéreo y son llevados por el viento desde distancias considerables (Huff, 1963).

Conforme se desarrolla el campo de soya, muchos herbívoros (consumidores primarios) y la mayoría de predatores y parasitoides (carnívoros primarios) colonizan los campos de soya desde áreas vecinas tales como manchas de malezas, áreas naturales y otros cultivos. Cuando estos colonizadores entran a un campo de soya, a menudo establecen su resistencia en los bordes del campo. Muchas especies migran hacia dentro del campo y salen nuevamente, y algunos de estos no toman residencia permanentemente dentro del interior del campo (Price, 1976). Esto hace que un mayor número de especies exista en el márgen del campo lo que se denomina efecto del borde. Este concepto es importante en la selección de localidades para muestreo; es importante tratar de reflejar la situación real del campo de soya, no a lo largo de su márgen.

La densidad de la cobertura del campo no parece ser un factor importante en el éxito de una colonización temprana por pequeños herbívoros, probablemente porque varias generaciones pueden desarrollarse sobre una sola planta jóven. Conforme un colonizador temprano localiza una planta hospedera adecuada, se establece, se alimenta y comienza a reproducirse. En este estado de desarrollo del cultivo, los predatores y parasitoides (carnívoros primarios) tienen más dificultades para colonizar, posiblemente debido a la búsqueda de presas significa atravesar áreas abiertas entre plantas pequeñas. Aún más, mientras que la presa está expuesta amplamente, su presencia es algo rara en la época temprana de la estación.

La mezcla de especies que habitan el campo durante las primeras pocas semanas del desarrollo de la soya claramente favorece la estrategia adoptada por unos pocos herbívoros, especialmente de aquellos pequeños llevados en el plankton aéreo y aquellos que ya se encontraban presentes en los campos preparados. El ambiente se modifica con el tiempo y las estrategias de colonización adoptadas por los parasitoides y predatores se vuelven más favorables en la parte tardía de la estación. Cuando la diversidad de especies de los herbívoros (consumidores primarios) y los insectos entomófagos (carnívoros primarios) que colonizan un campo de soya en Illinois se grafican a lo largo de la estación, resulta obvio que los herbívoros colonizan inicialmente y los predatores y parasitoides lo hacen más tarde (Irwin y Price, 1976).

Aunque nadie lo ha medido con precisión, sabemos que las especies de organismos se adaptan a la soya a través de los años. Cuando la soya se planta por primera vez en un área (por ejemplo en un país) el cultivo está relativamente libre de plagas. Conforme el cultivo se siembra año tras año, aparecen nuevas plagas. Algunas de ellas migran de campos de soya a muchos kilómetros de distancia, pero la mayoría se adaptan a la soya desde la vegetación circundante. Este proceso parece tomar un tiempo muy largo y uno no siempre puede predecir cuales son los organismos que se adaptarán. Por ejemplo, en los Estados Unidos una nueva plaga barrenadora del tallo (Dectes texanus) se ha adaptado a la soya proveniente de plantas compuestas silvestres después de casi 40 años de estrecha aproximación mientras que el escarabajo de la hoja del frijol, Cerotoma trifurcata, se adaptó en forma muy rápida proveniente de legumbres nativas.

Hay muchos casos donde una especie de herbívoro existe en varios lugares y es plaga en soya solo en unos pocos. El escarabajo mejicano del frijol (Epilachna varivestris) es un ejemplo. Es una plaga seria de la soya en el Este de los Estados Unidos pero no se alimenta de soya en Illinois. Se conoce que varias especies de áfidos colonizan a la soya: Aphis gossypii en el Ecuador, Aphis craccivora en las Filipinas y otras

partes de Asia, Aulocorthum solani en Korea. Todas estas especies existen en los Estados Unidos, pero aún en áreas donde la soya es un recurso gigantesco, no la colonizan - hasta ahora.

El número de especies u organismos en un campo de soya es estrechamente relacionada con 6 factores principales: 1) diversidad de especies de plantas; 2) diversidad estructural de la planta; 3) distancia del campo a fuentes de colonizadores; 4) longitud de tiempo (Dentro del periodo de crecimiento) disponible para la colonización, 5) tiempo de evolución disponible para la co-evolución de los herbívoros y sus plantas hospederas (Price y Waldbauer, 1975); y 6) las estrategias de comportamiento de los colonizadores potenciales.

1.5. FACTORES DE "STRESS" EN UN ECOSISTEMA DE SOYA

Los factores de "stress" generalmente son considerados como factores que impactan en la vitalidad y vigor de los organismos individuales. Puesto que estos factores actúan sobre los individuos de una población, la población como un total puede adaptarse al "stress" después de varias generaciones. Los factores de "stress" pueden afectar todos los organismos de un ecosistema dado, desde los productores primarios, pasando por los consumidores primarios, los carnívoros primarios y secundarios o los productores secundarios. Estos factores pueden ser bióticos y abióticos. Cuando está en discusión un agroecosistema, factores de "stress" a menudo implica a factores que en última instancia limitan los rendimientos del cultivo. Al respecto aquí estoy rompiendo la tradición utilizando el término "stress" para implicar a los factores causales que reducen el vigor y la vitalidad de cualquier organismo en un sistema.

1.5.1. Factores de "Stress" y Productores Primarios.

Es evidente que si ciertos requerimientos para el óptimo crecimiento de la planta se restringen o eliminan, la planta quedará sometida a un "stress" y como resultado usual disminuirá el rendimiento. Tales

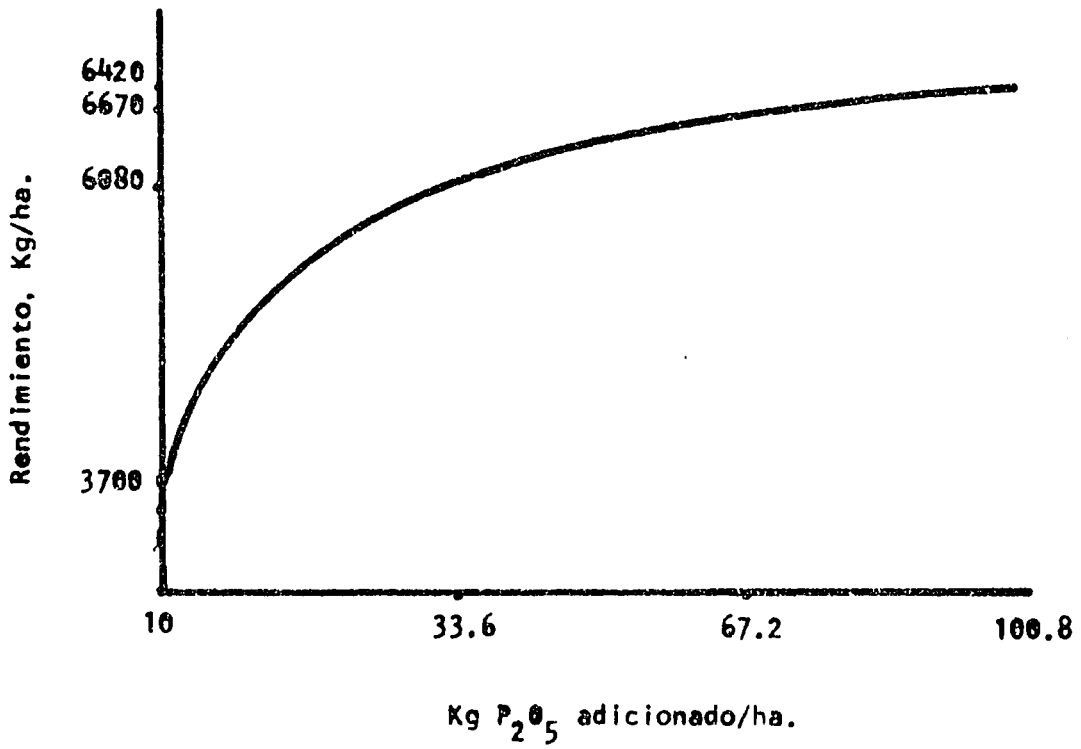


FIGURA 9. Efecto del fósforo en un campo de soya, según Scott y Aldrich (1970).

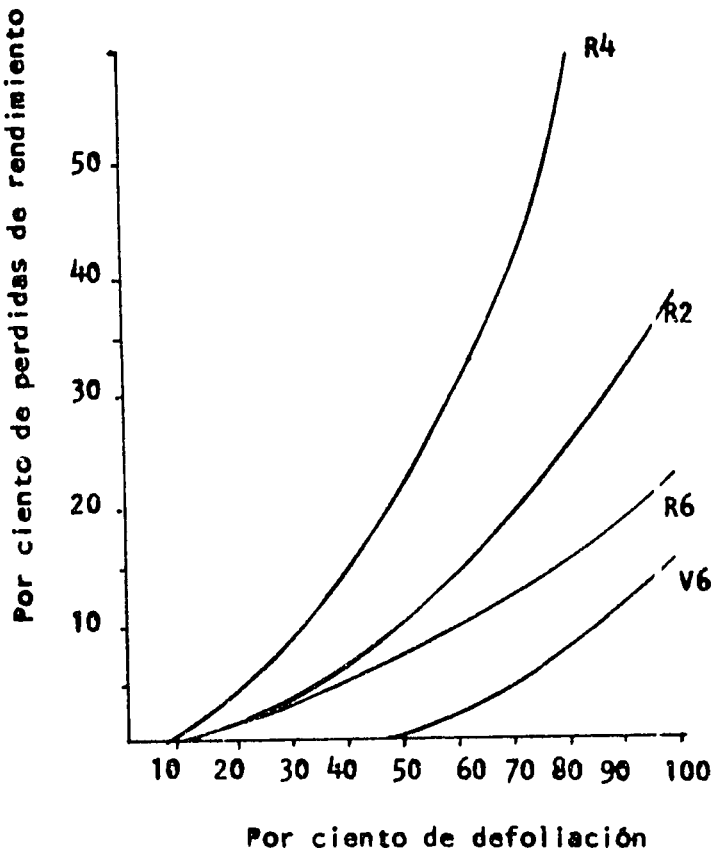


FIGURA 10. Relación entre el porcentaje de defoliación de soya en cuatro estados de desarrollo y porcentaje de pérdidas en rendimiento. Los estados de desarrollo son V6 = Seis nudos presentes en el tallo principalmente, R2 = Floración completa, R4 = Formación y llenado de vainas, R6 = Maduración de la semilla.

resultados pueden obtenerse restringiendo el suministro de nutrientes del suelo, del agua o de un número de otros factores. Por ejemplo, la soya que crece bajo condiciones limitadas de fósforo reduce su rendimiento (Scott y Aldrich, 1970).

La soya es una planta sorprendente, pues tiene una habilidad enorme de compensación cuando está sometida a "stress" causadas por organismos plagas. Tugwell y Miner (1967) descubrieron el anillamiento natural que el 68% de las plantas de soya en un campo por Spissistilus festinus no disminuyó los rendimientos. La planta de soya, de acuerdo a Turnipseed (1972), generalmente compensa la defoliación por insectos agregando nuevas hojas y aumentando la producción fotosintética de las hojas más bajas. Así el 33% de la defoliación en media floración no afectó en forma significativa los rendimientos. Puesto que no todas las plantas de un campo son atacadas en forma uniforme por un organismo, aquellas que no son atacadas a menudo se desarrollan más vigorosamente, se vuelven más grandes y debido a la falta de competencia por la planta vecina que ha sido atacada, puede compensarla en términos de rendimientos. Esto puede demostrarse al quitar alternativamente una planta en un campo de soya en el nivel de crecimiento IV (unifoliada). Aún con la disminución del 50% de la densidad, no se produce reducción de rendimiento.

Generalmente la soya puede absorber y compensar el daño de la plaga más fácilmente durante el estado vegetativo de desarrollo de la planta. Durante la floración, decrece la habilidad para compensar los "stresses" de las plagas, y la planta generalmente es más vulnerable al "stress" de las plagas durante el llenado de las vainas (Kogan 1975). Sin embargo, esto no siempre es el caso. El virus del mosaico de la soya está más apto para reducir los rendimientos y la calidad de la semilla si infecta a las plantas durante los estados vegetativos de desarrollo (Irwin y Goodman, no publicado).

1.5.2. Factores de "Stress" y Consumidores Primarios.

El concepto de control de plagas está comprendido en el sentido de

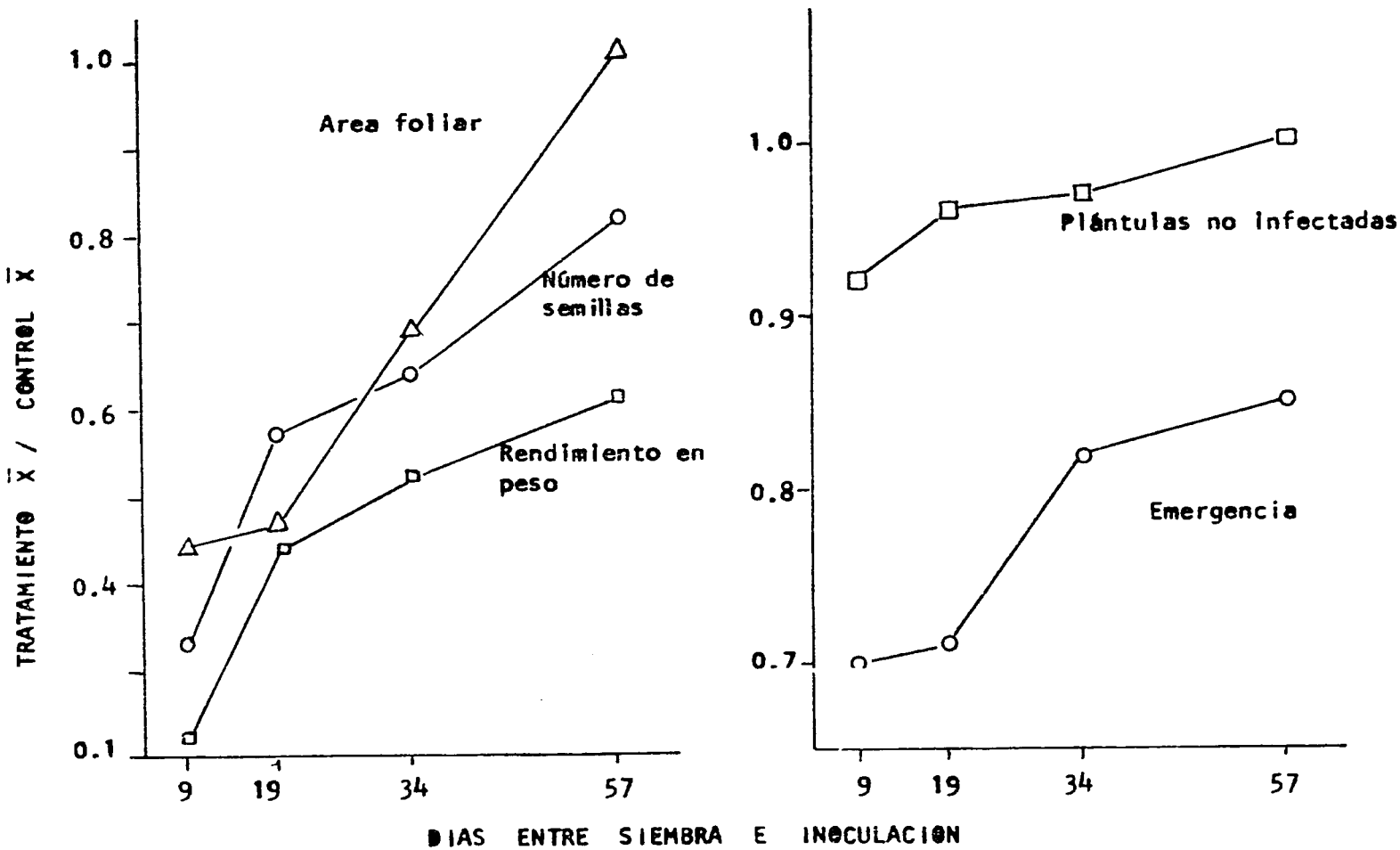


FIGURA 11. Efecto del tiempo de inoculación del virus del mosaico de la soya, sobre el área foliar, número de semillas, rendimiento y cualidad de semilla, de soya "Williams", Urbana, Illinois, 1976. Según M.E. Irwin y R. M. Goodman, no publicada.

que los "stresses" deben aplicarse a los organismos plagas, y así, bajar los niveles de la población debajo de los límites de daño económico. Esta sección enfoca la estrategia del control de plagas; en la forma de cómo y cuándo presionar a las poblaciones de las plagas para mantenerlas bajo control. Mucho de la teoría y práctica se tratará en la exposición sobre "Insectos de la soya en el Perú". Aquí, solamente mencionaré las tácticas claves que el hombre tiene disponibles para presionar a las especies plagas y talvés ilustrar cada punto táctico.

1.5.2.1. Resistencia.

La resistencia puede reducir los niveles de población de una plaga en una de las siguientes formas. O hay algo relacionado con la planta que no resulta atractiva a la plaga y por consiguiente, no resulta colonizada vigorosamente; o hay substancias químicas dentro de la planta que retardan el desarrollo o no proveen el balance apropiado de los requisitos nutricionales de la peste; esto conduce a severo "stress" de los individuos que se alimentan de la planta y tiende a reducir los niveles de la población de la plaga. Un tercer tipo de resistencia es la tolerancia, y esto simplemente significa que la planta mejorada puede soportar mayores "stresses" que le imponen las mayores cantidades de las plagas. Las dos primeras cateogorías bajan los niveles de las poblaciones de las plagas; la tercera aumenta la capacidad de la planta para tolerar altos niveles de "stress". Estos pensamientos deben estar en clara perspectiva cuando se intenta establecer límites de daños económicos para los organismos plagas.

El nemátodo del quiste de la soya, Heterodera glycines, provee un buen ejemplo. Hay varias variedades de soya que parecen tener el primer tipo de resistencia a este nemátodo. Hay cuatro razas de esta especie de nemátodo, solamente las tres primeras fallan al atacar algunas variedades resistentes de soya: Forrest, Franklin, Custer y Mack. La cuarta raza parece capaz de atacar las líneas resistentes que se han establecido en la actualidad. Nuevas líneas se están mejorando para lograr resistencia contra la cuarta raza. Experimentos con la 3ra. raza del nemátodo

y una serie de variedades resistentes produjo un promedio de 1.6 X más rendimiento que las variedades susceptibles (Edwards et.al. 1977). Aún cuando uno tenga una limitada cantidad de semilla resistente, una mezcla de semilla resistente y susceptible aumenta los rendimientos del nemátodo del quiste de la soya en los suelos infestados. En el experimento que se presenta en la Tabla 4, una mezcla de 50-50 dió buenos resultados (Swope et.al. 1977).

TABLA 4. Rendimientos de soya de mezclas de variedades resistentes y susceptibles de soya en un campo infestado con el nemátodo del quiste de la soya. Sur de Illinois, U.S.A.

Porcentaje de mezcla		Rendimiento: Bushels/acre
Susceptible	Resistente	promedio de 3 años
100	0	16.7
75	25	23.0
50	50	25.4
25	75	26.6
0	100	29.2

1.5.2.2. Pesticidas químicos.

Ciertamente el factor más común de "stress" aplicado a las especies plagas en un agroecosistema es el uso de pesticidas químicos. La mayoría de éstos son de amplio espectro; esto es, que tienen la tendencia a afectar poblaciones de varias especies, incluyendo consumidores primarios y secundarios y carnívoros. En el tema "Insectos de la soya en el Perú" exploraremos el rol de los pesticidas en el control de las especies plagas. Aquí solo comentaremos que los pesticidas son parte del arsenal del hombre contra los consumidores primarios. Ellos deben ser usados

en forma juiciosa; en su lugar, siempre que sea posible, deben usarse otros factores potenciales de stress. Las principales razones para esto son que los pesticidas químicos son demasiado disruptivos de los procesos naturales que ocurren en el agroecosistema (tienden a destruir los carnívoros primarios), los efectos residuales pueden tener un impacto prolongado en el ambiente; los consumidores primarios, por medio del uso continuado de ciertos pesticidas, pueden desarrollar resistencia a estas sustancias químicas, volviéndolos inútiles como parte del arsenal contra los consumidores primarios.

Como un ejemplo de pesticidas químicos, enfocaré el caso de los fungicidas. Los fungicidas pueden usarse en el control de las enfermedades de la soya de dos maneras: por medio de tratamientos a la semilla y por aplicaciones foliares. El tratamiento de la semilla es importante si semilla de baja calidad debe usarse para siembras de campo. Cuando se utiliza semilla de alta calidad, el tratamiento de las semillas contra hongos es generalmente un procedimiento costoso e innecesario. Las aplicaciones foliares deben usarse solamente cuando se desarrolla el problema, no con anticipación a ese problema. Las enfermedades que se controlan con aplicaciones foliares son más dañinas cuando el clima es húmedo y caluroso prevalece durante el estado de desarrollo de la soya en que se llenan las vainas (Jacobsen y Shurtleff, 1977).

1.5.2.3. Enemigos naturales (carnívoros primarios).

Dentro del ecosistema de la soya probablemente los factores de stress más importantes que afectan la expansión de las poblaciones de los consumidores primarios son ejercidos por los carnívoros primarios (predatores, parasitoides, entomopatógenos). Como veremos en el tema "Los insectos de la soya en el Perú" cada una de estas tres categorías de enemigos naturales de los consumidores primarios adoptan una estrategia diferente para su sobrevivencia en el sistema, y, por eso, cada uno actúa de diferente manera sobre las dinámicas de las poblaciones de los herbívoros. Los enemigos naturales actúan como un complejo de amortiguamiento en el

sistema, tendiendo a mantener los niveles de población alrededor de un nivel de equilibrio. Los tipos y números de enemigos naturales en un sistema en gran parte determinan el nivel de equilibrio. Estimulando el establecimiento y la estabilidad de los enemigos naturales generalmente se determina el equilibrio de las poblaciones de plagas potenciales de - bajo de los límites económicos.

1.5.3. Factores de "Stress" y los Carnívoros Primarios.

Mientras que un campo de soya puede progresar a lo largo de su de - sarrollo de sucesión sin inconvenientes, los enemigos naturales de los consumidores primarios lo colonizarán y se establecerán. Conforme las poblaciones de los consumidores primarios comiencen a expandirse, habrá una respuesta de los carnívoros primarios. Sin embargo, si la sucesión es interrumplida drásticamente por la aplicación de un pesticida de amplio espectro, pueden producirse severas repercusiones. En un estudio sobre los efectos de los pesticidas contra Anticarsia gemmatalis en el Brasil, Heinrichs (1976) descubrió que ciertos insecticidas redujeron severa - mente los predatores naturales mientras que otros productos no lo hicie- ron. En las parcelas donde los predatores fueron severamente reducidos, hubo una resurgencia de la plaga casi 4 veces mayor que en las parcelas testigo, mientras que en las parcelas donde los predatores no fueron se- veramente reducidos, tenían las mismas poblaciones de plagas claves que en el Testigo o menos (Tabla 5).

2. ECOSISTEMA DE LA SOYA EN LA MATRIZ DEL CULTIVO

En muchas partes del mundo, los cultivos se siembran en pequeñas extensiones de tierra no cultivada. En tales casos, los cultivos forman islas en una matriz de vegetación natural. En áreas intensamente culti- vadas, los cultivos forman grandes áreas en una matriz de cultivos. Es- tos son dos extremos de una continuidad en el uso de la tierra para la agricultura.

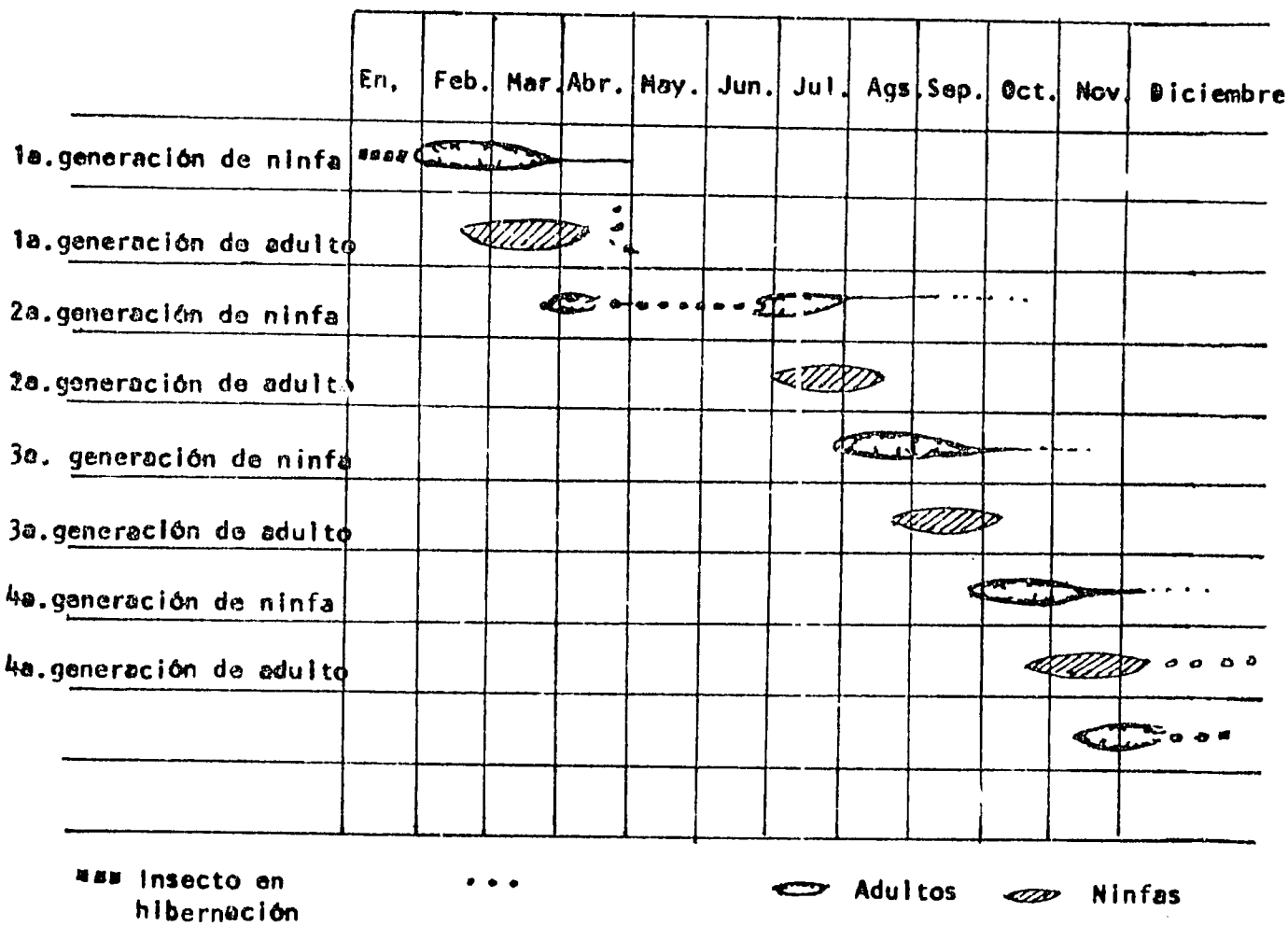


FIGURA 12. Duración y desarrollo de generaciones del chinche hediondo sureño en India Central.

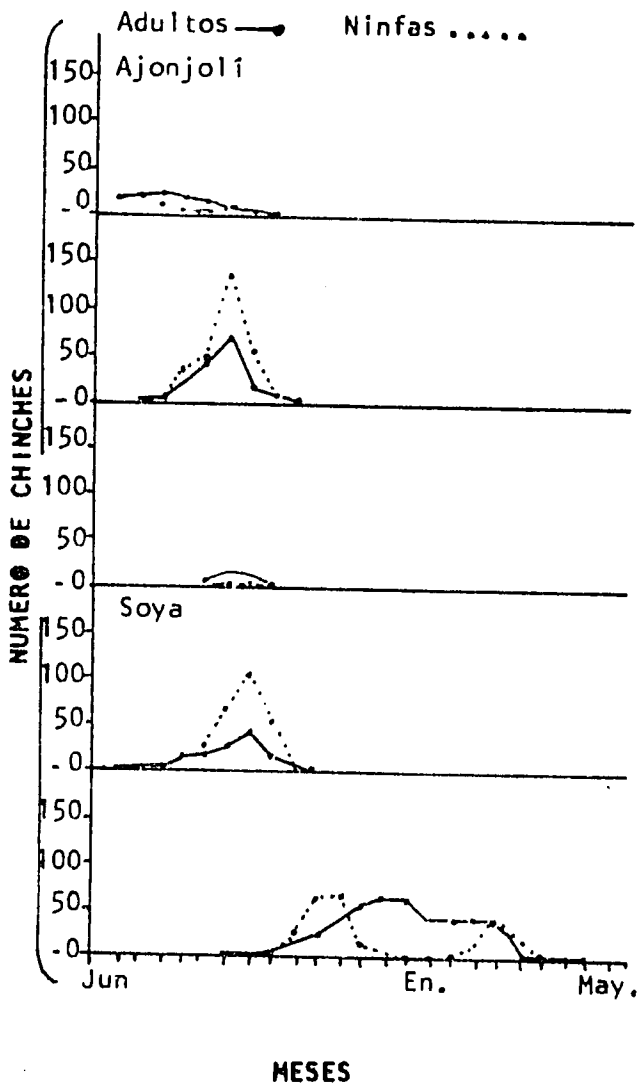


FIGURA . Ocurrencia y abundancia del chinche hediondo sureño en 5 hospedantes.

TABLA 5. Resurgencia de la plaga Anticarsia gemmatalis y declinación de los predatores en un campo de soya después de la aplicación de insecticidas. Gualba, Rio Grande do Sul, Brasil. 1975.

Insecticida	Larvas/m de surco	Predatores/m surco		
		Geocóridos	Nábidos	Arañas
dimilin	3.5	1.1	0.3	3.5
Clordimeform	22.0	0.9	0.5	3.9
Carbaryl	38.3	1.1	0.3	2.8
paration metilico	52.1	0.2	0.0	2.4
monocrotofos	91.3	0.1	0.0	2.1
Testigo	22.0	1.1	0.7	5.6

(contada de predatores: 7 dias después del tratamiento (250 gr M.A./ha)
(contada de larvas a A. gemmatalis: 20 dias después del tratamiento)

Los elementos vecinos al ecosistema de la soya influyen en el control de las especies plagas en varias maneras.

Estos sistemas pueden proveer plantas hospederas alternantes para el incremento de la plaga y de las especies benéficas. En India, la plaga cosmopolita de las vainas y semillas de soya Nezara viridula L., se multiplica en "gram" negro (leguminosa de grano) durante agosto (2da. generación) y se continúa multiplicando en "gram" rojo (leguminosa de grano) durante noviembre a diciembre (4a. generación). La población de esta plaga se reducia substancialmente entre las dos generaciones porque no habia una buena planta hospedera disponible. Luego se introdujo la soya, un excelente hospedero de N. viridula, dentro del sistema de cultivos y se plantaba para que madure en Septiembre; esto permitió que N. viridula complete una 3a. generación abundante en la matriz. El resultado condujo a severos problemas de control en soya (Singh 1973).

Estos elementos de la matriz proveen protección que permiten que algunas plagas y especies benéficas pasen estaciones inclementes. Un ejemplo de esto se encuentra en varias especies de Cerotoma (escarabajos de la hoja del fríjol) que son plagas de la soya. En los Estados Unidos C. trifurcata (Forster) invierna bajo residuos en el suelo de forestas y líneas de la vegetación de los bordes.

Estos elementos también proveen fuentes de energía que se requieren para la oviposición de los adultos de algunas plagas y de insectos benéficos. La eficiencia parasitaria y la distribución del parasitoide tachinido, Lixophaga sphenophori (Villanueva), del gorgojo de la caña de azúcar de Nueva Guinea se redujo substancialmente en Hawai cuando se eliminaron las malezas de los bordes del género Euphorbia que son fuentes de néctar cerca de los cañaverales. La eliminación de estas malezas produjo un incremento en las poblaciones del gorgojo (Topham y Beardaley 1975). También el gusano de la raíz del maíz en el norte, Diabrotica longicornis) son altamente específicas al maíz como larvas, pero como adultos se alimentan de flores de numerosas plantas incluyendo muchas compuestas (Price y Waldbauer, 1975).

También debemos considerar la naturaleza de los cultivos que forman la matriz que rodean los campos de soya. Los cultivos pueden categorizarse por la longitud de su duración: cultivos de corta duración (ejm. maíz, soya, arroz, algodón, papa), cultivos de duración moderada (ejem. alfalfa, pastizales) y cultivos de larga duración (ejem. huertos, forestas). Las principales diferencias entre estos tipos de cultivos se derivan de sus relativas longevidades. Los cultivos de vida más larga tienden a tener un grado más alto de diversidad así como un mayor grado de diversidad estructural; también hay un mayor tiempo disponible para la colonización. Así, los cultivos de mayor vida hospedan una mayor diversidad de organismos por un mayor período de tiempo y potencialmente son más importantes como una fuente de especies que emigran a los campos de soya. Esto es especialmente cierto cuando los cultivos de larga vida pertenecen a la misma familia, las leguminosas, tales como las plantaciones de Acacia sp. y los campos de alfalfa.

Con las interrelaciones de los varios sistemas en una matriz, todo el mosaico toma la calidad de un ecosistema de mayor tamaño. Uno de los elementos más importantes que los sistemas grandes agregan al subsistema de la soya es estabilidad. Provee refugios para organismos que buscan alimento mientras la soya envejece y durante los periodos en que no hay sembrios de soya; provee un sistema de amortiguamiento para los organismos benéficos cuando se vuelven epidémicos y eliminan a sus fuentes de alimentación de los campos de soya; permite polinizaciones por periodos más largos y da así flexibilidad a los polinizadores para permanecer activos durante la estación. Debido a que la matriz entera está compuesta de una mayor diversidad de organismos que interactuan de muchas maneras, el sistema total tiende a compensar parcialmente las disrupciones de los ecosistemas de los cultivos de surco.

3. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

EDWARDS, D.I.; MALEK, R.B.; SHURTLEFF, M.C.; JACOBSEN, B.J. The soybean cyst nematode problem. No.501, Report on plant diseases. Ill. Coop. Ext. Serv., Univ. Ill., Urbana. 1978. 7 p.

HEINRICHS, E.A. Minimum effective rates of insecticides in the control of soybean insects. Pages 177-181 in R.M. Goodman ed., Expanding the use of soybeans. Proceedings of a Conference for Asia and Oceania. College of Agriculture. Univ. of Ill., Urbana (INTSOY Serv. 10). 1976.

HUFF, F.A. Relation between leafhopper influxes and synoptic weather conditions. J. Appl. Meteorology. s.l., 1963. v.2, p.39-43.

IRWIN, M.E.; PRICE, P.W. Entomophagous insects in a soybean pest control strategy. Pages 108-113 in R.M. Goodman, ed., Expanding the use of soybeans. Proceedings of a Conference for Asia and Oceania. College of Agriculture, Univ. of Ill., Urbana (INTSOY Serv. 10). 1976.

IRWIN, M.E.; YEARGAN, K.V.; MARSTON, N. Submitted. Spatial and temporal distribution of phytophagous thrips in soybean fields with comments on sampling techniques. Environ. Entomol. s.l. s.f.

JACOBSEN, B.J.; SHURTLEFF, M.C. Illinois soybean disease management program. No.507. Report on plant diseases. Illinois Coop. Ext. Serv., Univ. Ill., Urbana. 1977. 8 p.

KOGAN, M. Insect pests on soybean. Pages 124-133 in Proceedings of the workshop on soybeans for tropical and subtropical conditions. February 4-6, 1974. Univ. of Puerto Rico, Mayaguez, P.R. (INTSOY, Serv. 2). 1974. 185 p.

_____. Soybean insect damage thresholds. Pages 54-59 in Twenty-Seventh Illinois Custom Spray Operators Training School. Ill. Agr. Coop. Ext. Serv., Ill. Natur. Hist. Surv., Urbana, IL. 1975.

MESSIEHA, M. Transmission of tobacco ringspot virus by thrips. Phytopathology. v.59. p.943-945. 1969.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Insect-pest management and control. Vol. 3. 508 p. Principles of Plant and Animal Pest. Control. Nat. Acad. Sci. Publ. 1969. v.3. 508 p.

_____. Contemporary pest control practices and prospects: The report of the executive committee. in Pest Control: An Assessment of Present and Alternative Technologies. 1975. v.1. 506 p.

NELSON, W.L. Resources for soybean production. Pages 21-27 in Tennessee Valley Authority. Soybean Production, Marketing and Use. Bull. Y-69. Nat. Fertilizer Development Center. Muscle Shoals, AL. 1974.

PRICE, P.W. Colonization of crops by arthropods; non-equilibrium communities in soybean fields. Envirn. Entomol. 1976. v.5. p.605-611.

PRICE, P.W.; WALDBAUER, G.L. Ecological aspects of pest management. Pages 37-73 in R.L. Metcalf and W.H. Luckmann, eds., Introduction to Insect Pest Management. John Wiley and Sons, New York. 1975. 507 p.

SCOTT, W.O.; S.R. ALDRICH, S.R. Modern soybean production. S. and A Pub., Champaign, IL. 1970. 192 p.

SINGH, Z. Southern green stink byg and its relationship to Soybeans. Metropolitan, Delhi. 1973. 105 p.

SWOPE, C.R.; EDWARDS, D.I.; SHURTLEFF, M.C.; COURSON, R.L. The soybean cyst nematode problem. No.5. Disease Series. College of Agriculture, Univ. of Ill., Urbana. 1977. 13 p.

TOPHAM, M.; BREADSLEY, Jr. J.W. Influence of nectar source plants on the New Guinea sugarcane weevil parasite, Lixophaga sphenophori (Villeneuve). Proc. Hawaiian Entomol. Soc. 1975.

TUGWELL, P.; MINER, F.D. Soybean injury caused by three cornered alfalfa hopper. Arkansas Farm. Res. v.16, no.2. p.12. 1967.

TURNIPSEED, S.C. Response of soybeans to foliage losses in South Caro - lina. J. Econ. Entomol. 1972. v.65. p.224-229.

WILHELM, S. The agroecosystem: a simplified plant community. Pages 59-70 in J.L. Apple and R.F. Smith, eds., Integrated pest management. Plenum Press, New York. 1976. 200 p.

EVALUACION DE DENSIDADES DE POBLACION DE INSECTOS *

Michael E. Irwin **
Marcos Kogan

Ruesink y Kogan (1975) establecieron que "el manejo de plagas moderno no puede operar sin estimativos precisos de las poblaciones de plagas y enemigos naturales o sin evaluaciones confiables del daño a la planta y sus efectos en el rendimiento. Adquirir información cuantitativa sobre el agroecosistema es una base preliminar de cualquier trabajo básico o aplicado en las interacciones insecto-planta". La obtención de datos para evaluación de niveles de población de insectos puede lógicamente dividirse en dos clases: la requerida para propósitos de investigación y la necesaria para tomar decisiones de control.

La evaluación para investigación básica requiere estimativos precisos de ciertos parámetros; la evaluación para tomar decisiones de control requiere clasificaciones rápidas de poblaciones en categorías tales como "Aplicar" "o no aplicar". Mientras que los investigadores pueden darse el lujo de tomarse cierto tiempo entre la consecución de datos y su procesamiento, las personas encargadas de hacer el control necesitan y requieren respuestas inmediatas (Ruesink y Kogan 1975).

---

* Traducida por César Cardona Mejía, I.A., Ph. D.

** Agricultural Entomology and The International Soybean Program INTSOY. University of Illinois. 172 Natural Resources Building. Urbana, IL 61801, USA.

La evaluación de poblaciones para investigaciones básicas es esencial para establecer niveles de daño económico para varias especies de plagas o complejos de ellas y para especies benéficas y dañinas. Una vez que han sido establecidas, las decisiones a nivel de control son suficientes para llevar a cabo el manejo de plagas.

Ruesink (1975) colocó en perspectiva al muestreo dentro de los procesos de decisión en el manejo del agroecosistema (Tabla 1). Las decisiones de acción tomadas por los cultivadores se basan en un conjunto lógico de secuencias de varios factores (teniendo en cuenta los registros de tiempo, muestreo, datos económicos, etc.). Un aspecto muy importante en las decisiones es la evaluación de las poblaciones de plagas; esto depende en el conocimiento previo (es decir en la investigación previa) de los daños económicos debidos a las diferentes plagas en los diversos estados de desarrollo del cultivo; por consiguiente, dentro del concepto de manejo integrado de plagas tanto los aspectos de la evaluación de la población para investigación como para manejo deben ser bien considerados.

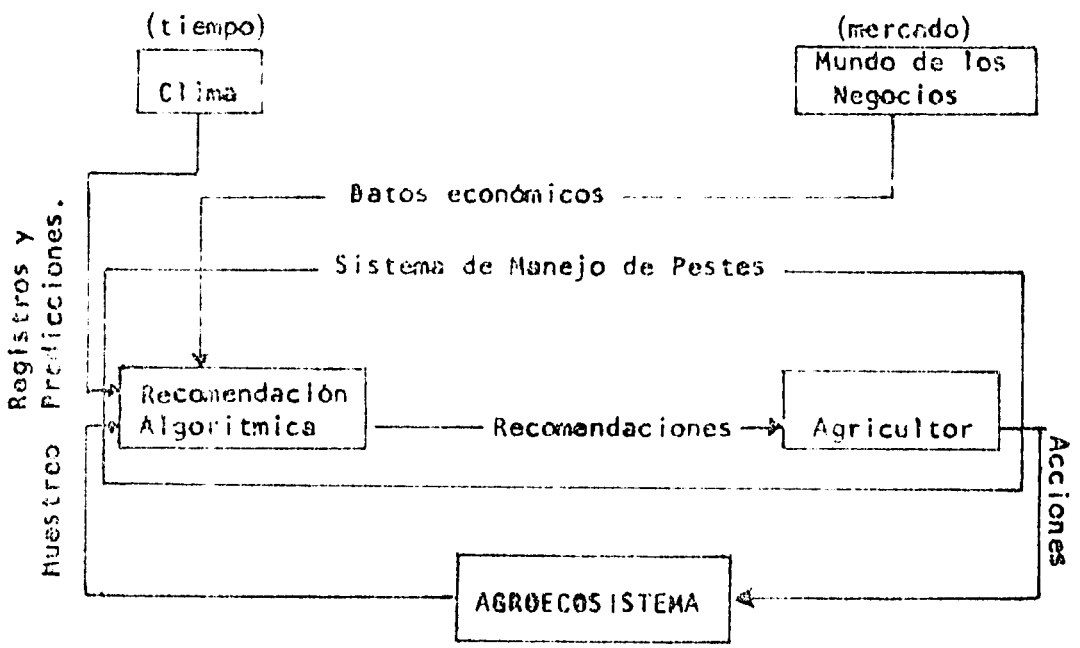


TABLA 1. Representación diagramática de un sistema de manejo de plagas en ejecución (Ruesink, 1975).

González (1970) coloca el muestreo en una posición análoga a los cimientos en la construcción de un edificio. Procedimientos confiables de muestreo deben ser posibles para determinar niveles de daño económico y la mortalidad natural en el sistema (Tabla 2).

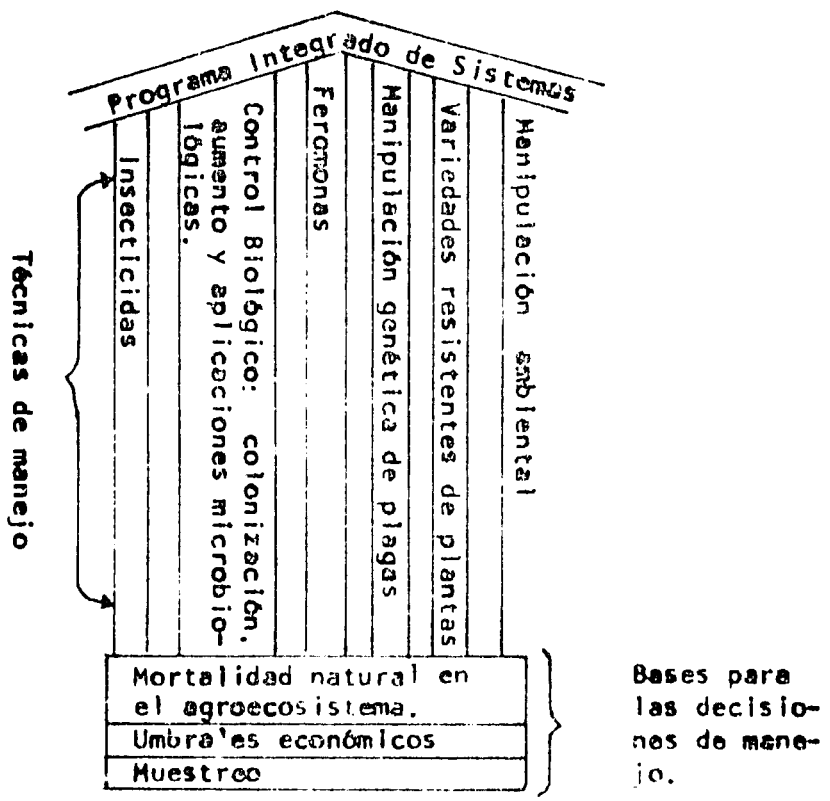


TABLA 2. Un diagrama esquemático describiendo el desarrollo de un programa de manejo de plagas análogo a la construcción de una casa (González, 1970).

1. DEFINICIONES

Muchas de las definiciones aquí presentadas se derivan de un artículo escrito por Kogan (1976a).

1.1. DAÑO A LA PLANTA

El daño en la planta (para nuestros propósitos directa o indirectamente causados por insectos) que pueden o no resultar en pérdida del cultivo.

1.2. PERDIDAS DE CULTIVO

Reducción en la calidad o cantidad de producto cultivado, debido para nuestro propósito, directa o indirectamente al daño inducido a la planta por el insecto.

1.3. CATEGORIA DE PLAGA

Los insectos herbívoros (consumidores primarios) se clasifican en tres categorías dependiendo de la cantidad de cultivo que consumen y el costo de su prevención: plagas claves, plagas ocasionales y plagas potenciales.

1.4. PLAGAS CLAVES

Son aquellos insectos que perennemente ocurren, persistentes y muy serios. Estas especies dominan las prácticas de control químico.

1.5. PLAGAS OCASIONALES

Son aquellos insectos que fluctuan en su categoría como plagas en el espacio y en el tiempo; las poblaciones generalmente se mantienen por debajo de los niveles de daño económico o controles biológicos y culturales; estos controles ocasionalmente son disturbados por prácticas inadecuadas.

1.6. PLAGAS POTENCIALES

Son aquellos insectos que no causan daño significativo al cultivo bajo condiciones normales pero cuyas poblaciones pueden subir por encima de los niveles de daño económico por perturbaciones causadas por pesticidas

o plaguicidas dirigidos hacia plagas claves u ocasionales. Estos plaguicidas pueden causar mortalidad masiva a los agentes de control biológico que normalmente mantienen las poblaciones de plagas potenciales por debajo de los niveles suficientes para causar pérdidas económicas.

1.7. PLAGAS INDIRECTAS

Son aquellas plagas que causan daño a las partes de la planta que no se cosechan, tales como los defoliadores atacando hojas de soya.

1.8. PLAGAS DIRECTAS

Son plagas que causan daño a las partes de las plantas que constituyen la cosecha, tales como los chinches manchadores alimentándose de semillas de soya.

1.9. PLAGAS OBJETIVO

Es aquella plaga que es señalada para muestreo y tratamiento, a menudo sinónima de la plaga clave.

1.10. NIVEL DE DAÑO ECONOMICO

Es la densidad de población de la plaga que causa suficientes pérdidas en rendimiento como para hacer que los controles sean económicamente viables. Por debajo de este nivel el costo del control excede del valor de la porción del cultivo que se proteje y el resultado neto es una pérdida financiera. Por encima de este punto, el valor de la porción del cultivo que se proteje excede del costo de control, y se ganará dinero. Los niveles de daño económico varían con el tiempo y el lugar a través del cultivo, y es una medida que varía según el tiempo, las prácticas agricolas, las condiciones del mercado y de la mano de obra (NAS 1969).

1.11. UMBRAL ECONOMICO

Es la densidad a la cual las medidas de control deben iniciarse para

prevenir que una población en aumento llegue a los niveles de daño económico. El umbral económico es menor que el nivel de daño económico para permitir suficiente tiempo para iniciar las medidas de control y para que estas medidas hagan su efecto antes de que la población llegue al nivel de daño económico (Stern et al, 1959).

2. RELACION ENTRE LA DENSIDAD DE POBLACION DE LA PLAGA, EL DAÑO A LA PLANTA, LA REDUCCION EN RENDIMIENTO Y EL NIVEL DE DAÑO ECONOMICO

El daño a las plantas por artrópodos es una función de la densidad de la población, de las características de alimentación o de oviposición de las especies artrópodos y de las características biológicas de la planta.

Cada uno de estos factores está afectado diferencialmente por el medio ambiente y por otros factores bióticos, y la correlación entre niveles de población y reducción de rendimiento frecuentemente es difícil de establecer, aunque la evaluación práctica de las pérdidas en rendimiento es crítica en un manejo de plagas. La principal razón para hacer evaluaciones de pérdidas de rendimiento en el manejo de plagas son: 1) definir el estatus económico de una plaga dada, 2) establecer niveles de daño económico y umbrales económicos, 3) estimar la efectividad de las medidas de control, 4) evaluar variedades resistentes y líneas de cultivo mejoradas para resistencia a ciertas plagas (Ruesink y Kogan, 1975).

La correlación de los niveles de daño con las pérdidas en rendimiento es generalmente más fácil en plagas directas. El número de manzanas dañadas en un barril puede fácilmente convertirse en porcentaje de daño y en consecuente pérdida en rendimiento. Para estimar las pérdidas pueden establecerse grados de daño en términos de, frutas no mercadeables, o en frutas de calidad reducida pero aún mercadeable. Las evaluaciones de pérdidas en rendimiento ocasionadas por plagas indirectas generalmente se hacen, comparando los rendimientos de dos clases de plantas cultivadas bajo condiciones lo más uniformes posibles: un grupo de ellas se

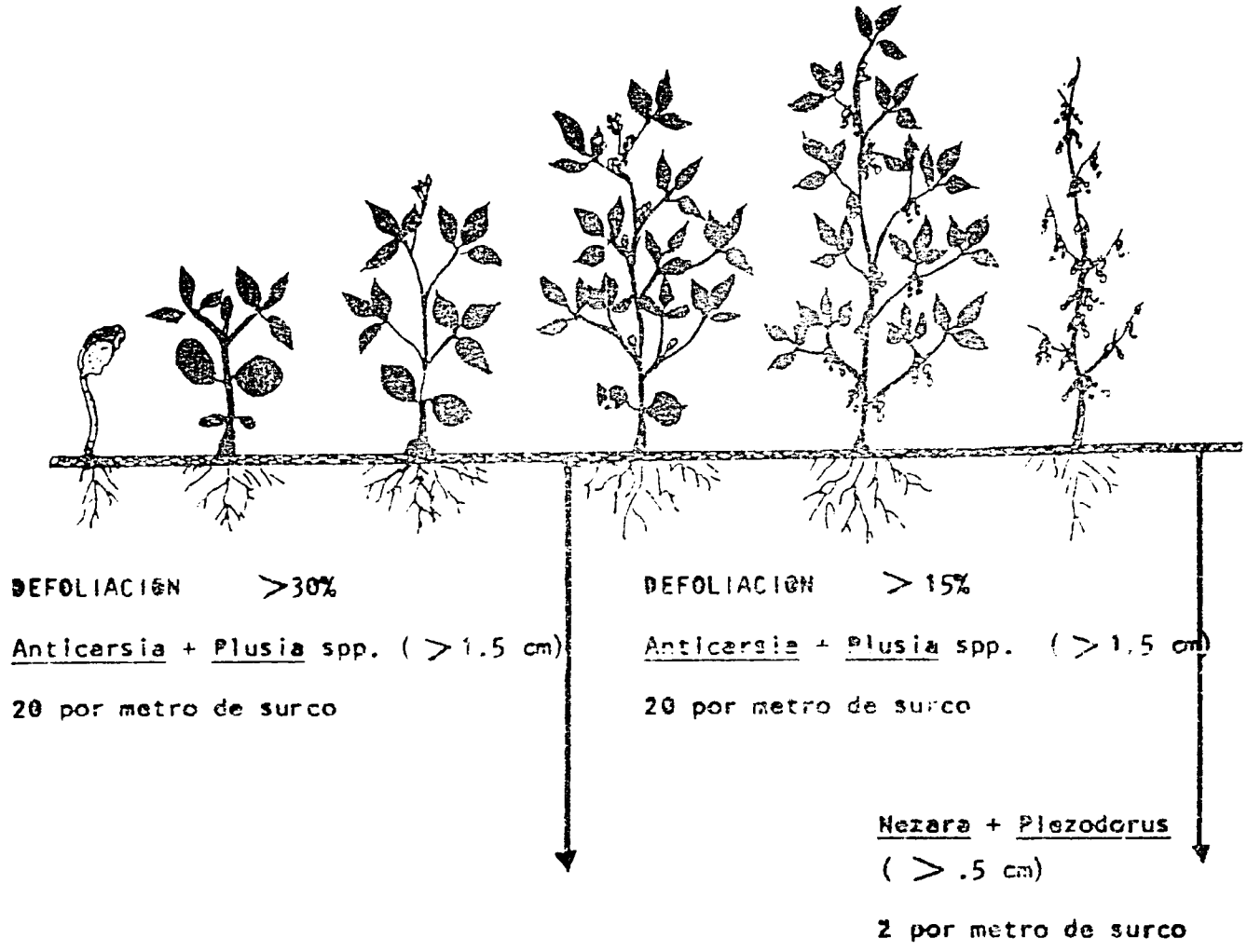


FIGURA 1. (Kogan no publicado).

somete a los ataques de una población dada del insecto, el otro grupo se mantiene libre del insecto. Los diferentes niveles de ataque se consiguen por medio de simulaciones de daños de las poblaciones de insectos, infestaciones artificiales, evaluación de plantas en jaulas en el campo, remoción mecánica o química a las plantas, y más comúnmente, en condiciones de infestación natural; para ello, mediante el uso de plaguicidas se mantienen parcelas libres del insecto. (Ruesink y Kogan 1975; Kogan 1975).

Uno de los componentes de un nivel de daño económico es la densidad de la población de la plaga, y ésta generalmente se puede medir en número de especimenes de una población dada por unidad de habitar. Muchos cultivos pueden tolerar un gran grado de daño sin reducciones detectables de rendimiento. Los estudios han mostrado que algunas variedades de yuca producen 40% más follaje del que necesitan, y que hay periodos en los cuales la planta puede soportar mucha mayor defoliación sin sufrir pérdidas significativas en rendimiento (Bellotti and Schoonhoven, 1978).

Las pérdidas en rendimiento y los consecuentes niveles de daño económico son también altos en soya. Más aún, los niveles varían con el tiempo y con el estado de desarrollo del cultivo. El nivel de daño económico para Nezara viridula (una plaga directa, que ataca las semillas de soya) es 2 por metro lineal, pero solo después de que las vainas empiezan a desarrollarse (Kogan 1976b).

Kogan (1976a) estableció una tendencia general para los niveles de daño económico para defoliadores de soya y comedores de vaina.

El usó en este modelo 2 poblaciones de defoliadores y un comedor de vainas. Cuando los picos de población sobrepasaron los umbrales económicos calculados se tomaron algunas medidas de control. Nótese como el nivel de daño económico de los defoliadores cambia a través de los estados de desarrollo de la planta de soya. Una población que se puede tolerar en un punto puede no ser tolerada en otro. Este tipo de información puede utilizarse en un programa de manejo de plagas para sugerir

diferentes niveles económicos en diferentes estados de desarrollo del cultivo. Por conveniencia, estos niveles se dividen en unidades discretas tal como lo demostró para soya M. Kogan (artículo no publicado).

En algunos sistemas de manejo de plagas una combinación de densidad de población y grados de daño se utiliza para evaluar la necesidad de control.

Un grado de daño relativamente alto (por ejemplo la defoliación) no justifica aplicación de insecticidas, si las larvas que causan el daño han muerto ya o están muriendo debido a la acción de un entomopatógeno. Igualmente, una gran población de defoliadores no justifica el control si no se ha producido un nivel de defoliación que se acerce al nivel de daño económico. Solo cuando una población es alta o está subiendo y el daño se aproxima al nivel de daño económico debe alguna acción de control iniciarse.

Por ejemplo, el nivel de daño económico para Anticarsia gemmatalis, el defoliador, es de 20 larvas de 1,5 cm de larga o más grandes por metro lineal más 30% de defoliación entre la emergencia de la soya y la floración, 15% de defoliación entre la floración y el llenado de vainas, y 30% de defoliación entre el llenado de vainas y madurez de cosecha (Kogan et al, 1977).

Una vez que se han establecido los niveles de daño económico, estos son la guía del agricultor en el proceso de tomar decisiones: debo o no debo tomar acciones ? La decisión, como hemos visto, depende de un estimativo de la densidad de población en el campo y en algunos casos de la cantidad de daños que la población está causando. Por consiguiente, es imperativo estar en capacidad de evaluar con presición y rapidez los niveles de población en el campo.

Es importante tener en cuenta algunos de los problemas asociados con los niveles de daño económico. Glass (1975) indica que:

"Los problemas y las complejidades para establecer niveles de daño económico son muy difíciles de manejar cuando un cultivo está atacado por un complejo de plagas, especialmente cuando algunas de ellas pueden ser vectores de importantes patógenos. Cuando un cultivo está atacado por un complejo tal, los agricultores generalmente están desconcertados por recomendaciones que se basan en umbrales económicos para una sola plaga. Los cultivadores a menudo preguntan: que debe hacerse cuando el cultivo está afectado por las especies A, B, C, y D, ninguna de las cuales ha llegado al nivel de umbral económico pero cada una de las cuales puede alimentarse y tomar la mitad o tres cuartas partes del cultivo ? Son los efectos de las infestaciones múltiples aditivos, sinergísticos o antagonísticos ? "Estas preguntas son básicas para el desarrollo de manejo integrado de plagas, aunque han recibido hasta ahora poca atención. En realidad se requieren técnicas experimentales confiables para investigar los niveles de umbral económico cuando existen complejos pero ellas aún no han sido desarrolladas. Es necesario un esfuerzo sustancial de investigación para llenar este vacío".

Glass (1975) más adelante agrega que, "las complejidades involucradas en establecer umbrales económicos son tan grandes que miles de investigadores están tentados a darse por vencidos en su desesperación. Otros creen que aunque los umbrales económicos sean establecidos con la más rigurosa precisión y el más perfecto detalle, no pueden usarse efectivamente en un programa de manejo integrado. Sin embargo, la evidencia empírica de experiencias previas replicadas puede ser útil para establecer umbrales provisionales. Un manejo de plagas exitoso se puede desarrollar con base en tales aproximaciones crudas. Los umbrales pueden refinarse a medida que se obtiene información adicional".

3. ESTIMACION DE DENSIDADES DE POBLACION PARA TOMAR DECISIONES

Para propósitos de tomar decisiones de control en un manejo de plagas sería tonto tratar de muestrear todos los organismos en agroecosistemas. Lo que tiene más sentido es muestrear las plagas claves y las

plagas ocasionales durante los estados del cultivo a través de los cuales pueden inflingir un daño económico. Como ejemplo, uno iniciaría un programa de muestreo para Nezara viridula (el chinche que ataca las vainas y la semilla) solo después de que las vainas empiezan a desarrollarse, mientras que muestrearía para mosca de la semilla (Delia platura) (una mosca Anthomyidae que ataca a la soya en germinación) sólo durante las dos primeras semanas después de sembrar. Véase el artículo "Plagas de insectos de la soya en el Perú" para una información más detallada en relación con el muestreo del ecosistema soya.

Hay muchas clases de plagas que atacan un cultivo. Hay aquellas cuyas larvas barrenan los tallos o troncos y cuyos huevos son colocados dentro de los tejidos de la hoja; hay aquellas que viven debajo del suelo y se alimentan de las raíces y de los pelos radiculares; hay aquellas que se mantienen en las hojas y están expuestas. Hay aquellas que llevan o transmiten patógenos y pueden normalmente no colonizar el cultivo. Hay plagas que viven en el follaje; hay otras que habitan la parte inferior de las hojas; de hecho algunas especies de plagas emigran de la parte superior a la parte inferior de la planta dependiendo de las condiciones climáticas. Todo esto debe tomarse en consideración cuando se diseña un sistema de muestreo.

No se puede dictaminar procedimiento general de muestreo para estimar una población dada. Las técnicas de muestreo deben tomar ventaja de las características de conducta de las plagas que se quieren muestrear y ajustarse al estado de desarrollo de la planta todo el tiempo que se muestree.

El método usado depende primordialmente del microhabitat ocupado por los estados de la plaga clave. Si barrena en el cogollo, en las ramas, quizás abrir las ramas sea el mejor método de muestreo. La mayoría de los métodos de muestreo para campos de soya emplean bien sea la jama o la técnica de la tela en el suelo (Turnipseed & Kogan 1976).

Las técnicas de muestreo se pueden dividir en absolutas y relativas. Los métodos absolutos proveen datos sobre los cuales pueden hacerse estimativos casi precisos de los números de insectos por unidad de área. Este tipo de técnica es empleada más a menudo por ecólogos, especialmente para construir tablas de vida en estudios de dinámica de poblaciones en el campo. A menudo se utilizan para validar o relacionar métodos de muestreo. Los métodos absolutos más comúnmente empleados requieren que cada insecto en una unidad o habitat sea capturado, identificado y contado.

Los métodos relativos de muestreo intentan capturar o contar una porción consistente aunque desconocida de la población en una unidad dada de habitat. Los métodos relativos tienen una gran ventaja sobre los absolutos, en que dan más datos por unidad de tiempo y de trabajo (Ruesink y Kogan 1975).

Southwood (1966) cita cinco factores que pueden simultáneamente afectar la captura de cualquier método relativo: 1) la densidad real o tamaño de la población, 2) el número de animales en una fase particular, 3) el nivel de actividad, 4) la eficiencia del método relativo que se esta usando, 5) la respuesta del sexo particular y de la especie a los estímulos de plantas (incluyen atracción o repelencia).

Aún sin ser capaz de convertir los métodos relativos a densidades de población absoluta, los datos obtenidos por este método pueden ser muy útiles. Por ejemplo: una captura con jama puede proveer estimativos de cambios en la población anual de una especie univoltina por medio de la comparación de capturas por jama en dos años. No hay necesidad de conocer la densidad por unidad de área (Ruesink y Kogan 1975).

Los métodos relativos pueden agruparse en dos clases: captura por unidad de esfuerzo y trampeo. El primero incluye (1) buscando visualmente por un tiempo dado en una área dada, (2) la jama, (3) el aparato de succión, (4) los métodos de tela en tierra. El segundo incluye (1) trampas malayas, (2) trampas de ventana, (3) trampas del

suelo, (4) trampas pegajosas, (5) trampas visuales, y (6) trampas que usan atractivos. Seleccionar el mejor método para un problema específico requiere consideración de todas las opciones posibles (Ruesink y Kogan 1975).

Hay aún otra manera más importante para estimar abundancia. Esta es por medio de índices de población: estimaciones basadas en productos (por ejemplo, residuos, exuvias, telarañas, nidos) y efectos (por ejemplo: huecos de emergencia, daños por oviposición, agallas, defoliación, muerte de retoños y rendimientos). Los índices de defoliación se usan intensivamente en el manejo de plagas de soya.

En la práctica muchos de los programas de manejo de plagas no requieren estimativos exactos de la densidad de la población, pero requieren la categorización de las densidades de población de las plagas y posiblemente de ciertos enemigos naturales, en clases. Un sistema de manejo hipotético para un cultivo con una plaga única y un predator importante es típico en la clase de recomendaciones que se deben hacer para defoliadores en un cultivo antes de la floración. El único caso en el cual se recomienda una fuerte dosis de insecticida es cuando la plaga está muy por encima del predator. En relaciones intermedias plaga/predator se sugiere un tratamiento correctivo, mientras que en relaciones favorables en el cual el predator predomina sobre la plaga no se requiere tratamiento (Tabla 3). (Ruesink y Kogan 1975).

Densidad del Predator	Densidad de la Plaga: Baja	Media	Alta
Baja	No haga nada	Aplicar 4 oz de X	Aplicar 16 oz. de Y
Media	No hara nada	No haga nada	Aplicar 4 oz. de X
Alta	No haga nada	No haga nada	No haga nada

TABLA 3. Cuadro de un programa simplificado de manejo de plagas (Ruesink y Kogan, 1975).

La operación de un sistema de manejo de plagas depende de que uno sea capaz de clasificar rápida y eficientemente las poblaciones como altas, medianas, o bajas. Para esto la técnica de muestreo secuencial es la mejor.

El concepto de muestreo secuencial es como sigue. Supongamos que tenemos que decidir si la densidad de población de un cierto campo está por encima o por debajo del nivel crítico de 60 larvas por metro lineal. Si en los primeros muestreos se promedia 3 o menos, entonces muy probablemente no hay necesidad de muestrear más para concluir que la densidad está por debajo de 60. Si el promedio es 150 ó más, podemos con toda seguridad concluir que la densidad excede en 60. Pero si las primeras pocas muestras promedian cerca de 60 será necesario tomar más muestras antes de tomar la decisión (Ruesink y Kogan 1975).

Es posible que el muestreo pueda continuar indefinidamente cuando se utilizan plantas de muestreo secuencial. El procedimiento común es indicar en la tabla un punto en la cual el muestreo debe parar aunque la población no haya sido colocada en una de las clases. Usualmente esto se hace simplemente al terminar la tabla en el valor máximo de N. En nuestro ejemplo, si un total de 144 larvas se han tomado en 10 muestras, deberíamos haber suspendido y decir que la población cae entre ligera y mediana (Ruesink y Kogan 1975).

4. MUESTREOS: TAMAÑO DE LA UNIDAD, TIEMPO Y NUMERO

Southwood (1966) ha criticado el tamaño de los muestreos y el tiempo en su toma. Como las densidades de población, y por consiguiente, la varianza, fluctúa, Southwood cree que la determinación precisa del tamaño óptimo de la muestra no debe ser muy enfatizado. Sin embargo, el tiempo del día en el cual las muestras se toman pueden afectarla considerablemente. Los ritmos diurnos de las plagas claves pueden causar que ellas se muevan de una parte del habitat a otra. Muchos insectos de pastos se mueven hacia arriba y abajo en la vegetación no solo en respuesta a cambios de clima, pero también en ciertas épocas del día y de la noche;

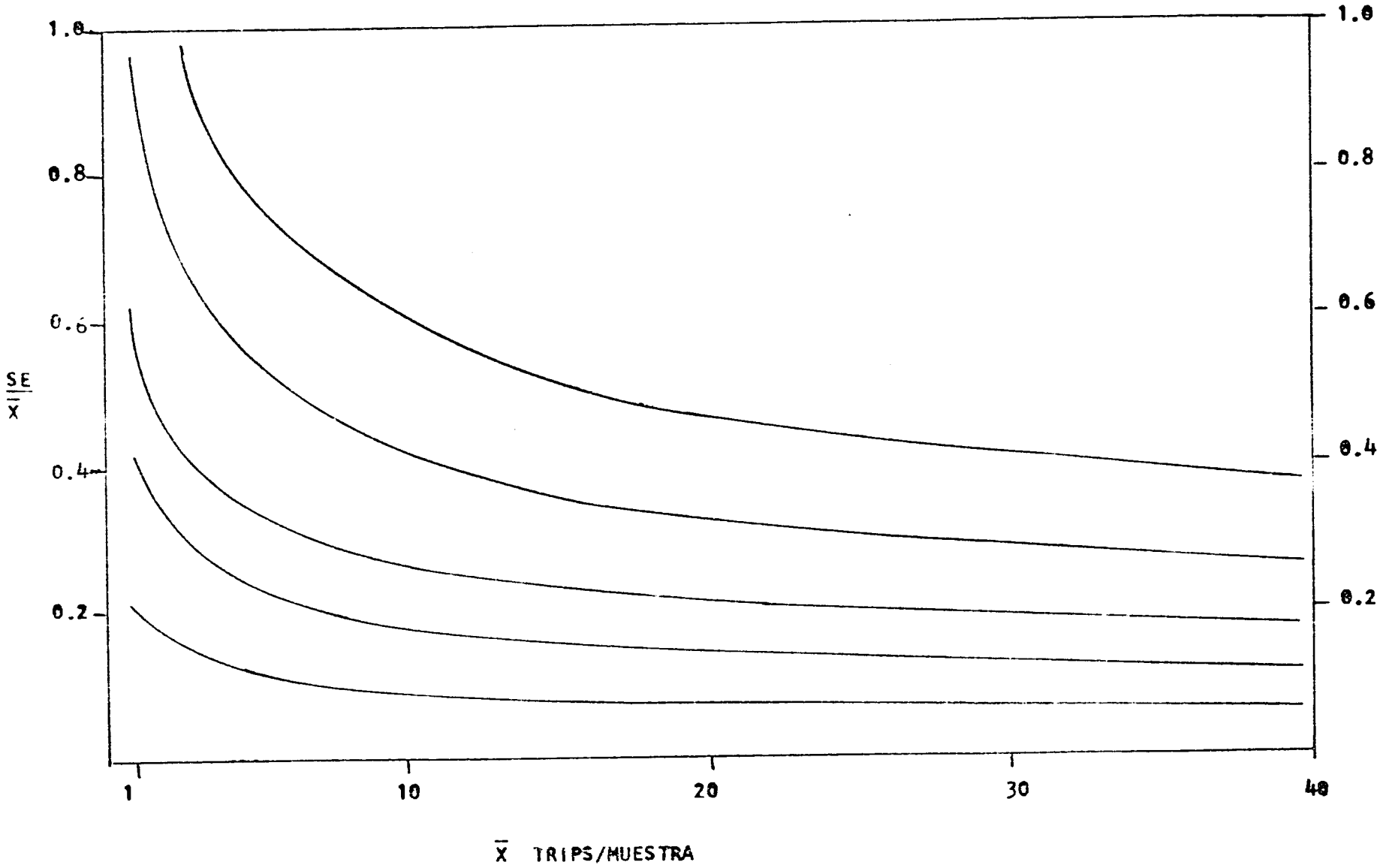


FIGURA 2 (según Irwin et al., 1978)

235a

durante el día, hay proporción de insectos activos que pueden estar volando. Es, por consiguiente, e importante que el muestreo se conduzca en el mejor tiempo del día.

El número de muestras a tomar dá lugar a otra importante pregunta. Anteriormente se discutió que el muestreo secuencial es una alternativa, pero el problema va más allá. Realmente se relaciona con los recursos de que se dispone (mano de obra para tomar y procesar las muestras) y cuanta precisión se requiere en los datos resultantes. Para decisiones de control, como se mencionó anteriormente, es necesario determinar si una densidad de población excede un umbral dado. El muestreo relativo es casi siempre usado para este propósito. El número de unidades de muestra necesitadas o requeridas se puede expresar en la forma de un gráfico que dá el error estandar de la media sobre la media $\left(\frac{s\bar{x}}{\bar{x}}\right)$.

Dependiendo de que tanta precisión se quiere, y del número por muestra, el número de muestras se puede entonces determinar.

5. TECNICAS DE MUESTREO PARA PLAGAS CLAVES EN AGROECOSISTEMAS

Para muestrear una especie dada, algo de su biología debe conocerse. Que parte del ciclo de su vida debe muestrearse ? donde ocurre ese estado ? en que (microhabitat)? Como se puede muestrear mejor (con la máxima precisión y el mínimo esfuerzo) ?.

Southwood (1966) se extendió bastante en la categorización de varios métodos. Ruesink y Kogan (1976) hasta cierto punto, han hecho algo semejante. Yo no intentaré ser muy concluyente en este artículo. En vez de esto, trataré de tocar los diferentes aspectos de muestreo que yo creo son de la mayor importancia para ustedes desde el punto de vista de la toma de decisiones en un manejo de plagas.

En términos generales, hay cuatro habitats principales que se pueden muestrear en un agroecosistema: el suelo, la interfase suelo - aire, la planta y el aire. Por conveniencia, las raices de las plantas y los

residuos de cosecha se consideran parte del habitat suelo.

5.1. HABITAT DEL SUELO

La principal técnica utilizada para muestrear el suelo es la remo - ción de una unidad de volumen dada de él hasta una profundidad dada y la extracción de la fauna que esa unidad contiene. La profundidad de la muestra depende de la especie a muestrearse. Por ejemplo si los huevos de Cerotoma trifurtaca se van a muestrear, una muestra de 7 cm de profundidad será suficiente (Waldbauer y Kogan 1973). Sin embargo, los huevos de Diabrotica se han registrado hasta profundidades de 20 cm y huevos de otros crisomélidos hasta 115 cm (Hall y Salt 1933). Generalmente se utiliza un barreno simple para tomar la muestra. La extracción de la especie que se desea y su estado es otro aspecto; para huevos, el separador de huevos Illinois es ideal y recupera hasta el 90% de los huevos de Cerotoma por muestra; el lavado y posterior filtración es otra alternativa. Este método es muy útil para muestras de suelo o para muestras de residuos de cosecha que contienen mucha vegetación (Ruesink y Kogan 1975). Para larvas activas, ninfas y adultos en suelos y residuos de cosecha el embudo Berlese es muy práctico. Una fuente de calor se coloca sobre la muestra; los insectos huyen del calor y de las condiciones de sequedad y caen en un frasco con alcohol. Este método depende de la conducta del insecto y obviamente no sirve para individuos muertos o para formas que no se mueven. La rata de desecación es muy importante; si es muy lenta, los individuos pueden mudar o aún empuparse antes de ser extraídos y cada muestra mantendrá el embudo ocupado por un tiempo innecesario; si el secamiento es muy rápido, los individuos pueden morir por el calor o por la baja humedad antes de que puedan pasar la muestra y caer al frasco (Ruesink y Kogan 1975). La separación manual y el tamizado consumen mucho tiempo pero proveen tal vez los datos más precisos para todos los tipos de muestra; de nuevo, todo depende del tamaño y la conducta de la especie que se está muestreando. Los indices de población son generalmente más rápidos y también son suficientes para tomar decisiones; algunos ejemplos citados por Ruesink y Kogan (1975) se

discuten a continuación. Estudios extensos en el efecto de la alimentación de insectos en las raíces se llevaron a cabo con larvas de Diabrotica alimentándose en maíz. Entre las técnicas utilizadas para evaluar el daño al sistema radicular están:

1. Cantidad de daño a todo el sistema radicular.
2. Porcentaje de nudos debajo de la superficie del suelo que tienen daño.
3. Porcentajes de raíces cortadas en el primero y segundo nudo debajo de la superficie del suelo. Las medidas indirectas utilizadas son: 1) la fuerza necesaria para arrancar una planta del suelo y 2) escala de daños basadas en volcamiento de plantas. La técnica de halar verticalmente usa un sistema unido a una planta cortada y a un dinamómetro de capacidad de 1000 Lbs. El peso que jala está altamente correlacionado con las escalas visuales de daño en raíces, pero los factores del suelo pueden influenciar grandemente los resultados de estas medidas. La técnica ofrece la gran ventaja de proveer datos cuantitativos libres de confusión subjetiva del observador. En caña se observó que los rendimientos disminuyen a una rata de aproximadamente 1% por cada 1% de entrenudos perforados por el barrenador de la caña, Diatraea saccharalis. Se calculó que el 1% de entrenudos perforados causaba una pérdida en peso que varía ba entre .38 y .54% de acuerdo con la variedad.

5.2. LA INTERFASE SUELO AIRE

Los insectos que habitan la superficie del suelo se pueden muestrear más fácilmente por medio de trampas de suelo. Especies tales como colémbolas, arañas, centípedos, grillos y cucarrones del suelo pueden muestrearse por medio de esta técnica. Cuando se utilizan sin cebos ellos capturan lo que accidentalmente cae adentro, cuando se utilizan con cebos atraen los individuos desde considerables distancias. Los estudios en la eficiencia de las trampas del suelo demuestran que hay poco valor en la estimación directa de la población o en la comparación de comunidades pero que estas trampas pueden utilizarse para estudiar el ritmo diario de actividad, la incidencia estacional y la dispersión de una especie

2386

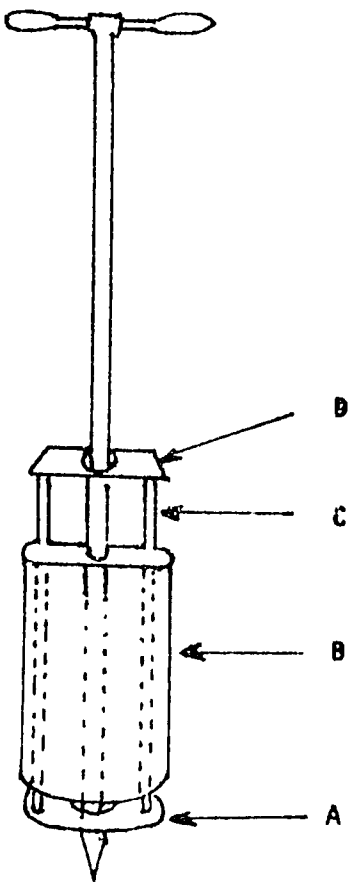


FIGURA 3. Barreno para muestrear artrópodos en el suelo. A) Punta de penetración; B) Cilindro del taladro; C) Impulsador; D) Regulador de profundidad. (Según Ruesink y Kogan 1975).

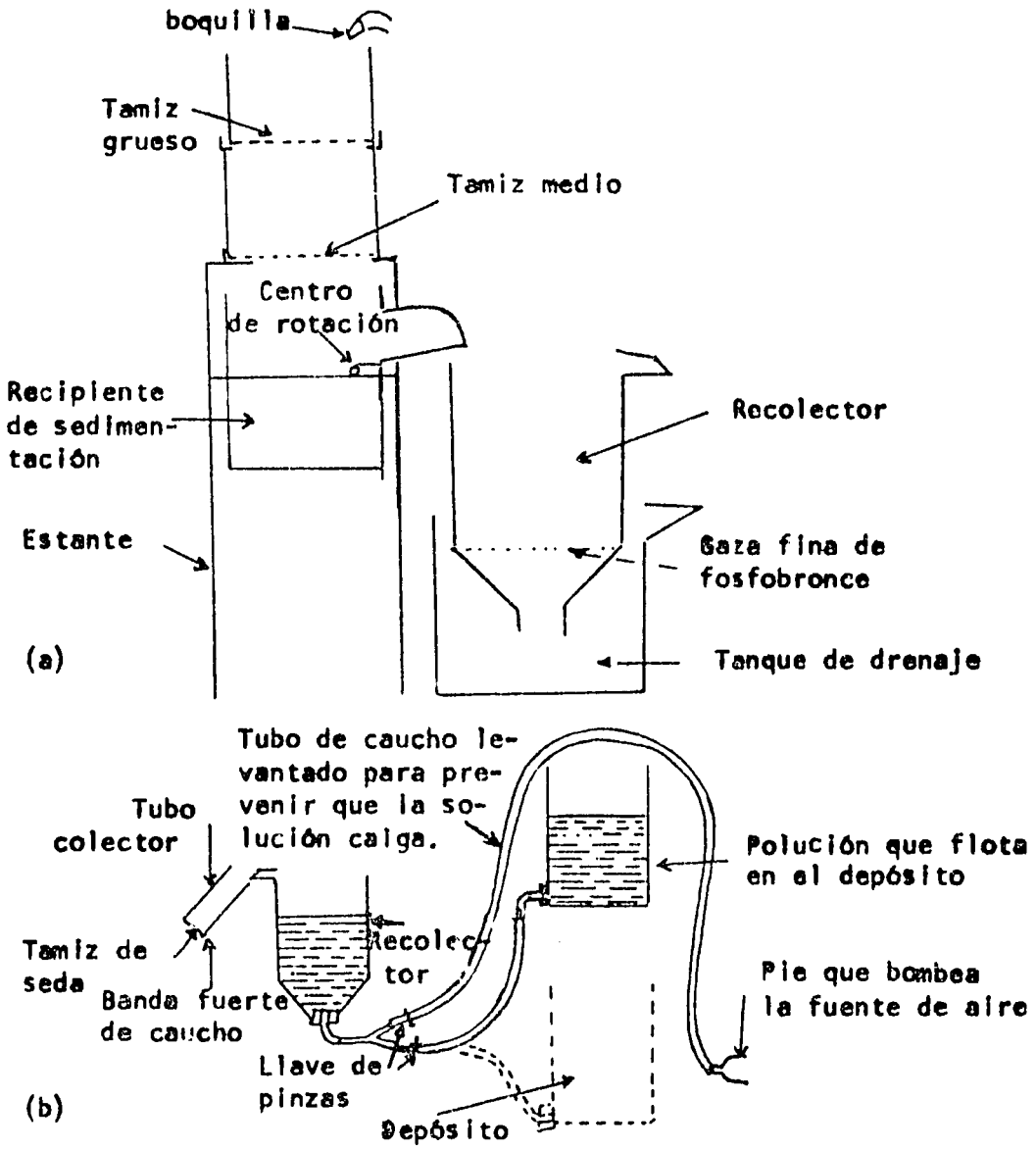


FIGURA 4. (a) Aparato para lavar el suelo; (b) Recolector y equipo asociado para la fase de flotación. (Según Southwood 1966).

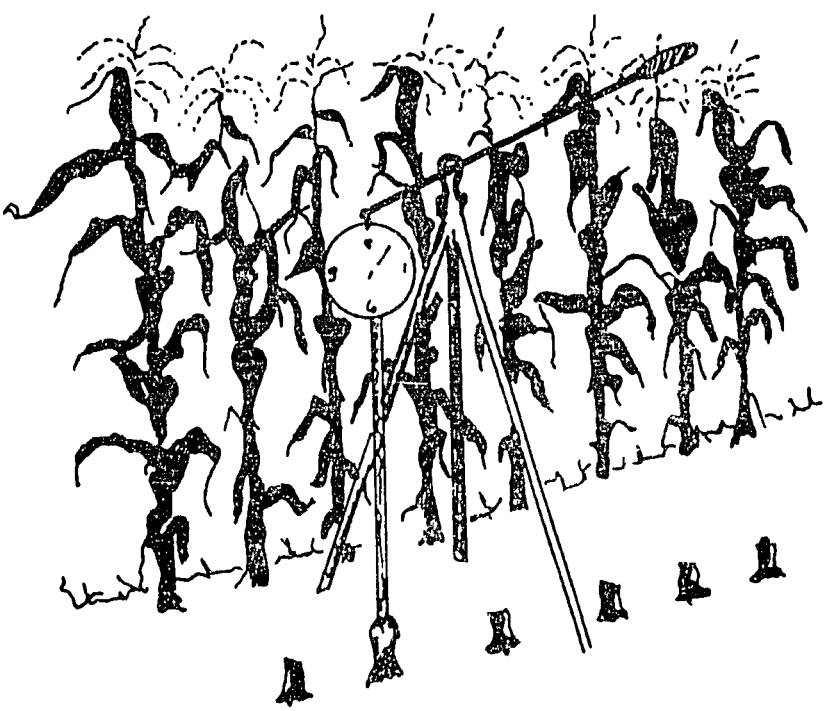


FIGURA 5. Aparato usado para estimar daño por el gusano alambre del maíz. (Según Ruesink y Kogan 1975).

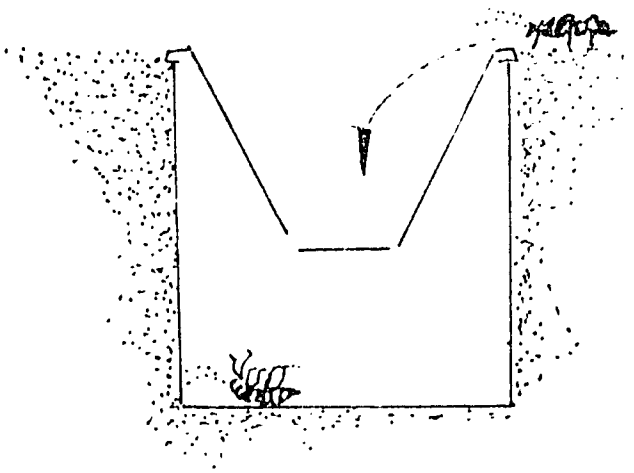


FIGURA 6. Trampa Pitfall. (Según Ruesink y Kogan 1975).

dada en un habitat dado (Southwood 1966).

Animales que caminan pueden también ser capturados en trampas pegajosas, bandas colocadas alrededor de árboles o en placas de vidrio colocadas en el suelo. Las placas de vidrio se utilizan para capturar colémbolas y otros animales (Southwood 1966).

5.3. EL HABITAT PLANTA

El habitat planta es donde la mayor cantidad de plagas viven y es por consiguiente el más importante de todos los habitats a muestrear. Hay cuatro métodos utilizados para muestrear cultivos de surco (tales como la soya) y que discutiremos a continuación:

5.3.1. Método Absoluto de Muestrear una Unidad de Habitat Bien sea un Area de Superficie de Suelo y su Vegetación o una Planta o una Parte de Planta como Unidad de Muestra.

Como se mencionó anteriormente, la unidad de superficie de suelo y su vegetación generalmente se utiliza para convertir métodos relativos a un estimativo absoluto. Las partes de plantas a menudo se muestrean en su totalidad; por ejemplo hemos desarrollado un plan de muestreo para el trips Sericothrips variabilis. Sabemos que los trips inmaduros prefieren los folíolos de los nudos cuarto hasta sexto; por consiguiente, sugerimos que toda la hoja sea examinada bien sea visualmente o por métodos de remoción y que el número de trips sea contado (Irwin et al. 1978). Esto dá un número absoluto de trips por hoja en un estrato dado de follaje; no puede sin embargo en este momento ser convertido a un estimativo absoluto de los números por hectárea, por ejemplo.

5.3.2. Método de la Jama.

Es quizás el método más utilizado para obtener estimativos relativos de las densidades de población de plagas en cultivos de surco y forrajes. Esto se debe a que ningún método puede capturar tantos insectos

por hora con tan poco costo en equipo y con tan poco daño al cultivo. La eficiencia de la jama varía con:

1. La especie.
2. Los habitat, particularmente por la altura de la vegetación.
3. El clima, particularmente por la velocidad del viento, la temperatura del aire y la intensidad de la radiación solar.
4. La hora de día, la cual se refleja en los ciclos de conducta de las especies,
5. Los estilos diferentes para utilizar este método (Ruesink y Kogan 1975).

La utilidad de la jama y de los datos que ella provee se pueden mejorar ampliamente uniformizando los ítems 1 a 4 mencionados anteriormente. La diferencia en captura entre varias personas se puede minimizar si el estilo para utilizar la jama se restringe como s gue:

1. Use un estilo de péndulo para moverla como si usted estuviera barriendo el anden de su casa con una escoba.
2. En vegetación pequeña de poca altura mueva la jama tanto como le sea posible sin tomar basura del suelo; en vegetación alta mueva la jama solo lo suficiente como para mantenerla sobre la parte superior de la vegetación y como para que su cono de entrada toque este punto superior de la vegetación.
3. Dé un golpe de jama por paso mientras se camina en una forma normal.
4. Utilice una jama que tenga un diámetro de 30 cm de ancho (Ruesink y Kogan 1975).

5.3.3. Método de la Tela.

Este método consiste en hacer mover los insectos a la fuerza de la planta hacia una tela colocada en el piso en la base de la planta, de manera que puedan ser colectados y contados. El método de la tela no se puede utilizar para muestrear insectos que se escapan instantaneamente o para aquellos que se quedan quietos cuando se disturban; sin embargo, es

un excelente método para insectos que se mueven despaciosamente como larvas de lepidópteros, cucarroncitos, chinches (particularmente las ninfas de los chinches), predatores y otros insectos con poca capacidad de escape. Se está convirtiendo en la herramienta de muestreo principal para insectos de plantas en manejo integrado de plagas; por esta razón voy a incluir más información sobre este método. El equipo consiste de una tela gruesa que se coloca dentro de dos surcos adyacentes de plantas y que se mantiene en lugar por medio de dos estácas de madera colocadas en los lados opuestos de la tela. Básicamente el método consiste en colocar la tela en medio de dos surcos de cultivo de una manera muy cuidadosa procurando disturbar lo menos posible las plantas que se van a muestrear; si el cultivo ha cerrado calle la tela debe colocarse muy cuidadosamente a nivel del suelo y arrastrarse hasta que cubra el área que se quiere muestrear. El mismo procedimiento se debe seguir si las plantas se han volcado. Con un operador en un extremo de la tela que tiene más o menos un metro de largo y otro en el otro extremo se doblan las plantas de ambos surcos sobre la tela y se sacudan vigorosamente las plantas para hacer caer los insectos a la tela. Bajo ciertas condiciones, solo un surco se puede doblar y muestrear y en este caso el otro surco se dobla fuera de la tela para que no influya en el muestreo. Se sugiere que se hagan 15 sacudidas por muestra. Después de que las muestras se van colectando la tela se puede utilizar 2 procedimientos:

a) Las varias especies se pueden contar y registrar ahí mismo sobre la tela o, b) la muestra puede totalmente ser transferida a un recipiente debidamente marcado para una futura observación en el laboratorio. Los artrópodos más pequeños se pueden colectar de la tela con un aspirador (Tomado de Kogan, artículo no publicado).

Varios estudios indican que el método de la tela es el más confiable para muestras relativas de larvas de lepidópteros que atacan el follaje.

5.3.4. Aparato Succionador o Aspirador.

Un aparato que tiene el nombre registrado D-Vac captura insectos

chupándolos en una jama fina colocada dentro de un embudo rígido. Un motor de gasolina mueve el aspirador que genera la succión. El área a muestrear está delimitada por la cabeza del tubo de succión que también contiene la jama colectora.

La aspiradora toma muestras confiables en habitats en los cuales otros métodos no sirven o donde el otro método que se podría utilizar sería la jama pero que en este caso daría unos datos no muy confiables. El aparato de succión se puede usar bajo diferentes condiciones de tiempo y en diferentes estados de crecimiento de las plantas, pero como los estimativos son absolutos por unidad de área, entonces todos ellos pueden compararse. La principal desventaja de este método se encuentra en que como los insectos tienen una distribución irregular en muchos habitats, la varianza de los muestreos de algunos habitat han sido muy altas.

5.3.5. Otros Métodos.

Además de los cuatro métodos anteriormente mencionados, otros podrían tenerse en cuenta; como los anteriormente discutidos no cubrieron insectos que se localizan en tallos, hojas, semillas o vainas ni tampoco tienen en cuenta la captura de insectos en árboles y arbustos muy altos, los discutiremos a continuación, pero más información se puede obtener del libro de Southwood (1966).

Los insectos se pueden colectar de los árboles arbustos y otras vegetaciones por:

a) Golpeando el follaje.
b) Barriendo y lavando los insectos del follaje.
c) Zafándolos por medios químicos.
d) Colectándolos a medida que descienden o emigran hacia el suelo a empupar u ovipositar. Hemos encontrado que con los trips de la soya un papel pegajoso colocado bajo la vegetación colecta las formas de segundo instar maduras que naturalmente caen al suelo para empupar. También el de impresión es un método para tener buenas cuentas o recuentos de ácaros

en hojas. Esta técnica se ha utilizado solo con ácaros y sus huevos. Las hojas infestadas se colocan entre láminas de papel absorbente y se aprietan de manera que cada ácaro y sus huevos han sido comprimidos y dejan una mancha que se puede contar fácilmente. La ventaja de este método es su velocidad y permite dejar un registro permanente fácilmente contable en el laboratorio (Southwood 1966).

Los insectos se pueden extraer de los tejidos de las hojas por disección o por lavado y coloración selectiva. Los insectos tales como los minadores de las hojas pueden contarse directamente pero rara vez es posible estimar el número de huevos insertados en tejidos vegetales o los adultos perforando o barrenando tallos de plantas herbáceas o de árboles. Los principales motivos para el desarrollo de técnicas para tales animales ha sido la necesidad de muestreos en plagas de granos almacenados y en forestales. Sin duda se harán considerables avances en el desarrollo de técnicas de muestreo para esta clase de insectos y se llegará a métodos todavía más confiables. El método de la disección es muy aplicable pero es muy tedioso; algunas veces es posible limitar la disección de tallos, frutas u otras partes para escoger aquellos que obviamente están dañados; el lavado y la coloración selectiva son más rápidos. Los vegetales se pueden volver transparentes por tratamientos en laftofenol o en hidróxido de sodio al 10% de tal manera que los insectos se vuelven visibles; este método ha sido usado con granos y lentejas. Los nemátodos que atacan plantas se estiman por lavados simultáneos de los tejidos vegetales y la coloración de los nemátodos en una mezcla de laftofenol y un colorante denominado azul-algodón. Los huevos de varios hemipteros en hojas de papas se pueden detectar por lavado de las hojas (hervidas en agua hasta que se conviertan en claros y después en alcohol del 95% en baño maría) y entonces colorando en solución saturada de rojo metil y diferenciándolos en una solución ligeramente alcalina (que contiene hidróxido de sodio); los tejidos de las hojas se convierten entonces en anaranjados o amarillos pero los huevos permanecen rojo brillantes y pueden ser contados a través de luz transmitida (Southwood 1966).

Otro método para medir poblaciones y que es útil en la toma de decisiones es la medida de defoliación. Entomólogos con experiencia de campo pueden estimar visualmente y con gran precisión el porcentaje de defoliación de una población de plantas. Aunque para muchos propósitos prácticos las estimaciones visuales se utilizan con fracuencia, los niveles de defoliación rara vez pueden darse con menos de 10% de intervalo. Cuando se usan estimativos más refinados, la calibración de la estimación visual no es la mejor forma y entonces deben utilizarse otros métodos. Existen instrumentos avanzados que pueden usarse en el campo y en el laboratorio y que dan una medida precisa del área defoliada; uno de ellos es el LI-COR medidor de área producido por Lambda Instruments (Lincoln, Nebraska). Para usar este método de medir la defoliación es necesario conocer el área de todas las hojas antes de la alimentación; una forma de lograr esto es asperjar un grupo de plantas para mantenerlas libres de insectos mientras que crecen a la misma rata que las plantas que están siendo defoliadas; aunque las áreas de las hojas varían considerablemente, con suficientes muestras es posible dar un resultado estadísticamente significativo. Otro método más tedioso para medir defoliación es usar fotocopia de las hojas. Las copias se cortan y se pesan y los pesos se transforman en áreas mediante factores de conversión que correlacionan los pesos con las áreas del papel. Este método ha sido utilizado para medir ratas de crecimiento de plantas de soya (Ruesink y Kogan 1975).

5.3.6. El Habitat Aire.

Aunque los insectos no pueden hacer daño al cultivo cuando están volando, la densidad aérea de las especies a través del tiempo puede dar una idea directa de las ratas de colonización, del influjo de varios patógenos a través de sus vectores y de la conducta de vuelo de los insectos. El habitat aire es probablemente más fácil de muestrear y varias formas que se pueden utilizar: el muestreo aéreo se puede categorizar como intersección o atracción. La mayoría de ellos consisten en trampas de una clase u otra. Estas pueden ser estacionarias (trampas malayas,

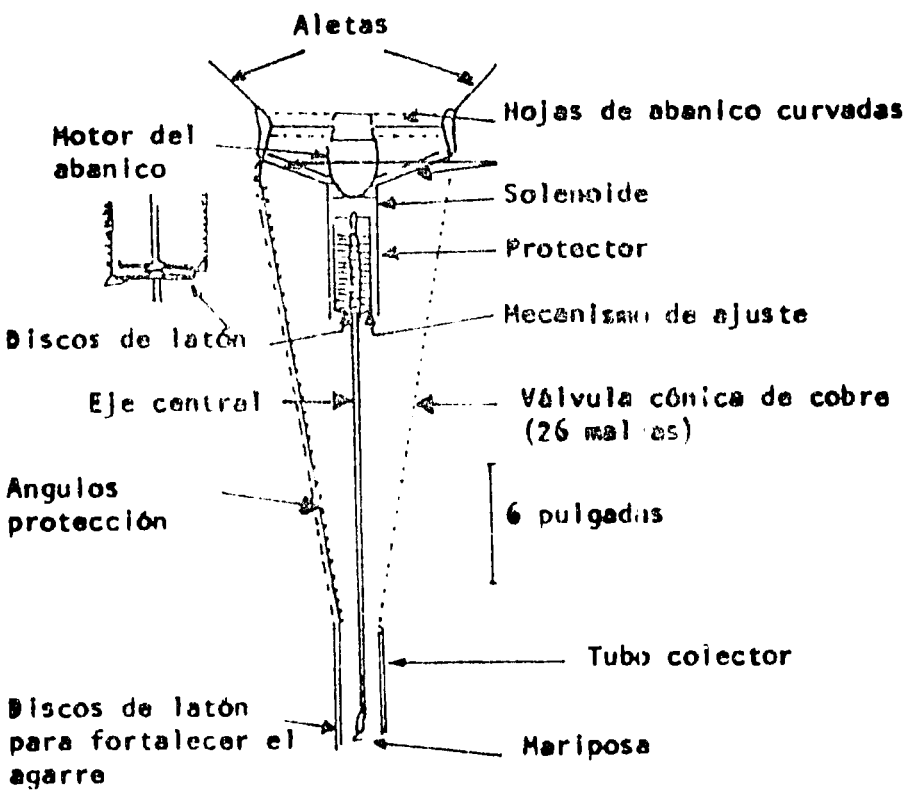


FIGURA 7. Las 9 pulgadas expuestas en el cono de la trampa de succión. (Según Southwood 1966).

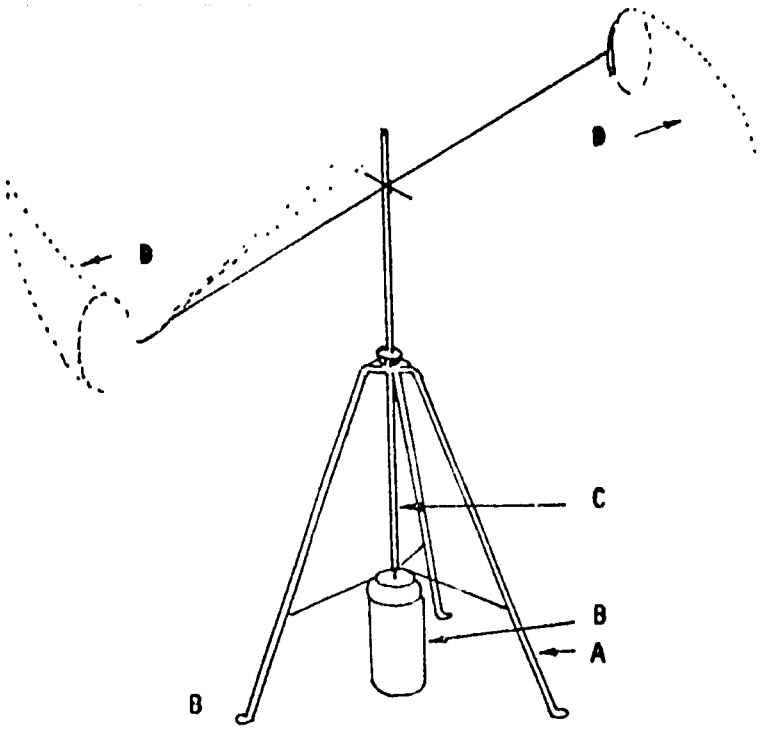


FIGURA 8. Trampa rotatoria. A) Metal tripoide; B) Motor eléctrico; C) Axila vertical; D) Jamas girando. (Según Ruesink y kogan 1975).

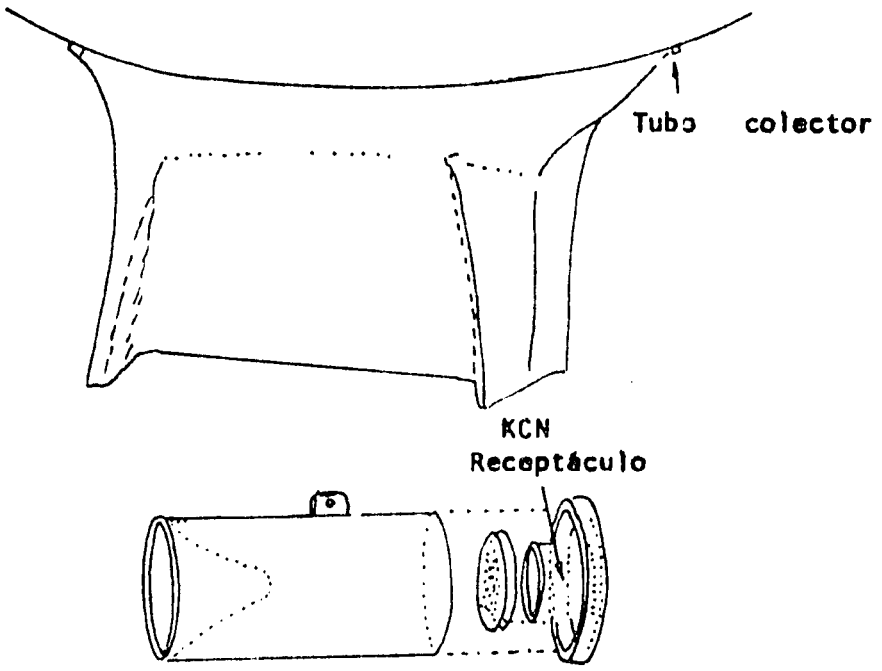


FIGURA 9. Trampa Malaya. (Según Ruesink y Kogan 1975).

trampas pegajosas, etc.) o móviles (trampas rotatorias) que pueden proveer estimativos absolutos, no están hechas para atraer insecto y por consiguiente la muestra puede teóricamente ser un indice de la población absoluta en el aire a través del tiempo.

5.3.7. Trampa de Succión.

En este tipo de trampa el aire y los insectos pasan a través del ventilador y en un cono de cobre que los recoge. Los insectos se colectan entre una serie de discos que los separan en segmentos por hora en el fondo del cono. Como la captura es casi exclusivamente de insectos no hay problema para contar el número por muestra. Hay un problema para convertir esta captura de insectos por hora a término de densidad por área. Taylor calculó factores de eficiencia para las trampas de succión, los cuales corrigen velocidad del aire, tipo de trampa y tamaño de insectos; estas conversiones se pueden encontrar en el libro de Southwood (1966).

5.3.8. Trampa Rotatoria.

La trampa rotatoria coge insectos en un volumen dado de aire y la captura es independiente de la velocidad del viento pero otros factores parecen afectar la eficiencia de esta trampa y se sabe que aún la mejor de ellas deja de capturar cerca de 15% de la población aérea (Ruesink y Kogan 1975).

5.3.9. Trampas Malayas.

Una trampa malaya esencialmente consiste de una carpa hecha de tela con un lado abierto dentro del cual los insectos vuelan o se arrastran; como la mayoria de los insectos trepan por la tela pueden atraparse en viales con liquidos preservativos colocados en las esquinas o picos de las carpas. Como estas trampas dependen del insecto y de su entrada accidental en ellas, trabajan mejor para insectos o especies muy activas tales como adultos de Diptera y Hymenoptera (Ruesink y Kogan 1975).

5.3.10. Trampas de Viento.

Coleópteros voladores pueden muestrearse usando trampas de viento, las cuales consisten simplemente de un panel vertical de vidrio o plexiglas con un recipiente de preservativo debajo de él; cualquier insecto que golpea al vidrio reacciona cayendo al preservativo y es entonces capturado. Estas trampas son muy útiles para determinar la dirección del vuelo y pueden proveer datos de cuando ocurren vuelos de dispersión. (Ruesink y Kogan 1975).

5.4. TRAMPAS DE ATRAYENTE O DE INTERSEPCION

5.4.1. Trampas Pegajosas.

Las trampas pegajosas son una variación de las trampas de viento en las cuales el vidrio o la malla u otra superficie se cubre con una sustancia pegajosa que puede mantener el insecto atrapado en vez de hacerlo caer en un preservativo. Las trampas pegajosas pueden utilizarse para muchas especies que no pueden ser tomadas con las otras. Como los insectos son capturados en el sitio en que caen, la sustancia pegajosa puede ser colocada en casi cualquier cosa. A menudo se combinan con cebos atrayentes para aumentar la captura de ciertas especies (Ruesink y Kogan). Las trampas cilíndricas pegajosas son más eficientes si el diámetro es menor.

5.4.2. Trampas de Agua.

Estas son simplemente recipientes de vidrio, plástico o metal llenos de agua y a la cual se le ha añadido una pequeña cantidad de detergente y un preservativo, generalmente formalina. La omisión de detergente implica una reducción de más del 50% en la captura. Las trampas pueden ser transparentes o pintadas con varios colores y colocadas a cualquier altura; el color generalmente afecta la composición de la captura para ciertos grupos tales como áfidos. Las trampas pegajosas se escogerían en preferencia a las de agua porque la relación entre la velocidad del viento y la captura en la trampa de agua es muy posiblemente menor que

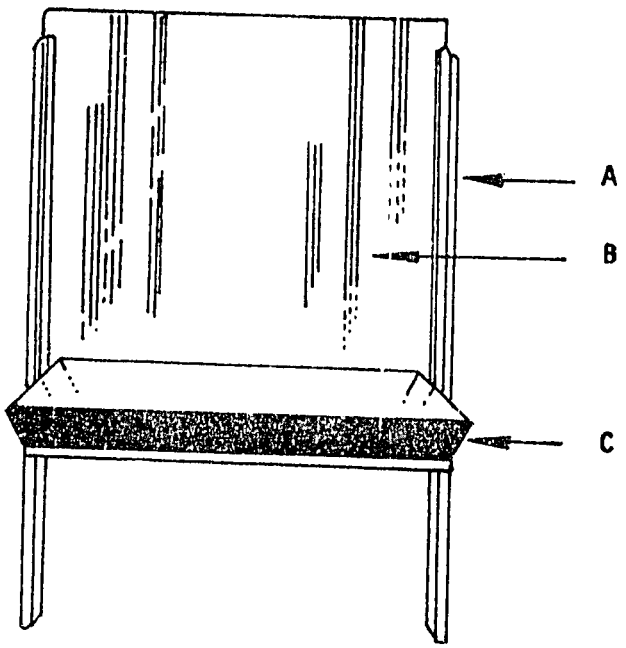


FIGURA 10. Trampa de viento. A. Metálico o de madera; B. vidrio o marcolita; C. El panal colector generalmente se llena con una solución de detergente. (Modificado de Southwood 1968). (Según Ruesink y Kogan 1975).

Efecto del tamaño de la trampa sobre la captura (Según Heathcote 1957b).

	Diámetro de la trampa 3 cm	6 cm	12 cm
Total captura	837	1473	2017
Cap./unidad área (3 cm trampa = 1)	837	736.5	504.2

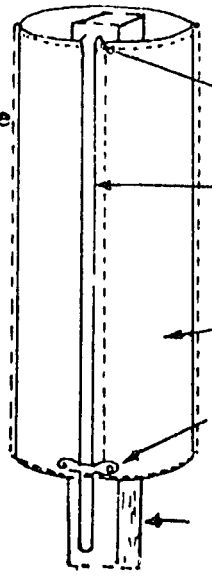


FIGURA 11. Trampa pegajosa cilíndrica. (Según Broadbent et al., 1948).

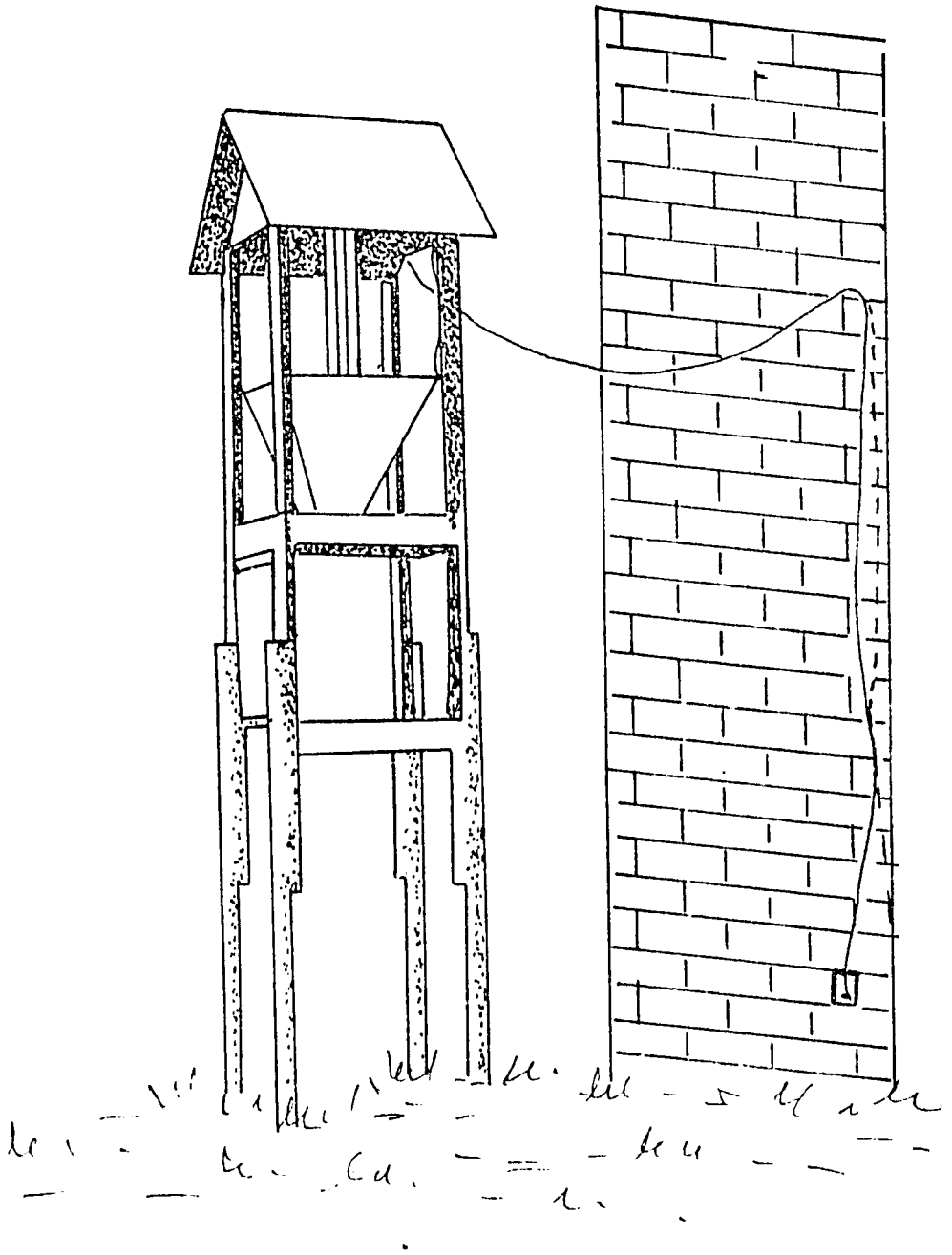


FIGURA 12. Trampa de luz. (Según Ruesink y Kogan, 1975).

para la trampa pegajosa y porque las trampas de agua deben ser más frecuentemente atendidas bien sea porque se llenan por exceso de lluvia o porque se secan por exceso de sol. Por otra parte, las de agua tienen ciertas ventajas: los insectos que son capturados están en buenas condiciones para identificar, son facilmente separables y pueden ser recogidos con mayor facilidad sin dañarse (Southwood 1966).

5.4.3. Implementos de Atracción.

Estos generalmente son trampas estacionarias que atraen ciertas especies de insectos. Como son atractivos es difícil convertir los números capturados a las densidades absolutas; sin embargo, el hecho de que son altamente específicas y altamente atractivas y que atraen individuos desde grandes distancias, se consideran útiles para detectar plagas. Hay varias clases, algunas de las cuales se han discutido ya: trampas de agua, trampas pegajosas, trampas con feromonas y trampas de luz. Las trampas luminosas son quizas las mejor conocidas. Son particularmente útiles para detectar plagas lepidópteras.

6. CONCLUSIONES

Muestrear o evaluar densidades de población de insectos en el agroecosistema tiene dificultades. Es importante que estas dificultades sean atendidas antes de iniciar un programa de muestreo. Muestrear para tomar decisiones de control es quizás lo más fácil porque la decisión final se limita a dos alternativas: tomar la acción o no tomarla. Los umbrales económicos de daño deben establecerse antes de tomar o de emprender programas de tipo decisión o de control pero estos umbrales económicos no necesariamente tienen que ser establecidos rigurosamente para iniciar un programa de manejo. Desde luego, uno trataría continuamente de mejorar los niveles de daño económico para especies dadas y para complejos de especies.

Hay muchos métodos de muestreo disponibles para estimar poblaciones. Cual método debe usarse, hasta cierto punto, de la plaga y del estadio

que se va a muestrear, y, desde luego, de su conducta y de su nicho ecológico. Depende también del grado de precisión que se necesite para la evaluación y también de los recursos disponibles.

Para cultivos de surco y forrajes, cada vez se dá más importancia a la jama y a la técnica de la tela en el suelo. Estos son ambos económicos y dan densidades relativas. Uno debe conocer los otros métodos disponibles y sustituirlos cuando ellos sean más fáciles que los dos anteriormente mencionados.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BELLOTTI, A.; VAN SCHOONHOVEN, A.V. Mite and insect pests of Cassava. Ann. Rev. Entomol. v.23 p.39-67. 1978.

GLASS, E.H. (Coordinator). Integrated pest management: Rationale, potential, needs and implementation. Entomol. Soc. Amer. Spec. Publ. 1975. 75-2. 141 p.

GONZALEZ, D. Sampling as a basis for pest management strategies. Pages 83-101 in Tall Timbers conference on ecological animal control by habitat management. s.l. 1970.

IRWIN, M.E.; YEARGAN, K.V.; HARSTON, N. Spatial and temporal distribution of phytophagous thrips in soybean fields with comments on sampling techniques. Submitted. Environ. Entomol. 1978.

KOGAN, M. Soybean insect damage thresholds. Pages 54-59 in Twenty-seventh Illinois custom spray operators training school. Illinois Agr. Coop. Ext. Ser., Illinois Natur. Hist. Surv., Urbana, Illinois. 1975.

_____. Evaluation of economic injury levels for soybean insect pests. Pages 515-533 in L. D. Hill (ed.). World soybean research. Proceeding at the World soybean research conference. Interstate, Danville, Illinois. 1976a.

KOGAN, M. Soybean disease and insect pest management. Pages 114-21 in R.M. Goodman (ed.). Expanding the use of soybeans--a conference for Asia and Oceania. Chiang Mai, Thailand. Univ. of Illinois at Urbana-Champaign, INTSOY Publ. 1976b. no.10, 261 p.

KOGAN, M.; TURNIPSEED, S.G.; SHEPARD, M.; DE OLIVERIA, E.W.; BORGO, A. Pilot insect pest management program for soybean in southern Brazil. J. Econ. Entomol. 1977. v.70. p.659-663.

MAIL, G.A.; SALT, R.W. Temperature as a possible limiting factor in northern spread of the Colorado potato beetle. J. Econ. Entomol. 1933. v.26. p.1068-1075.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Insect-pest management and control. Vol. 3 of Principles of Plant and Animal Pest Control. National Acad. Sci. Publ. 1695. 508 p. 1969.

RUESINK, W.G. Systems analysis and modeling in pest management. Pages 353-376 in R.L. Metcalf and W. H. Luckmann (eds.). Introduction to insect pest management. Wiley, New York. 1975. p.587.

RUESINK, W. G.; KOGAN, M. The quantitative basis of pest management: Sampling and measuring. Pages 309-351 in R.L. Metcalf and W.H. Luckmann (eds.). Introduction to insect pest management. Wiley, New York. 587 p. 1975.

SOUTHWOOD, T. R. E. Ecological methods. Methuen, London. 391 pp.

STERN, V. M.; SMITH, R.F.; VAN DEN BOSCH, R.; HAGEN, K.S. The integrated control concept. Hilgardia. 1966. v.29 p. 81-107.

TURNIPSEED, S. G.; KOGAN, M. Soybean entomology. Annu. Rev. Entomol. 21:247-282. 1976. v.21, p.247-282.

WALDBAUER, G. P.; KOGAN, M. Sampling for bean leaf beetle eggs: Extraction from the soil and location in relation to soybean plants. Environ. Entomol. 1973. v.2, p.441-46.

PLAGAS DE LA SOYA (*Glycine max* Merill) EN COLOMBIA *

Fulvia García R.
Jaime Pulido F.
Bertha A. de Gutiérrez **

En Colombia, el cultivo de la soya tiene en la actualidad pocas especies de insectos plagas que puedan considerarse de importancia económica, ya que el control natural ejercido por parásitos, predatores y patógenos mantiene en equilibrio las poblaciones de las diferentes especies dañinas. Por esta razón, es preciso realizar un manejo racional de los problemas entomológicos del cultivo, usando todas aquellas medidas de tipo cultural, biológico, microbiológico y químico, integradas de tal manera, que conduzcan a la reducción de los daños ocasionados por los insectos.

Hasta el momento, el gusano del follaje de la soya, *Anticarsia gemmatalis* Hubner, es considerado como el mayor problema entomológico del cultivo. Sin embargo, en muchas ocasiones no es necesario realizar controles químicos contra este defoliador, ya que la acción de sus enemigos naturales es tan eficiente que reduce sus poblaciones a niveles no económicos.

El reconocimiento de plagas realizado en el cultivo muestra un gran número de especies de importancia secundaria o potencial, las cuales pueden llegar a constituirse en problemas económicos serios, si nó se adelanta un Plan de Control Integrado para el manejo racional de las plagas.

---

* Contribución del Programa de Entomología del C.N.I.A. Palmira.

** Ings. Agrs. Programa de Entomología, C.N.I.A. Palmira. Apartado Aéreo 233 Palmira (V) Colombia.

Estudios realizados durante los últimos años demuestran que estas plagas, así como otras especies dañinas, pueden ser manejadas más racionalmente. Es importante entonces modificar el procedimiento hasta ahora empleado y empezar a incluir otros tipos de control que ayuden a restablecer el balance natural, que normalmente debe existir en un determinado agroecosistema entre especies dañinas y especies benéficas.

En soya al igual que en otros cultivos como el algodón, el uso indiscriminado de productos químicos podría conducir a problemas de:

a. Resistencia de las plagas a los insecticidas tradicionalmente utilizados.

b. Reducción de los enemigos naturales, aparición de nuevas plagas y resurgimiento de otras.

c. Aumento de los niveles de residuos de plaguicidas en los alimentos y persistencia de éllos en agua, suelo y aire. Problemas de intoxicación en humanos y animales.

d. Incremento cada vez mayor de los costos de control químico de plagas dentro de los costos totales del cultivo. Actualmente, con un promedio de una a dos aplicaciones por cosecha, los costos de control de plagas representan del 12 al 18% de los costos totales.

Ante la gravedad de los hechos expuestos, es de fundamental importancia reducir la dependencia tan marcada que existe actualmente en el control químico, haciendo un uso racional de los plaguicidas, lo cual conlleva a la protección de la fauna benéfica y a mantener el equilibrio natural dentro de los ecosistemas agrícolas.

1. NORMAS Y RECOMENDACIONES GENERALES

a. Toda recomendación de control de plagas debe justificarse en un nivel de daño económico y un chequeo previo de la infestación y de la fauna benéfica presentes en el campo.

b. Preferir aquellos productos agroquímicos que sean más selectivos, es decir, específicos a las plagas, menos fitotóxicos al cultivo y menos tóxicos al hombre, los animales y la fauna benéfica y que causen la menor contaminación ambiental.

c. Evitar aplicaciones que puedan causar daño a los cultivos vecinos, contaminar las fuentes de agua y dejar excesos de residuos en el suelo y en el producto final (harina, tortas, semilla).

d. Evitar aplicaciones innecesarias de productos agroquímicos. Si los daños ocasionados por las plagas son inferiores o iguales al costo de control, lo más conveniente es evitar las aplicaciones.

e. Hacer las aplicaciones en forma correcta y oportuna, empleando la dosis adecuada. Utilizar guantes, máscaras y vestidos apropiados de protección en la preparación y aplicación de los productos agroquímicos.

f. El uso de productos agroquímicos debe tenerse como último recurso, una vez se hayan puesto en práctica otras medidas de control, especialmente de tipo cultural y biológico.

Específicamente en el cultivo de la soya es indispensable proteger y mantener la fauna benéfica del gusano del follaje de la soya, Anticarsia gemmatalis Hubner, del encrespador de la soya Hedylepta indicata (F.), de los falsos medidores Trichoplusia ni (Hubner) y Pseudoplusia includens (Walker) y del gusano peludo del algodonero Estigmene acrea (Drury), especies éstas, que poseen una amplia gama de enemigos naturales entre parásitos, predatores y patógenos.

g. Los productos a base de Bacillus thuringiensis Berliner y el virus de la poliedrosis nuclear del Trichoplusia ni (VPN) son selectivos a la fauna benéfica, y ejercen un control satisfactorio reduciendo las poblaciones de estos insectos comedores del follaje.

h. El orden en que aparecen los productos agroquímicos (Capítulo 8) recomendados para el control de las plagas en soya, no significa una mayor eficiencia de los mismos. Otros productos no mencionados pueden ser

igualmente eficientes en caso de infestaciones normales. Para una mejor información sobre nombres comerciales y genéricos de plaguicidas, consulte el Boletín Técnico No. 64 - "Plaguicidas Agrícolas" de la División de Insumos Agrícolas del ICA.

2. RECOMENDACIONES PREVIAS A LA SIEMBRA HASTA LA GERMINACION

2.1. Verificar que se hayan destruído en forma eficiente los residuos de la cosecha anterior. Si el lote se deja sin vegetación por más de 45 días, se logra romper el ciclo de vida de muchas de las plagas y por consiguiente su incidencia será menor en el nuevo cultivo.

2.2. Hacer un reconocimiento previo del tipo y abundancia de las malezas presentes en el lote. De esta observación depende la selección de los herbicidas más adecuados para el control de las malezas, para así impedir su competencia y el desarrollo de plagas y enfermedades que pueden ser comunes al cultivo.

2.3. Realizar una adecuada preparación del suelo con suficiente anticipación a la siembra. Esta práctica evita daños iniciales de tierreros, grillos y gusanos alambres, cuyos ataques tempranos pueden perjudicar la germinación y reducir la población de plantas. Además, al hacer una buena preparación se hace un control mecánico de los insectos del suelo y éstos se exponen a otros tipos de control como el biológico y a la acción del medio ambiente.

2.4. Se podrá recomendar para el control de plagas del suelo la aplicación en forma localizada e incorporado con la última rastrillada: aldrín 2.5% polvo o heptacloro 2.5% polvo en dosis de 1.0 a 1.5 Kg. de i.a./ha. especialmente en suelos con textura arenosa. Se debe utilizar guantes y máscaras.

Antes de ordenar esta práctica es necesario realizar un reconocimiento de la población de la plaga y de sus enemigos naturales, haciendo muestreos periódicos.

2.5. Inmediatamente antes de la siembra se debe realizar una prueba de germinación. Además, recomendar la densidad y las distancias de siembra sugeridas para la zona; utilizar variedades registradas o certificadas; sembrar en suelos con suficiente humedad para asegurar una correcta germinación y controlar la calibración de la sembradora, velocidad de operación y profundidad de colocación de la semilla.

La siembra debe hacerse en un período corto y definido, para evitar el escalonamiento del cultivo y la proliferación de plagas y enfermedades tales como el amachamiento de la soya. La rotación de cultivos también disminuye estos problemas.

2.6. Hacer un uso racional de los fertilizantes de conformidad al análisis de suelos. Utilice riego cuando el cultivo así lo requiera, teniendo en cuenta que esta labor cultural puede aplicarse contra ciertas plagas como los chupadores del follaje. Ordenar las prácticas adecuadas de cultivo en forma oportuna y completa.

3. MUESTREO DE CAMPO

Todo control de plagas, especialmente de tipo químico debe basarse en un conocimiento previo de las situaciones de campo a través de muestreos frecuentes y reales que indique el grado de infestación y el daño ocasionado por la plaga. Este chequeo debe acompañarse de una evaluación de la fauna benéfica.

Las plantas deben inspeccionarse de acuerdo a su estado de desarrollo, el cual va correlacionado con la época de incidencia de determinados grupos de plagas. El método de muestreo y el tamaño de la muestra es variable y depende de la plaga, su hábito y distribución. Varias muestras tomadas en diferentes sitios de la misma área, dan una buena estimación de la población insectil. Se requiere de una o dos visitas como mínimo por semana, inspeccionando los lotes en zig-zag o en forma diagonal, para tener una idea más exacta de la situación de las plagas e insectos benéficos.

Para determinar daño y presencia de tierreros se deben revisar varios sitios de un metro lineal hasta que la planta tenga 3 hojas verdaderas. Un daño superior al 5% de plántulas trozadas puede ser de importancia económica. Se deben recoger larvas con el fin de observar el parasitismo.

Al determinar el daño de los insectos masticadores del follaje, especialmente Anticarsia, es necesario examinar las plantas en su totalidad, revisando muy bien el envés de las hojas. Los niveles de infestación de este comedor del follaje, deben relacionarse con el desarrollo vegetativo de la planta y las condiciones climáticas reinantes. Las infestaciones más altas de Anticarsia ocurren en la época de llenado de vainas, y es aquí cuando se necesita la mayor frecuencia de visitas. La plaga se debe detectar oportunamente, buscando los primeros instares larvales, cuando es más susceptible a los insecticidas microbiales, recomendados para su control.

El cultivo de la soya resiste cierto grado de defoliación y se puede tolerar entre un 15%a 30% antes de iniciar las aplicaciones contra comedores de follaje, dependiendo del estado de desarrollo de la planta.

Para determinar las infestaciones de Heliothis virescens en soya deben separarse las ramas de cada planta e inspeccionar a lo largo de éllas los botones, flores y vainas en formación. Este chequeo debe iniciarse desde la aparición de los botones florales, época de incidencia de la plaga y mantenerse hasta el cuajamiento de las vainas realizándolo dos veces por semana, lo cual permitirá detectar y controlar oportunamente la plaga. El nivel de daño económico para Heliothis en estas leguminosas se ha establecido entre 8 - 10% de larvas pequeñas cercanas a las estructuras florales.

En cada visita al campo se debe tratar en lo posible de hacer una evaluación del control natural y en base a él y a los niveles de infestación, ordenar las aplicaciones.

Debe tenerse en cuenta que la sola presencia de las plagas no justifica en modo alguno el control químico, y que el alto costo de los

productos y su aplicación hacen necesario el esfuerzo de hacer un chequeo cuidadoso.

Las recomendaciones que aquí se presentan están sujetas a modificaciones, a medida que se obtengan los resultados de las investigaciones que adelanta el Instituto Colombiano Agropecuario u otras Entidades debidamente autorizadas.

Dado que las plagas muestran cierta preferencia por un determinado estado de desarrollo de la planta hospedante en el cual pueden encontrar su alimento, las normas para el control de plagas en esta leguminosa aquí expuestas se agrupan atendiendo a su desarrollo vegetativo.

4. PLAGAS DEL SUELO

4.1. GUSANOS TIERREROS O TROZADORES

(Lepidoptera, Noctuidae)

Spodoptera frugiperda (J. E. Smith)
Gusano cogollero del maíz

Agrotis ipsilon (Hufnagel)
Trozador negro

Spodoptera sunia (Guenée)
Gusano rasputin

Spodoptera ornithogalli (Guenée)
Biringo

4.1.1. Gusano Cogollero del Maíz (*Spodoptera frugiperda*).

Esta plaga se encuentra ampliamente distribuida en Colombia, ataca como tierrero o como masticador casi todos los cultivos siendo sus huéspedes primarios el maíz y el sorgo.

4.1.1.1. Ciclo de vida y descripción del insecto.

.1. Huevo. Los huevos son puestos por las polillas en grupos de 50 o más, preferiblemente en hojas de malezas gramíneas. Recién colocados son de color crema y próximos a eclosionar se tornan de color gris. Cada masa de huevos está cubierta por una telilla algodonosa que la protege. Los huevos son de forma globulosa y el corion presenta estrías distribuidas radialmente. El periodo de incubación es de 3 a 5 días.

.2. Larva. Recién eclosionada mide 1 mm de longitud. La cápsula cefálica es de color oscuro. El cuerpo es de coloración cremosa y está cubierto de pequeños puntos pubescentes. Recién nacida se alimenta del corion del huevo y posteriormente del follaje. A las 2 ó 3 semanas de nacidas las larvas completan su desarrollo y llegan a medir de 3,5 a 4 cm de longitud. La parte frontal de la cabeza está marcada por una sutura en forma de Y invertida. Las larvas desarrolladas son de color castaño oscuro o verde pálido, con una línea media longitudinal de color café situada entre dos líneas paralelas de color castaño.

.3. Pupa. Para empupar la larva se dirige al suelo. Construye una cámara pupal de 5 o 10 cm bajo la superficie del suelo. Pierde movimiento, toma forma de huso, sufre una muda y se transforma en pupa. En el extremo caudal, de la pupa, se aprecia el cremaster en forma de V invertida. El estado pupal tiene una duración de 7 a 12 días.

.4. Adulto. Las polillas miden 2 cm de longitud y 3,5 cm de expansión alar. La coloración varía entre machos y hembras. El color es pardo, más claro en los machos que en las hembras. Las alas anteriores en los machos presentan en la mitad una mancha clara ovalada bien definida, unida a otra mancha oblicua en forma de V del mismo color. Las alas posteriores de las polillas son blanco aperlado, y grises hacia los bordes. Tanto las alas anteriores como las posteriores presentan en el margen posterior flecos. A los 2 días de la emergencia de los adultos ocurre la cópula y a los 3 o 4 días de ésta inician la oviposición. Las hembras pueden vivir más de 10 días y llegan a colocar durante su vida hasta 1000 huevos.

4.1.2. Trozador Negro (Agrotis ipsilon).

Por los hábitos alimenticios de la larva se considera como tierrero propiamente dicho. El daño es típicamente de tierrero. Se encuentra distribuído en todo el país y ataca casi todas las plantas cultivadas.

4.1.2.1. Ciclo de vida y descripción del insecto.

.1. Huevo. Los huevos de esta plaga son puestos en las grietas del suelo o en la superficie de éste, también en las hojas de las plantas o en los restos de cosecha. Los huevos son colocados en masas que pueden estar formadas hasta por 1.000 huevos; éstos son de forma globulosa y con la superficie del corion estriada radialmente. La duración del período de incubación puede ser de 4 a 6 días.

.2. Larva. Las larvas tienen color gris oscuro o terroso. La piel es de apariencia terrosa con gránulos protuberantes convexos y de forma redondeada que se encuentran aislados y esparcidos entre gránulos similares más pequeños. La cabeza de la larva es relativamente pequeña comparada con el grueso del cuerpo. Larvas desarrolladas pueden medir hasta 5 cm y el ancho de la cápsula cefálica de 3.2 a 3.5 mm. La duración del estado larval puede ser de 3 a 4 semanas.

.3. Pupa. Para empupar construye con partículas de suelo la cámara pupal, pierde movimiento, se encoge, toma forma de huso y muda transformándose en pupa. La pupa presenta coloración café oscuro, es brillante y mide alrededor de 22 mm de longitud. El cremaster es bifurcado y tiene forma de V invertida.

.4. Adulto. Las polillas miden de 4,5 a 5 cm de expansión alar y 2,5 a 3 cm de longitud. El color de las alas anteriores y las alas posteriores son blancas, traslúcidas y con flecos. En las alas anteriores se observan 2 manchas en forma de riñón unidas a una tercera de forma triangular y de coloración más oscura. La longevidad de los adultos puede ser de 6 a 8 días.

4.1.3. Gusano Rasputin (Spodoptera sunia) y Gusano Biringo (Spodoptera ornithogalli)

Ocasionalmente pueden ocurrir poblaciones altas de estas especies actuando como tierreros y posteriormente como masticadores del follaje. En la parte norte del Valle del Cauca las poblaciones de estas dos plagas son mayores que las desarrolladas en el centro y sur.

4.1.3.1. Ciclo de vida y descripción del insecto.

.1. Huevo. Los huevos son puestos en masas y las hembras los protegen con una telilla como algodonosa. Recién puestos son de color verde oliva y próximos a eclosionar se tornan de color oscuro. La duración del periodo de incubación es de tres días.

.2. Larva. Las larvas recién nacidas miden de 0,8 a 1,0 mm de longitud, completamente desarrolladas alcanzan hasta 5 cm de longitud. La duración del estado larval para estas dos especies es de 3 a 4 semanas.

Las larvas de S. sunia son de color café claro a negras. En la parte dorsal se observa una línea longitudinal de color anaranjado y lateralmente tiene dos líneas zapotes. En cada segmento abdominal se observa un triángulo de color oscuro dentro del cual se encuentra un punto blanco.

Las larvas de S. ornithogalli, completamente desarrolladas, tienen una coloración de gris a negro y con 2 líneas de color anaranjado interrumpidas por puntos blancos. Ambas especies empupan en el suelo.

.3. Pupa. La pupa es del tipo obtecta de color café oscuro y brillante, muy parecidas a la de S. frugiperda. Miden de 20 a 24 mm de largo y el cremastor termina en forma de V invertida. La duración de este estado puede ser de 1 a 2 semanas.

.4. Adulto. Los adultos de S. sunia, miden de 20 a 31 mm con las alas extendidas y de 12 a 16 mm de longitud. Las alas anteriores son de color

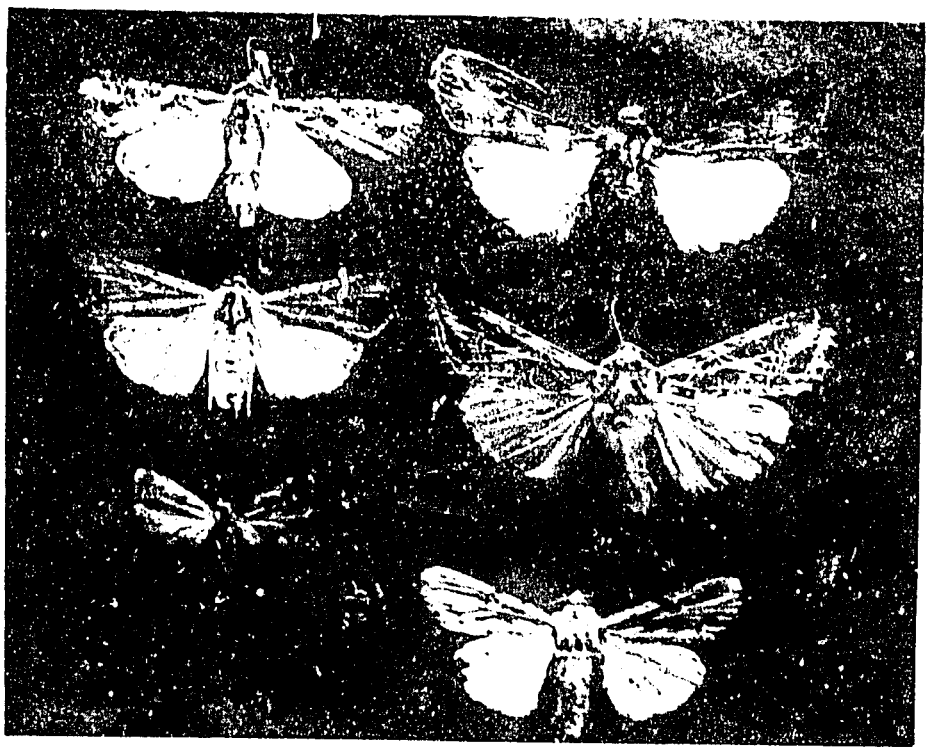


FIGURA 1. Lepidopteros plagas de la soya. Tierreros: Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) (A) macho, (B) hembra, (D) Agrotis ipsilon (Hufnagel); (E) Spodoptera ornithogalli (Guenée); (F) Spodoptera sunia (Guenée). Barrenador: Elasmopalpus ligenosellus (Zeller) (C). (Foto - R. Chávez).

gris uniforme con un punto oscuro en su parte central y con flecos en la parte caudal del ala. Las alas posteriores son de color blanco perlado y terminan en flecos.

Los adultos de S. ornithogalli tienen una expansión alar de 33 a 39 mm. El color de las alas anteriores es muy variado, generalmente pajizo con manchas y líneas claras y oscuras que le dan apariencia "atigrada" a la polilla. Las alas posteriores son blancas.

Los adultos de estas dos plagas tienen un período de preoviposición de 2 a 3 días y la longevidad es alrededor de 8 días.

4.1.4. Importancia Económica y Daño.

Los ataques de éstas plagas, como tierreros, generalmente se presenta por focos pero si las condiciones climáticas son favorables pueden atacar en forma generalizada.

El daño de los tierreros lo hacen las larvas generalmente por la noche y durante el día permanecen ocultas bajo el suelo, al pie de las plantas trozadas, para localizarlas se debe remover cuidadosamente el suelo alrededor de las plantas trozadas. Las larvas toman la forma de media luna o de "rosquilla" en reposo.

Los tierreros se alimentan inicialmente de las raíces y tejidos jóvenes, cortan las plántulas a ras del suelo, roen el tallo y consumen el follaje tierno. Cuando el tallo se ha lignificado prefieren alimentarse consumiendo el follaje y perforando las vainas.

4.1.5. Control.

4.1.5.1. Cultural.

El mejor control de los tierreros es preventivo, siendo el control cultural el más recomendado. Una buena preparación del suelo, acompañada de arada profunda y rastrillada antes de la siembra pueden destruir

pupas y larvas de estas especies. Se debe hacer un buen control de malezas tanto en el área del cultivo como de sus alrededore para eliminar plantas que además de servir de refugio a los adultos pueden servir para la oviposición y alimentación.

4.1.5.2. Biológico.

Los tierreros cuentan con varios parásitos y predatores entre los que se destacan los coleópteros predatores de larvas Calosoma granulatum Perty y Tetracha sp. Como parásitos de larvas se tienen dípteros de la familia Tachinidae como Archytas sp.; Eucelatoria sp., Gonia sp.; Himenópteros de la familia Braconidae como Meteorus laphygmae Vlereck, M. leviventris y Euplectrus sp. y varios Ichneumónidae. Algunas avispas del género Polistes, arañas, cucarrones y chinches como Zelus sp. y Nabis sp. se alimentan de huevos, larvas y de pupas de estas especies dañinas. Entre los parásitos de larvas los tachinidos son los más eficientes. En algunas ocasiones los patógenos como el virus de la poliedrosis nuclear y el hongo Nomuraea rileyi Farlow pueden actuar eficientemente sobre los tierreros.

4.1.5.3. Químico.

En lotes donde se tuvieron cultivos como maíz, sorgo o arroz y se presentaron fuertes infestaciones de tierreros es conveniente aplicar un insecticida como aldrín 2,5% Polvo o heptacloro 2,5% polvo en dosis de 1.0 a 1,5 Kg.ia/Ha. e incorporarlo con la última rastrillada.

Cuando el ataque ocurre en plántulas y se encuentra más de un 5% de plantas trozadas debe acudirse al control químico. El uso de cebos tóxicos es muy recomendable especialmente cuando la plaga se encuentra en forma localizada. El nivel de 5% de plantas trozadas se determina examinando dentro del lote varios sitios de surcos de 1 m lineal y se contabiliza el número total de plantas y el número de plantas trozadas y luego se calcula el porcentaje de plantas trozadas.

El cebo envenenado debe prepararse el mismo día de su aplicación; puede distribuirse a mano usando guantes o a máquina, mediante la adaptación de la sembradora o voleadoras de fertilizantes. El cebo debe aplicarse como mínimo en la proporción de 50 Kg. por Hectárea y puede prepararse de la siguiente manera:

Material inerte: Salvado de trigo o maíz, aserrín de madera: 50 kilogramos.

Material atrayente: Se puede usar 15 litros de miel de purga o melaza diluyéndola en 12 litros de agua.

Material tóxico: Se puede utilizar uno cualquiera de los siguientes insecticidas:

Producto	Dosis Kg.ia/ha.
Carbaryl P.M.	0.5
Triclorfon P.S.	0.5
Canfecloro E.	2.0

Dado el hábito nocturno de los insectos tierreros, la aplicación de los cebos o de otros controles debe hacerse en las últimas horas de la tarde.

Cuando ocurran ataques severos y generalizados se puede aplicar Triclorfon 80% P.S. (0,3 a 0,4 Kg.ia/ha). Se debe aplicar con equipo terrestre dirigiendo la aspersión hacia la base de las plantas.

4.2. OTRAS PLAGAS DEL SUELO

Se han reportado otros artrópodos como plagas secundarias, muy ocasionales, de la soya durante su estado de plántula, vale la pena mencionar los siguientes:

4.2.1. Palomilla de la Raíz de la Piña (Dysmicoccus brevipes Cockerell)

Los adultos del Homoptera: Pseudococcidae miden hasta 3 mm. de longitud y están cubiertos por una secreción cerosa de color blanco. Los adultos y las ninfas se localizan en las raíces y para alimentarse succionan la savia causando amarillamiento del follaje. Los riesgos oportunos pueden disminuir el daño de este chupador.

4.2.2. Gusano Alambre (Conoderus sp.) (Coleoptera: Elateridae).

La larva para alimentarse mastica la semilla, roe las raíces y perfora el tallo de las plántulas. Epocas secas y suelos livianos favorecen la plaga. Las recomendaciones dadas para el control de tierreros son efectivas para esta plaga.

4.2.3. Verraquito de Tierra (Neocultilla hexadactila (Perty); Alacrán Cebollero (Scapteriscus didactylus (Latreille); Grillo Negro (Grillus assimilis F.).

Otros insectos que en ocasiones pueden causar daño de alguna importancia lo constituyen los grillos (Orthoptera: Gryllidae-Gryllotalpinae). En las dos primeras especies la forma del cuerpo es típica, de color café y cubierto con pelos finos. Las patas posteriores son grandes y las anteriores muy anchas; viven en túneles que fabrican en el suelo. Los ataques de estos insectos ocurren comúnmente en el estado de plántula. Los adultos y ninfas de los grillos roen raíces, tallos y plántulas, pueden también trozarlas y en este caso el daño lo hacen a la altura de los cotiledones. En Colombia, las poblaciones de grillos son de mayor incidencia en algunas áreas de la Costa Atlántica y los Llanos Orientales.

Los cebos envenenados recomendados para tierreros pueden ser efectivos contra los grillos. Como los ataques son generalmente en forma localizada, la distribución del cebo debe hacerse alrededor de las plántulas trozadas o con daño.

Existen otras plagas del suelo que a pesar de no estar registradas en el país vale la pena mencionar con el fin de tener alguna información sobre éllas. Algunas larvas de Dípteros de la familia Anthomyiidae y Platystomatidae se alimentan de las semillas de soya en germinación y de los nódulos, respectivamente. Las recomendaciones dadas para controlar tierreros pueden también ser efectivas contra las larvas de estos dípteros. El tratamiento de la semilla al momento de la siembra, con insecticidas y fungicidas pueden disminuir su incidencia.

4.3. TORCAZAS

En el Valle del Cauca durante los años 1960 a 1970 se aumentó considerablemente la población de la torcaza naguiblanca (Zenaida auriculata). Como consecuencia del mayor número de torcazas el daño sobre cultivos de soya, maíz, sorgo y arroz tuvo características de importancia económica.

Los principales factores que incidieron sobre la explosión del ave además de la reducción de sus depredadores fueron por un lado el incremento del área de vegetación de tipo espinoso, preferido por el ave para anidar, y por otro lado el incremento de los cultivos como soya, sorgo y maíz en los años 60.

4.3.1. Importancia Económica y Daño.

Encuestas realizadas en 1971 entre agricultores del Valle del Cauca, permitieron determinar que la torcaza naguiblanca era el vertebrado que causaba más daño y su ataque ocurría en varios cultivos.

La torcaza se alimenta de la semilla de soya durante la germinación, de los granos esparcidos o mal tapados al momento de la siembra y de los cotilodones. Cuando se alimenta de los dos cotiledones, daño que hace en los dos primeros días de la germinación, el número de vainas por planta es significativamente menor y las pérdidas son de importancia económica.

4.3.2. Control.

4.3.2.1. Fisico.

Como el ataque de torcazas a cultivos de soya se inicia desde la preparación del terreno y se continúa durante la siembra, etapa en que busca malezas como el "coquito" (Cyperus rotundus L.) y semillas mal tapadas, se debe entonces utilizar, desde ese momentol los pajareros, las banderas, la pólvora, los explosivos de dos tiempos que son métodos físicos de control cuyo empleo debe intensificarse tan pronto se vean las primeras torcazas en el lote. En esta forma se logra que cuando ocurre la germinación, el número de aves sea lo suficientemente reducido como para que su daño no sea económico. La rotación continua de los pajareros con pólvora, banderas etc. hace aún más efectivo el control, especialmente se hace a tiempo.

4.3.2.2. Cultural.

Las siembras deben efectuarse de tal manera que no queden semillas mal tapadas o que las semillas sobrantes queden sobre el lote. Estas son prácticas culturales que evitan que la misma semilla sirva de señuelo para atraer las torcazas.

Las siembras de soya y sorgo deben hacerse a tiempo puesto que se ha observado que siembras tardías de soya o cosechas tardías de sorgo, estimulan ataques localizados que pueden ocasionar graves daños.

4.3.2.3. Quimico.

El Methiocarb (BRC-736) ha sido puesto a prueba en calidad de repelente químico para reducir el daño de la torcaza al momento de la emergencia de la soya. Sin embargo, dosis altas de estos productos pueden presentar toxicidad, haciéndose indispensable determinar la dosis de repelencia para evitar mortalidad en las aves. Hasta el presente los resultados de los estudios sobre este tipo de control no permiten sacar

una conclusión definitiva, a pesar de que las observaciones de campo han mostrado que se ejerce buena repelencia sobre el ave.

4.4. BARRENADORES DE PLANTULAS

4.4.1. Barrenador Menor del Tallo de Maíz: Elasmopalpus lignosellus (Zeller) (Lepidoptera, Pyralidae).

El primer reporte de esta plaga, en el Valle del Cauca, ocurrió en el primer semestre de 1973 atacando sorgo. Por la dificultad de detectar los huevos y las larvas oportunamente y por la severidad del daño se considera como una plaga potencial muy peligrosa en cultivos de soya, caña de azúcar, maíz, sorgo, fríjol y maní en Colombia.

4.4.1.1. Ciclo de vida y descripción del insecto.

.1. Huevo. Los huevos miden 0,67 mm de largo por 0,46 mm de ancho. De color blanco ligeramente verdoso. Próximos a eclosionar presentan manchas de color rojizo. El corion es reticulado con polígonos de forma irregular. La duración del estado de huevo varía de 3 a 4 días.

.2. Larva. Las larvas recién nacidas pueden medir 1,7 mm y completamente desarrolladas pueden alcanzar hasta 18 mm de longitud. Son de color azul verdoso, con una placa cervical de color pardo rojizo. En la parte posterior de cada segmento presenta bandas de color pardo ligeramente rojizo, interrumpidas por la intersección de cada segmento. En el último segmento abdominal tiene, dorsalmente, una placa anal de color similar al de la placa cervical. El número de instares larvales varía de acuerdo a las condiciones climáticas, en general pueden presentarse de 5 a 7 instares. La duración del estado de larva puede ser de 20 días. La prepupa tiene una duración de 3 a 4 días.

.3. Pupa. La pupa mide 18 mm de longitud por 2 mm de ancho es de color café claro a pardo oscuro y su duración mayor a 7 días.

.4. Adulto. Las polillas miden de 17 a 22 mm de expansión alar y de 8

a 13 mm de longitud. Las alas posteriores son de color claro y contrastan con las anteriores que son angostas y de color pardo. Las hembras tienen alas de color más claro que los machos. La relación de sexos es aproximadamente de 1:1. La longevidad de los adultos puede ser de 10 a 20 días.

La hembra puede ovipositar más de 300 huevos, los cuales son puestos en forma separada y en grupos de 15 a 20. La oviposición la hace preferiblemente sobre gramíneas. En cultivos de soya los huevos son colocados en el suelo alrededor de las plantas, en la parte inferior del tallo o en las hojas cuando las infestaciones son altas. Los huevos puestos en el suelo los protege la hembra cubriéndolos con partículas de suelo o arena.

Recién nacida la larva se alimenta de las raíces o de las hojas tiernas haciendo pequeñas roeduras, luego perfora el tallo y penetra en él. En un solo tallo se pueden encontrar varias perforaciones, al diseccionarlo se aprecian las galerías con deyecciones de la plaga. La larva por lo general penetra a la plántula a la altura del nivel del suelo y construye, en el sitio de entrada, una especie de túnel que le sirve para esconderse y protegerse. A medida que la larva muda va construyendo túneles adicionales en el suelo alrededor de las plántulas y distribuidos radialmente. Los túneles son fabricados por las larvas y lo hacen adhiriendo deyecciones y partículas de suelo con secreciones sedosas.

Para empupar sale del hospedero y fabrica su cocon al final del túnel de protección. También puede empupar fuera del cocón de protección y en este caso fabrica uno adicional que tiene forma ovoide y mide cerca de 12 mm de largo por 5 mm de ancho.

Las polillas son más activas durante la noche. Cuando el aire está quieto, la humedad es baja y la temperatura excede los 27°C, hay condiciones óptimas para el apareamiento y oviposición. Parece que la cópula se inicia por lo general al segundo día de emergencia de los adultos. Algunos autores consideran que el proceso de germinación de la semilla puede influir sobre la oviposición.

268

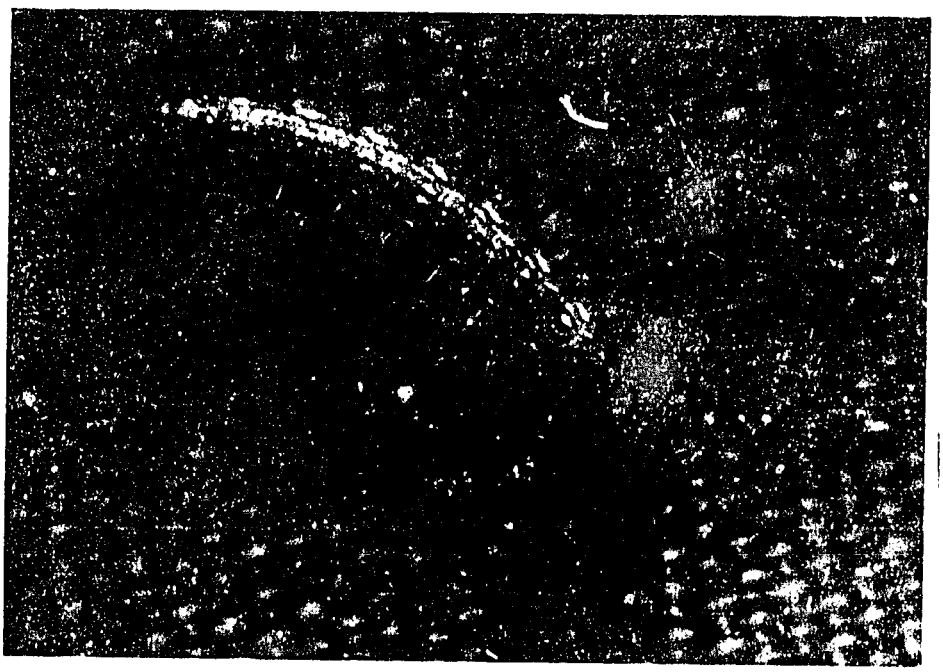


FIGURA 2. Larva de Elasmopalpus lignosellus (Zeller).

FIGURA 3. Adulto de Elasmopalpus lignosellus (Zeller).

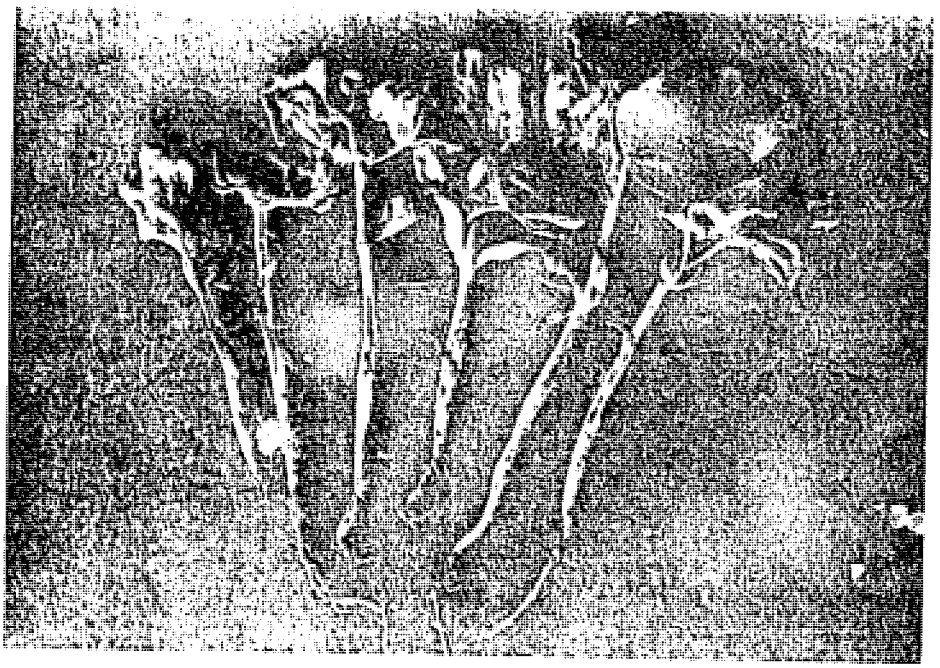


FIGURA 4. Plántulas de soya atacadas por Elasmopalpus lignosellus (Zeller). Obsérvese las galerías y el daño ocasionado por las larvas de la plaga a lo largo del tallo.

FIGURA 5. Plántas de soya muertas como consecuencia del daño de Elasmopalpus lignosellus (Zeller).

4.4.1.5. Importancia económica y daño.

El ataque de la plaga por lo general se inicia por los bordes de los cultivos de soya. Existe una relación entre la incidencia de la plaga con la cercanía a cultivos de maíz, caña de azúcar y la presencia de gramíneas como el pasto Johnson (Sorghum halepense (L.) Pers.). El tiempo seco, suelos sueltos de tipo arenoso, siembras tardías o a destiempo son condiciones favorables para el ataque e irrupción de la plaga.

Las plántulas de soya atacadas presentan una marchitez progresiva, debido al bloqueo de la circulación de la savia, hasta que ocurre la muerte. Cuando el ataque ocurre en plantas más desarrolladas, los rendimientos son bajos y las plantas presentan constricciones, en los sitios afectados, que favorece su volcamiento.

4.4.2. Control.

4.4.2.1. Cultural.

El control de malezas anterior a la siembra y las siembras oportunas son prácticas culturales contra la plaga. Cuando se observen plántulas de soya marchitas en el borde del cultivo o en forma localizada y se constate la presencia de Elasmopalpus, se deben arrancar y quemar estas plantas y ordenar un buen riego para detener el avance de la plaga.

4.4.2.2. Quimico.

Cuando se presenten ataques generalizados, además del riego puede acudirse a la aplicación alrededor de las plantas de algunos productos granulares de acción sistémica como diazinon, carbofuran o disulfoton, en dosis que pueden fluctuar entre 1,0 y 2,0 Kg. de ingrediente activo por hectárea.

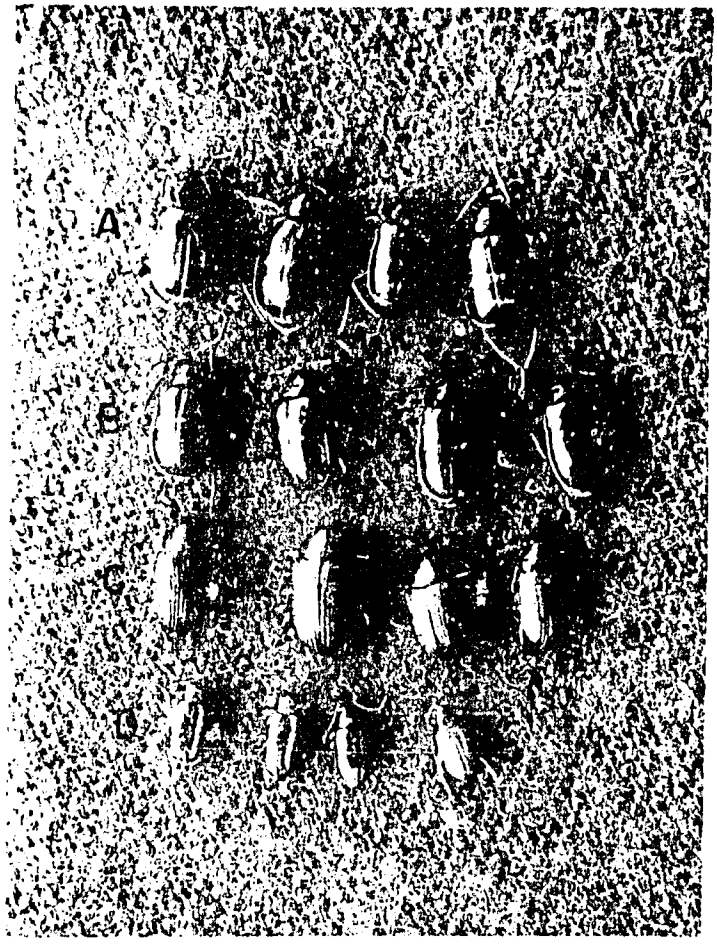


FIGURA 6. Cucarroncitos del follaje de la soya de los génerc

Cerotoma (A); Diabrotica (B); Colaspis (C) y

Systena (D). (Foto - R. Chávez).

4.4.2.3. Biológico.

Se ha encontrado parásitos en larvas y pupas de este barrenador, entre éllos un Hymenóptero de la familia Braconidae, el cual ha parasitado hasta un 39% de la plaga y un Díptero de la familia Tachinidae.

5. PLAGAS DEL FOLLAJE

5.1. CUCARRONCITOS DEL FOLLAJE (Coleoptera: Chrysomelidae)

Diabrotica balteata LeConte
Cucarroncito de las hojas

Cerotoma spp.
Cucarroncito perforador del follaje

Colaspis sp.
Morrocoyita de la okra

5.1.1. Cucarroncito de las Hojas (Diabrotica balteata).

Se han registrado varias especies del género Diabrotica en el Valle del Cauca. La especie D. balteata es la más común. Los adultos se alimentan de una amplia gama de plantas cultivadas como cucurbitáceas, maíz, sorgo, soya, fríjol, tomate, maní y legumbres, entre otras.

5.1.1.1. Ciclo de vida y descripción del insecto.

.1. Huevo. Los huevos son de color blanco recién puestos, próximos a finalizar su período de incubación se tornan de color amarillo café. La forma es ovoide, miden de largo 0,3 a 0,4 mm y de ancho 0,1 a 0,2 mm. La duración de este estado es de 6 a 8 días. La superficie del corion es reticulada presentando polígonos de forma irregular.

.2. Larva. Las larvas recién nacidas miden 1,2 mm de longitud, y pueden

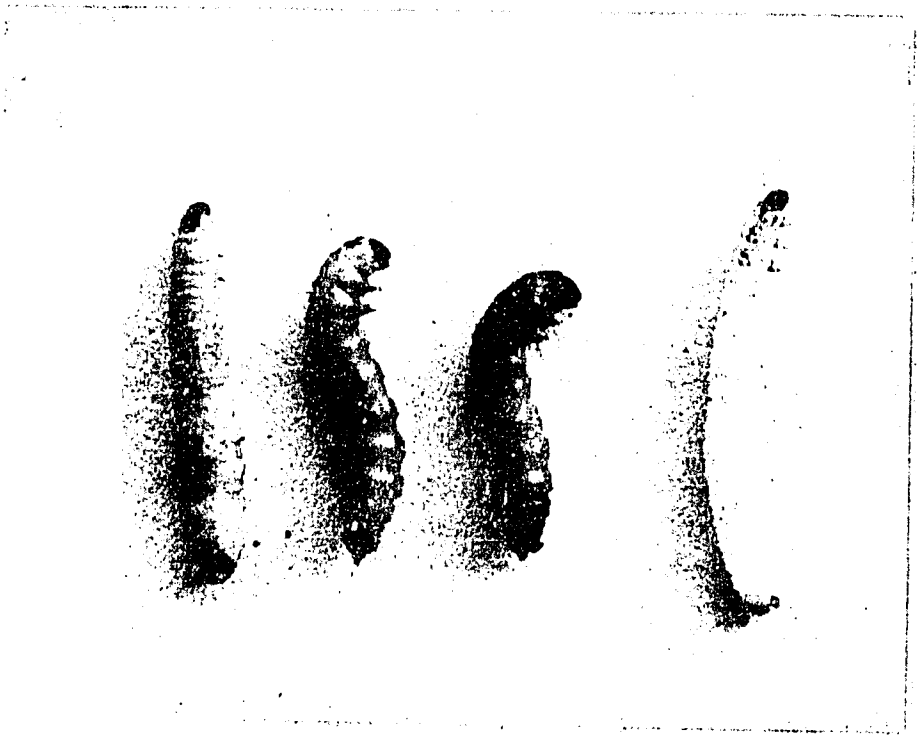


FIGURA 7. Estado prepupal de Diabrotica spp.

llegar a medir hasta 11 mm. El cuerpo es de color blanco amarillento y la cabeza, la parte dorsal del protórax y la placa anal son de color café oscuro. En las larvas de último instar se destaca la seudopata anal. Presentan tres instares y la duración de este estado puede variar de 15 a 20 días.

El estado de prepupa tiene una duración de 4 a 5 días. Al segundo día de iniciarse, la prepupa presenta un engrosamiento que le da aspecto de bate. Durante este estado construye la celda pupal con partículas de suelo. El sitio de empupamiento ocurre a 2 o más cm de la superficie del suelo.

.3. La pupa es de tipo exarata de forma ovalada, recién formada es de color blanco, mide 4,3 mm de longitud por 1,4 mm de ancho. La duración de este estado es de 6 a 7 días.

.4. Adulto. Los adultos son cucarroncitos que miden de largo 5 mm y de ancho 3 mm. Los élitros son de color verde con cuatro manchas de color amarillo en cada élitro. El color de los élitros puede variar aún den - tro de la misma especie y parece que hay relación entre la especie sobre la que se alimenta y el color de los élitros.

Las hembras pasan por un período de preoviposición hasta de 21 días y pueden ovipositar hasta más de 1.000 huevos. El Diabrotica prefiere para ovipositar cultivos de maíz y coloca sus huevos por lo general bajo la superficie del suelo y alrededor de la planta, algunas gramíneas como liendrepuerco (Echnichloa Colonum L.), Bledo (Amaranthus dubius Mart) y pasto caminadora (Rotboellia exaltata L.) son también utilizadas por el Diabrotica para ovipositar, en las cuales puede pasar su estado lar - val.

5.1.2. Cucarroncito Perforador del Follaje (Cerotoma spp.).

En el Valle del Cauca se han reportado varias especies dentro del género Cerotoma. La especie Cerotoma fasc alis (Erickson) es la de

mayor incidencia. Las larvas de este género están más especializadas en consumir nódulos nitrificantes y raíces de soya que las del género Diabrotica.

5.1.2.1. Ciclo de vida y descripción del insecto.

.1. Huevo. Los huevos son de color amarillo pálido recién colocados, próximos a eclosionar son de color amarillo rojizo o ladrillo. Pueden medir 0,70 mm de largo por 0,5 mm de ancho, son muy parecidos a los de Diabrotica en la forma pero de mayor tamaño y presentan color ladrillo más intenso cuando están terminando la incubación. La duración del estado de huevo puede ser de 4 a 6 días. El corion presenta la superficie reticulada.

.2. Larva. Las larvas son muy parecidas a la de Diabrotica, son de color crema, la cabeza es de color café oscuro y en la parte dorsal del último segmento abdominal se observa una placa del mismo color de la cabeza. Por lo general se presentan tres instares, en el último instar llegan a medir hasta 9 mm de largo; el período de alimentación de las larvas puede fluctuar entre 15 a 18 días.

El estado prepupal puede durar de 2 a 5 días. La prepupa se mueve muy poco y presenta engrosamiento en su parte media.

.3. Pupa.- La forma de empupamiento es similar a la de Diabrotica. La larva fabrica con partículas de suelo la celda pupal, que es de forma ovalada. La pupa es de tipo exarata muy parecida a la de Diabrotica, mide de 3 a 4,5 mm de longitud y tiene una duración de 5 a 9 días.

.4. Adulto. Los adultos de Cerotoma presentan élitros de color negro con líneas amarillas. La cabeza, tórax y abdomen son oscuros, las patas son amarillo ámbar. La forma y distribución del color amarillo en los élitros origina variaciones fenotípicas aún dentro de una misma especie. Tienen una longitud de 4 a 6 mm. Casi todas las especies de Cerotoma parecen ser extremadamente polimórficas. La longevidad de los adultos

puede prolongarse hasta los 80 días.

Al emerger los adultos pasan por un período de preoviposición de 5 a 7 días. Las hembras ovipositan más de 500 huevos, éstos son colocados, por lo general, en grupos de hasta 14 en la base de las plantas de soya cerca a la superficie del suelo. Algunos estudios indican que la hembra de Cerotoma coloca las posturas alrededor de la planta en un radio de 5 cm y hasta 8 cm bajo la superficie del suelo.

5.1.3. Morrocoyita de la Okra (Colaspis spp.).

Dentro de este género se agrupan algunos cucarroncitos que se pueden distinguir de otros Chrysomelidos por presentar los élitros de color verde metálico. En Colombia la especie Colaspis forsferi Bechyné denominada comunmente morrocoyita de la okra está registrada como la especie de mayor incidencia en cultivos de soya. El género Colaspis se presenta con poblaciones más bajas que las correspondientes a Cerotoma y Diabrotica, parece que la población de este insecto en cultivos de soya se está incrementando.

5.1.3.1. Ciclo de vida y descripción del insecto.

.1. Huevo. Los huevos tienen longitud de 0,5 X 0,2 mm, de color casi blanco recién puestos, próximos a eclosionar son de color amarillo ligeramente parduzco. La superficie del corion es lisa. La duración del período de incubación puede ser de 5 días.

.2. Larva. Las larvas pueden diferenciarse de las de Cerotoma y Diabrotica que son delgadas y alargadas. Son de color blanco parduzco con la cabeza y la placa cervical de color castaño. Se asemejan a las larvas pequeñas de algunos Scarabaeidae y son corpulentas con tres pares de patas toráxicas; en cada segmento abdominal presentan un par de apéndices como pliegues. Pueden medir hasta 7,0 mm de largo.

.3. Pupa. Para empupar, las larvas construyen con partículas de suelo

la cámara pupal, usualmente a 5 ó 6 cm de la superficie. De color blanco cremoso con una longitud de 4 mm. La duración para este estado es de 3 a 7 días.

.4. Adulto. Los adultos miden de largo 5 mm. Los élitros son de color verde metálico, reticulados o esculpidos y el conjunto de estas reticulaciones en forma de polígonos irregulares forman bandas o surcos longitudinales. La cabeza y el tórax presentan dorsalmente el mismo color que los élitros. Las hembras son de mayor tamaño. Los adultos copulan varias veces y ovipositan 3 ó 5 días después. Los huevos son colocados cerca a la superficie del suelo y en masas. Las hembras ovipositan alrededor de 75 huevos, pero pueden colocar mayor número dependiendo de la disponibilidad de alimento. El período de oviposición puede durar varias semanas. Las infestaciones de Colaspis parecen estar relacionadas con suelos mal drenados y ricos en materia orgánica. El daño de las larvas es por parches, y se puede confundir con el daño causado por nemátodos.

5.1.4. Importancia Económica y Daño.

Las larvas de estas especies de crisomélidos hacen daño en las raíces de sus plantas hospedantes. Las larvas de Cerotoma se alimentan de las raíces, pelos radiculares y nódulos de la soya. En condiciones del Valle del Cauca el género Diabrotica parece que no se alimenta del sistema radicular de la leguminosa. El daño ocasionado por las larvas de la plaga influye en el anclaje de las plantas de soya haciéndola más susceptible al volcamiento. La fijación de nitrógeno se reduce por el daño ocasionado a los nódulos y este daño es más perjudicial en suelos pobres en materia orgánica y de textura arenosa. No se conoce muy bien, en el Valle del Cauca, si las larvas del género Colaspis, ocasionan daño similar al de Cerotoma sobre la soya o prefiere, durante el estado de larva, raíces de gramíneas como ocurre con el género Diabrotica.

En otros países como los Estados Unidos el Colaspis ocasiona daños al sistema radicular de la soya consumiendo las raíces laterales y los

tejidos externos de las raíces.

El daño causado por los adultos en las hojas se observa como pequeñas perforaciones semicirculares inicialmente, luego se observan perforaciones más grandes como consecuencia de su alimentación. Cuando se presentan altas poblaciones de crisomélidos, en las primeras tres semanas de germinada la soya, o sea, cuando está formando sus primeras hojas verderas, el daño causado por los cucarroncitos es de importancia económica. En plantas de soya más desarrolladas, en la etapa de floración, los adultos se alimentan perforando de preferencia las hojas más jóvenes. Cuando las poblaciones de los cucarrones son altas, y por lo general en cultivos sembrados tardíamente, se alimentan de las flores y las vainas en formación y en este caso raspan y consumen los tejidos más externos de las vainas. Este daño puede favorecer el ataque de insectos chupadores de las vainas, como los chinches y el desarrollo de patógenos que al establecerse demeritan la calidad del grano. Generalmente el daño ocasionado por los cucarroncitos no es muy importante en cultivos ya desarrollados, por presentarse otras plagas de mayor importancia como es el caso de Anticarsia gemmatalis.

Los cucarroncitos de los géneros Cerotoma, Diabrotica y Colaspis son vectores de patógenos causantes de enfermedades virosas en otros países y la intensidad del daño debido a los virus, por ellos transmitidos, está muy relacionado con cultivos de soya sembrados tardíamente o de maduración tardía. La maleza denominada pega-pega (Desmodium sp.) además de servir de alimento a los crisomélidos está reportada como planta huésped de virus que afectan la soya y se tiene a estos cucarroncitos como los principales vectores.

5.1.5. Control.

5.1.5.1. Cultural.

Las altas infestaciones de los cucarroncitos están estrechamente relacionadas con la presencia de plantas o malezas hospedantes; si éstas se eliminan oportunamente y si a los cultivos de soya se les proporciona

condiciones favorables de humedad, mediante riegos, es muy posible que no sea necesario tomar otras medidas de control. La uniformidad de las siembras en un área permite que no haya cultivos en diferentes edades y así el medio ecológico es menos favorable para los cucarroncitos. Otra práctica cultural contra estos insectos consiste en la rotación de cultivos.

5.1.5.2. Biológico.

Los adultos de Diabrotica son predados por chinches de la familia Reduviidae como Zelus. Algunos arácnidos ejercen también su acción sobre estos cucarroncitos. Se han encontrado protozoarios del género Nosema sobre los adultos de Diabrotica y parece que la acción del patógeno se ve favorecida por las condiciones de tiempo húmedo.

5.1.5.3. Químico.

Si se tienen en cuenta las prácticas culturales antes mencionadas no se requerirá el empleo de insecticidas. En caso de presentarse infestaciones altas de estos cucarrones, de 2 a 3 adultos por planta y en forma generalizada y cuando el cultivo tenga menos de 3 semanas de germinado se recomienda proteger las plantas con Triclorfon a razón de 0.25 Kg. i.a./Ha. o Carbaryl 1.0 Kg.i.a./Ha.

5.2. OTROS CUCARRONCITOS DEL FOLLAJE

Se han observado otros crisomélidos sobre cultivos de soya, haciendo perforaciones pequeñas y semicirculares a las hojas. Cucarroncitos de los géneros Diphaulaca, Epitrix, Omopholta y Systena se observan, en número reducido, en la leguminosa, siendo más abundante en malezas. A pesar de su poca abundancia pueden bajo condiciones favorables ocasionar daños de alguna importancia.

Otro cucarroncito aún no registrado en el país, como plaga de la soya, es Epilachna varivestis Mulsant (Coleooptera:Coccinelidae). En

otras partes es considerado como uno de los factores limitantes más importantes de la soya. El control de este insecto, que tanto las larvas como los adultos consumen el follaje de la soya, está encaminado, en otros países, a la obtención de plantas resistentes o tolerantes a esta plaga.

5.3. CHUPADORES DEL FOLLAJE

Bemisia tabaci (Glennadius) (Homoptera, Aleyrodidae)
Mosca blanca

Scaphytopius fuliginosus (Osborn) (Homoptera, Cicadellidae)
Saltahojas del amachamiento de la soya

Empoasca sp. (Homoptera, Cicadellidae)
Lorito verde

Tetranychus ludeni Zacher (Acarina, Tetranychidae)

Tetranychus sp. pos. desertorum Banks

Arañitas rojas

Este grupo de plagas se pueden presentar durante todo el período vegetativo de la soya pero los homópteros adquieren mayor importancia en la etapa previa a la floración y los ácaros generalmente hacia el final del desarrollo del cultivo.

En Colombia, las dos primeras especies, Bemisia y Scaphytopius son de importancia económica por estar relacionadas con disturbios patológicos al ser vectores del "mosaico amarillo" y del "amachamiento de la soya", respectivamente.

5.3.1. Mosca Blanca (Bemisia tabaci Glennadius).

5.3.1.1. Ciclo de vida y descripción del insecto.

Sobre mosca blanca no se ha determinado con exactitud la duración

de los diferentes estados pero se han hecho algunas observaciones sobre el insecto.

.1. Huevo. Son muy pequeños, visibles con la ayuda de una lupa, de forma ovalada adheridos al envés de las hojas por un pedicelo; son de color amarillo verdoso. Cada hembra pone alrededor de 50 huevos.

.2. Ninfas y pupa. Hay cuatro estados ninfales. Las ninfas tienen una apariencia de escudo, de forma oval, color claro y muy pequeñas; son móviles sólo en su primer instar porque después se fijan a la hoja y así permanecen por el envés de la misma hasta la emergencia del adulto. Para alimentarse, las ninfas insertan su pico en los tejidos. Las pupas son más grandes y también estacionarias.

.3. Adulto. Miden aproximadamente 1 mm de largo. Su cuerpo es amarillo con dos pares de alas cubiertas con una capa cerosa que les da la apariencia blanca. Cuando se posan sobre el envés de las hojas mantienen sus alas abanicando su cuerpo semejando pequeñas moscas, de ahí su nombre común de "mosca blanca". Es un insecto bastante ágil y al menor movimiento que se haga en la planta, salen volando para pasarse a otras plantas.

El ciclo biológico del insecto varía de acuerdo a la humedad ambiental y a la temperatura; generalmente el ciclo dura unas tres semanas.

5.3.1.2. Importancia económica y daño.

Su importancia radica en el hecho de ser vector del mosaico amarillo de la soya, ayudando así a la dispersión de la enfermedad, especialmente cuando ocurren altas poblaciones del insecto. El daño mecánico lo hace al succionar la savia con su aparato bucal; cuando se presentan altas infestaciones de la plaga, especialmente en tiempo seco y durante la primera etapa del cultivo pueden las plantas debilitarse y sufrir atraso en su desarrollo. Como consecuencia del ataque hay secreción de melaza y formación de fumagina, lo cual reduce la acción fotosintética de la planta.

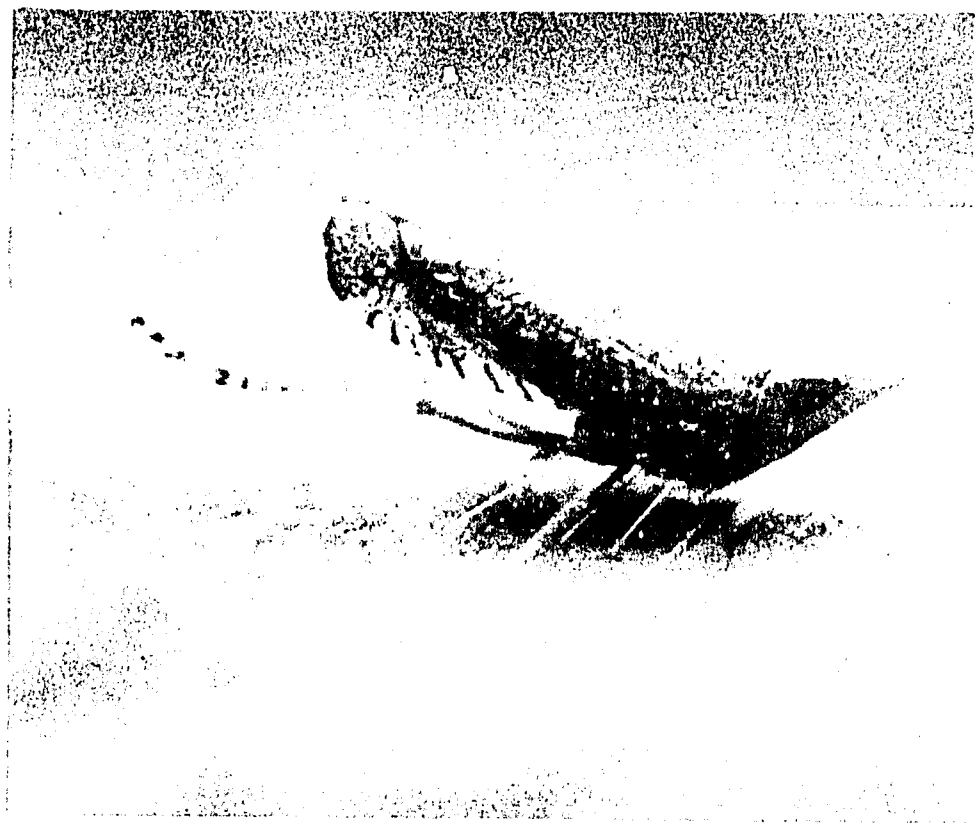


FIGURA 7 A. Adulto de Scaphytopius. Nótese la cabeza punteaguda y el aspecto reticulado de las alas.

La mosca blanca es un insecto polífago. Bodenheimer (1951) anota como hospedantes algunos cultivos como tomate, pepino, melón, papa, fríjol, repollo, caupí, trébol, cultivos forrajeros, ornamentales. Según el autor anterior se conocen más de 50 plantas hospedantes de Bemisia tabaci entre cultivos y malezas. En Colombia además de soya se encuentran en fríjol, tomate, yuca, algodonero, ciperáceas, maní, ajonjolí.

5.3.1.3. Control.

.1. Biológico. La mosca blanca tiene como enemigos naturales algunos predatores de la familia Coccinellidae y un parásito de la familia Eulophidae.

.2. Cultural. Las siembras escalonadas, el tiempo seco y la presencia de malezas hospedantes pueden favorecer la supervivencia de la plaga, recomendándose por consiguiente la uniformidad en los cultivos, aplicación de riego en tiempo seco o siembras oportunas al inicio de las lluvias y buena destrucción de malezas dentro y fuera del lote.

En caso de observarse algunas plantas con síntomas de mosaico amarillo pueden ser arrancadas y quemadas, destruyendo así el foco de infección.

.3. Químico. En poblaciones muy altas de mosca blanca, cuando se encuentren 10 o más estados ninfales por hoja, el tiempo sea seco y se detecten plantas con síntomas de mosaico se recomienda el control de la plaga. Deben usarse insecticidas sistémicos como dimetoatos, fosfamidon, oxidemetonmetil, monocrotofos, dicrotofos, en dosis de 0,2 - 0,4 Kg.ia/Ha.

5.3.2. Saltahojas del Amachamiento de la Soya (Scaphytopius fuliginosus (Osborn)).

5.3.2.1. Ciclo de vida y descripción del insecto.

.1. Huevo. Se encuentran en cualquier sitio de la lámina foliar, sin

embargo, por el envés, por los bordes y a lo largo de las nervaduras, son sitios de mayor preferencia.

Son de color blanco cristalino. Miden en promedio 1,02 mm de largo por 0,24 mm en su parte más ancha. El período de incubación tarda en promedio 13,85 días y solo a partir del octavo día, se observan cambios morfológicos debidos al desarrollo embriónico.

El huevo se encuentra casi completamente embebido en el tejido; son puestos en hilera o aislados.

.2. Ninfa. Son 5 los instares ninfales de Scaphytopius, cubiertos en un período de 22 - 27 días. Las ninfas son de color verde amarillento a pajizo y dorsalmente presenta manchas negras y bordes laterales blancos. Ninfas de V instar son muy semejantes al adulto; los cojines alares adquieren su máximo desarrollo y se observan vestigios de la futura venación del ala. Cuando se perturban son muy nerviosos y saltan de lo contrario permanecen casi invariables en el mismo sitio y prefieren el envés de los folíolos.

.3. Adulto. Son muy activos, al menor disturbio escapan volando. Son de una apariencia general oscura. Observándolos más en detalle, presentan un aspecto atigrado tanto dorsal como ventralmente. La cabeza es muy puntiaguda y su parte ventral es de color crema amarillento. Las hembras miden en promedio 4,23 mm y los machos 3,76 mm. La longevidad promedia, varía de 34 - 47 días, siendo más longevas las hembras.

En promedio, la hembra puede llegar a ovipositar 53,40 ± 32,76 huevos durante un período de 28,3 ± 1,96 días; la oviposición se inicia transcurridos 9,8 ± 2,65 días de su emergencia y aquella, se puede prolongar por 5 a 7 semanas, sin embargo, la primera semana es la de mayor producción.

5.3.2.2. Importancia económica y daño.

Es de importancia potencial en nuestro medio por ser vector de una nueva enfermedad de la soya conocida como "amachamiento" o "proliferación de yemas". La incidencia temprana de este insecto en poblaciones altas y portadores del agente causal del disturbio pueden llegar a ocasionar serias pérdidas en la producción de soya ya que en las plantas afectadas, las partes fructíferas (vainas) son reemplazadas por un desarrollo vegetativo (brotes). En Colombia, en el Valle del Cauca se ha encontrado campos infectados hasta en un 80%. Se ha podido observar que en siembras muy tempranas o demasiado tardías, la incidencia del "amachamiento" es alta.

Actualmente se adelanta un proyecto de investigación sobre este problema tanto en soya como en el fríjol, cultivo este que también es afectado por la enfermedad.

Estudios preliminares adelantados sobre hospedantes del insecto nos permiten señalar que el Scaphytopius tiene una amplia gama de plantas hospedantes, entre cultivos y malezas.

5.3.2.3. Control.

.2. Cultural. Se recomienda limitar el período de siembras, buscando más uniformidad en los cultivos de la zona. La destrucción de malezas es otra práctica recomendada, como también el entresaque de plantas enfermas, cuando sea posible, eliminando así los focos de infección.

En otros países, algunas especies del género Scaphytopius presentan enemigos naturales pero en Colombia apenas se empiezan los estudios sobre el insecto y hasta tanto no se obtenga la información básica necesaria no se recomienda ninguna medida de control químico.

5.3.3. Lorito Verde (Empoasca sp.).

5.3.3.1. Ciclo de vida y descripción del insecto.

Los adultos de Empoasca son de color verde claro de 2 - 3 mm de largo y habitualmente se encuentran con las ninfas en el envés de las hojas, succionando la savia. Las hembras ponen sus huevos sobre el pecíolo, tejido foliar o tallo (Gómez, 1977). Schoonhoven (1977) cita estudios sobre la biología de E. kraemeri según los cuales el período de incubación va de 8 - 9 días y los cinco estados ninfales se desarrollan en un lapso de 8 - 11 días. Las ninfas se desplazan muy rápidamente y lo hacen en forma lateral.

5.3.3.2. Importancia económica y daño.

El "lorito verde" reviste importancia muy secundaria en soya por las bajísimas poblaciones que suelen presentarse en nuestro medio.

El E. kraemeri o "lorito verde del fríjol" es una plaga importante en esta última leguminosa registrándose en algunos países atacando soya. En caso de ocurrir altas poblaciones del insecto en época seca, las hojas se tornan cloróticas, hay encrespamiento y los bordes se doblan.

5.3.3.3. Control.

.1. Biológico. Los huevos son parasitados por la avispa Anagrus sp.

.2. Cultural. Es importante sembrar cuando se inicien las lluvias o regar el cultivo cuando se observen los primeros insectos. La destrucción de malezas es de fundamental importancia para reducir la infestación.

.3. Químico. Si fuese necesario acudir al control químico, lo más recomendable sería el uso de insecticidas sistémicos, tal como los recomendamos para el control de mosca blanca.

5.3.4. Arañita Roja (Tetranychus spp.).

5.3.4.1. Ciclo de vida y descripción de la plaga.

Estudios realizados por Piedrahita (1976) sobre la biología de Tetranychus desertorum en fríjol indican que la especie cumple su ciclo de vida en 10 - 11 días. Los huevos son esféricos, blancos o anaranjados con un período de incubación de 4 - 5 días. Los primeros estados ninfales son claros pero posteriormente se tornan oscuros, hasta llegar al estado adulto en 6 días más. Las hembras tienen una coloración rojiza de ahí el nombre común de "arañitas rojas".

Las colonias del ácaro se localizan generalmente por el envés de la hoja pero en poblaciones altas también cubren el haz. La hembra prefiere ovipositar sobre plantas de edad avanzada.

5.3.4.2. Importancia económica y daño.

Las arañitas rojas pueden llegar a ser abundantes hacia el final del período vegetativo de la soya favoreciendo su incidencia al tiempo seco. En caso de presentarse en época tardía, la defoliación provocada acelera la maduración. Infestaciones tempranas de ácaros en soya generalmente no se presentan y en Colombia esta plaga no reviste aún importancia económica. Los daños iniciales de las arañitas rojas se reconocen por un moteado o área blanquecina que se aprecia por el haz y que posteriormente puede llegar a clorosis con encartuchamiento de las hojas, debido a las heridas al succionar la savia, hechas por la plaga.

5.3.4.3. Control.

.1. Biológico. Las arañitas rojas tienen algunos enemigos naturales predatores como el Coccinelido Stethorus sp. y un diptero no identificado de la familia Cecidomyiidae.

.2. Químico. Generalmente sus ataques se inician por focos. En caso

de presentarse en época temprana en el cultivo se recomienda dirigir aplicaciones localizadas para evitar la dispersión de la plaga. Pueden usarse algunos productos como monocrotofos (0,5 Kg.ia/ha), azufre (2,0 Kg/ha), endosulfan (0,75 Kg.ia/ha), binapacril (1,5 lts/ha), dicofol (0,3 Kg.ia/ha).

5.4. MASTICADORES DEL FOLLAJE

Anticarsia gemmatalis Hubner (Lepidoptera, Noctuidae)
Gusano del follaje de la soya.

Hedylepta indicata (F.) (Lepidoptera, Pyralidae)
Encrespador de la soya.

Semiothisa abydata (Guenée) (Lepidoptera, Geometridae)
Medidor de la soya

Pseudoplusia includens (Walker) (Lepidoptera, Noctuidae)
Falso gusano medidor

Trichoplusia ni (Hubner) (Lepidoptera, Noctuidae)
Falso medidor

Estigmene acrea Drury (Lepidoptera, Arctiidae)
Gusano peludo del algodonero

Spodoptera spp.
Trozadores

Dentro de los insectos masticadores del follaje de la soya, merecen especial atención los cucarroncitos del follaje (Cerotoma, Diabrotica, Systena, Colaspis) los cuales fueron discutidos anteriormente.

En caso de alcanzar niveles críticos de daño, éstos son de importancia económica cuando se suceden altas poblaciones inmediatamente después de la germinación.

Otro grupo de masticadores del follaje de importancia está constituído por larvas de lepidópteros, entre los cuales se destaca la especie Anticarsia gemmatalis o gusano del follaje de la soya, considerada como la plaga más importante del cultivo no solo en Colombia sino también en otros países productores de esta leguminosa.

5.4.1. Gusano del Follaje de la Soya (Anticarsia gemmatalis).

5.4.1.1. Ciclo de vida y descripción del insecto.

.1. Huevo. Generalmente colocados por el envés de los folíolos, redondeados, ligeramente planos, puestos individualmente y de un color verde claro recién puestos a blanco cremoso con ligeros tintes anaranjados cuando se aproxima la eclosión. Tienen una incubación promedia de 3 - 4 días.

.2. Larvas. Son de color verde con líneas blancas a lo largo del cuerpo que en altas densidades se tornan oscuras casi negras, lo cual es un signo bastante seguro de que la plaga causará una fuerte defoliación.

La larva pasa por seis instares, con una duración larval de 12 - 15 días. Son larvas muy voraces y nerviosas que al menor contacto con la planta, se descuelgan y caen a otras hojas o al suelo. Generalmente permanecen por el envés del follaje o a lo largo de las ramas de la parte superior de la planta. Presentan sus patas anales bastante separadas y semejan una V, característica muy típica de la especie.

.3. Pupa. Recién formadas son de color verde y después se tornan cafés. El empupamiento ocurre en el suelo y dura de 9 - 15 días.

.4. Adultos. Las polillas son de color café con una línea más oscura que atraviesa diagonalmente los dos pares de alas. La hembra puede colocar un promedio de 400 huevos.

5.4.1.2. Importancia económica y daño.

El Anticarsia es considerado hasta el momento el mayor problema entomológico del cultivo. Sin embargo, en muchas ocasiones no es necesario realizar controles químicos contra este defoliador ya que la acción de sus enemigos naturales es tan eficiente que reduce sus poblaciones a niveles no económicos.

Según observaciones de campo y resultados de trabajos de defoliación en soya realizados por varios investigadores se ha encontrado que las plantas resisten cierto nivel de daño en el follaje, sin que se afecten los rendimientos. Amplia información sobre este tópico da Castillo (1974) según estudios realizados en el Ecuador.

Por ahora hay claridad en que los niveles de defoliación deben relacionarse con el desarrollo vegetativo de la planta y las condiciones climatológicas reinantes.

Normalmente la plaga hace su aparición en la etapa de floración del cultivo y persiste hasta la época de llenado de vainas, desarrollándose una sola generación. Por presentarse la plaga en una época tan crítica, se hace necesario iniciar este momento las inspecciones de la plaga y continuarlas con la mayor frecuencia posible para evaluar su daño y el momento más oportuno de control.

Las larvas pequeñas son poco voraces, pero larvas grandes, especialmente en sus dos últimos instares, consumen cantidades de follaje, dejando a veces únicamente las nervaduras. El daño al follaje se concentra preferencialmente en la parte superior. Para aprovechar la amplia gama de enemigos naturales que tiene Anticarsia, se recomienda iniciar los controles cuando el porcentaje de defoliación sobrepase el 15%.

Estudios realizados en el Brazil por Kogan y colaboradores durante 1974 y 1975 para establecimiento de niveles de daño económico permitidos dentro de un plan piloto de manejo de insectos del follaje en soya, señalan los siguientes niveles relacionados con el estado de desarrollo del

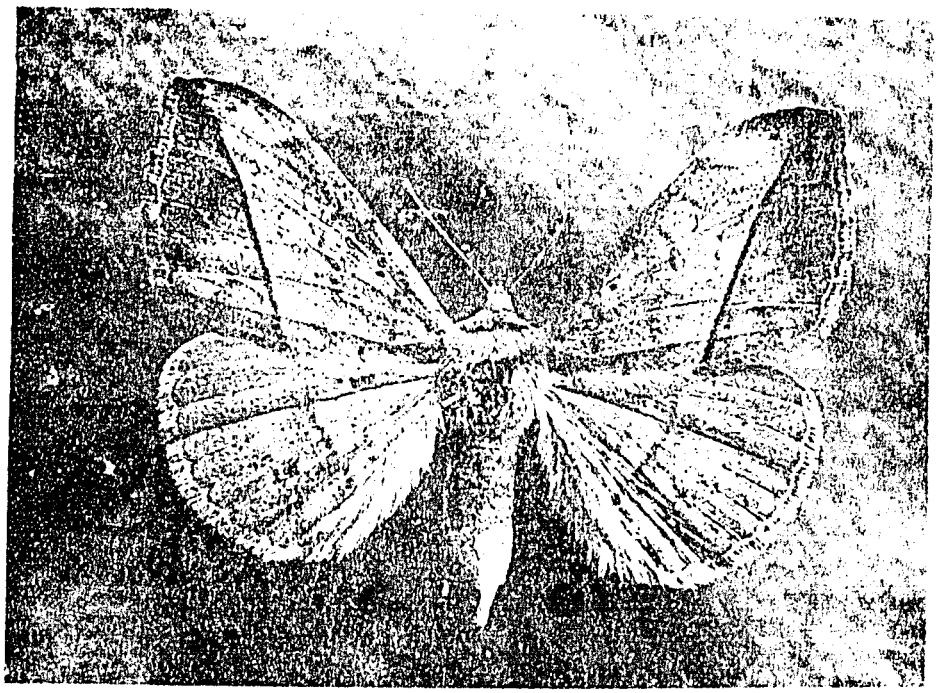


FIGURA 8. Adulto de Anticarsia gemmatalis Hubner.

(Foto - R. Chávez).

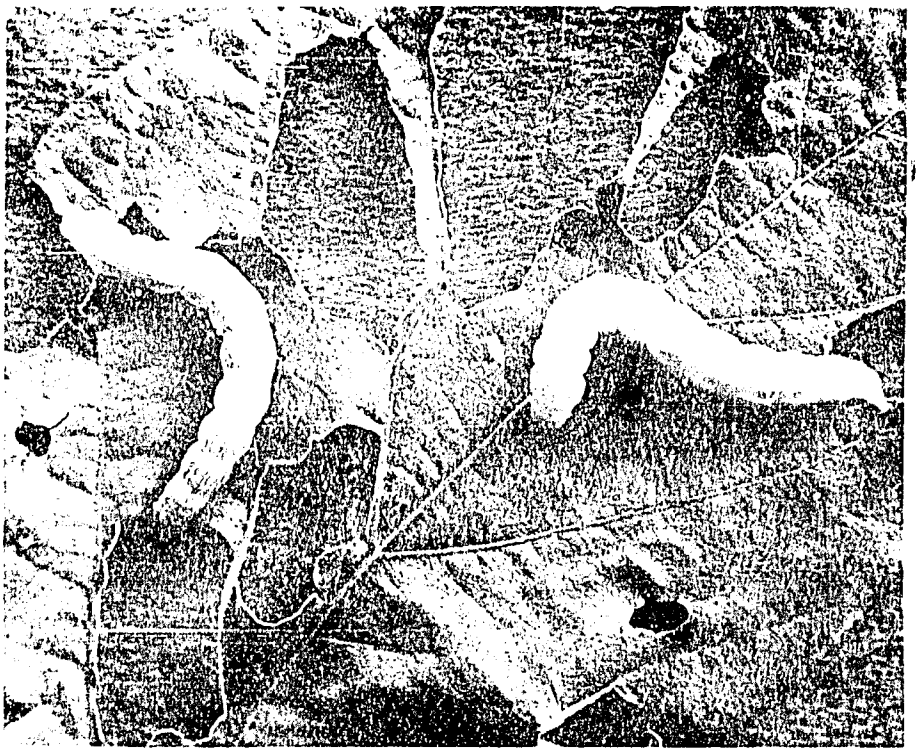


FIGURA 9. Larvas de Anticarsia gemmatalis Hubner. Obsérvese el daño hecho en el follaje. (Foto - R.Chávez).

cultivo, los cuales pueden ser tomados como referencia para decidir controles, en localidades que presenten sistemas de explotación de este cultivo similares a los del Brasil:

Estado del cultivo	Plaga	Niveles económicos de daño
Desde la emergencia hasta un 50% de plantas en floración.	Anticarsia Pseudoplusia	40 larvas de 1,5 cm o más de longitud en dos metros de surco + un 30% de defoliación.
Desde la mitad de la floración hasta el llenado de las vainas.	Anticarsia Pseudoplusia	40 larvas de 1,5 cm o más de longitud en dos metros de surco + 15% de defoliación.
Desde el llenado de vainas hasta la maduración.	Anticarsia Pseudoplusia	40 larvas de 1,5 cm o más de longitud en dos metros de surco + un 30% de defoliación.

El Anticarsia además de la soya presenta como plantas hospedantes al maní, ajonjolí, alfalfa, fríjol de los arrozales (Phaseolus lathyroides), fríjolito rojo (P. calcaratus), fríjol jacinto (Dolichos lablab) y fríjol terciopelo (Stizolobium deeringianum).

5.4.1.3. Control.

.1. Biológico. Existe parasitismo de Trichogramma sp. sobre las posturas de Anticarsia como también sobre otros lepidópteros que atacan esta leguminosa. Para incrementar los controles naturales por Trichogramma se recomienda hacer liberaciones tan pronto se detecten las primeras posturas de la plaga. Actualmente en Colombia se usa este insumo biológico obteniéndose buenos controles con liberaciones semanales de 15 - 20 pulgadas de Trichogramma por hectárea. La acción de Trichogramma es complementada con otros parásitos y predatores de larvas y pupas.

El hongo Nomuraea rileyi (Farlow) en tiempo húmedo realiza un control muy efectivo de Anticarsia.

El Polistes canadensis, al igual que algunos coccinelidos son eficientes predatores de larvas y como parásitos de estas se encuentran el Euplectrus puttlori Gordh (Hymenoptera, Eulophidae), el Carinodes sp. y el Microcharops bimaculata (Ash.) (Hymenoptera, Ichneumonidae).

.2. Microbiológico. El uso de productos selectivos a la fauna benéfica es lo indicado para reducir altas poblaciones de Anticarsia. En estos casos debe utilizarse preferencialmente insecticidas microbiales a base de Bacillus thuringiensis PM en dosis de 0,5 a 1,0 Kg/ha, de acuerdo a la concentración en unidades internacionales, realizando las aplicaciones cuando las larvas estén pequeñas, en sus primeros cuatro instares. Las aspersiones del microbial deben hacerse con producto recien formulado y preferencialmente en las primeras horas de la mañana o en las últimas de la tarde. Son materiales de acción lenta, observándose muerte de larvas 2 ó 3 días después de aplicado.

Este producto es indicado para reducir poblaciones de otros masticadores del follaje tales como Spodoptera spp., Semiothisa abydata, Pseudoplusia, Trichoplusia, Estigmene.

.3. Quimico. En tiempo lluvioso y en presencia de larvas muy grandes que amenacen con una seria defoliación, se puede recurrir a otro tipo de productos de acción más inmediata como triclorfon, (0,5 Kg.ia/ha), EPN, (0,5 Kg.ia/ha), fosfamidon (0,4 Kg.ia/ha); endosulfan (0,5 Kg.ia/ha).

Actualmente se trabaja en forma experimental con el producto diflubenzuron (Dimilin) el cual se muestra muy promisorio por su posible selectividad hacia la fauna benéfica.

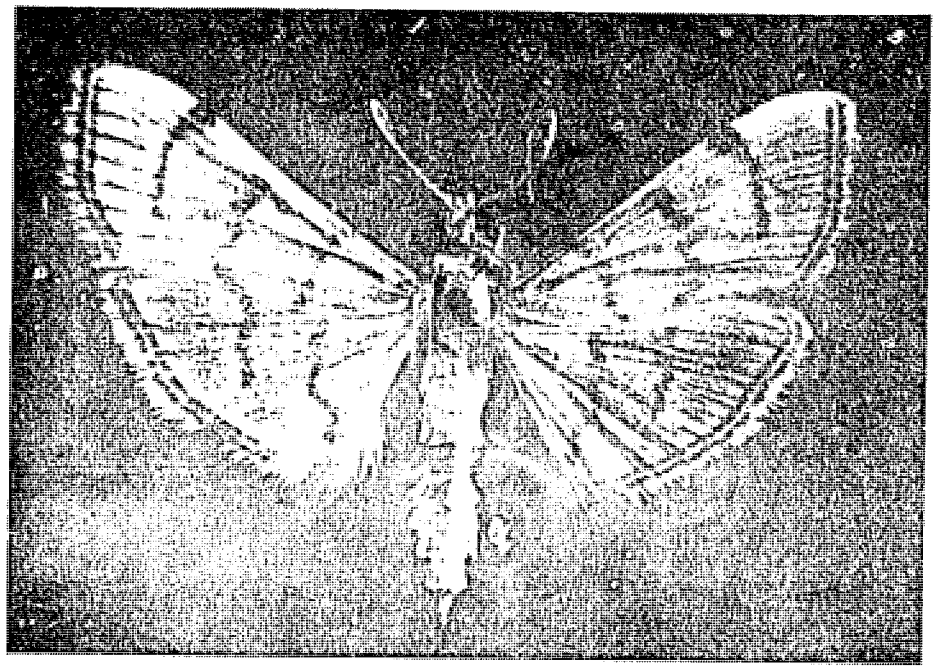


FIGURA 10. Adulto de Hedylepta indicata (F.).

FIGURA 11. Daño y larvas de Hedylepta indicata (F.).

5.4.2. Encrespador de la Soya (Hedylepta indicata).

5.4.2.1. Biología y descripción del insecto.

Schoonhoven (1977) cita estudios realizados en la India, los cuales señalan que la especie coloca sus huevos por el envés de las hojas, eclosionando 3 - 4 días después. Las larvas, de color verde se desarrollan en un mínimo de 11 días. Como pupa la especie dura 5 - 6 días.

La plaga se detecta por la presencia de foliolos encrespados y cerrados sobre sí o pegados con otros formando especies de paquetes. Dentro de éllos se encuentra escondida la larva, la cual es muy nerviosa y generalmente se descuelga al examinar las hojas atacadas.

.1. Adulto. Son polillas de color amarillo dorado con tres líneas cafés que atraviesan los dos pares de alas.

5.4.2.2. Importancia económica y daño.

Es una plaga de importancia secundaria, cuyas poblaciones se hayan en equilibrio por el alto control biológico que presentan. Además, son larvas poco voraces que se alimentan del parénquima de las hojas, sin causar mayor reducción del área foliar.

5.4.2.3. Control.

.1. Biológico. El parásito de larvas Toxophoroides apicalis (Cresson) (Hymenoptera, Ichneumonidae) es el responsable de mantener el control de la plaga. Existen registros muy altos de parasitismo por esta avispa que ascienden hasta un 85%. Leris y Arias, citados por Schoonhoven (1977) reportan a un Carabidae predator.

5.4.3. Falso Gusano Medidor (Pseudoplusia includens) Falso Medidor (Trichoplusia ni).

5.4.3.1. Biología y descripción del insecto.

.1. Huevos. Generalmente son colocados por el envés de las hojas, de color blanco y semiesféricos, algo aplanados con un período de incubación de 2 - 3 días.

.2. Larvas. Son de color verde con franjas blancas a lo largo del cuerpo el cual es más delgado en la parte toráxica, con tres pares de patas abdominales. Las larvas se encuentran casi siempre por el envés de las hojas y su manera de caminar semejando cuartas y arqueando el cuerpo les dan a estas larvas el nombre común de "falso medidor" y "gusano medidor del ajonjolí", respectivamente. Tienen de seis a cinco instares, que duran aproximadamente 15 días.

.3. Pupas. Empupan en el follaje, con una duración promedia de 7 días.

.4. Adulto. Son polillas de color café oscuro muy similares pero pudiendo en este estado diferenciar las dos especies ya que el Pseudoplusia tiene las alas anteriores ligeramente bronceadas, brillantes, con dos manchas plateadas, separadas, en el centro de cada ala, en cambio el Trichoplusia es de un color café opaco con las dos manchas blancas unidas.

5.4.3.2. Importancia económica y daño.

Revisten importancia secundaria en el cultivo por sus bajas poblaciones que son reguladas por enemigos naturales.

Las larvas jóvenes roen el envés de las hojas, dejando pequeñas manchas transparentes, posteriormente las larvas más desarrolladas comen toda la superficie de la hoja, dejando las nervaduras.

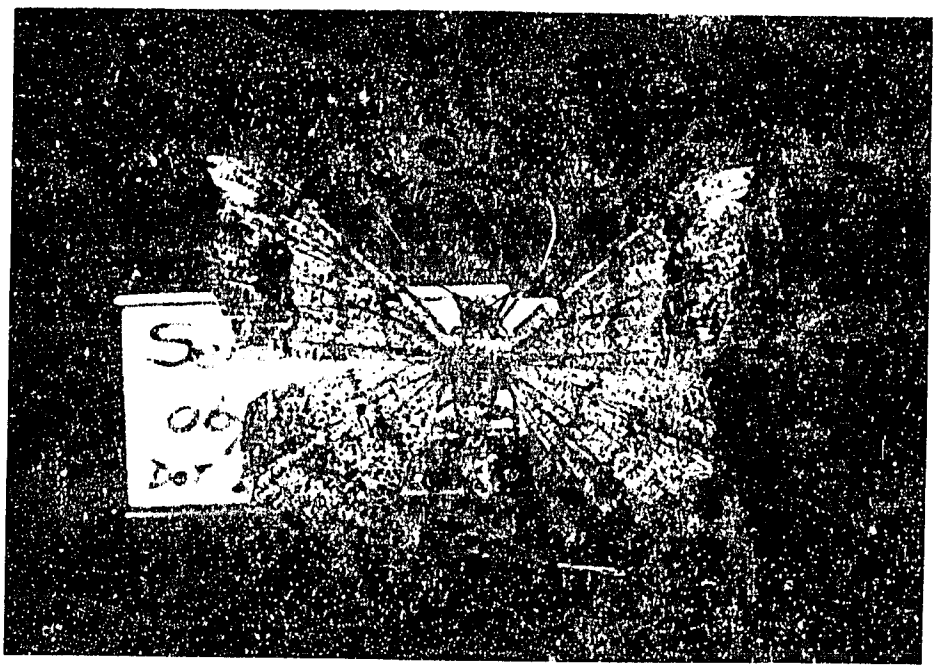


FIGURA 12. Adulto de Semiothisa abydata (Guenée).

FIGURA 13. Larva de Semiothisa abydata (Guenée)

(Foto - R. Chávez).

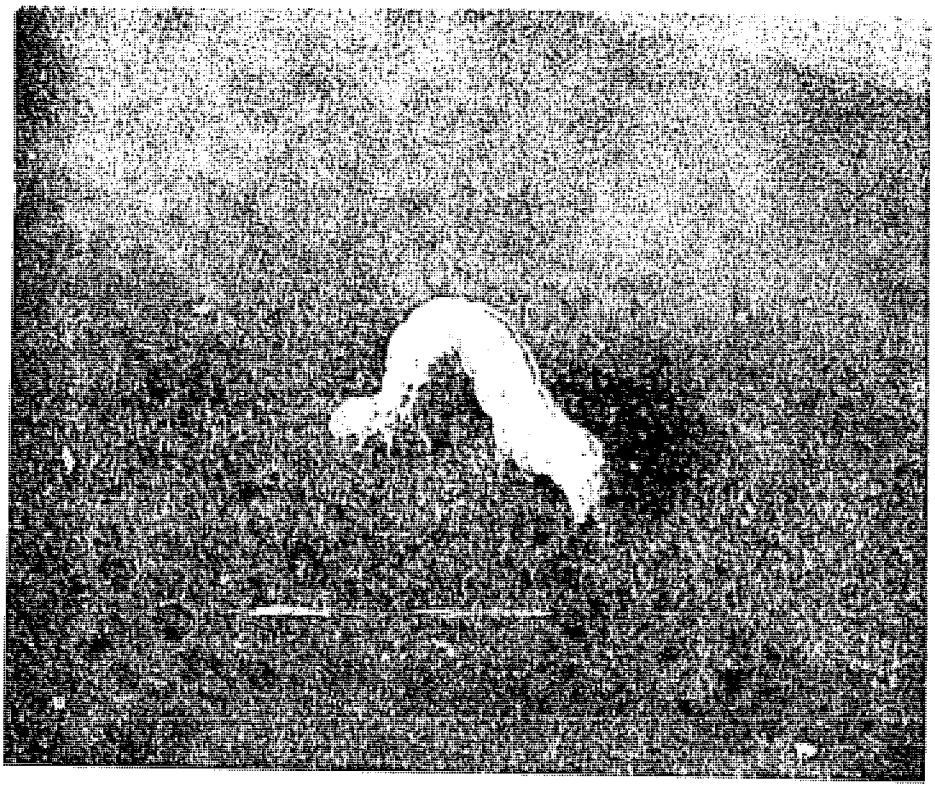


FIGURA 14. Larva de Pseudoplusia includens (Walker).

(Foto - R. Chávez).

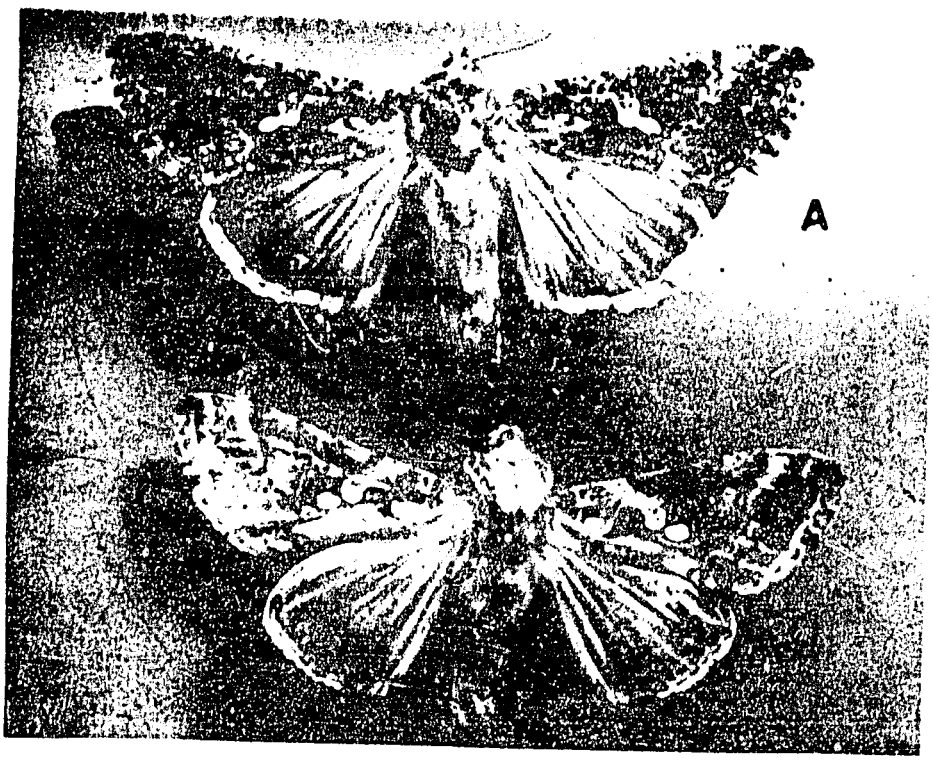


FIGURA 15. Adultos de Trichoplusia ni (A) y de Pseudoplusia includens (B).

5.4.3.3. Control.

.1. Biológico. Es suficiente para mantener sus poblaciones por debajo de niveles de daño económico. Como parásitos se registran el Copidosoma truncatellum (Dalman) (Hymenoptera, Encyrtidae) y Trichogramma sp., parásitos de huevos; los himenópteros Meteorus leviventris (Wesmael), Braconidae y Euplectrus sp. (Eulophidae) como parásitos de larvas, algunos chalcididos que emergen de pupa y los hongos Nomuraea rileyi y Entomophthora.

.2. Microbiológico. El Trichoplusia ni puede controlarse con el uso de la poliedrosis nuclear (VPN) a razón de 50 cc por hectárea, en 25 litros de agua como mínimo o 20 larvas afectadas, maceradas en 50 cc de agua y diluír luego en la cantidad de agua indicada por hectáreas. Se presentan también epizootias en forma natural del virus, especialmente en tiempo húmedo.

.3. Químico. Generalmente los productos aplicados contra Anticarsia controlan eficientemente a los gusanos medidores de la soya.

5.4.4. Medidor de la Soya (Semiothisa abydata).

5.4.4.1. Biologia y descripción del insecto.

Poca información se tiene sobre la biología de esta especie. Se estima que su ciclo biológico puede durar de 3 - 4 semanas. La larva, no mayor de 20 mm completamente desarrollada es de color verde con líneas blancas laterales a lo largo del cuerpo; posee dos pares de pseudopatas y camina arqueando su cuerpo encontrándose casi siempre muy cerca o en los bordes de los foliolos.

El adulto es una polilla de color pajizo con una banda café ancha, en el borde de las alas, seguida de una línea oscura las cuales atraviesan diagonalmente los dos pares de alas.

5.4.4.2. Importancia económica y daño.

Su incidencia es muy baja comparativamente con la de otras especies defoliadoras, no ocasionando daño de consideración al follaje.

5.4.4.3. Control.

.1. Biológico. Se han encontrado dípteros, de la familia Tachinidae parasitando las larvas de este medidor.

5.4.5. Gusano Peludo del Algodonero (Estigmene acrea).

5.4.5.1. Biología y descripción del insecto.

.1. Huevos. La hembra oviposita en masas, generalmente por el envés de las hojas. Los huevos son esféricos de apariencia aperlada, blancos y próximos a la eclosión se tornan azulosos. Su tiempo de incubación es de 3 días.

.2. Larva. De hábito gregario cuando pequeñas con el cuerpo cubierto de pelos color ladrillo y en ocasiones oscuros. Tienen un total de seis instares, los cuales se cumplen durante tres semanas. Las larvas más desarrolladas se van dispersando y migran en diferentes direcciones a otras partes de la planta o hacia otras plantas.

.3. Pupa. Antes de empupar, las larvas construyen con sus setas o pelos un capullo en el suelo en donde permanecen aproximadamente 12 días.

.4. Adulto. Son polillas de color blanco, abdomen amarillo con puntos negros.

5.4.5.2. Importancia económica y daño.

Poca importancia económica ya que la plaga cuenta con un gran número de enemigos naturales que reducen sus poblaciones. Sin embargo esta

especie se desarrolla en malezas y desde éstas puede migrar a la soya. Los daños se caracterizan por destrucción del follaje; las larvas pequeñas cuando están agrupadas ocasionan esqueletización del mismo y cuando grandes, destruyen toda la lámina foliar, dejando las nervaduras. Son larvas poco voraces y solo altas poblaciones provenientes de malezas, pueden llegar a ser dañinas.

5.4.5.3. Control.

.1. Biológico. Cuenta con numerosas especies parásitas de larvas entre las cuales abundan los tachinidos Carcelia sp., Leschenaultia leucophrys (Wiedemann), Lespesia aletiae (Riley), L. archippivora (Riley) y Harrisia sp.; como parásitos de huevos los himenópteros Telenomus sp. (Scelionidae) y Trichogramma sp.

.2. Cultural. Para prevenir el daño de varias especies plagas de la soya entre éllas el complejo Spodoptera spp. y el gusano peludo (E. acrea) es necesario la destrucción de malezas hospedantes cercanas al cultivo, ya que comúnmente estas plagas pasan de las malezas a la soya. Dado el hábito gregario de las larvas del gusano peludo, cuando se observen hojas o plantas esquelitizadas deben retirarse las larvas y destruirse por cualquier medio manual o mecánico para impedir su dispersión en el cultivo.

.3. Químico. Las medidas culturales que se adopten más el alto control biológico que tiene la plaga, son suficientes para regular sus poblaciones.

En caso de un brote fuerte o invasión de la plaga podría aplicarse Triclorfon (0,5 Kg.ia/ha), Carbaryl (1,5 Kg.ia/ha), EPN, endosulfan, diclorvos (0,5 Kg.ia/ha).

5.4.6. Trozadores (Spodoptera spp.).

Las mismas especies que actúan como tierreros o trozadores pueden ascender al follaje y causar daño. Sin embargo los controles naturales,

las prácticas culturales, recomendadas y el control microbiológico o químico sugerido para otras plagas del follaje, son efectivos para contrarrestar las poblaciones de estas especies (S. frugiperda, S. sunia y S. ornithogalli).

5.4.7. OTRAS PLAGAS

Existen otras especies masticadoras y chupadoras del follaje en soya registradas en otros países en donde ocasionalmente llegan a tener importancia económica. Son éllas Plathypena scabra (F.), la cual hace un daño muy similar a Anticarsia; Empoasca fabae (Harris) cuyas poblaciones están asociadas con variedades glabras de soya en EE.UU.; el Spissistilus festinus (Say) membracido chupador cuyas ninfas y adultos se concentran para alimentarse en el tallo principal, cerca a la base de la planta; Popilia japonica Newman cuyos adultos pueden alimentarse de las hojas antes de la floración del cultivo; Spodoptera eriqua (Hubner) causando esqueletización de las plántulas y destruyendo sus terminales; Loxostege similalis (Guenée) y L. commixtolis (Walker) dañando los terminales.

En otros países se registra el daño de trips y la diseminación de enfermedades virosas por varias especies de áfidos.

En Colombia se han identificado los trips (Caliothrips brazilliensis, Sericothrips sp. y Chirothrips mexicanus, cuyos daños se observan como manchas blanquecinas por el haz de las hojas debido a la alimentación de los insectos; por sus bajas poblaciones no revisten importancia económica; Maraemia trapezalis (Guenée) y Herpetograma phaeopteralis (Guenée), se han registrado dañando el follaje.

6. PLAGAS DE LAS VAINAS

6.1. PERFORADORES

6.1.1. Heliothis virescens (F.) Lepidoptera, Noctuidae)

FIGURA 16. Las inspecciones para detectar la presencia de Heliothis en soya deben realizarse separando las ramas y examinando cuidadosamente las estructuras fructíferas de la planta.

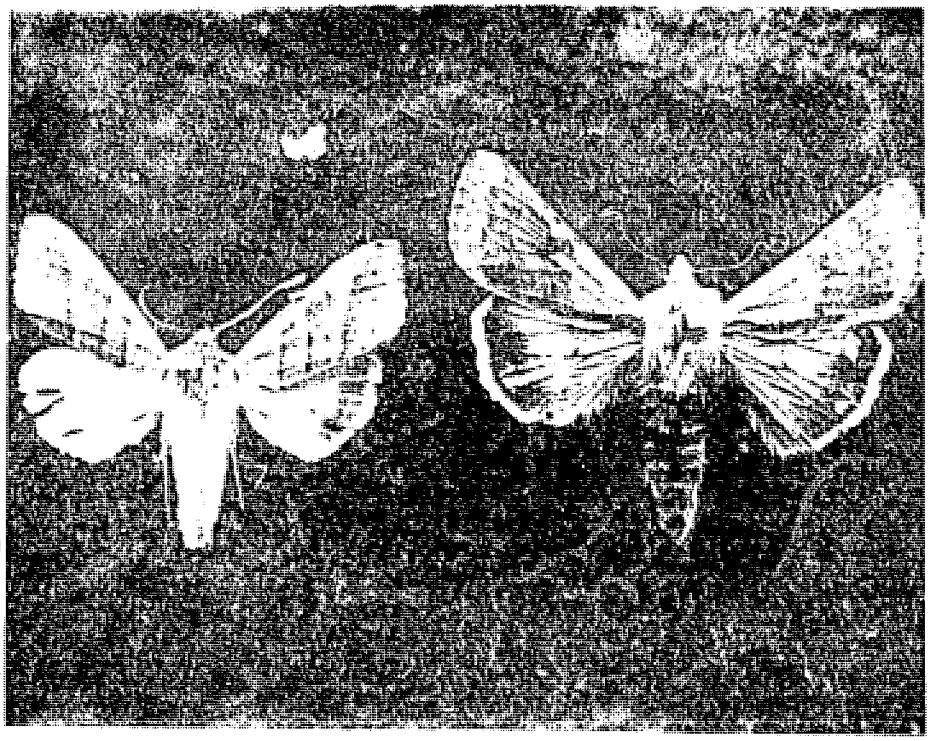


FIGURA 17. Adultos de: Heliothis virescens (A) y H. zea (B). (Foto - R. Chávez).

Gusano bellotero del algodonero.

6.1.2. Maruca testulalis (Geyes) Lepidoptera, Pyralidae
Perforador de la soya

6.2. CHUPADORES

6.2.1. Piezodorus guildini (Westwood) Hemiptera, Pentatomidae
Grajo amarillo de la soya

Euchistus cremator (F.) Hemiptera, Pentatomidae

Euchistus atrox (Westwood) Hemiptera, Pentatomidae
Chinche parda del girasol

Thyanta perditor (F.) Hemiptera, Pentatomidae

Nezara viridula L. Hemiptera, Pentatomidae
Chinche verde del arroz

Acrosternum marginatum (Palisot - Beauvois). Hemiptera, Pentatomidae

Edessa meditabunda (F.) Hemiptera, Pentatomidae)
Chinche hedionda grande

Con Anticarsia gemmatalis, plaga que reviste la mayor importancia económica en el cultivo, pueden ocurrir ataques ocasionales de Heliothis virescens y de Piezodorus guildinii, cuyos daños directos a las vainas y a las semillas podrían exigir alguna medida de control. Las demás especies aquí enumeradas son de importancia muy secundaria en Colombia, por las bajas poblaciones que suelen presentarse.

El Heliothis zea es la especie que predomina como perforador de vainas en soya en otros países productores de esta leguminosa.

6.1.1. Gusano Bellotero del Algodonero (Heliothis virescens).

6.1.1.1. Biología y descripción del insecto.

.1. Huevo. Son esféricos, colocados en forma aislada de color blanco, tornándose crema oscuros con una banda café rojiza cuando se aproxima la eclosión. Su período de incubación es de tres días. La hembra siempre prefiere para su oviposición los cogollos y los sitios cercanos de los órganos fructíferos (botones, flores y cápsulas).

.2. Larvas. Las larvas varían de color pero generalmente son verdes o amarillentas, con líneas blancas y negras longitudinales; pasan por seis instares con una duración promedia de 18 - 21 días.

Se reconocen fácilmente por su hábito alimenticio ya que introduce parte de su cuerpo sobre la estructura atacada En altas poblaciones, pueden ser de color oscuro.

.3. Pupa. Como tal permanece en el suelo de 15 - 18 días.

.4. Adulto. La polilla de color verde cobrizo presenta en las alas anteriores tres líneas oblicuas, paralelas entre sí. Las alas posteriores son blancas.

La especie Heliothis zea se puede diferenciar ya que sus alas anteriores son de color pajizo con algunas franjas oscuras en los bordes.

Las hembras inician su oviposición tan pronto ocurre la formación de los primeros botones florales. Es importante iniciar la inspección de las plantas a partir de esta fecha para detectar Heliothis, revisando muy bien brotes y áreas cercanas a las estructuras reproductivas.

6.1.1.2. Importancia económica y daño.

En Colombia, el complejo Heliothis reviste importancia económica en

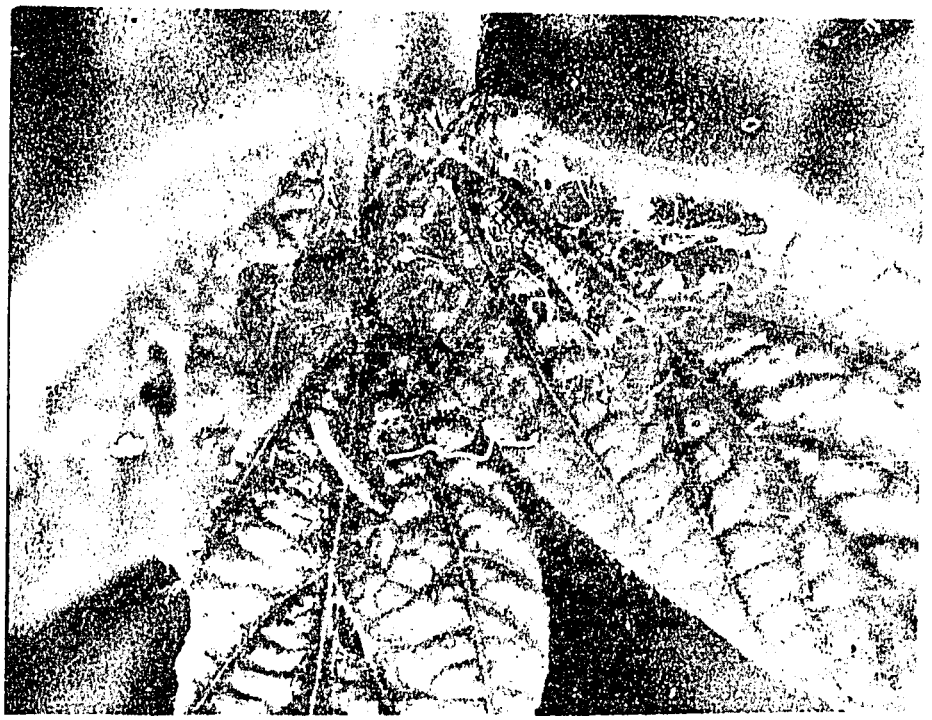


FIGURA 18. Las larvas pequeñas de Heliothis roen las partes tiernas de los folíolos para alimentarse.

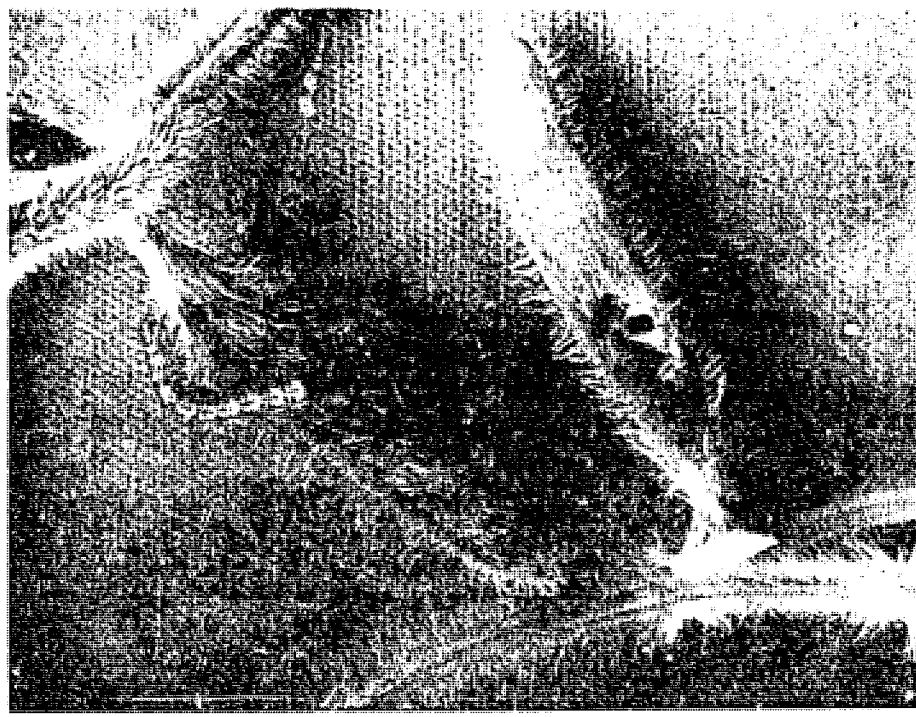


FIGURA 19. Daño de Heliothis virescens a vainas pequeñas de soya.

varios cultivos como algodonero, frijol, maíz, sorgo, ajonjolí, maní, tabaco, soya, tomate, plantas hospedantes como también numerosas malezas en donde la plaga puede completar su ciclo a través de todo el año, asegurando su supervivencia. La especie que predomina en nuestro medio y más específicamente en soya es el H. virescens quien tiene en la leguminosa Desmodium spp. su huésped preferido entre las malezas.

Las larvas pequeñas inician su daño en las hojas nuevas del cogollo las cuales roen, o directamente sobre los botones y flores adyacentes. Las larvas más desarrolladas van descendiendo para atacar las vainas en formación las cuales al ser atacadas caen de la planta. Posteriormente las larvas grandes perforan las vainas ya formadas, haciendo varias perforaciones y destruyendo la semilla. Los orificios que deja la larva al alimentarse son puerta de entrada a microorganismos que terminan por destruir el fruto. No siempre se presentan ataques económicos de Heliothis en soya. Se ha observado que variedades tardías pueden ser más susceptibles a la plaga. En caso de ocurrir altas poblaciones del insecto se estima que al encontrar de 8% a 10% de larvas pequeñas en terminales y estructuras, se debe tomar alguna medida de control.

6.1.1.3. Control.

.1. Biológico. Los huevos de Heliothis son parasitados por diferentes especies de Trichogramma. Las larvas son parasitadas por dípteros como Eucelatoria, Lespesia, Archytas, Sarcophaga y por himenópteros como Euplectrus plathypenae, Cardiochiles nigriceps Viereck. Las avispas Polistes y Polybia son predatores de larvas como también varias especies de coccinelidos (Hippodamia, Cycloneda, Colcomegilla) el neuróptero Chrysopa, los chinches (Nabis, Orius y Geocoris) se alimentan de huevos y larvas, las cuales también pueden ser atacados por arañas predatoras.

.2. Cultural. Sembrar variedades precoces; destruir malezas hospedantes. Revisar permanentemente el cultivo e inspeccionar adecuadamente la

planta para detectar en forma oportuna la plaga.

.3. Químico. Evaluar la fauna benéfica. Si los niveles de infestación son mayores al 8 - 10% de larvas pequeñas puede acudirse al control químico. Entre los materiales recomendados están:

metomyl + monocrotofos (0,20 + 0,25 Kg.ia/ha).
EPN + metil paration (0,25 + 0,50 Kg.ia/ha).
Endosulfan + metil paration (0,50 + 0,50 Kg.ia/ha).
Canfecloro + EPN (2,00 + 0,25 Kg.ia/ha).

En caso de poblaciones muy altas y larvas grandes realizan buenos controles varios piretroides como fenovalerato (0,15 Kg.ia/ha), permetrin (0,18 Kg.ia/ha), decametrin (0,012 Kg.ia/ha).

6.1.2. Perforador de la Soya (Maruca testulalis).

6.1.2.1. Biología y descripción del insecto.

.1. Huevo. De forma semiesférica y color azuloso; depositados aisladamente en las yemas florales, vainas y hojas tiernas. La incubación del huevo tarda de 2 - 3 días.

.2. Larva. Atraviesa por 5 instares en un período de 8 - 14 días. Las larvas en sus primeros instares, son cremosas y en los últimos estados, se tornan rosadas. La cabeza es castaño oscura, el protorax tiene una placa parda un poco más clara que la cabeza. El mesotorax, metatorax y los segmentos abdominales presentan placas pardas provistas de setas. Completamente desarrolladas miden 18 - 20 mm de longitud.

.3. Pupa. Se encuentra adherida a las vainas, hojas o en desechos vegetales en el suelo y en ocasiones dentro de las vainas y tallos. En estado pupal permanece de 9 - 12 días.

.4. Adulto. Las alas anteriores de color café brillante con dos manchas

298a

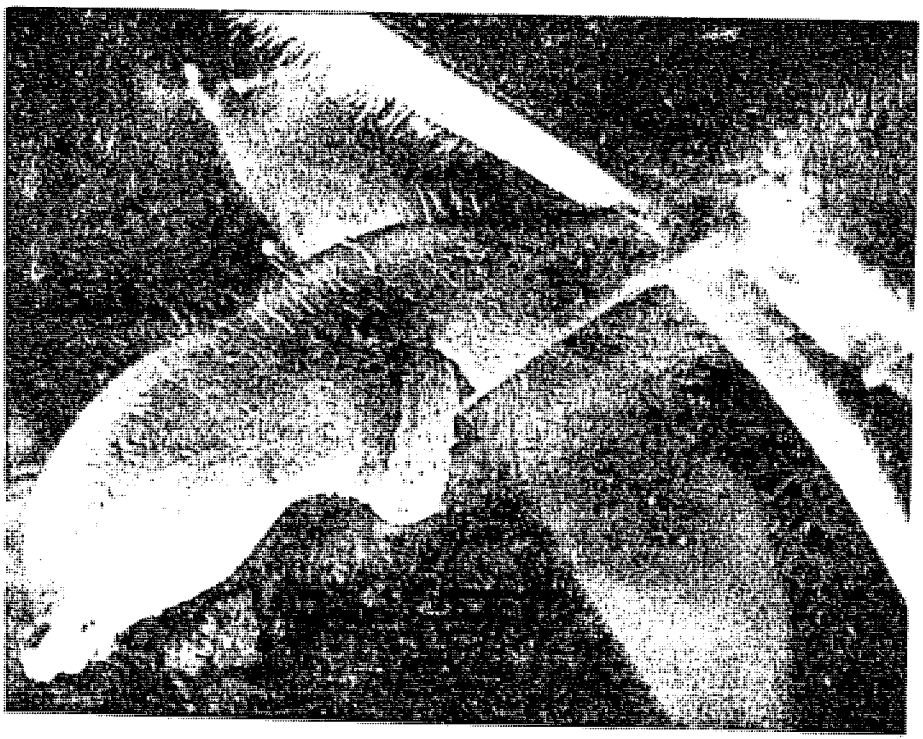


FIGURA 20. Posición típica de las larvas de Heliothis al alimentarse de las vainas de la soya.

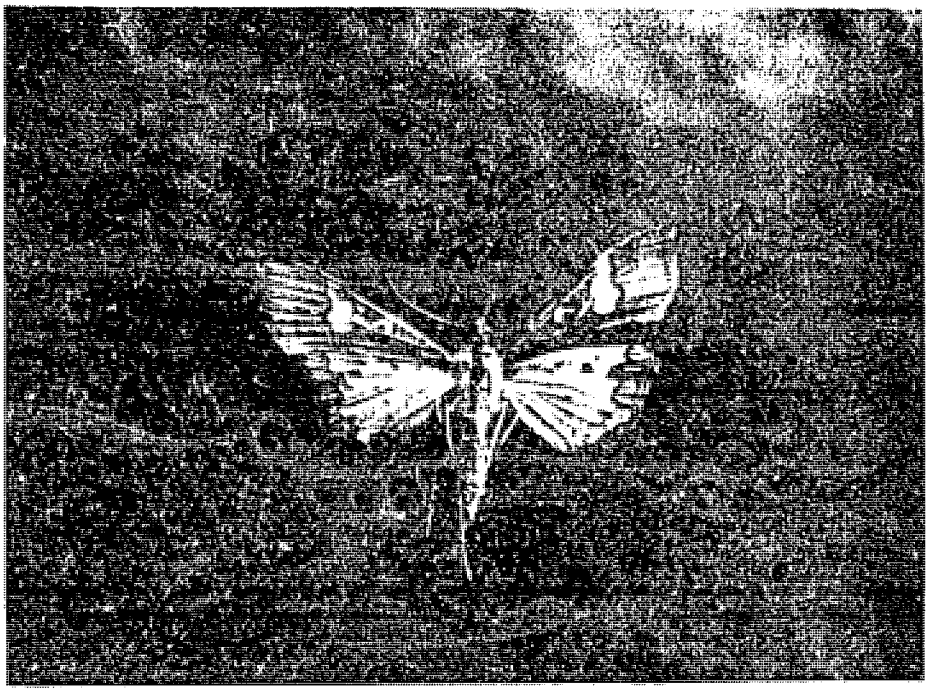


FIGURA 21. Adulto de Maruca testulalis (Geyer).

(Foto - R. Chávez).

blancas ovaladas en su parte central, seguida de dos manchas más pequeñas. Las alas posteriores son blancas con franjas marginales de color café. Cuando están en reposo, las alas permanecen bien extendidas. Tienen una longevidad de 5 - 7 días. La hembra puede ovipositar de 10 - 100 huevos.

6.1.2.2. Importancia económica y daño.

Es una plaga muy cosmopolita. Se reporta como uno de los mayores problemas insectiles en la mayoría de las leguminosas de grano. Las larvas pequeñas se alimentan de los cogollos y los botones florales. Posteriormente perforan los tallos más tiernos y causan quebrazón de las ramas. En las vainas, el daño se caracteriza por perforaciones sin taponar con excremento del insecto cerca al orificio. Ocurre además una pudrición secundaria. Las larvas pegan hojas, botones, flores o vainas atacadas.

Durante los últimos 8 años esta especie se ha considerado una plaga muy secundaria del cultivo por las bajas poblaciones que ocurren. Además de la soya ataca al fríjol, la crotalaria, caupí, guandul, Dolichos y otras leguminosas.

6.2.1. Grajo amarillo de la soya (Piezodorus guildinii).

Del grupo de pentatómidos solo esta especie, en ocasiones, tiene importancia económica.

6.2.1.1. Biología y descripción del insecto.

No se tiene mayor información sobre el ciclo biológico, pero se darán algunos datos de otras especies afines y algunas observaciones generales de esta familia.

Estudios realizados por Miner (1977) sobre la biología de Acrosternum hilare (Say) señalan que bajo condiciones de 22°C y 60% de humedad esta especie cumple así su ciclo biológico.

Estado	Duración promedia en días	Rango en días
Huevo	12,7	9 - 19
Ninfas I instar	7,0	5 - 10
Ninfas II instar	8,9	6 - 14
Ninfas III instar	7,9	6 - 11
Ninfas IV instar	8,9	6 - 11
Ninfas V instar	12,8	8 - 20
Longevidad adulto machp	67,6	7 - 135
Longevidad adulto hembra	59,0	28 - 120
Tiempo de oviposición	31,3	9 - 169
Número de huevos por hembra	59,4	12 - 44
Promedio ciclo de vida	101,2	

Los huevos son puestos en grupo, en hileras, de forma abarrilada. Durante el primer instar las ninfas permanecen alrededor de la masa de huevos y no se observan alimentándose. Una vez formado el adulto, puede haber un lapso de 22,3 días para iniciar la cópula y la oviposición (Miner, 1977).

Los adultos de Piezodorus son de aproximadamente 10 mm de largo, de color verde a pajizo.

6.2.1.2. Importancia económica y daño.

Actualmente los chinches son plagas secundarias. Sin embargo sus poblaciones se han incrementado en los últimos años; todos estos pentatómidos tienen bastantes plantas hospedantes principalmente malezas, de las cuales migran al cultivo.

El daño es causado a las vainas y semillas. El insecto inserta su estilete al alimentarse para extraer los aceites de la semilla. Esto trae como resultado vaneamiento en caso de altas poblaciones, manchado de la semilla, reducción en su tamaño. Al introducir el estilete, el

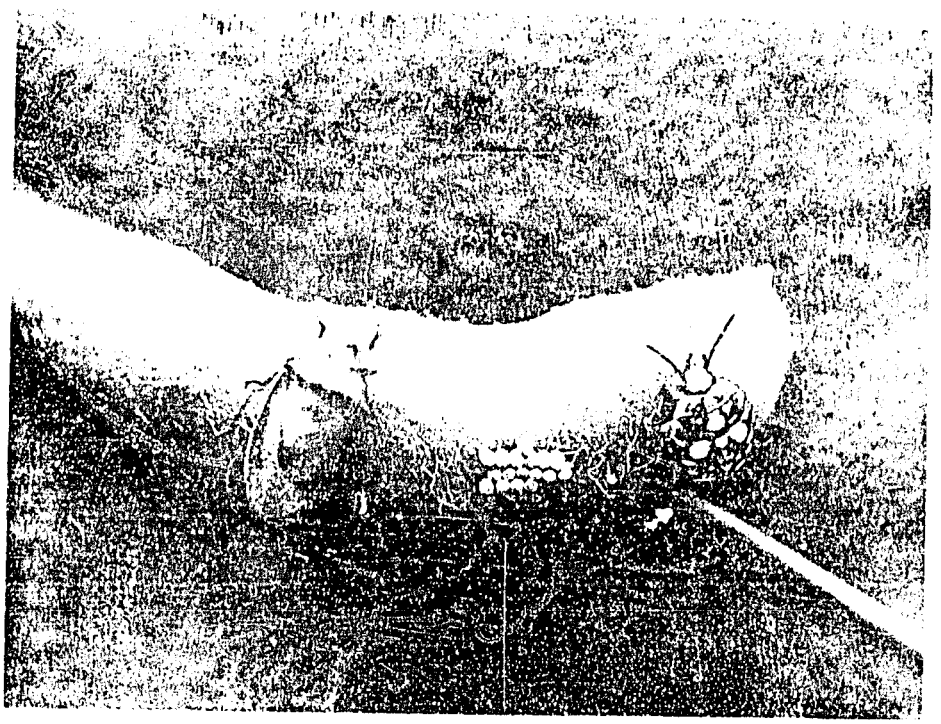


FIGURA 22. Adulto, huevos y ninfa de Piezodorus guildinii (Westwood). (Foto - R. Chávez).

FIGURA 23. Porción de vaina tierna de frijol donde se observa destrucción de tejido, destrucción de semilla e invasión por microorganismos. La larva en el extremo basal se encuentra alimentando.

chinche inyecta posiblemente agentes que licuan porciones sólidas o semi sólidas de las células para extraer los líquidos a través del canal de los estiletes.

Algunas especies, en altas poblaciones cuando se presentan entre el período de floración y maduración, alcanzan a realizar daño. Kogan (1976) anota que 2 chinches por metro de surco cuando las vainas inician su desarrollo, pueden hacer daño económico. En vainas pequeñas pueden ocasionar corrugamiento de la semilla; en vainas en desarrollo las semillas presentan superficies rugosas y cubiertas manchadas y en semillas maduras produce decoloración.

6.2.1.3. Control.

.1. Biológico. Los huevos son parasitados por Telenomus sp.

.2. Químico. En altas poblaciones que amenacen dañar o vanear cápsulas pueden aplicarse insecticidas sistémicos como dimetoato, oxidemetonmetil, fosfamidon en dosis de 0,2 a 0,3 Kg.ia/ha, o malathion 0,25 Kg.ia/ha, EPN (0,3 Kg.ia/ha).

6.3. OTRAS PLAGAS

6.3.1. Gusano Perforador de las Vainas (Laspeyresia leguminis (Heinrich)).

6.3.1.1. Biología y descripción del insecto.

Los adultos, ovipositan preferencialmente sobre las vainas; de inmediato a la eclosión del huevo, penetran las larvas jóvenes a las vainas.

Las larvas son de color verde amarillento, cabeza café oscuro. Completamente desarrolladas pueden medir 18 - 20 mm de largo. Empupan en el interior de los órganos atacados.

6.3.1.2. Importancia económica y daño.

Las larvas barrenan ramas, tallos y vainas. Si atacan los tallos y ramas, ocurre un bloqueo en el suministro de savia dando origen a una marchitez paulatina y finalmente la muerte de la planta o de la rama atacada. Cuando el daño es en la vaina, llegan a destruir la semilla.

Cuando hay ataque de esta plaga, es común observar aglomeración de excrementos reunidos por finos hilos.

6.3.1.3. Control.

.1. Cultural. Siembras tempranas.

.2. Químico. En altas poblaciones que amenacen la producción, se puede aplicar un Dimetoato en dosis de 0,2 a 0,3 Kg.i.a./ha.

6.3.2. Perforador de las Vainas del Frijol (Epinotia opposita Heinrich.).

Esta especie conocida en el Perú como barreno de los brotes es de amplia distribución; fué descrita y clasificada por Carl Heinrich (Washington) en 1931 en base a envios hechos desde el campo experimental "La Molina" en 1929, fecha en que se detectó por primera vez causando problema en leguminosas cultivadas.

Una especie afín E. aporema, prevalece en cultivos de soya del Brazil y parece ser más abundante que Laspeyresia fabivora especie con la cual se prestaba a continuas confusiones. Tiene una amplia distribución en el continente americano. Además del Brazil, ha sido registrada desde el suroeste de los Estados Unidos hasta Argentina, incluyendo México, Costa Rica, Guatemala, Perú, Uruguay y Chile. En Colombia, E. opposita, se conoce atacando solamente frijol.

6.3.2.1. Biologia y descripción del insecto.

.1. Huevo. Es de forma elíptica y muy pequeño. Es puesto en forma

individual o en grupos de 3 - 5; en este caso, se observan superpuestos. Se localizan en el envés de las hojas tiernas cerca de la nervadura central o a lo largo de ella u ocultos en los brotes. La incubación tarda de 3 - 7 días.

.2. Larva. Atraviesa por 5 instares cubiertos en un periodo de 14 - 23 días. Los primeross estados son de coloración hialina y cabeza oscura casi negra. En el pronotum presenta una placa cervical igualmente oscura. La coloración del cuerpo es variable; verde claro, verde oscuro, blanco cremoso y antes de empupar es de color rojizo; la cabeza y placa cervical se aclaran con el desarrollo larval.

.3. Pupa. Es de tipo obtecta, color café claro, mide unos 8 mm. En la parte dorsal correspondiente a los segmentos abdominales de la larva, presenta 2 hileras de espinas en cada segmento. Puede durar en este estado de 8 - 20 días. El empupamiento puede ocurrir en diferentes partes; en el interior de las vainas secas, dentro del brote destruído o superficialmente en el suelo.

.4. Adulto. Es una polilla de color grisáceo. Las alas anteriores presentan dibujos y manchas plateadas; en su ángulo externo, los dibujos forman la figura de un ojo. Las antenas son filiformes. Mide 9 mm de longitud y 19 mm de envergadura alar. Es muy activo y nervioso y su longevidad es muy variable.

6.3.2.2. Importancia económica y daño.

En el Perú, entre los insectos que atacan las leguminosas cultivadas, la máxima importancia la tiene este insecto por las pérdidas económicas que acarrea.

Está considerado como uno de los problemas más serios de la soya como masticador de cogollos y botones florales. En el Brazil, ocasiona un mayor daño en variedades o siembras tardías y el problema es mayor cerca a las regiones costaneras.

En frijo, se ha observado que las larvas jóvenes se alimentan de los brotes tiernos y a medida que ellas se desarrollan, destruyen de manera más eficiente y rápida los órganos infestados. Su ataque, provoca la caída de las estructuras florales, puede producir secamiento y muerte de los brotes, perforación y barrenamiento del tallo y cuando ataca las vainas tiernas el daño es más severo. Este cuadro de daño según la literatura, se ajusta al causado por Epinotia en soya.

Exteriormente, la infestación se manifiesta por residuos de las perforaciones y excrementos granulosos de color ladrillo que son expulsados hacia afuera; éstos, se observan reunidos por hilos de seda. La larva liga tanto los brotes como hojas y vainas constituyendo una especie de "estuche" o "cartucho", que le sirve de refugio y sitio de alimentación. Al parecer, los huéspedes de Epinotia están restringidos unicamente a las leguminosas.

6.3.2.3. Control.

.1. Cultural. Siembras tempranas.

.2. Biológico. En el Brasil, se ha constatodo la acción del taquinido Nemorilla ruficornis como parásito de larvas de E. aporema.

El Etiella zinckenella (Treitschke) cuya larva penetra a las vainas verdes y se alimenta de las semillas en desarrollo, es más importante en algunos países de Asia y Africa como Japón, Indonesia, China, Iran, que en países de América, como el Brasil donde se conoce como broca de las vainas.

7. PLAGAS DE LA SEMILLA ALMACENADA

Hasta la presente, el Corcyra cephalonica (Stainton) y Plodia interpunctella (Hubner) (Lepidoptera, Pyralidae) son las únicas especies reportadas atacando la semilla de soya en Colombia. Se recomienda desinfestar las bodegas de almacenamiento de semillas con anterioridad, usando

algunos productos como malathion y diclorvos en soluciones del 5%, o la mezcla de toxafeno 60% + malathion en dosis de 3,0 litros + 1,0 litros en 100 litros de agua para dirigir a pisos y paredes.

Acompañar a esta labor un aseo permanente del local, recogiendo y quemando los residuos de semillas que caigan a los pisos ó a lo largo de las vías de transporte, ya que pueden ser foco de infestación de la plaga.

En caso de detectar la presencia de estas polillas, por infestación directa a la soya caso que generalmente no reviste importancia económica, o por el hecho de encontrarse en la misma bodega otros materiales almacenados como semilla de algodón, trigo, cebada, o harinas que pueden ser atacados por Corcyra y Plodia se recomienda desinfestar los sacos mediante la aplicación de fumigantes como Phostoxin o Bromuro de metilo (exposición: 72 horas). Se advierte que estos tratamientos, matan insectos presentes pero no protege al grano de reinfestación.

8. NOMBRES GENERICOS Y COMERCIALES DE PLAGUICIDAS UTILIZADOS EN SOYA

ALDRIN	
Aldrín 2 1/2, 3 y 5%	Polvo para espolvoreo
Aldrín 25 E	Contiene 249 gramos técnicos por litro
Aldrex 2 E	Contiene 249 gramos técnicos por litro
Arrierafin 238-238 grs.i.a. por litro	
Chisacol 3% polvo	Polvo
Arrierafin 50 C.E.	Contiene 119 gramos técnicos por litro
AZUFRE	
Elosai 80%	Polvo mojable
Sulfocela 80%	Polvo mojable
Kumulus 80%	Polvo mojable
Gesalón 80%	Polvo mojable
Phohorticila 80%	Polvo mojable

Elosal	Líquido soluble, contiene 121 gramos técnicos por litro
BACILLUS THURINGIENSIS	
Thuricide HP	Contiene 16.000 U.I. gramo
Dipel	Contiene 16.000 U.I. gramo
Bactospeine	Contiene 16.000 U.I. gramo
BINAPACRYL	
Morocide 25%	Polvo mojable
CANFECLORO	
Toxafeno 60 E	Contiene 742 gramos técnicos por litro
Vicsafeno 60 E	Contiene 720 gramos técnicos por litro
Celbane 60 E	Contiene 720 gramos técnicos por litro
CANFECLORO - EPN	
Topeno 41 CE	Contiene: Canfecloro 479 gramos técnicos por litro y EPN 720 gramos técnicos por litro
CANFECLORO - METIL 4 - 1	
Toxametil 41 E	Contiene 479 gramos de canfecloro y 120 gramos de metil paration por litro.
CARBARYL	
Carbaryl 80	Polvo soluble
Sevin 80%	Polvo mojable
Sevin 85%	Polvo mojable
CARBOFURAN	
Furadan 3 F	Pasta fluida, líquido en suspensión con 360 gramos por litro.
Curater	Líquido en suspensión - 330 gramos técnicos por litro.

DECAMETRIN	
Decis 2,5 E	Contiene 25 gramos técnicos por litro
Decis U.B.V.	Bajo volumen - Contiene 4 gramos técni - cos por litro.
DIAZINON	
Basudin 25	Contiene 250 gramos técnicos por litro
Basudin 600	Contiene 600 gramos técnicos por litro
DICOFOL	
Keltrane C.E.	Contiene 480 gramos técnicos por litro
DICROTOFOS	
Bidrin 48	Concentrado miscible en agua, contiene 480 gramos técnicos por litro
Carbicron 100	Concentrado soluble en agua, contiene 1000 gramos técnicos por litro.
DICLORVOS	
Dedevap C.E.	Contiene 500 gramos técnicos por litro
DDVP 50 Hoechst C.E.	Contiene 500 gramos técnicos por litro
DDVP 100 Hoechst C.E.	Contiene 1000 gramos técnicos por litro
Nogos 500 C.E.	Contiene 500 gramos técnicos por litro
Nogos 1000 C.E.	Contiene 1000 gramos técnicos por litro
Nuvan 7 .C.E.	Contiene 70 gramos técnicos por litro
Nuvan/Nogos 500 C.E.	Contiene 500 gramos técnicos por litro
Nuvan/Nogos 1000 CE	Contiene 1000 gramos técnicos por litro
Nuvan 1000 C.E.	Contiene 100 gramos técnicos por litro
Vapona 24 C.E.	Contiene 223 gramos técnicos por litro
DIFLUBENZURON	
Dimilin 25	Contiene 250 gramos técnicos por litro
DIMETOATO	
Rogor 500	Contiene 500 gramos técnicos por litro
Dimetoato 40 E	Contiene 400 gramos técnicos por litro
Diostop C.E.	Contiene 400 gramos técnicos por litro

Dimethene 40 E	Contiene 400 gramos técnicos por litro
Sistemin	Contiene 400 gramos técnicos por litro
Fedimetoato	Contiene 400 gramos técnicos por litro
Roxion	Contiene 400 gramos técnicos por litro
Perfection	Contiene 400 gramos técnicos por litro
Rogor 400 E	Contiene 400 gramos técnicos por litro
DISULFOTON	
Dysiston 5% G	
Solvirex 5 G	
ENDOSULFAN	
Thiodan 35 C.E.	Contiene 350 gramos técnicos por litro
Endocel	Contiene 350 gramos técnicos por litro
E.P.N.	
EPN 45 E	Contiene 480 gramos técnicos por litro
EPN - Metilparation E	Contiene 360 gramos de EPN y 360 gramos de metil paration por litro
Barricada E.	Contiene 240 gramos de EPN y 240 gramos técnicos de metil paration por litro
Topeno 41 E	Contiene 479 gramos de canfecloro y 120 gramos por litro de EPN
FENOVALERATO	
Belmark	Contiene 300 gramos técnicos por litro
FOSFAMIDON	
Dimecron 50	Concentrado soluble en agua, contiene 545 gramos técnicos por litro.
Dimecron 100	Concentrado soluble en agua, contiene 1087 gramos técnicos por litro
HEPTACLORO	
Heptacloro 2 1/2% - 3% - 5%	Polvo para espolvoreo
Heptacloro 3 E	Contiene 359 gramos técnicos por litro

Heptacloro 25% E	Contiene 240 gramos técnicos por litro
Cutvel 2 1/2% - 3% - 5%	Polvo para espolvore
Cutvel 3% Granular	
Cutvel 25%	Polvo mojable

MALATHION

Malathion 57% C.E.	Contiene 604 gramos técnicos por litro
Fyfanon 57 C.E.	" " " "
Viction	" " " "
Malathion 96% B.V.	Contiene 1180 gramos técnicos por litro
Fyfanon 96% B.V.	" " " "
Cygard 630 B.V.	Contiene 720 gramos de malation y 360 gramos de metil paration por litro
Algodonero 630 B.V.	" " "
Viction - Metil B.V.	" " "
Fyfanon M-63 B.V.	" " "
Cygard 750 E	Contiene 500 gramos de malation y 250 de metil paration técnico por litro

METHOMYL

Lannate	Polvo soluble 90%

METIL PARATION

Metil paration 48% E	Contiene 480 gramos técnicos por litro
Metacide E	" " " "
Metilparatane E	" " " "
Niram M4 E	" " " "
Sinafid 48 E	" " " "
Partron E	" " " "
Fedemetil 48 E	" " " "
Paration metilico E.	" " " "
Metilcartex E.	" " " "
Metilparation 4 Lb. Galon E.	Contiene 480 gramos técnicos por litro
Acofer - Metil E	" " " "

MONOCROTOFOS

Azodrin 400	Concentrado miscible en agua, contiene 400 gramos por litro
Azodrin 600	Concentrado miscible en agua, contiene 600 gramos por litro
Azodrin 600 E	Contiene 600 gramos técnicos por litro
Nuvacron 40 SCW	Contiene 400 gramos técnicos por litro
Nuvacron 60 SCW	Contiene 400 gramos técnicos por litro
Monocrotofos 600 C.M.A.	Contiene 600 gramos técnicos por litro

OXIDEMETONMETIL

Metasystox R 250 E.	Contiene 250 gramos técnicos por litro
Metasystox R 500	Contiene 500 gramos técnicos por litro Concentrado soluble

PERMETRIN

Ambusch E.	Contiene 500 gramos técnicos por litro
Pounce E.	Contiene 300 gramos técnicos por litro

TRICLORFON

Dipterex 80% P	Polvo soluble
Dipterex 95%	Polvo soluble
Profitox 80%	Polvo soluble
Profitox 50%	Polvo soluble
Cebiran 80%	Polvo soluble
Triclorfon 80%	Polvo soluble
Triclorfon 80%	Polvo soluble

CALCULO DE LA DOSIS COMERCIAL A APLICAR:

Ej.: EPN 45 C.E. (0,5 Kg. i.a./ha) - 1,110 litros

$$\text{(litros)} \quad X = \frac{\text{dosis i.a. recomendada (Kg)} \times 100}{\text{\% formulación comercial}} = \frac{0{,}5 \times 100}{45} = 1{,}110 \text{ litros}$$

9. TRICHOGRAMMA

El Trichogramma se distribuye en cartulinas divididas en pulgadas cuadradas que contienen huevos de Sitotroga, los cuales han sido previamente parasitados por Trichogramma en cámaras especiales de cría. Cada pulgada cuadrada deberá contener como mínimo 3.000 huevos viables, de los cuales el 85% debe estar parasitado y el 80% dar lugar a la emergencia de adultos de Trichogramma. El productor deberá anotar en las cartulinas la fecha de parasitación, la fecha aproximada de la emergencia y la fecha hasta la cual las pulgadas parasitadas por Trichogramma son aptas para distribución, lo cual no puede exceder de 15 días después de la fecha de parasitación, siempre y cuando se hayan mantenido en óptimas condiciones de almacenamiento, alrededor de 10°C.

Las liberaciones deben prescribirse en lo posible a la aparición de las primeras posturas de las especies dañinas.

Estas liberaciones deben repetirse por lo menos semanalmente con el fin de lograr un parasitismo aceptable de las plagas de importancia económica en los cultivos de arroz, maíz, sorgo, soya, ajonjolí, y otros.

Para las liberaciones de Trichogramma se puede seguir uno de los tres métodos siguientes, según las facilidades en cada zona y el cultivo donde se vayan a liberar:

a. En un porrón plástico transparente se coloca el número de pulgadas que se van a liberar en un área determinada. El porrón se tapa con una tela tupida, sujeta con bandas de caucho con el fin de evitar el escape de los adultos o su deterioro por condensación de la humedad.

Los porrones se llevan al campo cuando haya emergido un 50% de las avispitas, lo cual ocurre aproximadamente un día después de observarse la salida de los primeros adultos, y se liberan procurando hacer una distribución uniforme en todo el campo, destapando el porrón por unos pocos segundos en cada sitio del campo. Esta operación debe repetirse con el mismo porrón durante tres días consecutivos, ya que la emergencia total

ocurre entre las 60 y 72 horas a partir de la iniciación de la misma.

En cada porrón el número de pulgadas no debe ser mayor de 100 y se debe trazar un esquema de los sitios en los cuales se va a destapar el porrón.

b. El otro método de liberación de Trichogramma consiste en colocar las pulgadas cuadradas parasitadas, individualmente, en bolsas de papel previamente perforadas con el fin de facilitar la salida de las avispitas. Cuando se inicia la emergencia, se llevan al campo y se distribuyen uniformemente, colocándolas en la planta, en los pecíolos de las hojas, tratando de protegerlas de los rayos directos del sol o de la lluvia.

c. Se pueden establecer estaciones fijas de liberación dentro de cada campo utilizando trozos de guadua, en donde se colocan las pulgadas que ya han iniciado la emergencia. Deben estar protegidas de los rayos solares, de las lluvias y de enemigos naturales, como hormigas. Para esto último debe untarse grasa a la guadua para evitar así la subida de éstas.

En general, para la liberación de Trichogramma se debe preferir las horas de la mañana, evitando el exceso de humedad y las horas de alta intensidad solar, por esta razón se deben colocar los porrones bajo la sombra.

El número de pulgadas cuadradas en cada liberación por hectárea no debe ser inferior a 15 para plagas del follaje o 20 para Heliothis y otros insectos de las cápsulas.

Las liberaciones de Trichogramma en otros cultivos diferentes al algodón deben iniciarse al aparecer las primeras posturas de las plagas para las cuales es efectivo este parásito. En estos cultivos el método de liberación mediante la utilización de porrones es el más adecuado.

En caso de ser necesaria la aplicación de un insecticida químico de amplio espectro, se pueden continuar las liberaciones de Trichogramma después de transcurrido un tiempo prudencial, el cual puede variar según la residualidad del producto aplicado. En todos los casos debe pensarse

en la protección de la fauna benéfica. Los productores de Trichogramma deben acogerse a las normas establecidas en la Resolución No. 1170 de 1976 del ICA.

Virus de la Poliedrosis Nuclear (VPN).

Se pueden recolectar larvas afectadas en el campo, macerarlas, filtrarlas y diluírlas en agua; diluír 20 larvas en 100 cc y usar esta cantidad por hectárea en suficiente agua. También se puede aplicar 10 cc de una preparación previamente registrada que contenga la concentración de 20 larvas para aplicar esta cantidad por hectárea en suficiente agua.

El virus se puede aplicar sólo o mezclarse con otros insecticidas para el control de plagas especificas.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALOMIA DE GUTIERREZ, B. Gusano pega pega de los cogollos del frí - jol Epinotia opposita Heinrich (Lepidoptera: Olethreutidae). Instituto Colombiano Agropecuario. Programa Entomología. 1975. 8 p. (no publicado).

2. _____. Estudios sobre ciclo de vida y hábitos de Scaphytopius fuliginosus (Osborn). Instituto Colombiano Agropecuario. Informe Anual. Programa de Entomología. Palmira. 1979. (no publicado).

3. _____; PULIDO, J. Ciclo de vida y hábitos de Anticarsia gemmatalis, plaga de la soya en el Valle del Cauca. Revista Colombiana de Entomología (Colombia) v.4, no. 1-2, p.3-9. 1978.

4. BODENHEIMER, F.S. Citrus Entomology. S. Gravenhage. Jerusalen. 1951. 663 p.

5. CARBONELL, E.E. Estudio biológico y comportamiento de Elasmopalpus lignosellus Zeller. En caña de azúcar. Saccharum (Perú) v.6, no.1, p.21-40. 1978.

6. CARBONELL, E.E. Morfología del "barrenador menor de la caña de azúcar" Elasmopalpus lignosellus Zeller (Lepidoptera: physitidae). Saccharum (Perú) v.5 no. 1, p. 18-48. 1977.

7. CARRILLO, J.L. Evaluación de daños causados por insectos defoliadores en el cultivo de soya, mediante daños simulados. Guayaquil, Facultad de Agronomía y Veterinaria, 1974. 58 p. (Tesis Ing. Agr.).

8. DAUGHERTY, D.M.; NEUSTADT, M.H.; GEHRKE, C.W., CAVANAH, L.E.; WILLIAMS, L.F.; GREEN, D.E. An evaluation of damage to soybeans by brown and green stink bugs. Journal of economic Entomology (Estados Unidos) v.47, p. 7190722. 1964.

9. DEITZ, L.; FAN DUYN, J.; BRADLEY, J.; RABB, L.; BROOMS, M.; STINNER, R. A guide to the identification and biology of soybean Arthropods in North Carolina. North Carolina Agricultural Experiment Station. Tech. bul. No. 238. 1976. 264 p.

10. GARCIA, R.F. Plagas de la soya. En Instituto Colombiano Agropecuario ICA. El cultivo de la soya en Colombia. Compendio No. 6, 1975. p. 32-44.

11. GARCIA, R.F.; ZENNER DE POLANIA, I. Guía general de manejo de plantas en los cultivos de soya y fríjol en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario. Código No. 00-6-049-79. Bogotá, 1979. 36 p.

12. GOMEZ, L.A.; SCHOONHOVEN, A. V. Oviposición del Empoasca kraemeri en fríjol y evaluación del parasitismo por Anagrus sp. Revista Colombiana de Entomología (Colombia) v.3, no. 1-2, p.29-38. 1977.

13. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Guía para el control de plagas. 3a. Ed. Manual de Asistencia Técnica No. 1. Bogotá, 1975. 174 p.

14. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Estudios sobre el amachamiento de las leguminosas frijol y soya, en el Valle del Cauca. ICA. Regional 5. Palmira, 1977. 49 p. (mimeografiado).

15. INSTITUTO DE REFORMA Y PROMOCION AGRARIA. Plagas del frijol y su control quimico. Boletin Técnico No. 69. Perú, 1967. 27 p.

16. IRWIN, M.E. Insectos de la soya en el Perú. Programa Internacio - nal de la soya (INTWOY). Universidad de Illinois. s.f. (mecanografiado).

17. ISELY, D. The biology of the bean leaf. beetle. En: International Soybean Program. Selected liberature of soybean Entomology. G. Godfrey. Serie No. 1. University of Illinois, INTSOY, 1977. p. 89-105.

18. KEEVER, D.W.; BRADLEY Jr. J.R.; GANYARD, M.C. Effect of diflubenzuron (dimilin) en selected beneficial arthropods in cotton fields. environmental Entomology (Estados Unidos) v.6, no. 5, p.732-736. 1977.

19. KOBAYASHI, Y. Insect pest of soybean in Japan and their control. PANS (Inglaterra) v. 22, no. 3. p.336-349. 1976.

20. KOGAN, M. Soybean disease and insect pest management. En: R.M. Goodman (ed). Expanding the use of soybean a conference for Asia and Oceania. Chiang mai, Tailandia, University of Illinois at Urbana Champaigh. INTSOY. publ. no. 10, 1976. p. 114-121.

21. _____; TURNIPSEED, S.G.; SHEPARD, M.; DE OLIVEIRA, E.B.; BORGO, A. Pilot insect pest management program for soybean in southern Brasil. Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v. 70, no.5. p.659-663, 1977.

22. LIMA, C.A. Da. Insectos do Brasil. Lepidopteros. Escola Nacional de Agronomia. 1949. 420 p. (Serie Didactica No. 8).

23. MARIN, H.C.; ALVAREZ, A.; POSADA, L. Guía general de manejo de plagas en el cultivo de algodón en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario. 2a. Ed. Bogotá, 1979. 54 p.

24. MARIN, O. La mosca blanca o mosca prieta, una nueva plaga del algodonero en el Departamento del Tolima. Instituto de Fomento Algodonero, s.f. 2 p. (mimeografiado).

25. MINER, F.D. Biology and control of stink bugs on soybeans. En: International Soybean Program. Selected literature of soybean Entomology. G. Godfrey. serie no. 1 University of Illinois, INTSOY, 1977. p.107-1-4.

26. PIEDRAHITA, C.J. Biología de Tetranychus desertorum y pruebas de resistencia de siete variedades de fríjol a su ataque. Revista Colombiana de Entomología (Colombia) v.2, no.1, p.31-36. 1976.

27. POSADA, L.; GARCIA, F. Lista de predatores, parásitos y patógenos de insectos registrados en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín Técnico No. 41. Bogotá, 1976. 90 p.

28. _____; ZENNER DE POLANIA, I.; SANABRIA DE AREVALO, I.; SALDARRIAGA, A.; GARCIA, F.; CARDENAS, R. Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín Técnico No. 43. Bogotá, 1976. 484 p.

29. PULIDO, J. Estudio sobre la cría masiva de Euplectrus n.s.p. cerca comstocki parásito de Anticarsia gemmatalis. Revista Colombiana de Entomología (Colombia) v.4, no.1-2, p.11-18. 1978.

30. _____; LOPEZ DE PULIDO, C.; CARDONA, C. Biología y algunas plantas hospedantes del cucarroncito de las hojas Diabrotica balteata LeConte (Coleoptera:Chrysomelidae). Palmira, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 1973. 50 p. (Tesis Ing. Agr.).

31. RENDON, F.; CARDONA, C.; REVELO, R. Plagas del algodonero y su control. Bogotá, Federación Nacional de Algodoneros. 1977. p.23-32. Separata de: El Algodonero. Bogotá, Federación Nacional de Algodoneros, 1977. IX V. (Federación Nacional de Algodoneros Nc. 107).

32. RIZZO, H. Enemigos animales del cultivo de la soja. En: International soybean Program. Selected literature of soybean Entomology, G. Godfrey. Serie No. 1. Universit of illinois, INTSOY, 1977. p.12-22.

33. SALDARRIAGA, A.; TROCHEZ, A.; CARDENAS, R. Conozca el perforador de la soya. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Hoja divulgativa No. 007. Bogotá, s.f. 2 p.

34. SALINAS, P.J. Presencia de Elasmopalpus lignosellus (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) En los Andes Venezolanos. Agronomía Tropical (Venezuela) v.26, no.2, p.71-76. 1976.

35. SCHOONHOVEN, A. Insectos asociados con el frijol en América Latina. En: Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. Curso Intensivo de adiestramiento en producción de frijol para investigadores en América Latina. CIAT Edición preliminar. CIAT Marzo 23 Abril 28 de 1977. CIAT, 1977. p. 1-59.

36. SCHWARTZ, H.; GALVEZ, G.; SCHOONHOVEN, A. VAN.; HOWELER, R.; GRAHAM, P.; FLOR, C. Problemas de campo en los cultivos de frijol en América Latina. CIAT. 1978. 136 p. (Serie GS-19).

37. SIFUENTES, J.A.; YOUNG, W.R. El gusano peludo Estigmene acrea (Drury): Biologia, hospederos, enemigos naturales y efectividad de algunos insecticidas para su combate en el Valle de Yaqui. Secretaria de Agricultura y Ganaderia. Instituto Nacional de investigaciones Agricolas. Folleto Técnico No. 43. México. 1961. 16 p.

38. SINGH, S.R.; EMDEN, H.F. VAN. Insect pests of grain legumes. Annual Reviews Entomology. 24: 255-278. 1979.

39. TURNIPSEED, S.G. Response of soybean to foliage losses in South Carolina. Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) 65, p.224-229. 1972.

40. VALENCIA, G.D.; RAMAKKA, J.; RAMAKKA, V. Biología y control de daño de la torcaza naquiblanca (Zenaida auriculata) en el Valle del Cauca. Instituto Colombiano Agropecuario. Centro Experimental "Palmira". 1976. 40 p.

41. WALDBAUER, G.P.; KOGAN, M. Sampling for bean leaf beatle eggs: extraction from the soil and location in relation to soybean plants. En: International Soybean Program. Selected literature of soybean Entomology. G. Godfrey. Serie no. 1. University of Illinois, INTSOY, 1977. p.54-59.

42. WILLE T., J.E. Entomología Agrícola del Perú. Ministerio de Agricultura. Lima. 1952. 543 p.

43. YEARGAN, K. Effects of green stink bug damage on yield and quality of soybeans. Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v.70, no 5, p.619-622. 1977.

44. YOUNG, R.; CANDIA, D. Biología y control de la "Doradilla" en el campo de Cotaxtla. Agricultura Técnica en México. (México) v.2, no.3, p.32-33. 1963.

ENFERMEDADES DE LA SOYA

Jorge I. Victoria K. *
Paul Hepperly **

Cuando la soya se introdujo a los Estados Unidos, se consideró que era un cultivo prácticamente libre de enfermedades. En la actualidad sería imposible obtener rendimientos altos si no se controlan los agentes fitopatógenos (bacterias, hongos, virus y nemátodos). La mayor parte del trabajo de los fitomejoradores de soya consiste en identificar fuentes de resistencia y en incorporar la resistencia a plantas con buenas características agronómicas. Cada año, a medida que la producción de la soya se intensifica, es necesario aplicar más pesticidas incluyendo fungicidas y nematicidas.

La soya se considera como el cultivo de mayor incremento en áreas, producción y productividad que ha tenido Colombia en los últimos años. Al incrementarse el área de siembra del cultivo, las enfermedades y su severidad han aumentado en algunas variedades, principalmente en aquellas que no han sufrido un proceso selectivo por parte de instituciones investigadoras. Esto ha ocasionado que muchas de esas variedades perduren muy poco y únicamente subsistan reiteradas siembras aquellas variedades que han sido evaluadas a diferentes enfermedades en distintas épocas.

---

* Fitopatólogo Principal- Programa Nacional de Fitopatología, Instituto Colombiano Agropecuario. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Palmira, Apartado Aéreo 233, Palmira, Colombia.

** Fitopatólogo, INTSOY: Puerto Rico. Departamento de Protección de cultivos. Universidad de Puerto Rico. Recinto Universitario, Mayaguez, Puerto Rico. 00708.

Existen en el mundo más de 100 microorganismos patógenos del cultivo, de los cuales alrededor de unos 35 se pueden considerar como productores de pérdidas de importancia económica. En Colombia, generalmente cada crecimiento del cultivo se observa afectado por 8-10 enfermedades cuya importancia económica depende mucho de las cordiciones ambientales existentes y de las variedades sembradas.

Todos los órganos de las plantas de soya son susceptibles a numerosos patógenos que ocasionan disminuciones en la calidad y/o cantidad de los rendimientos. Las pérdidas dependen de la clase de patógeno causal de la afección, la edad de la planta al momento de la infección, la severidad de la enfermedad en las plantas afectadas y el número de plantas infectadas.

Generalmente las enfermedades de la soya aumentan en rotaciones cortas o cuando no se rota con otros cultivos. En la zona templada, la fluctuación natural de la temperatura reduce drásticamente las poblaciones de hongos, bacterias y nemátodos. En los trópicos las poblaciones se mantienen altas durante todo el año porque las condiciones de alta humedad y temperatura favorecen el desarrollo continuo de los agentes patogénicos de la soya. Además debido a que la soya es originaria de la zona templada, es más susceptible a los patógenos bajo condiciones tropicales por no estar completamente adaptada. Muchas veces en los suelos de los trópicos húmedos hay problemas de fertilidad baja, lo cual predispone a las plantas al ataque de algunos patógenos. Por estas razones el daño causado por patógenos es bastante alto en las áreas tropicales.

El 80% de las enfermedades conocidas de la soya son causadas por hongos. Estos hongos se encuentran en el aire, en el agua, en el suelo, en los insectos y en las semillas. Muchas de las enfermedades importantes de la soya son portadas en las semillas. La evolución de los hongos para transmitirse en las semillas favorece su reproducción y supervivencia. En algunos casos los hongos no afectan la calidad, la germinación ni el rendimiento. En otros casos el desarrollo de hongos daña la semilla o causa pérdidas en el rendimiento. Se ha informado que la

mayoría de los hongos fitopatógenos de la soya son portados en las semillas. Algunas enfermedades importantes de la soya se discuten a continuación:

1. ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS

1.1. PUDRICION POR Phytophthora

La pudrición del tallo y de la raíz de la soya causada por Phytophthora megasperma var. sojae es una enfermedad de gran importancia en los Estados Unidos donde puede causar reducción de rendimiento superior al 50%. El desarrollo de la enfermedad es favorecido por mal drenaje del suelo (15, 21).

El hongo Phytophthora megasperma var sojae es transmitido por el suelo. Como otros hongos primitivos produce micelio sin septas y esporas motiles o zoosporas. Las zoosporas se mueven en el agua hacia las raíces del huésped atraídos por sustancias químicas producidas por estas (quimotaxia). Las zoosporas forman un quiste en la superficie de las raíces y penetran por un tubo germinativo. El saco que produce las zoosporas puede directamente formar tubo germinativo e infectar al huésped. Las temperaturas bajas favorecen la producción de las zoosporas y las altas favorecen germinación directa. Las temperaturas altas favorecen la infección de las raíces. (21).

Además de zoosporas, el hongo también produce esporas sexuales las cuales no son móviles. Estas zoosporas son resistentes y ayudan a la supervivencia del hongo cuando los huéspedes susceptibles no están presentes. Las especies de tomate (Lycopersicum sculentum); Lupinus spp.; alfalfa (Medicago sativa), guisantes (Pisum sativum), frijol común (Phaseolus vulgaris) y tréboles (Trifolium spp.), son otras plantas susceptibles a Phytophthora megasperma var. sojae.

La pudrición de las raíces y el tizón o marchitez de la planta son los síntomas comunes asociados con el daño de Phytophthora megasperma var. sojae en soya. La enfermedad puede afectar a la planta en cualquier

etapa de su desarrollo. El daño se nota en la base del tallo cuando aparece una pudrición blanda y húmeda. Bajo condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad las plantas pueden morir rápidamente. Las plantas jóvenes mueren más rápidamente que las adultas.

Para el movimiento de este hongo se necesita agua libre en suelo. Las áreas bajas encharcadas son sitios primarios de dispersión de la enfermedad. El organismo no tiene mucha capacidad para alimentarse y sobrevivir fuera del hospedante. Sin embargo, las zoosporas permanecen viables por períodos largos en los residuos de plantas infectadas. Temperatura de 25 a 33°C, favorecen la propagación de la enfermedad. Otros hongos que causan pudrición de las raíces y algunas especies de nemátodos fitoparásitos, estimulan el aumento del daño ocasionado por la enfermedad. El método de control utilizado es el uso de variedades resistentes. La presencia de seis o más razas hace este proceso más complicado. La variedad de soya "Tracy" tiene resistencia a todas las razas conocidas. La resistencia está controlada por dos genes y algunos alelos. Las variedades susceptibles varían en tolerancia a esta enfermedad.

La estrategia usada en la actualidad es incorporar tanto resistencia como tolerancia en las variedades comerciales (3). El manejo del suelo que provea buen drenaje ayuda al control de esta enfermedad.

1.2. PUDRICION POR *Pythium*

Es una enfermedad que se presenta en la mayoría de los cultivos donde se siembra soya. Afecta plántulas individuales o zonas pequeñas del cultivo sin llegar a ocasionar pérdidas severas (21).

Diferentes especies de *Pythium* se han registrado como responsables del daño a las semillas, "damping off" de pre y post-emergencia, y pudrición de las raíces. Los síntomas presentados varían con la especie de *Pythium* responsable de la infección. Algunas especies producen daño en el cuello [illegible] de los hipocotilos, o pudrición de su raíz principal. Los tejidos del tallo recién son invadidos se vuelven translúcidos;

3226

FIGURA 1. Varios hongos son los responsables del "damping-off" enfermedad que se presenta cuando hay abundante humedad, especialmente en los suelos pesados. (Tomado de Diseases of Soybeans. Vocacional Agriculture Service y Dept. Plant Pathology, University of Illinois).

FIGURA 2. La producción carbonosa (Macrophomina phaseolina) es muy frecuente al final de los cultivos. Se pueden observar pequeñas protuberancias negras (esclerocios) cuando se levanta la epidermis, las cuales son la forma principal de supervivencia para el siguiente cultivo (Tomado de Diseases of Soybeans. Vocacional Agriculture Service y Dept. Plant Pathology, University of Illinois).

las lesiones un poco más viejas se tornan café y originan una pudrición acuosa. Los tejidos corticales de las raíces son seriamente afectados. Dependiendo de la severidad del ataque y las condiciones ambientales las plántulas pueden morir con el ataque del hongo (16, 21).

Las principales especies asociadas con infecciones en la soya son Pythium aphanidermatum, P. debaryanum, P. irregulare, P. myriotylum y P. ultimum (16, 21).

Todas las especies de Pythium son habitantes del suelo y pueden sobrevivir como saprófitas, colonizando los residuos de cosecha. Las temperaturas entre 10-15°C favorecen el ataque de P. ultimum y P. debaryanum, en cambio la temperatura óptima para P. aphanidermatum es entre 25-36°C. El ataque de todas las especies es favorecido por altas humedades en el suelo (16, 21).

Las principales prácticas de control consisten en tratar la semilla con un fungicida a base de Thiram y Captan; sembrar semilla con un 85% o más de germinación. Proporcionar buenos drenajes a los suelos de siembra.

1.3. PUDRICION CARBONOSA

El hongo causal presenta una amplia distribución en los diferentes países productores de soya.

Las plántulas infectadas presentan decoloraciones café-rojizo al momento de emerger al hipocotilo. Si la infección ocurre a través de las raíces, la decoloración se observa a partir de la línea del suelo y superior. El área descolorida se vuelve café oscura a negra y las plántulas infectadas pueden morir dependiendo las condiciones ambientales secas y cálidas existentes. En las plantas adultas se presenta una decoloración café claro en el tejido sub-epidermal en la parte basal del tallo. En casos más avanzados las hojas se vuelven amarillas, marchitas y permanecen unidas a la planta. Cuando se levanta la epidermis se pueden observar pequeños cuerpos negros, denominados esclerocios.

El agente causal es Macrophomina phaseolina. Los esclerocios de M. phaseolina sobreviven en el suelo o en residuos de cosecha en suelos secos durante mucho tiempo; por el contrario, en suelos húmedos, no pueden sobrevivir por más de 7 - 8 semanas y el micelio no más de 7 días. La enfermedad se presenta principalmente a temperaturas de 28-35°C.

En caso de severas infecciones, la incidencia se puede disminuir mediante rotación de cultivos. Fertilizar la soya para promover un crecimiento vigoroso de las plantas. En los casos donde sea posible irrigar con frecuencia se debe hacer para mantener un alto contenido de humedad.

1.4. RHIZOCTONIASIS

Enfermedad registrada en todas las regiones productoras de soya del mundo. En algunas oportunidades puede ocasionar serias pérdidas en la producción, las cuales pueden ascender hasta un 50% (22).

Las pudriciones del tallo y raíces pueden ocurrir en cualquier momento durante periodos prolongados de humedad, sin embargo, prevalece en el estado de plántula. Generalmente, todas aquellas condiciones desfavorables para la planta son favorables para el agente causal. Los síntomas típicos se presentan en la base del tallo, y raíces en la forma de lesiones café-rojizo en la capa cortical. Estas lesiones se hunden un poco, formando un chancro café-rojizo el cual estrangula el tallo. Estos chancros son generalmente localizados y los cuales bajo condiciones favorables, se pueden extender y ocasionar serios daños en el tallo o sistema de raíces y la planta finalmente morir (20, 21).

El agente causal es Rhizoctonia solani, el cual ataca preferencialmente en suelos pesados. La temperatura óptima para incidencia de la enfermedad oscila entre 25 a 29°C. Este organismo es un habitante natural del suelo y excelente saprófico (20).

La incidencia de la enfermedad se puede disminuir mediante una buena protección de la semilla con productos a base de Thiram o Captan, y

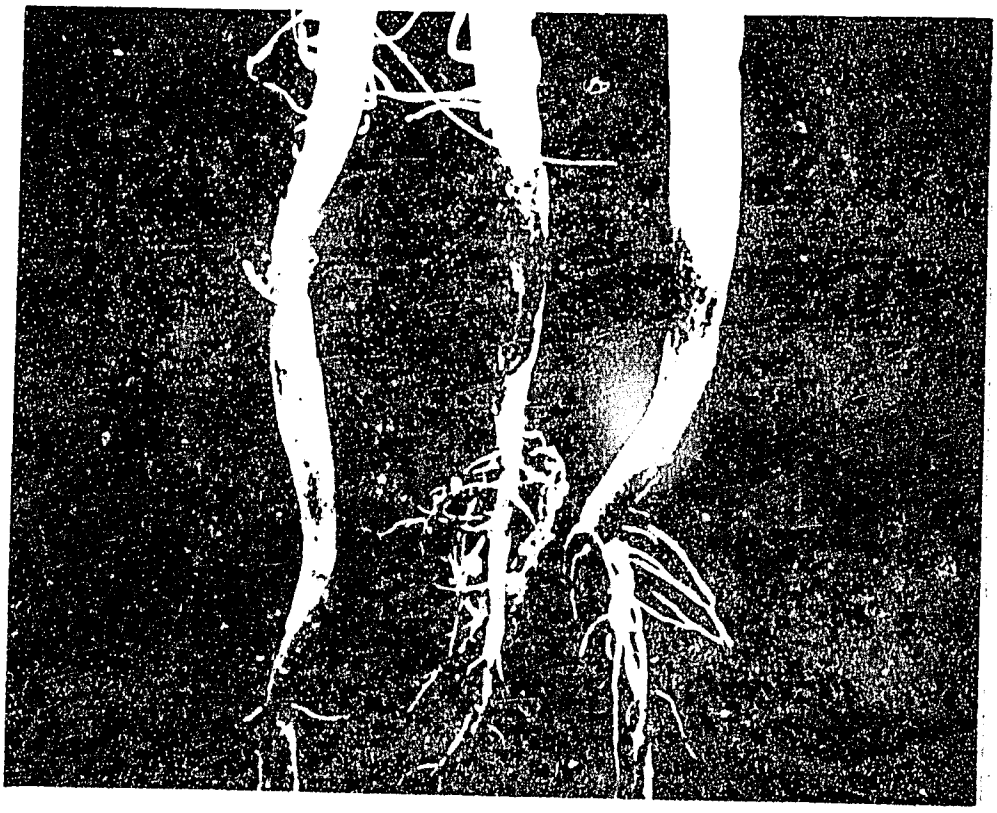


FIGURA 3. Rhizoctonia solani, es uno de los hongos que afecta las plántulas principalmente cuando hay abundante humedad y alta temperatura. El tejido afectado es hundido y rojizo. (Tomado de Diseases of Soybeans. Vocacional Agriculture Service y Dept. Plant Pathology, University of Illinois).

proporcionando buenos drenajes a los suelos de siembra.

1.5. PUDRICION POR SCLEROTINIA

Enfermedad de poca importancia económica que se presenta tan solo esporádicamente en algunas áreas productoras de soya de Brasil, Canadá, Hungría e India (5).

El hongo es un habitante del suelo, el cual produce "damping off" de pre y post-emergencia en las plántulas de soya. Las plántulas que logran emerger, desarrollan pudriciones acuosas del hipocotilo y cotiledones, además de lesiones café-rojizas en algunas variedades. Las plantas adultas pueden ser infectadas en casos de condiciones ambientales muy húmedas. Se puede presentar marchitamiento del follaje, así como un desarrollo micelial sobre la superficie del tallo cerca al cuello de la raíz, donde se forman esclerocios negros, grandes, redondos e irregulares (5, 21).

El agente causal de la afección es Sclerotinia sclerotiorum, hongo que sobrevive en el suelo por grandes periodos, en la forma de esclerocios o colonizando materiales orgánicos (21).

El control de esta enfermedad es bastante difícil por la resistencia presentada por el hongo a la acción de los diferentes fungicidas existentes. Se recomienda no efectuar rotación con cultivos de leguminosas.

1.6. PUDRICIONES POR FUSARIUM

Enfermedad presente en la mayoría de las áreas cultivadas de soya del mundo. Se considera una afección potencialmente importante por la capacidad de destruir poblaciones en más de un 60% (21).

Existen numerosos síntomas, dependiendo de la especie causal de la infección. Por ejemplo, a) puede presentarse una decoloración café o negra del sistema vascular de los tallos y raíces, acompañado de una clorosis del follaje, y algunas de las hojas pueden desprenderse. Estos

síntomas principalmente ocurren, en plantas adultas; b) se puede presentar pudrición de las raíces únicamente en plántulas o plantas jóvenes. Los cotiledones de las plántulas afectadas son por lo general cloróticas y posteriormente necróticas. La raíz principal y resto de de raíces son seriamente afectadas. Generalmente el patógeno está confinado a la corteza pero puede extenderse a otras áreas; c) el tercer tipo de síntoma se puede presentar en plántulas emergiendo, las cuales presentan lesiones hundidas, húmedas, y de color crema, principalmente sobre los cotiledones e hipocotilos. En los tres casos se puede originar infección de las vainas y resultar transmisión por semilla del patógeno (7, 9, 21).

Las diferentes especies de Fusarium responsables de la infección son Fusarium oxysporum f. sp. tracheiphilum, F. oxysporum f. sp. vasinfectum, F. oxysporum f.sp. glycines y F. semitectum (7, 9,21).

Las especies de Fusarium son habitantes naturales del suelo que colonizan una gran variedad de residuos de plantas y sobreviven mediante la producción de clamidosporas o micelio en colonización (21).

Existen algunas variedades resistentes a las especies de Fusarium. Sembrar semilla de excelente calidad, en suelos bien drenados.

1.7. PUDRICION PARDA DEL TALLO

Aunque la pudrición parda del tallo ocurre en todas las regiones productoras de la soya del mundo, el daño no es muy grande excepto en áreas donde se ha producido soya por muchos años. En las áreas productoras del suroeste y centro de los Estados Unidos, esta enfermedad es bastante importante. Las pérdidas de rendimiento en campos con altas incidencias de la pudrición parda del tallo pueden llegar a 25%. La reducción en rendimiento es causada por disminución en el número y en el peso de las semillas y por aumento del daño de las plantas (1, 21).

La pudrición parda del tallo es causada por el hongo Phialophora gregata. Este hongo produce una cantidad abundante de esporas hialinas en conidioforos que se diferencian poco del micelio. Se forma una masa de

esporas en los ápices de los conidióforos que dan la apariencia de una gota de agua. El hongo crece lentamente en medios artificiales y forma una colonia con la apariencia de una masa moldeable. No hay información de otros hospedantes para Phialophora gregata.

Los síntomas de la enfermedad aparecen durante la formación de las vainas y son más intensos y frecuentes en la época de maduración de la planta.

La médula del tallo presenta decoloraciones pardo-rojizas las cuales pueden observarse al cortar longitudinalmente los tallos. Los síntomas aparecen primero en las partes basales de las plantas y al final, toda la planta se marchita. Los síntomas de las hojas son similares a los producidos por la deficiencia de agua y los tejidos intervenales mueren sin que las venas muestren daño.

Phiolophora gregata penetra por las raíces y se distribuye por el xilema. La obstrucción de los vasos es en parte responsable por el desarrollo de los síntomas típicos. La población del patógeno aumenta con la presencia de residuos de cosecha infestados en el suelo y también por reproducción dentro del sistema vascular en plantas vivas. La penetración del hongo ocurre a través de las raíces secundarias. Las plantas infectadas por el virus que causa el mosaico de la soya (SMV) son menos susceptibles a la pudrición parda del tallo que las plantas que no tienen el virus.

La pudrición parda del tallo se controla por rotación de soya con otros cultivos. Variedades que maduran temprano por lo general presentan menos pérdidas, pero el rendimiento potencial de estas variedades es inferior al de variedades de maduración tardía. Se han identificado fuentes de resistencia a esta enfermedad, pero aún no hay variedades con estas características (10).

1.8. TIZON DE LAS VAINAS Y TALLOS

El tizón de las vainas y los tallos, causado por el hongo Phomopsis

327

FIGURA 4. El tizón de las vainas (Diaporthe phaseolorum var. sojae) es una de las más serias enfermedades de la soya. Picnidios negros se observan en las vainas infectadas. (Tomado de Diseases of Soybeans. Vocacional Agriculture Service y Dept. Plant Pathology, University of Illinois).

sojae; es una de las enfermedades más comunes de la soya en el mundo.

Durante periodos de humedadque retrasan la cosecha, este hongo causa reducción severa al tamaño y la germinación de las semillas. Las semillas infectadas adquieren mala apariencia lo cual reduce el precio que reciben los agricultores. El uso de estas semillas reduce la calidad del aceite y de la harina, esta última si se utiliza para alimentar pollos, puede causar daños al hígado. El hongo se caracteriza por la producción de picnidios negros. Estas fructificaciones aparecen como puntitos negros en la planta infectada y dentro de ellas se producen esporas asexuales de dos tipos. Una de forma ovalada y otras alargadas y finas. Solamente las esporas de forma ovalada pueden germinar e infectar al huesped. El arreglo de los picnidios es linear en los tallos y disperso en las vainas (2, 21).

Además de soya, el hongo infecta fríjol común (Phaseolus vulgaris) caupí (Vigna unguiculata), maní (Arachis hypogea); Strophostyles spp., pimentón (Capsicum frutescens), tomate (Lycopersicum sculentum), Lupinus spp., okra (Hibiscus esculentus), Allium spp. y muchas otras plantas.

Los síntomas de la enfermedad se desarrollan tanto en plántulas, como en plantas adultas y aparecen en semillas, hojas, pedicelos, tallos y vainas. Las semillas infectadas se agrietan y arrugan y pueden presentarse decoloraciones y estar cubiertas de micelio blanco. Las semillas infectadas pueden no presentar síntomas visibles pero al germinar se desarrollan infecciones superficiales las cuales causan quemazón de las plántulas. Las lesiones de los cotiledones son primero cloróticas, más tarde pardo rojizas y finalmente pardo oscuras. La podredumbre del tallo cerca del suelo puede causar desintegración de las plántulas. Si la plántula sobrevive por dos semanas, los síntomas pueden desaparecer.

La enfermedad se controla por medio de varias prácticas de manejo de las cuales la cosecha oportuna es una de las mejores. Para agricultores que producen soya para semilla, se recomienda el uso de fungicidas durante la época de formación de vainas. Hasta ahora hay pocas variedades

comerciales con alto nivel de resistencia, que puedan recomendarse para áreas donde este hongo es problemático (11).

1.9. PUDRICION POR SCLEROTIUM

Enfermedad de amplia distribución mundial pero que no causa pérdidas económicas.

Existe gran variedad de síntomas tales como "damping off" de pre y post-emergencia, pudrición de la parte basal del tallo, y manchas en las hojas. En la superficie de las plántulas y tallos se puede producir un crecimiento algodonoso micelial del agente causal, ocasionando la muerte de las plantas. El hongo produce de manera abundante esclerocios café-rojizos, pardos o negros asociados con el micelio sobre la superficie de la planta (21).

El agente causal es Sclerotium rolfsii cuyos ataques más severos ocurren en suelos arenosos. El hongo sobrevive en la forma de esclerocios y puede crecer saprofíticamente en el suelo, colonizando materia orgánica en descomposición (21).

La mayoría de las variedades comerciales presentan un poco de resistencia a esta enfermedad. Se recomienda hacer rotación con cultivos no susceptibles.

1.10. MANCHA PURPURA DE LA SEMILLA

Una de las enfermedades más obvias de las semillas es la mancha púrpura de la soya causada por el hongo Cercospora kikuchii. Esta enfermedad es común en muchas áreas productoras de la soya y reduce notablemente la calidad de la semilla restringiendo su uso en ciertos tipos de alimentos. La enfermedad no afecta la calidad de los productos comúnmente utilizados de la soya (aceite y torta) con los métodos que corrientemente se utilizan para su extracción en los Estados Unidos. La infección de las semillas causa producción de plántulas débiles aunque por lo general no disminuye notablemente la germinación. La infección de las hojas se

cree que no afecta el rendimiento.

El agente causal de la mancha púrpura produce conidióforos y conidias características en las diferentes partes de la planta pero no reesporula bien en el laboratorio en los medios de cultivos artificiales. El hongo produce conidióforos de color negro en grupos pequeños. Las conidias son hialinas y filiformes, usualmente tienen de 3 a 8 septas, pero pueden tener hasta 20.

Otros hospedantes del hongo son el fríjol común (Phaseolus vulgaris), caupí (Vigna unguiculata y guar (Cyamopsis tetragonoloba).

La producción de las semillas decoloradas y púrpuras es la característica más obvia de esta enfermedad. Algunas otras especies de Cercospora causan el mismo síntoma pero no son tan comunes como C. kikuchii. Las manchas foliares son circulares o irregulares, con el centro de color gris y un borde violeta. Frecuentemente las lesiones se encuentran en el margen de la hoja y generalmente no exceden de 1 cm de diámetro.

También se encuentran manchas rojizas pequeñas en tallos y vainas.

Las conidias de C. kikuchii son dispersadas por el viento y el desarrollo de la infección depende de la presencia de una película de agua sobre tejidos susceptibles. El hongo produce un tubo de infección el cual penetra a los tejidos por los estomas. La infección de las semillas comienza durante la floración y la duración del período de floración es crítica. Condiciones que prolongan el período de floración están asociadas con un aumento en el grado de infección; una de estas condiciones es la infección por el virus la mancha de anillo del tabaco (TRSV). Las variedades con período de floración largo son más susceptibles.

Las semillas y los tejidos muertos de plantas infectadas se constituyen en las principales fuentes de inóculo primario.

Las variedades de la soya difieren en cuanto a susceptibilidad a esta enfermedad. Las variedades de maduración rápida presentan menor proporción de semillas infectadas. Aún no se conoce otros mecanismos de

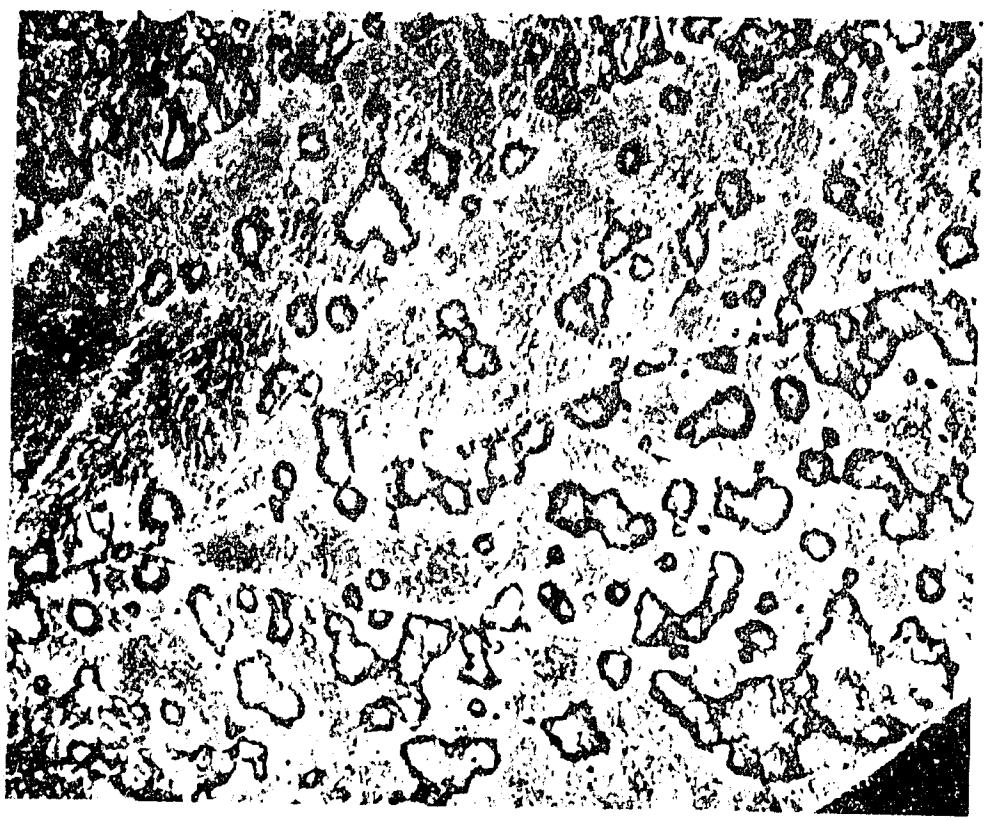


FIGURA 5. La enfermedad ojo de rana (Cercospora sojina) se caracteriza por lesiones café claro rodeadas por halos rojizos. (Tomado de Diseases of Soybeans. Vocacional Agriculture Service y Dept. Plant Pathology, University of Illinois).

resistencia.

Las aspersiones con fungicidas durante la maduración de las vainas y semillas pueden controlar la infección de la semilla. El tratamiento de las semillas con fungicidas ayuda a la germinación y la emergencia de semillas infectadas con C. kikuchii. Se han disminuido infecciones de las semillas cuando estas son tratádas con Thiram y Benomil.

1.11. MANCHA OJO DE RANA

Es una enfermedad de distribución mundial que produce pérdidas del 15% en las variedades susceptibles.

La enfermedad se presenta principalmente en el follaje, pero puede ocurrir en el tallo, vainas y semillas. Los primeros síntomas consisten en manchas diminutas café rojizas, circulares a angulares en el haz de las hojas. A medida que las lesiones aumentan de tamaño y edad, su parte central se vuelve gris - oliva o gris - ceniza, rodeada por un borde café - rojizo oscuro. No existe zona clorótica rodeando las lesiones. En el envés de la hoja las lesiones son grises o café oscuras. Se pueden originar grandes cantidades de conidioforos en el centro de las lesiones y envés de las hojas (21).

El agente causal es el hongo Cercospora sojina el cual sobrevive en semilla y residuos de soya. La semilla infectada disminuye su germinación levemente, o producen plántulas débiles y raquíticas con lesiones en los cotiledones (21).

La enfermedad se controla con la siembra de variedades resistentes, semilla libre del patógeno y rotación de cultivo con plantas no susceptibles.

1.12. MILDEO VELLOSO

Es una enfermedad de distribución mundial, sin embargo en muy pocas oportunidades produce pérdidas económicas.

El mildeo velloso se presenta en la forma de manchas de color verde pálido o amarillas en las hojas. Estas lesiones aumentan de tamaño y forma, dependiendo de la edad de la hoja. Posteriormente las lesiones se vuelven café-grisáceas a oscuras con las márgenes verde amarillentas. En el envés de las hojas, especialmente durante las épocas húmedas, las lesiones aparecen cubiertas con conidióforos grisáceos o púrpura pálido, lo cual permite diferenciar la enfermedad de otras afecciones. Las vainas se pueden infectar y no observarse externamente ningún síntoma, sin embargo el interior y la cubierta de la semilla puede ser invadida por una masa blancuzca de micelio y oosporas. La siembra de semilla infectada puede producir plántulas infectadas sistémicamente (21).

El organismo causal es Peronospora manshurica, organismo que sobrevive en el tejido infectado de hojas y semillas en la forma de oosporas. La enfermedad es favorecida por una alta humedad relativa y temperaturas entre 20 a 22°C (21).

La semilla puede mejorar su emergencia mediante su tratamiento con fungicidas, eliminándose la producción de plántulas infectadas sistémicamente. Se recomienda de preferencia la siembra de variedades resistentes, así como la rotación de cultivos.

1.13. ANTRACNOSIS

La antracnosis es una enfermedad observada en todas las principales áreas productoras de soya del mundo. En las regiones tropicales puede ocasionar considerables disminuciones en la población total, calidad de la semilla y rendimientos (21).

Las plantas de soya, son susceptibles en todos los estados de desarrollo. En el tallo y vainas los síntomas consisten en lesiones pardas e irregulares, sin embargo en ocasiones estos órganos y hojas pueden estar infectados sin que se presenten síntomas externos. En estados avanzados las lesiones se pueden cubrir con cuerpos fructíferos negros (acervulos). La enfermedad se presenta preferencialmente en plantas adultas y en muy

pocos casos puede ocasionar pérdidas económicas (17, 21).

La antracnosis es causada por dos organismos que producen síntomas similares: a) Colletotrichum dematium y b) Glomerella glycines. Ambos organismos sobreviven en la forma de micelio en residuos de cosecha infectados o en semilla infectada. El micelio se puede establecer dentro de plántulas infectadas sin que se desarrollen síntomas hasta que la planta empiece a madurar (17, 21).

Las medidas de control consisten en la siembra de semilla libre del patógeno. Tratamiento de la semilla con productos químicos y aplicaciones foliares de Benomyl.

1.14. ROYA

La enfermedad se encuentra ampliamente distribuída en diferentes países productores de soya, sin embargo, no se ha registrado en Colombia. Se han determinado pérdidas que ascienden al 10-50% (21).

Los síntomas consisten en manchas cloróticas a café grisáceas en las hojas primarias de las plántulas. Las pústulas en las lesiones aumentan de tamaño y se rompen para provocar la salida de masas de esporas polvosas. Las pústulas se pueden presentar en ambas superficies, así como también en los peciolos y pequeñas porciones del tallo. La roya puede producir ura defoliación prematura y disminuir el tamaño de las vainas, número de semillas y peso (18, 21).

El hongo Phakopsora pachyrkizi es el agente causal de la afección. La temperatura de 20°C y humedad sobre las hojas por mínimo seis horas es un ambiente favorable para la infección. Generaciones de uredosporas se producen cada 10 horas y éstas pueden permanecer viables por 40 a 60 días. (18, 21).

No existen medidas satisfactorias de control, aunque se ha registrado con relativo éxito la aplicación de Maneb.

1.15. MANCHA CONCENTRICA

La mancha concéntrica producida por Corynespora cassicola puede causar daños a la soya en muchas áreas productoras. El daño de esta enfermedad es más importante en los climas tropicales y subtropicales. Se han registrado pérdidas de rendimiento de soya entre 18 a 31% en Missisippi. La alta humedad estimula el daño causado por Corynespora cassicola. En el sur de los Estados Unidos se utilizan en la actualidad variedades de alta resistencia y tolerancia a esta enfermedad y por esta razón las pérdidas se han reducido a un mínimo (4, 21).

El rango de hospedantes de Corynespora cassicola es bastante amplio e incluye yuca (Manihot utilissima), ricino (Ricinus communis), algodón (Gossypium hirsutum), caupí (Vigna unguiculata), pepinillos (Cucumis sativa), fríjol terciopelo (Macuna deeringianum), fríjol común (Phaseolus vulgaris), lupinus (Lupinios spp.), guar (Cyamopsis tetragonoba), okra (Hibiscus esculentus), papaya (Carica papaya), pimiento (Capiscum frutescens), caucho (Hevea braziliensis), ajonjolí (Sesamum indicum), hedionda (Cassia tora), tomate (Lycopersicum sculentum), abutilon (Abutilon theophrasti), y sandia (Citrullus vulgaris).

El hongo produce conidioforos de color oscuro con ramificaciones. Las conidias son caracteristicamente de color oscuro y constan de 4 a 8 células. Estas conidias son dispersadas por el viento.

Las lesiones de las hoja infectadas por Corynespora cassicola son oscuras en el centro, donde el hongo produce muchas esporas, y más claras en el margen. El hongo infecta además, los tallos, vainas y semillas. Altos niveles de lesiones de las hojas de soya pueden causar una defoliación temprana. Las lesiones de las vainas son circulares y de color púrpura negruzco. El hongo tiene además habilidad saprofítica y puede infectar tejidos muertos de las plantas en el suelo (4, 21).

La mancha concéntrica se controla con el uso de variedades resistentes (21). Parece que hay dos o más razas del hongo lo cual se ha hecho evidente por presentarse diferencias en la fisiología y la patogenicidad.

1.16. MANCHA PARDA

La mancha parda de la soya es causada por el hongo Septoria glycines y es conocido también por el nombre de la mancha de Septoria. La enfermedad usualmente ocurre en las áreas productoras de soya de la zona templada. Ataques severos de esta enfermedad, causan defoliación temprana por lo cual se reduce notablemente el rendimiento (21).

El hongo que causa la mancha parda de la soya es conocido solamente por su fase asexual. Produce las esporas asexuales (conidias) dentro de cuerpos fructíferos llamados picnidios los cuales tienen la apariencia de esferas negras y pequeñas. Los conidios son filiformes y hialinos de 22 x 33 micras aproximadamente y generalmente consta de 3 septas. Las conidias germinan en la superficie de la hoja y penetran a través de los estomas.

La mancha parda de la soya es generalmente una enfermedad del follaje de la planta, pero puede infectar también las semillas, los tallos y las vainas. Las infecciones son más visibles en las plantas próximas a la maduración. Las manchas son de color pardo oscuras y de tamaño muy variable (menos de 4 mm de diámetro). Cuando el nivel de infección es muy alto, las lesiones coalescen y forman áreas necróticas alargadas. En contraste, las manchas bacteriales producen mucha clorosis y defoliación. Los picnidios del hongo no son visibles porque se producen dentro del tejido necrótico. No hay información de otros hospedantes para Septoria glycines (21).

Las conidias del hongo son dispersadas por el agua y el viento. El inóculo primario proviene de residuos de cosecha infestados o de semillas infectadas. Las condiciones húmedas y calientes favorecen el desarrollo de la enfermedad en el campo. Las plantas infectadas se defolian de abajo hacia arriba.

Las prácticas de manejo que reducen la cantidad de inóculo primario reducen las pérdidas causadas por esta enfermedad. Tales prácticas incluyen rotación de cultivos y la preparación del suelo para destruir los

residuos de las plantas. En este momento no hay variedades muy resistentes a esta enfermedad. La aplicación del fungicida benomil en la etapa de desarrollo de las vainas previene la defoliación temprana de las plantas. La economía de estas aspersiones no está bien definida.

1.17. MILDEO POLVORIENTO

El mildeo polvoriento es una enfermedad causada por el hongo (Microsphaera diffusa) está presente en muchas áreas productoras donde causa pérdidas de rendimiento hasta de un 15% en algunas épocas.

El hongo usualmente se encuentra en las formas asexuales. Las conidias casi rectangulares y hialinas se producen en cadena. Las conidias son dispersadas por el viento y pueden germinar e infectar al huesped sin necesidad de agua libre, penetrando las células epidermales directamente. Una vez dentro de ellas produce órganos especiales para alimentarse (haustorios). La infección se encuentra solamente en la capa epidermal. El hongo infecta a otras leguminosas como frijol común (Phaseolus vulgaris), guisantes (Pisum sativum), caupí (Vigna unguiculata), Crotalaria spp., Desmodium spp., Lespedeza spp., Lupinus spp. y otra especie del género Glycines y también a algunos miembros de las familias Caprifoliaceas y Solanaceas.

El hongo produce un polvo blanco en las hojas, los tallos y vainas infectadas. La infección empieza como puntos blancos aislados, los cuales bajo condiciones favorables para el crecimiento del hongo pueden coalescer.

Las condiciones de baja temperatura (22°C) y lluvia escasa favorecen el desarrollo de los síntomas. Las variedades de soya varían en cuanto a su reacción al hongo. Algunas variedades presentan coloraciones amarillas rojizas, otras defolian temprano. Las variedades susceptibles tienen usualmente poca deformación y decoloración. En las variedades que producen manchas cloróticas y que presentan necrosis venal, el hongo se desarrolla poco. Estas variedades se pueden considerar resistentes. La fotosíntesis y la transpiración se reducen notablemente en

las hojas cubiertas por el hongo. El mildeo polvoriento se controla mediante el uso de variedades resistentes. Algunas variedades son susceptibles en el estado de plántulas y resistentes en el estado de planta adulta. Otras variedades son resistentes durante toda la vida de la planta.

2. ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS

2.1. QUEMAZON BACTERIAL

Esta enfermedad bacterial tiene una distribución mundial y es el más común de estos organismos en la soya, especialmente en ambientes fríos y húmedos.

Las lesiones en las hojas son vistosas y se encuentran con frecuencia en el tallo, peciolos y vainas. Generalmente consisten en manchas pequeñas, angulares, translucentes y acuosas, amarillas a café claras. El centro se seca rápidamente, se vuelve café-rojizo oscuro hasta negro y se encuentran rodeadas por un márgen acuoso y bordeadas por un halo verde amarillento. En las vainas las lesiones son primero pequeñas y acuosas, y posteriormente aumentan de tamaño, afectando grandes áreas de las vainas. Posteriormente las lesiones se vuelven café-oscuras (21).

El agente causal es la bacteria Pseudomonas glycinea, la cual sobrevive en residuos de cosecha y en la semilla. Las semillas se pueden infectar a través de las vainas al desarrollarse éstas o durante la época de la cosecha. La enfermedad es favorecida por el clima frio y lluvioso (8).

Para controlar la enfermedad evite la siembra de variedades altamente susceptibles. Siembre semilla libre del patógeno. Haga rotación de cultivos y no efectúe labores mecánicas en el cultivo mientras el follaje se encuentre húmedo.

2.2. PUSTULA BACTERIAL

La pústula bacterial ha sido encontrada en la mayoría de las áreas productoras de soya del mundo. La defoliación prematura del follaje puede ocasionar pérdidas en el rendimiento por disminución en el tamaño y número de semillas (21).

Los primeros síntomas consisten en manchas diminutas, verde pálido con los centros elevados en ambas superficies de la hoja. Las manchas varían de tamaño y pueden formarse grandes áreas afectadas mediante la coalescencia de lesiones. Una severa infección puede provocar una defoliación de la planta. Las lesiones de la pústula bacterial no presentan producción de exudados bacteriales o zonas húmedas (21).

El agente causal es la bacteria Xanthomonas phaseoli var. sojensis, la cual puede sobrevivir en residuos de cosecha, semillas, o en la rizosfera de las raíces del trigo. La pústula bacterial no es afectada por las temperaturas altas (21).

El principal control de la afección consiste en la siembra de variedades resistentes.

3. ENFERMEDADES CAUSADAS POR MICOPLASMAS

3.1. MACHISMO

Es una enfermedad de importancia económica para las areas productoras de soya de Colombia. La afección se registró por primera vez en este país en 1968 y desde entonces su incidencia ha aumentado considerablemente hasta alcanzar en 1978 incidencias de 0.4 - 80% y reducciones en la producción que variaron entre 800 - 1600 Kg/ha. (14).

Los síntomas de la afección se caracterizan principalmente por una prolongación del período vegetativo a cambio del reproductivo en las plantas afectadas, proliferación de yemas, y localización de las vainas a manera de roseta alrededor del tallo principal. en estados iniciales

de afección las vainas son delgadas y curvadas a manera de media luna; en estados avanzados las vainas se deforman y/o transforman en follolos con diferentes estados de corrugación. En algunos casos puede ocurrir filodia, es decir, producción de hojas a cambio de vainas en los sitios florales de plantas severamente afectadas. En las plantas de soya enfermas, el color del tejido se torna verde intenso. En la mayoría de los casos la planta afectada presenta una apariencia de "escoba de bruja" debido a la proliferación de las yemas (12). La enfermedad es causada por un organismo semejante a micoplasma (MLO), cuyo vector es el insecto Scaphytopius fuliginosus, el cual se encuentra en altas poblaciones en los cultivos severamente afectados. Existe la posibilidad de presencia de otros insectos vectores del MLO. El organismo causal puede sobrevivir infectando una gran variedad de plantas hospedantes muchas de ellas malezas presentes en los alrededores de los cultivos de soya. Entre los principales hospedantes se encuentran Phaseolus vulgaris, P. calcaratus, P. angularis, Desmodium intortum, Crotalaria spectabilis, C. juncea y Vinca rosea, los cuales sirven de fuente de inóculo y a su vez son susceptibles al insecto S. fuliginosus (13).

El control de la enfermedad debe ser dirigido a la eliminación del insecto vector mediante las aplicaciones periódicas de insecticidas. Además, se deben eliminar todas las malezas susceptibles y presentes en o en los alrededores del cultivo. No se han encontrado hasta ahora variedades resistentes al machismo.

4. ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS

4.1. VIRUS DEL MOSAICO DE LA SOYA (SMV)

Esta enfermedad viral tiene una distribución mundial y es quizás una de las enfermedades más importantes en todas las áreas productoras de soya. Se han registrado pérdidas hasta de un 93% en los rendimientos (21).

El (SMV) se puede originar en semilla y las semillas al ser sembradas no germinan o producen plántulas enfermas. Las plántulas originadas

339w

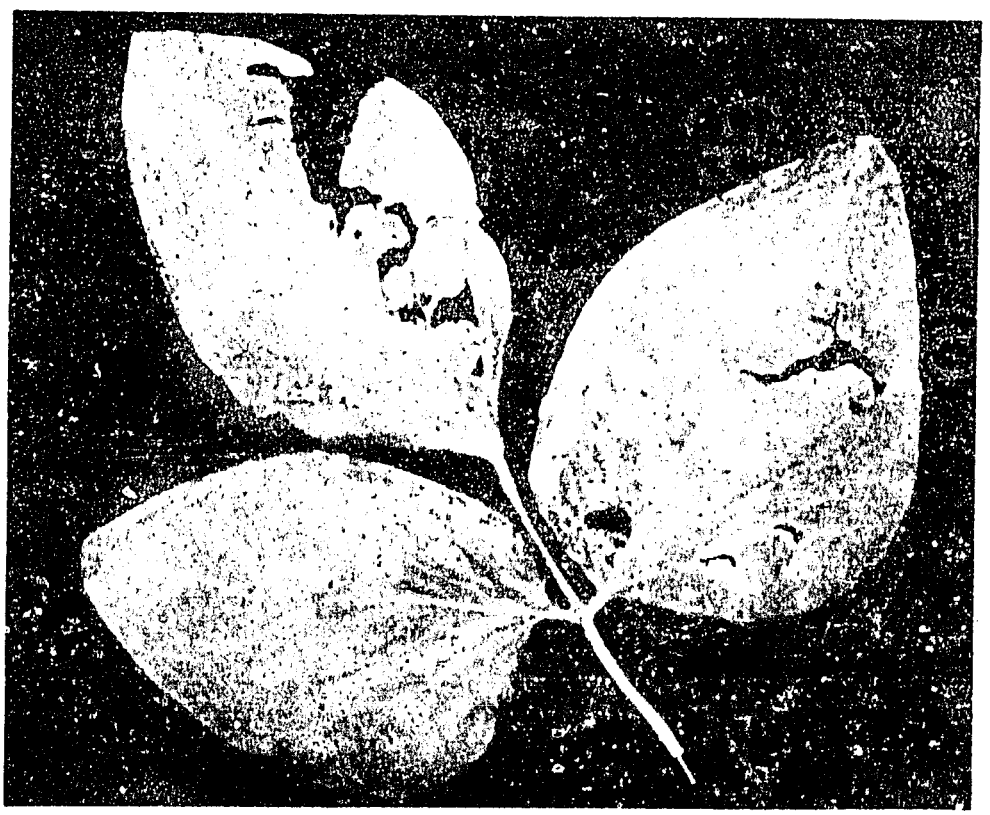


FIGURA 6. La pústula bacterial (Xanthomonas phaseoli pv. sojensi) es una de las enfermedades más comunes y se caracteriza por la ausencia de saturación de tejidos en la área afectada y presencia de una área levantada a manera de pústula. (Tomado de Diseases of Soybeans. Vocacional Agriculture Service y Dept. Plant Pathology, University of Illinois).

FIGURA 7. La quemazón bacterial (Pseudomonas glycines) se caracteriza por lesiones necróticas rodeadas por un halo clorótico. En el envés de la hoja, el tejido afectado presenta exudado bacterial. (Tomado de Diseases of Soybeans. Vocacional Agriculture Service y Dept. Plant Pathology, University of Illinois).

339C

FIGURA 8. Planta afectada por el micoplasma causal del machismo de las leguminosas. Se observa la gran proliferación de las yemas, así como los síntomas de filodia.

FIGURA 9. El virus del mosaico común se caracteriza por presentar hojas moteadas (áreas amarillas alternando con verde oscuro), arrugadas y deformadas. (Tomado de Diseases of Soybeans. Vocacional Agriculture Service y Dept. Plant Pathology, University of Illinois).

de semillas infectadas son muy raquíticas con las hojas unifoliadas encrespadas longitudinalmente y rugosas. Estas hojas se vuelven cloróticas prematuramente y posteriormente las hojas trifoliadas son aún más raquíticas con pecíolos y entrenudos cortos. Los folíolos afectados son generalmente asimétricos y encrespados. Las hojas jóvenes son las que presentan los síntomas más severos (21).

El desarrollo de síntomas depende de la temperatura ambiental. La rugosidad es más severa si las plantas infectadas crecen a temperaturas bajas de 18°C, síntomas que son menos severos a 24-25°C (21).

Los síntomas también se pueden presentar en las vainas, las cuales se vuelven raquíticas, aplanadas con menos pubescencia y más curvadas que las vainas de una planta normal (21).

El SMV presenta una gran cantidad de plantas hospedantes donde se pueden producir lesiones locales, síntomas sistémicos o infección latente.

El SMV puede transmitirse con facilidad mecánicamente; por medio de semilla infectada, en la cual puede sobrevivir por más de dos años; y, eficientemente por medio de diferentes especies de áfidos: *Aphis craccivora*, *A. fabae*, *A. gossypii*, *Macrosiphum pisi*, *M. solani*, etc. (21).

El mejor control de la enfermedad consiste en la siembra de semilla libre de SMV. Mantener los niveles de poblaciones de áfidos en bajas cantidades y eliminar las plantas enfermas que se presenten en el cultivo de soya.

4.2. MOSAICO AMARILLO

El mosaico amarillo es causado por el virus del mosaico amarillo del fríjol (BYMV). Es una enfermedad ampliamente distribuída sin embargo, su importancia económica no ha sido estudiada (6, 21).

Los síntomas iniciales son similares a los del virus del mosaico de la soya. Es muy característico un moteado amarillo de las hojas afectadas.

Las áreas amarillas son localizadas al azar o se presentan en bandas a lo largo de las nervaduras principales. Manchas necróticas se pueden presentar en las zonas amarillas a medida que las hojas maduran. Algunas cepas del BYMV producen un moteado severo y encrespamiento de las hojas (6, 21).

Los síntomas se presentan a los 12 días después de la inoculación a 18°C, siete días a 24°C y cinco días a 29°C; sin embargo, son más severas a temperaturas bajas. El BYMV presenta una gran cantidad de plantas hospedantes; es transmitido con facilidad mecánicamente y por medio de insectos vectores: Aphis fabae, Macrosiphum pisi, Myzus persicae, etc. (6).

Se recomienda la siembra de variedades resistentes y las prácticas aconsejadas para el virus del mosaico de la soya.

5. PATOLOGIA DE SEMILLA DE SOYA

El uso de semillas de alta calidad es una práctica que asegura rendimientos altos y estables. La infección de las semillas por hongos, bacterias y virus es una de las causas más importantes para que se produzcan semillas de baja calidad. Puesto que las semillas son ricas en sustancias nutritivas como proteínas, carbohidratos y grasas, no es sorprendente que se asocie con la semilla una flora abundante de microorganismos. Hay organismos que se especializan para atacar otros tejidos de las plantas, en la misma forma que otros se especializan para atacar la semilla. Los organismos pueden estar presentes en la superficie o dentro de las semillas. Los agentes pueden atacar las semillas con infecciones locales o pueden infectarla sistémicamente. Muchas veces la acción directa de los organismos causan decoloración, baja germinación y cambios en peso y composición química de la semilla.

Usualmente las semillas no muestran síntomas pero mediante pruebas en medios de cultivos que favorecen el desarrollo de los microorganismos se observa crecimiento de los hongos y las bacterias.

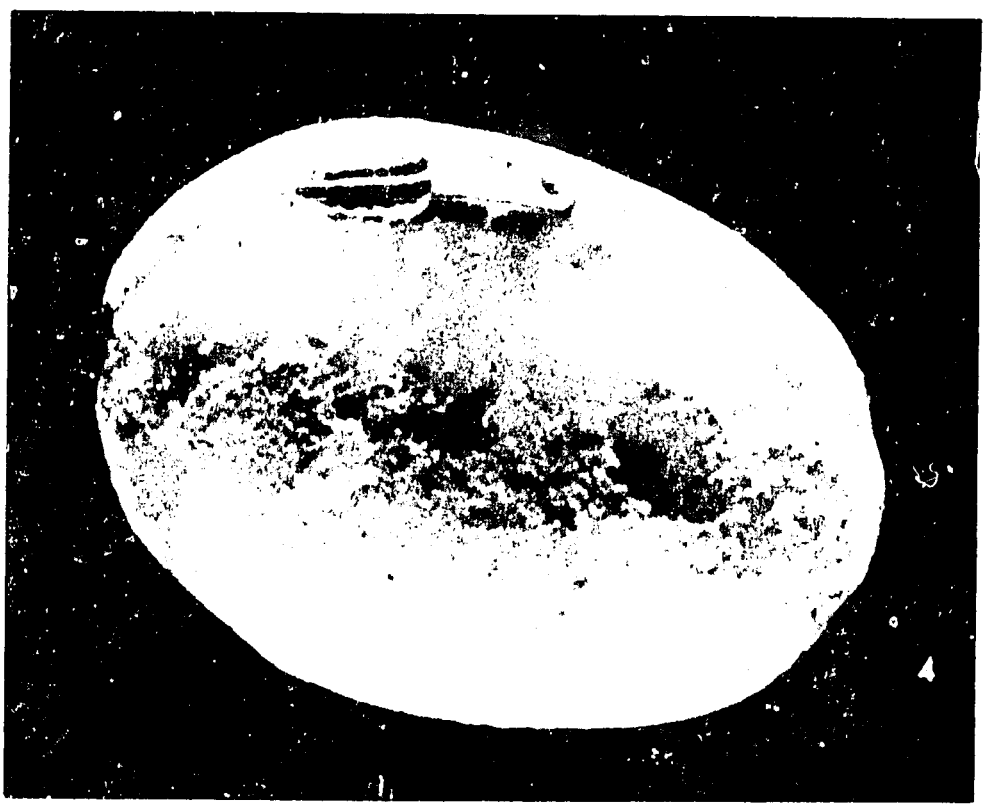


FIGURA 10. Semilla afectada por el mildeo velloso (Peronospora manshurica) puede constituírse en fuente de infección para el siguiente cultivo. (Tomado de Diseases of Soybeans. Vocacional Agriculture Service y Dept. Plant Pathology, University of Illinois).

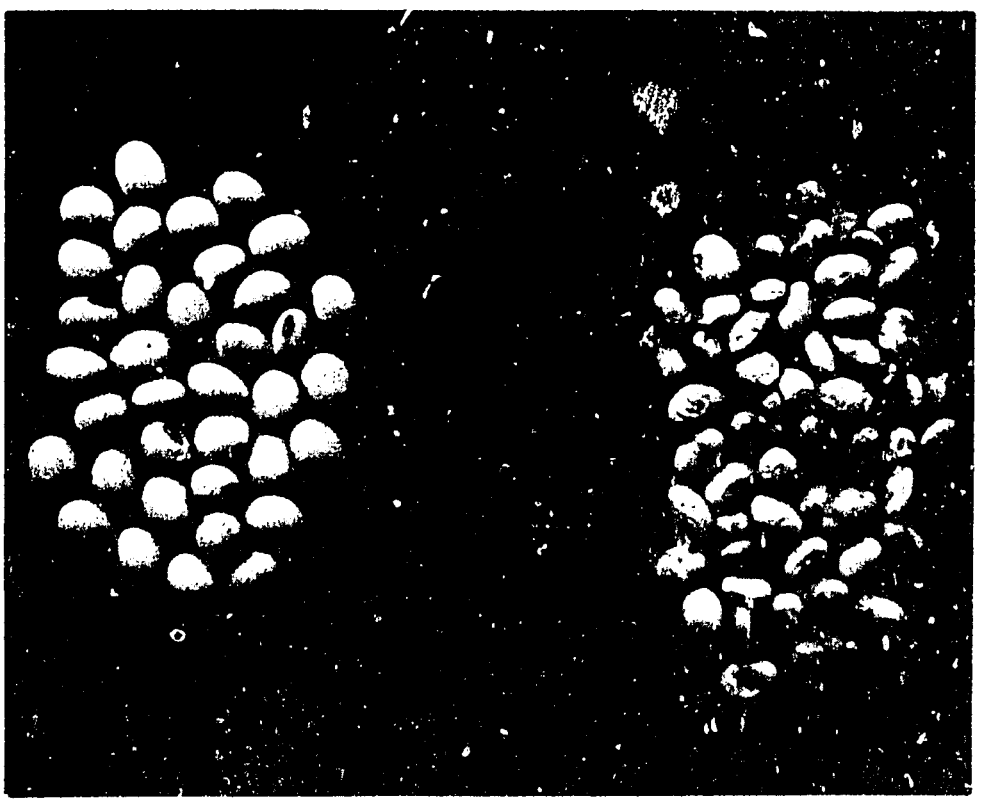


FIGURA 11. Semilla enferma (derecha) no se debe tener en cuenta para siembras porque puede no germinar u originar plantas enfermas las que a su vez se constituyen en fuentes de inóculo. El uso de semilla certificada de alta calidad evitará la introducción de patógenos al cultivo a través de la semilla. (Tomado de Diseases of Soybeans. Vocacional Agricuiture Service y Dept. Plant Pathology. University of Illinois).

Las semillas que están aparentemente sanas pueden transferir agentes fitopatógenos a campos donde antes no existían. Ciertos patógenos pueden llegar a niveles que causan daño económico aún al sembrar lotes de semilla con menos de 1% de las semillas infectadas. La alta eficiencia de las semillas infectadas como fuentes epifitóticas se debe a su distribución al azar en el campo y a la alta probabilidad de infecciones sistémicas de las plántulas originadas de semillas infectadas. Durante el desarrollo de la soya hay tres períodos críticos para que se infecten las semillas, éstas son: el período de maduración y cosecha, el período de almacenamiento de la semilla y finalmente el período preemergencia en el campo. En cada período se presentan organismos dominantes. En semillas hay una verdadera secuencia de colonización y sucesión biológica. Los métodos de control en cada período son también bastante distintos.

Usualmente el agricultor tiene menos influencia sobre los hongos que atacan a las semillas en el campo que sobre las que ocurren durante almacenamiento o en la etapa preemergente. Una de las peores enfermedades portadoras en la semilla del frijol, se controla por la producción y uso de semillas sanas. Las semillas se producen en áreas áridas bajo irrigación por surcos. Cuando es imposible producir semillas en áreas diferentes, se selecciona una época de siembra que permita el desarrollo de las vainas en condiciones de poca lluvia. El uso de fungicidas foliares, variedades resistentes y tratamientos de la semilla son otros de los métodos para manejar los organismos que atacan las semillas en el campo.

El desarrollo de los organismos que degradan las semillas en almacenamiento, depende de la extensión del período de almacenamiento, la temperatura y especialmente de la humedad ambiental.

Los organismos que atacan a las semillas se desarrollan con humedad relativa superior al 60%. Semillas con contenido bajo de humedad pueden sufrir daño por el desarrollo de estos organismos.

Las bajas temperaturas reducen el crecimiento de los organismos y ayudan a la preservación de la viabilidad de la semilla. Sin la actividad

de microorganismos, la calidad de la semilla se reduce con el tiempo. Las condiciones de infestaciones de insectos de almacenamiento pueden pre-disponer a la semilla al daño de los fitopatógenos.

El control de hongos que atacan las semillas antes de la emergencia se efectúa mediante el uso de semillas de alto vigor; el tratamiento de las semillas y la siembra de las semillas en condiciones favorables para su desarrollo. Si se mantienen todas estas condiciones hay poca probabilidad de que ocurran problemas de emergencia en el campo.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALLINGTON, W.B.; CHAMBERLAIN, D.W. Brown stem rot of soybean. Phytopathology, v.38, p. 793-802. 1948.

2. ATHOW, K.L.; CALDWELL, R.M. A comparative study of Diaporthe stem canker and pod and stem blight of soybean. Phytopathology, v. 44, p.319-325. 1954.

3. ATHOW, K.L.; LAVIOLETTE, F.A.; ABNEY, T.S. Reaction of soybean germplasm strains to four physiologic races of Phytophthora megasperma var. sojae. Plant Dis, Rep. v.58, p.789-792. 1974.

4. BOOSALIS, M.G.; HAMILTON, R.I. Root and stem rot of soybean caused by Corynespora cassiicola (Berk. & Curt.) Wei. Plant. Dis. Rep, v.41, p.696-698. 1957

5. CHAMBERLAIN, D.W. Sclerotinia stem rot of soybeans. Plant Dis. Rep. v.35, p.490-491. 1951.

6. CONOVER, R.A. Studies of two viruses causing mosaic diseases of soybean. Phytopathology, v.38, p.724-735. 1948.

7. CROMWELL, R.O. Fusarium blight of the soybean and the relation of various factors to infection. Nebr. Agric. Exp. Stn. Res. Bull. 14. 43 p. 1919.

8. DAFT, G.C.; LEBEN, C. Bacterial blight of soybeans, epidemiology of blight outbreaks. Phytopathology, v.62, p.57-62. 1972.

9. DOUNLEABY, J. Fusarium blight of soybeans. Iowa Acad. Sci. Proc. v.68, p.106-113. 1961.

10. DUNLEABY, J.M.; WEBER, C.R. Control of brown stem rot of soybeans with corn-soybean rotations. Phytopathology, v.57, p.114-117. 1967.

11. ELLIS, M.A.; ILYAS, M.B.; TENNE, F.D.; SINCLAIR, J.B.; PALM, H.L. Effect of foliar aplication of benomyl on internally seed-borne fungi and pod and stem blight in soybean. Plant Dis. Rep, v.58 p.760-763.

12. GRANADA, G.A. Machismo disease of soybeans: 1. Symptomatology and transmission. Plant Dis. Rept. no. 63, p.47. 1979.

13. _____. Machismo disease of soybeans: IV. Host range. Plant. Dis. Rptr. v.63 (In press) 1979.

14. _____; TROCHEZ, A. Incidencia de machismo en soya en el segundo semestre de 1977. Bol. Ascolfi Informa, Palmira, v.4, no.3, p. 2-4. 1978.

15. HILDEBRAND, A.A. A root and stalk rot of soybeans caused by Phytophthora megasperma Drechsler var. sojae var. nov. Can. J. Bot, v.37, p.927-959. 1959.

16. LEHMAN, S.G.; WOLF, F.A. Pythium root rot of soybean. J. Agric. v.33, p.375-380. 1926.

17. _____; WOLF, F.A. Soybean anthracnose. J. Agric. Res, v.33 p.381-390. 1926.

18. MARCHETTI, M.A.; UECKER, F.A.; BROMFIELD, K.R. Uredial development of Phakopsora pachyrhizi on soybeans. Phytopathology, v.65, p. 822-823. 1975.

19. MURAKISHI, H.H. Purple seed stain of soybean. Phytopathology, v. 41, p. 305-318. 1951.

20. PARMETER, J.R. Rhizoctonia solani, biology and pathology, Jr. ed. Univ. California Press. Berkeley, 1970, 155 p.

21. SINCLAIR, J.B.; SHURTTEFF. (Co-eds.). Compendium of soybean diseases. The American Phytopatholocial Society, Inc. Minnesota, U.S. 1975, 69 p.

22. TACHIBANA, H.; JOWETT, D.D. FEHR, W.R. Determination of losses in soybeans caused by Rhizoctonia solani. Phytopathology, v.61, p. 1444-1446. 1971.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR NEMATODOS EN SOYA *

Francia Varón de Agudelo **

La importancia de los nemátodos en el cultivo de la soya parece aumentarse a medida que se extiende el área cultivada en Colombia. Hasta el presente no se han registrado pérdidas apreciables por estos microorganismos, pero es de esperar que en un futuro haya necesidad de adoptar medidas especiales para su control. Las pérdidas en otros países han sido estimadas en un 10% (39). En el cultivo de la soya se ha registrado una gran variedad de nemátodos asociados con las raíces y la rizosfera de éstas entre los cuales se pueden mencionar:

Belonolaimus spp. (15), B. longicaudatus (23, 40), B. gracilis (10), Criconemoides spp. (15, 23), Hoplolaimus galeatus (7, 30), H. columbus (18), H. coronatus (25), Heterodera glycines (3), Meloidogyne spp., M. hapla (4), M. javanica (4), M. incognita (23, 49), M. incognita incognita (13, 49), M. incognita acrita (13), M. nassi (29), M. arenaria (8), Paratylenchus spp. (14, 15), P. projectus (20), Pratylenchus spp. (23, 46, 47), P. alleni (7), P. penetrans (44, 19), P. brachyurus (27), P. hexincisus (51), P. pratensis (25), P. scribneri (19, 11), P. neglectus (19), Helicotylenchus spp. (20, 46, 47), H. dihystera (31, 32, 33), H. pseudorobustus (20, 30), H. erythrinae (25), H. nannus (25), H. microlobus (43), Rotylenchus spp., R. elisensis (9),

---

* Contribución del Programa de Fitopatología del C.E. Palmira.

** Ing. Agr., M.Sc. Programa de Fitopatología ICA. Apartado Aéreo 233 Palmira.

Rotilenchulus reniformis (38, 5, 46, 7), Trichodorus spp. (15), T. christie (35), Tylenchorhynchus spp. (14, 15, 23, 46, 47), T. nudus (30), T. claytoni (31), T. acutus (20), Tylenchus spp. (31), Xiphinema spp. (14, 15), X. americanum (31), X. chambersi (39), X. diversicaudatum (41), Metaphelenchus sp. (21), Neotylenchus sp. (21), Nothotylenchus sp. (21), Pseudhalenchus minutus (21), Psilenchus spp. (39), Hemicycliophora sp. (39).

Entre los nemátodos más importantes tenemos:

1. NEMATODO DEL NUDO RADICAL: Meloidogyne spp.

Por su amplio rango de hospedantes y su gran distribución en el mundo es considerado uno de los más importantes nemátodos fitoparásitos. En Colombia y especialmente en el Valle del Cauca se han encontrado algunos cultivos de soya afectados por Meloidogyne spp.

En Florida (USA) han registrado pérdidas en materiales susceptibles de 30 a 90%. La alta incidencia del nemátodo reduce la formación de los nódulos de Rhizobium e incrementa la susceptibilidad a patógenos vasculares (45).

1.1. SINTOMATOLOGIA

Las plantas infectadas pueden mostrar varios grados de enanismo amarillento y tendencia a marchitarse bajo condiciones de poca humedad o en suelos secos. La enfermedad puede ser identificada por la presencia de nudosidades o agallas de tamaño y forma variable que se encuentran en las raíces de las plantas enfermas (Fig. 1). La larva del nemátodo infecta las raíces causando una agalla por la incidencia de hipertrofia e hiperplasia de las células en los tejidos adyacentes al sitio de infección.

En infecciones muy tempranas y severas el nemátodo puede atacar la base del tallo y el cuello de la raíz, formando una masa de agallas que pueden ocasionar la muerte de la planta por cuanto interfieren con las

FIGURA 1. Izquierda: planta sana. Derecha: planta afectada por el nemátodo del nudo radical Meloidogyne spp.

FIGURA 2. Conjunto de agallas formadas en el cuello de la raiz en infecciones tempranas y muy severas.

funciones normales de la raíz (Figura 2).

El tamaño de la nudosidad depende de la especie del nemátodo, del nivel de infección y de la susceptibilidad de la planta.

Los haces vasculares de los tejidos infectados se rompen y dañan y se inhibe el flujo de nutrientes y agua de las raices a la parte aérea. M. hapla induce la formación excesiva de raicillas. El peso seco de las raíces enfermas se aumenta significativamente y el peso aéreo disminuye. Las agallas no se pueden remover sin dañar o quebrar la raíz, en esta forma pueden distinguirse fácilmente de los nódulos bacteriales los cuales se desprenden con facilidad ya que están colocados en un lado del eje longitudinal de las raíces (2, 22, 45).

1.2. CICLO DE VIDA

Los huevos son ovalados de 30 a 60 x 75 a 113 um. La primera muda ocurre en el huevo. Durante la segunda muda la larva rompe la cubierta del huevo y emerge resultando el segundo estado larval que es el infectivo. La larva infectiva es filiforme de 281 a 490 um con un estilete de 20 um de largo.

La larva se mueve a través del suelo usando su estilete para penetrar al tejido y alimentarse de él. Después de la invasión la larva migra inter e intracelularmente y se localiza en los tejidos vasculares tornándose sedentaria. El proceso de secreción y alimentación de la larva estimula la proliferación celular y altera el sistema catabólico de las células alrededor de la cabeza del nemátodo. La alteración del proceso metabólico induce el desarrollo de un sincitium del cual la larva obtiene su alimento. En este momento la larva se hincha.

La diferenciación sexual solo se manifiesta en el cuarto estado larval dentro de los tejidos del hospedante. La hembra continúa hinchándose y en su madurez es de 1 a 2 mm de longitud, de color blanco y con forma de pera (Figura 3). Los machos son filiformes de 1 a 1.5 mm de largo.

La hembra coloca alrededor de 1.500 huevos en una masa gelatinosa (matríz), fuera de la raíz. Las larvas pueden volver a invadir la misma agalla en un sitio nuevo (2, 45).

El nemátodo causa su máximo daño en climas cálidos y suelos arenosos de textura liviana (2, 45).

1.3. HOSPEDANTES

Es un nemátodo muy cosmpolita, tiene una gran gama de hospedantes que abarca desde solanáceas, hortalizas, malezas, leguminosas y algunas gramíneas. Existen varias especies y razas o subespecies que aumentan su capacidad para ampliar su rango de hospedantes.

1.4. DISEMINACION

Como es tan cosmopolita puede ser fácilmente diseminado por material vegetativo, suelos de vivero suelo adherido a semillas, maquinaria utilizada en la preparación de suelo, riego, corrientes de agua, etc.

1.5. CONTROL

Debido a su amplia gama de hospedantes se dificulta un poco el control, ya que muchas malezas y cultivos comerciales pueden ser hospedantes y la rotación de cultivos no puede ser aplicada eficientemente. Sin embargo, la población de este nemátodo en un campo determinado se puede reducir considerablemente si se siembran materiales conocidos como resistentes y empleando la soya como un cultivo de rotación después de 3 años o más.

El tomate, tabaco, algunas legumbres y vegetales no pueden ser usados en rotación con soya. El algodón puede utilizarse como rotación para controlar algunas especies de Meloidogyne pero no para M. incognita y el maíz para disminuir poblaciones de M. hapla (45).

El uso de variedades resistentes permite disminuir las poblaciones

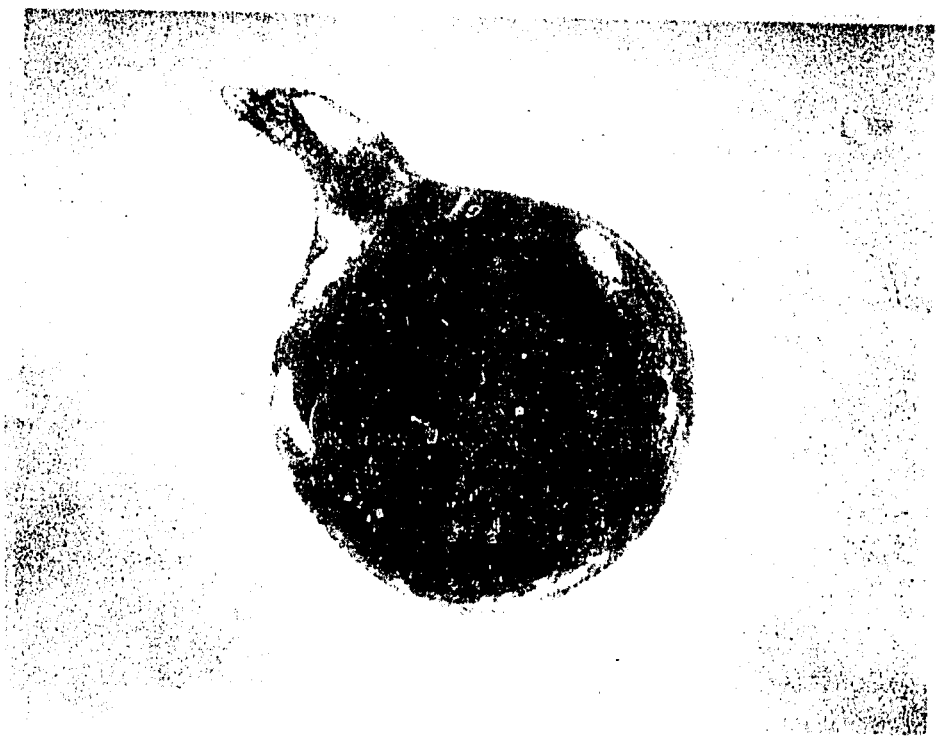


FIGURA 3. Hembra adulta de Meloidogyne sp. (Micofotografía: J. I. Victoria K.).

FIGURA 4. Hembra de R. reniformis alimentándose de la raíz.

de las especies de Meloidogyne sin embargo es dificil conseguir materiales que sean resistentes a todas las especies y razas o biotipos de ellas. En el Valle del Cauca la evaluación de variedades resistentes ha permitido determinar que la mayoría de los materiales presentan cierto grado de resistencia al nemátodo del nudo radical Meloidogyne incognita especie predominante en esta zona (48, 49).

Variedades como Delmar, Bethel, Hill, Dare, Ogden, Lee, Hood, son consideradas como resistentes al nemátodo del nudo radical (12).

En un estudio de resistencia las variedades Laredo y Delmar mostraron resistencia a M. incognita pero susceptibilidad a M. javanica; Lee resultó ser muy susceptible a M. javanica (24).

La combinación de variedades resistentes y el uso de nematicidas ayuda a bajar la población de algunas especies de Meloidogyne y aumenta la producción (26).

El control químico por medio de fumigantes del suelo es costoso y no es aconsejable en grandes extensiones sino en parches. La aplicación de nematicidas líquidos, granulares o polvos mojables es un poco más barato y puede ser usado siempre y cuando el costo de aplicación no le represente pérdidas al cultivador.

Un control integrado que incluya rotación de cultivos, control químico y variedades resistentes es la medida ideal para reducir la población de este nemátodo y se evita la formación de nuevas razas.

2. NEMATODO RENIFORME: Rotylenchulus reniformis

Este nemátodo se encuentra ampliamente distribuido en la zona del Valle del Cauca y se ha encontrado asociado con cultivos de soya en algunas áreas de este Departamento.

Ha sido registrado además en el Este de Africa, en Carolina del Sur y Georgia (45, 6).

2.1. SINTOMATOLOGIA

Las plantas severamente infectadas pueden presentar enanismo y mostrar clorosis. En condiciones de invernadero las plantas hna soportado altas poblaciones sin mostrar síntomas externos.

2.2. CICLO DE VIDA

El nemátodo reniforme es semiendoparásito que está embebido parcialmente en las raíces. Los huevos son alargados de 72 a 100 x 33 a 44 um. Las larvas varían de 330 a 455 um de longitud con un estilete de 14 a 18 um de largo. Las mudas ocurren en el suelo y solo la hembra inmadura invade las raíces, después de unos pocos días de alimentarse en los tejidos epidermales escoge un sitio permarente, de alimentación en la corteza y el floema. La porción posterior de la hembra se hincha dando la apariencia de un riñón, mientras que el macho permanece filiforme (45) (Figura 4).

Las hembras pueden colocar entre 70 y 84 huevos fuera de las raíces, pero muchos de estos son estériles (45).

La temperatura del suelo, óptima para la infectividad de la hembra es de 29,5°C con un porcentaje de humedad de 8.1 (37). El ciclo de vida del nemátodo se completa en 19 días a 29°C. En condiciones de mucha humedad o sequía no hay invasión de las raíces (36).

El nemátodo tiene muchas plantas hospedantes donde puede sobrevivir y reproducirse fácilmente. Su diseminación ocurre especialmente por la maquinaria, riegos y material de propagación.

2.3. CONTROL

Las variedades resistentes como Dyer, Curter, Pickett, Peking, D66-12392, D66-12394, son usadas con buen éxito para disminuir poblaciones de R. reniformis y H. glycines (36).

La rotación con Tajetes minuta y Crotalaria spectabilis, aumentó los rendimientos de la soya y redujo la población de Rotylenchulus en un experimento de rotación con 7 cultivos (50).

La aplicación de nematicidas puede ser una medida eficaz cuando las pérdidas causadas por este nemátodo son muy altas.

3. NEMATODO QUISTE DE LA SOYA: Heterodera glycines

El nemátodo quiste de la soya es un serio problema en Japón, Corea, Manchuria y Estados Unidos. En Colombia hasta el momento no ha sido registrado, pero no se descarta la posibilidad de que exista ya que no se ha realizado un reconocimiento exhaustivo de nemátodos asociados con este cultivo. Las pérdidas causadas por el nemátodo quiste pueden ascender hasta un 90%, dependiendo de la fertilidad del suelo, la infestación, la susceptibilidad del material, condiciones ambientales y raza del nemátodo (45, 34).

3.1. SINTOMATOLOGIA

Los primeros síntomas del daño causado por Heterodera se manifiestan por la presencia de parches en los campos, mostrando plantas enanas y amarillentas dependiendo de la población del nemátodo (2, 34).

La clorosis se debe principalmente a la deficiencia de Nitrógeno ya que la nodulación por Rhizobium se inhibe. Hay formación de sincitium en el cilindro vascular debido a la alimentación del nemátodo impidiendo el flujo de nutrientes y agua de la raíz hacia la parte aérea de la planta (45, 34). Las plantas se pueden defoliar prematuramente.

Infecciones suaves pueden inducir la producción de raicillas, pero en condiciones de alta infestación el sistema radical se reduce considerablemente y no hay formación de nódulos de Rhizobium (45). Adheridas a las raíces pueden observarse hembras en diferentes estados de desarrollo (2, 34).

3.2. CICLO DE VIDA

Hay una considerable variación biológica en este nemátodo. Existen 4 razas idénticas morfológicamente pero difieren en su capacidad para desarrollarse en diferentes cultivares de soya.

Los quistes de Heterodera son de color café en forma de limón con medidas de 56 a 85 x 350 a 590 um. Las paredes de los quistes son resistentes y es por eso que los huevos pueden permanecer vivos durante muchos años (45, 34).

El huevo es de 98 a 118 x 40 - 4[illegible] um. El segundo estado larval es el infectivo y tiene como medidas 450 a 499 x 18 a 18.5 um. El estilete es de aproximadamente 23 um de longitud con perillas basales protuberantes. La hembra adulta tiene forma de limón es de color blanco perla primero luego amarillo y cuando muere café, que es el color característico del quiste. Dentro del quiste se encuentran los huevos.

El macho adulto es filiforme y mide hasta 1.4 mm x 27 a 31 um. Las hembras adultas pueden producir de 200 a 500 huevos, algunos pueden ser depositados en una masa gelatinosa en el suelo antes de la formación del quiste, cuando esto sucede los huevos eclosionan rápidamente y las larvas pasan a infectar otras raíces (1, 34).

Como todos los nemátodos de plantas, las larvas de H. glycines sufren 4 mudas (una dentro del huevo), el segundo estado es infectivo y se mueve a través del suelo hasta penetrar en la raíz. La larva es migratoria inicialmente pero luego se estabiliza en los tejidos corticales y estelares, donde empieza a sufrir las mudas rápidamente. En el tejido se forma un sincitium iniciado por la secreción salivar de la larva la cual permanece adherida a éste y continúa su alimentación.

La diferenciación sexual se observa al tercer estado larvario en la estructura del primordio genital. La larva se hincha hasta tomar la forma de limón, la hembra rompe la epidermis y su cuello permanece insertado en la raíz. El macho es filiforme y sale al suelo para inseminar a

la hembra (34).

El tiempo de generación bajo condiciones de campo es aproximadamente de 24 a 40 días a temperaturas de 23 y 18°C, respectivamente.

El nemátodo reduce grandemente la formación de los nódulos bacteriales, sin embargo, no es capaz de reproducirse en el nódulo ya que no puede producir sincitium (34).

3.3. HOSPEDANTES

Se han encontrado más de 1.100 especies de plantas susceptibles al nemátodo quiste de la soya entre los cuales pueden mencionarse: frij frijol adzuki, lespedeza anual y muchas malezas (34).

3.4. DISEMINACION

El nemátodo quiste de la soya puede moverse a través del suelo unas pocas pulgadas por año, sin embargo, se puede diseminar fácilmente con el equipo de preparación del suelo, plantas de vivero, el suelo que lleva la maquinaria usada en la preparación y cosecha, riego por gravedad, ríos, animales, etc. (34).

En soya la principal vía de diseminación es el suelo adherido a la semilla para propagación (34).

3.5. CONTROL

El uso de variedades resistentes es la medida más eficaz contra el nemátodo quiste de la soya.

De 3000 variedades evaluadas con Heterodera, solamente unas pocas mostraron resistencia a la raza 4, siendo ellas PI 88788, PI 89772 y PI 87631-1 (16). La variedad Forrest (17), tiene resistencia a Heterodera, Rotylenchulus y M. incognita. En general, las variedades del grupo Peking son más resistentes a H. glycines (48).

La fumigación del suelo es muy efectiva pero costosa. Los diferentes tipos de nematicidas aplicados antes de la siembra pueden ejercer un buen control de este nemátodo.

Las medidas fitosanitarias son difíciles de aplicar pero pueden servir para evitar la diseminación del parásito a nuevas áreas.

4. NEMATODO DE LAS LESIONES: *Pratylenchus* spp.

La severidad del daño causado por este nemátodo es difícil de evaluar y consiste en la inhibición o reducción radicular y formación de lesiones en raíces jóvenes que fácilmente pueden ser atacadas por hongos y bacterias secundarias.

Este nemátodo está ampliamente distribuído y ataca un gran grupo de plantas y malezas.

4.1. SINTOMATOLOGIA

Su alimentación causa la formación de lesiones obscuras y las raíces se tornan de color café y puede causar una reducción del 25% en el sistema radical. Si no hay nutrientes y agua suficiente, las plantas pueden tornarse amarillas y enanas y los rendimientos pueden reducirse (2, 45).

Las larvas y adultos entran a las células corticales de las raíces y se mueven intracelularmente.

La penetración intracelular es acompañada por movimiento persistente del estilete y la cabeza, lo cual parece ser el responsable de la ruptura de la pared celular. El contenido de las células invadidas y de las adyacentes se desorganiza y mucho del citoplasma desaparece o se recoge junto con los nucleos contra la pared celular.

Las células invadidas se tornan de color café y se presentan como pequeñas manchas decoloradas a unas pocas horas después de la inoculación. El movimiento del nemátodo ocurre dentro de la corteza y se alimenta y reproduce en las capas corticales. No hay hipertrofia ni hiperplasia

en las lesiones celulares. En cada lesión pueden habitar uno o más nemá todos. Las hembras colocar sus huevos en la corteza (2).

4.2. CICLO DE VIDA

Los nemátodos del género Pratylenchus son filiformes de aproximadamente 0.4 - 0.7 mm x 20 - 25 u. Son migratorios endoparásitos. Su desarrollo y reproducción es más bien lento y el ciclo de vida se puede completar en 45 a 65 dias. Todos los estados tanto juveniles como adultos son infectivos y permanecen en el suelo y en condiciones de sequía puede permanecer en estado de reposo hasta que la condición de humedad se hace normal (2).

4.3. CONTROL

Cualquier tipo de nematicida puede ser efectivo para disminuir poblaciones de Pratylenchus. La rotación con crotalaria y tajetes aumentó el rendimiento posterior de la soya y disminuyó la población de Pratylenchus (50).

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL - AID. El nemátodo quiste de la soya. Buenos Aires. 1972. 6 p.

2. AGRIOS, G.N. Plant Pathology. Academic Press. New York and London, 1969. p.499-551.

3. ANONYMOUX. The soybean cyst nematode. U.S. Dept. Agr. P. A-33. 1957. 4 p.

4. BALASUBRAMANIAN. M. Root nematodes and bacterial nodulation in soybean. Cur. Sci, v.40, no. 3, p.69-70. 1971.

5. BIRCHFIELD, W. and L.R. BRISTER. Reaction of soybean varieties to the reniform nematode Rotylenchulus reniformis. Plant. Dis. Rptr v.53, no. 12, p. 999-1000. 1969.

6. BIRD, G.W., J.L. CRAWFORD and N.E. McGLOHON. Distribution, frecuency of occurrence and population dynamics of Rotylenchulus reniformis in Georgia. Plant. Dis. Rptr, v.57, no. 5, p.399-401. 1973.

7. BURNS, N.C. Soil pH effects on nematode populations associated with soybeans. J. Nematol. v.3, no. 3, p.238-245. 1971.

8. CARVALHO, J.C. A soya e seus inimogos do solo. Rev. Inst. Adolfo Lutz, v.14, no. 2, p.45-52. 1954.

9. _____. Rotylenchus elisensis nova especie associada com raizes de soja. Rev. Inst. Adolfo Lutz, v.17, p. 43-46. 1958.

10. CHRISTIE, J.R. Some new nematode species of critical importance to Florida growers soil and crop sci. Soc. Fla. Proc. v.12, p.30-39. 1952.

11. COLLINS, R.J.; R. RODRIGUEZ-KABANA. Relationship of fertilizer treatments and crop sequence to populations of lesion nematodes. (Abstract). J. Nematol, v.3, no. 4, p.306-307. 1971.

12. CRITTENDEN, H.W. Disease rating of twelve soybean varieties in Delaware. Univ. of Del. Agr. Ext. Ser. Ext. Sir. 127. 1966. 4 p.

13. DROPKIN, V.A.; P.E. NELSON. The patogenicity of Meloidogyne spp. (Root knot nematodes), particularly on soybeans. In Recent. Advances in Botany 1: 410-414. 1959. 9th Internatl. Bot. Congr. Montreal. 1961.

14. EDWARDS, D.I. Soybean nematode problems and research in Illinois. 2d. Soybean Prod. Conf. Urbana Ill. 1967. p.34-36.

15. EDWARDS, D.I. Nematode problems associated with soybean production. Rpt. Second Natl. Soybean Res. Conf. Memphis, Tenn Mosch 5-8. 1973. U.S. Reg. Soybean Lab. Urbana Ill S.R.L.M. N. 775, p.24-26. 1973.

16. EPPS, J.M.; E.E. HARWIG. Reaction of soybean varieties and strains to race 4 of the soybean cyst nematode (Abstracts) J. Nematol. v.4, no. 4. p.222. 1972.

17. _____. Forrest a new nematode-resistant soybean variety. Univ. of Tenn Bul. 513, p.11. 1973.

18. FASSULIOTIS, G.J.; F.H. SMITH. Hoplolaimus columbus a nematode parasite associated with cotton and soybean in South Carolina. U.S. Dept Agr. Plant Dis. Rptr. v.52, no. 7, p. 571-572. 1968.

19. FERRIS, U.R.; R.L. BERNARD. Population dynamics of nematodes in fields planted to soybeans and crops grow in rotation with soybeans I. The genus Pratylenchus (nemata, Tylenchida) J. Econ. Ento. v.60, no. 2, p. 405-410. 1967.

20. FERRIS, U.R.; J.M. FERRIS, R.L. BERNARD; A.H. PROBST. Community structure of plant parasitic nematodes related to soil types in Illinois and Indiana soybean fields. J. Nematol, v.3, no.4, p. 399-408. 1971.

21. GOLDEN, A.M.; R.V. REBOIS. Nematodes on soybeans in Maryland. Plant Disease Reptr. v.62, no. 5, p.430-432. 1978.

22. GRANADA, G.A. Enfermedades de la Soya. En: Curso de Soya. ICA-Palmira. 1971. p. 16.

23. HICKEY, K.D. Fungicide and nematicide tests. Results of 1970. Amer. Phytopath. Soc. v.26, p. 167-168. 1971.

24. IBRAHIM, I. K.A.; I.A. IBRAHIM; S.I. MASSOUD. Induction of galling and lateral roots on five varieties of soybeans by M. javanica y M. incognita. Plant Dis.Rptr, v.56, no.10, p.882-884. 1972.

25. JENKINS, W.R.; D.P. TAYLOR; R.A. ROHDE; B.W. COURSEN. Nematodes associated with crop plants in Maryland Univ. Md. Bul. A-89. 1957. 25 p.

26. KINLOCH, R.A. Evaluation of varietal and nematicical combination for the control of Meloidogyne incognita on soybean (Abstract) J. Nematol, v.4, no. 4, p.228-229. 1972.

27. LINDSEY, D.W.; E.J. CAIRNS. Pathogenicity of the lesion nematode Pratylenchus brachyurus on six soybean cultivars. J. Nematol. v.3, no. 3, p.220-226. 1971.

28. MALEK, R.B.; D.P. TAYLOR; D.I. EDWARDS. The barley root knot nematode III. Res, v.12, no. 2, p.3-4. 1970.

29. MICHELL, R.E.; D.I. EDWARDS. Susceptibility of soybeans to Meloidogyne naasi. Plant. Dis. Reptr, v.57, no. 3, p.207-209. 1973.

30. NORTON, D.C.; L.R. FREDERICK; P.E. PONCHILLIA; J.W NYHAN. Correlations of nematodes and soil propierties in soybeans fields. J. Nematol; v.3, no. 2, p.154-162. 1971.

31. NYHAM, J.W.; L.R. FREDERICK; D.C. NORTON. Ecology of nematodes in clarion. Webster toposequences associates with "Glycine max" L. Merril. Soil Sci. Soc. Americ. Proc, v.36, no.1, p.44-78. 1972.

32. ORBIN, D.F.; E.J. CAIRNS. Histophotology of soybean roots infected with Helicotylenchus dihystera (Cobb) Sher (Abstract). J. Nematol, v.3, no.4, p.322-323. 1971.

33. _____. Histopathology of soybean roots infectes with Helicotylenchus dihystera. J. Nematoi, v.5, no. 1, p.37-40. 1973.

34. PALM, E.W. The soybeans cyst nematode. Field crops 4450-53, v.6, no. 4, p.4450-53. 1968.

35. PHILLIPS, D.F.; K.R. BARKER. Responses in growth and yield of soybeans to several population levels and combinations of certain nematodes (Abstract) J. Nematol, v.1, no. 1, p. 23. 1969.

36. REBOIS, R.V. Effect of soil temperature and moisture on infectivity and development of R. reniformis on soybeans 'Glycine max L.' Merr. (Abstract). J. Parasitae v.56, no. 4, p.278. 1970.

37. REBOIS, R.V.; J.M. EPPS; E.E. HARTWIG. Correlation of resistance in soybeans to Heterodera glycines and Rotylenchulus reniformis. Phytopathology, v.60, no. 4, p.695-700. 1970.

38. REBOIS, R.V. Effect of soil temperature on infectivity and development of Rotylenchulus reniformis on resistant and susceptible soybeans Glycine max. J. Nematol, v.5, no. 1, p. 10-13. 1973.

39. _____. Nematode occurrences in soybeans fields in Mississippi and Louisiana. Plant Disease Reporter, v.62, no. 5, p.433-437. 1978.

40. ROBBINS, R.T.; K.R. BARKER. Reproductive responses of Belonolaimus longicaudatus to soil type and temperature. (Abstract). J. Nematol, v.3, no.4, p.328. 197[illegible].

41. SCHINDLER, A.F. Parasitism and pathogenicity of Xiphinema diversicaudatum an ectoparasitic nematode. Nematologica, v.2, no. 1, p.25-31. 1957.

42. SUGIYAMA, S.; K. KIROMA. Studies on the resistance of soybean varieties to H. glycines. I. intervarietal differences in resistance. Jap. J. Breed. v.18, no.2, p. 80-87. 1968.

43. TAYLOR, D.P. Biology and host-parasite relationships of the spiral nematode Helicotylenchus microlobus. Proc. Helminthol. Soc. Wash, v.28, no. 1, p.60-66. 1961.

44. TAYLOR, P.L.; J.M. FERRIS; V.R. FERRIS. Technique for quantifying injury to seedling soybeans by Pratylenchus penetrans without sacrificing the plant. J. Nemato', v.5, no. 1, p. 68-69. 1973.

45. THE AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY. Compendium of soybean diseases. Editors J.B. Sinclair and M.C. Shurtleff. University of Illinois, Urbana, 1975. p.51.

46. VARON, F.H. Control de nemátodos fitoparásitos por medio de rotación de cultivos. Informe de labores Programa de Fitopatología - ICA, Palmira, 1972. s.p.

47. _____. Control de nemátodos fitoparásitos por medio de rotación de cultivos. Informe de Labores. Programa de Fitopatología - ICA, Palmira, 1973. p. 45-68.

48. VARON DE AGUDELO, F.H.; O AGUDELO. Evaluación de variedades y líneas de soya al ataque del nemátodo del nudo radical Meloidogyne sp. Informe de Labores Programa de Fitopatología - ICA, Palmira, 1977. 3 p.

49. VARON DE AGUDELO, F.H.; O. AGUDELO. Evaluación de variedades y líneas de soya al ataque del nemátodo del nudo radical Meloidogyne spp. Informe de Labores Programa de Fitopatología - ICA, Palmira, 1978. 4 p.

50. YOSHII, K.; F. VARON DE AGUDELO. Los efectos de Tajetes minuta y Crotalaria spectabilis en la población de nemátodos y en el rendimiento posterior de la soya. Fitopatología, v.12, no. 1, p. 15-19. 1977.

51. ZEHR, E.I. Fungicide and nematicide test results of 1971. Amer. Phytopathol. Soc. v.27, p. 172. 1972.

COMPETENCIA DE MALEZAS CON EL CULTIVO DE LA SOYA

Guillermo Riveros R. *

Las malezas son plantas que interfieren con el bienestar del hombre. La reducción del rendimiento de los cultivos causada por la competencia es la interferencia más común y perjudicial. Mientras más intensa sea la competencia, mayor será la reducción de rendimiento. La intensidad de la competencia es mayor si las malezas prevalentes son altamente competitivas, si la población de malezas es abundante y si las condiciones ambientales son favorables para un crecimiento virogoso de las plantas.

De acuerdo con la literatura, las pérdidas de rendimiento de grano de soya causada por la competencia de las malezas varían entre 10 y 80 por ciento. Las mayores pérdidas se registran en las regiones tropicales y subtropicales en comparación con la zona templada. En el trópico las pérdidas tienden a ser mayores porque en esta zona la población de malezas es más abundante, el número de especies competitivas es mayor y porque las condiciones ambientales favorecen el crecimiento vigoroso y la reproducción continua de las malezas.

Los ecosistemas naturales tienden a la diversidad de especies. En los ecosistemas agrícolas se trata de mantener una sola especie aunque no utilice completamente los recursos del ambiente. Cuando los recursos del ambiente no son utilizados en su totalidad por el cultivo, la tendencia natural es que otras plantas se establezcan y los utilicen. Esto

---

* Fitofisiólogo. INTSOY, Universidad de Puerto Rico, Mayaguez, Puerto Rico. 00708.

ocurre especialmente durante los primeros estados de desarrollo del cultivo. Aunque las malezas no empiezan a competir desde el momento mismo en que se establecen, porque las demandas totales son bajas y porque ocupan espacios no utilizados por los órganos de las plantas de cultivo, cuando el crecimiento de los órganos de las plantas es tal que empiezan a entrecruzarse, empieza también la competencia, la cual por lo general ocurre primero en el suelo porque inicialmente las raíces crecen más rápidamente que la parte aérea.

Cuando varios organismos utilizan los mismos recursos del ambiente y estos se encuentran en cantidad inferior a la necesidad para su crecimiento máximo, se establece una rivalidad o competencia. Esta competencia es pasiva y se desarrolla siempre que un organismo es perjudicado indirectamente por otros que poseen requisitos similares por los recursos ambientales. La competencia es más intensa mientras mayor sea la similaridad de los organismos en cuanto a los requisitos.

1. FACTORES ENVUELTOS EN LA COMPETENCIA

Los requisitos ambientales de las plantas, sean ellas cultivos o malezas, necesarias para un funcionamiento normal son: 1. Elementos minerales esenciales, 2. Agua, 3. Oxigeno, 4. Bioxido de carbono y 5. Energía tanto en forma de calor como en forma de luz.

1.1. ELEMENTOS MINERALES

Fertilidad de un suelo se refiere a su capacidad para suministrar los elementos minerales en forma aprovechable por las plantas en cantidades adecuadas. Existen diferencias entre suelos para proveer los elementos esenciales. Competencia por elementos nutritivos se presenta especialmente en suelos de baja fertilidad pero es también importante en suelos bastante fértiles donde el cultivo puede estar en desventaja si las malezas tienen requerimentos altos y si tienen mayor facilidad para absorver minerales.

Las especies de malezas y los cultivos difieren en sus requisitos de minerales. Análisis de tejido de diferentes plantas revelan que el contenido de minerales de varias malezas, comunmente asociadas con la soya, es igual o más alto que el del cultivo. Este hecho indica que si las malezas se dejan crecer en un cultivo de soya pueden limitar el crecimiento del cultivo por limitar la cantidad de elementos minerales disponibles.

La adición de fertilizantes no elimina la competencia, cuando la disponibilidad de uno o más elementos nutritivos limita la producción de un terreno, la adición de esos elementos puede resultar en un incremento del crecimiento hasta que otro elemento del ambiente limite la producción. Al agregar fertilizantes se incrementa el crecimiento tanto de las malezas como del cultivo y se mantiene la competencia por otros factores dominando en la asociación las especies que tienen mayor habilidad para utilizar esos factores. Así que al utilizar fertilizantes es necesario el control de malezas para evitar que al estimular su crecimiento interfieran con el cultivo en la utilización de otros recursos del ambiente.

1.2. AGUA

Existe competencia por agua cuando la humedad del suelo es insuficiente para satisfacer las demandas de agua de las malezas y el cultivo. La disponibilidad de agua afecta la germinación y el crecimiento de las malezas y el cultivo.

Cuando el agua es limitante en el periodo de germinación, las semillas de soya por requerir mayores cantidades de agua que las semillas de varias malezas tienden a germinar más lentamente. De esta manera las plántulas de malezas se establecen primero y adquieren una ventaja competitiva sobre el cultivo. Si el agua es abundante durante el periodo de germinación, un mayor número de semillas de malezas germinará dando lugar a una mayor población de plantas, las cuales competirán con el cultivo en periodos posteriores de crecimiento, especialmente si se presentan

deficiencias de humedad en esa época.

Usualmente las malezas tienen mayores requisitos de agua que cultivos como la soya y por esta razón si se permite su crecimiento la utilizarán en grandes cantidades creando deficiencias para el cultivo. Una evidencia de que las malezas tienen mayores requisitos de agua es que tienen una razón de agua transpirada a materia seca producida más alta. La razón de transpiración para soya es de 450 a 950 y la de las malezas varía de 330 a 1900 gramos de agua por gramo de materia seca producida. En áreas donde se practica irrigación, el control de malezas es esencial para un uso eficiente del agua. En regiones donde la producción de cultivos depende unicamente de las lluvias, el control de malezas es también importante debido a la distribución errática de las lluvias. Control oportuno reducirá los efectos adversos de las deficiencias de agua en las épocas críticas del cultivo.

1.3. OXIGENO

Aunque la presión de oxígeno es elevada en el aire, su cantidad en la atmósfera del suelo puede llegar a niveles inferiores a los requisitos para la respiración de las raíces del cultivo y las malezas.

En estas circunstancias si se permite desarrollo de malezas con el cultivo, las raíces de las malezas pueden limitar la disponibilidad de oxígeno para la respiración y crecimiento normal de las raíces del cultivo.

A las concentraciones de oxígeno presentes en la atmósfera, la soya puede estar en desventaja con relación a varias malezas por presentar fotorespiración la cual es estimulada por presiones altas de oxígeno. Se ha encontrado que a 25°C y 300 ppm de CO_2 la fotosíntesis neta de plantas que tienen fotorespiración es 45% más alta en una atmósfera que contiene 2% de O_2 que en una que contiene 21%.

1.4. DIOXIDO DE CARBONO

Se puede presentar competencia por dioxido de carbono cuando la vegetación es densa y la intensidad de luz alta o sea cuando la fotosintesis es más intensa.

La soya por ser una planta C3 estaría en desventaja competitiva con malezas C4 cuando la concentración de CO_2 en el aire disminuye porque al disminuir el CO_2, aumenta la fotorespiración.

1.5. LUZ

Existe competencia por luz cuando la intensidad lumínica que recibe una planta es inferior al óptimo, debido al sombreamiento producido por otra planta.

Las densidades de población óptimas para la producción de un cultivo son aquellas que suministran un indice de área foliar óptimo. Con este se logra máxima intercepción de luz con autosombreamiento mínimo, dando lugar a una tasa máxima de crecimiento.

Las densidade óptimas son determinadas experimentalmente en condiciones libres de malezas. Cualquier maleza que intercepte la luz y produzca sombreamiento va a causar un desbalance en el indice foliar óptimo y por tanto va a afectar el crecimiento del cultivo que está asociado con rendimientos máximos.

Mientras mayor es la absorción de luz por parte del cultivo, la producción de biomasa es mayor, y dentro de ciertos limites, la producción de materia seca está relacionada con la producción de grano. Malezas de porte erecto que germinan antes o simultáneamente con el cultivo y con una tasa mayor de crecimiento sombrean al cultivo disminuyendo la absorción de luz y la fotosintesis neta. La presencia de estas malezas causa un desbalance en el indice de área foliar óptimo y darán lugar a una producción de biomasa en exceso a la óptima asociada con el máximo rendimiento de grano por parte del cultivo.

Debido a la capacidad que tiene la soya de ajustar los componentes de rendimiento dentro de límites relativamente amplios de competencia intraespecífica, es posible utilizar distancias de siembra y densidades de población tales que permitan un cubrimiento rápido del terreno y lograr así un menor desarrollo de malezas.

2. EPOCAS CRITICAS DE COMPETENCIA

Al comienzo del establecimiento de una población, la competencia es mínima porque los recursos son amplios y las demandas son limitadas. A medida que las plantas se desarrollan, interactúan cada vez más intensamente. Cuando las plantas comienzan la fase de crecimiento exponencial las demandas por recursos del ambiente se hacen mayores. Un factor limitante que se presente en esta época limitará permanentemente el desarrollo de las plantas. Numerosos estudios han demostrado que el rendimiento de la mayoría de los cultivos anuales es reducido cuando se permite a las malezas competir con ellos entre la tercera y quinta semana de la emergencia. Especies de malezas con tasas de crecimiento más elevados que las del cultivo causan mayores limitaciones a su crecimiento y a su rendimiento potencial.

Estas observaciones hacen resaltar la importancia de efectuar un control oportuno de las malezas para evitar que el cultivo sea permanentemente afectado por la competencia. También revelan que si se utiliza control químico este debe dar adecuada protección por lo menos hasta que el cultivo cubra el terreno y pueda competir efectivamente con las malezas.

3. CARACTERISTICAS DEL CULTIVO RELACIONADAS CON SU HABILIDAD COMPETITIVA

Las especies vegetales que primero se establecen en un lugar dominan sobre las que se establecen más tarde. Si las condiciones de humedad son adecuadas, la soya emerge en 4 o 5 días junto con varias especies de malezas. Aquellas especies de malezas que germinan antes o simultaneamente

con la soya son las que, si no son controladas, pueden dar lugar a mayor competencia.

La velocidad de crecimiento después de la germinación puede dar ventaja competitiva a unas plantas sobre otras. Se ha observado que aunque la soya tiene un crecimiento inicial más rápido que el de muchas malezas, después de alcanzar 15 cm de altura su crecimiento es más lento que el de varias especies de plantas indeseables, por lo cual es aventajada por ellas en la utilización de los factores de crecimiento.

Una proporción baja de vastago a raíces dá ventaja competitiva por agua. La soya tiene proporción entre vastago y raíz más alta que el de varias malezas como el bledo por lo cual estaría en desventaja competitiva en cuanto a la utilización de agua con ese tipo de malezas.

Se ha encontrado que hay diferencias en la eficiencia fotosintética entre especies de plantas. Estas diferencias pueden estar relacionadas con la habilidad competitiva. Con relación a los productos iniciales de fotosíntesis las plantas se dividen en especies C3 y especies C4. El primer producto de fotosíntesis en plantas C3 es el aci-3-fosfoglicerico y en plantas C4 es el ácido oxalacético. La tasa máxima de la fotosíntesis neta de las plantas C 3 es en promedio 50% más baja que la de las plantas C 4 y por tanto son menos eficientes en fotosíntesis. Puesto que el crecimiento está relacionado con la tasa de fotosíntesis, las plantas más eficientes tendrán crecimiento más rápido y por tanto mayor habilidad para competir que las plantas de crecimiento lento.

La soya es una planta C3 mientras que la mayor parte de las malezas que crecen asociadas con este cultivo, especialmente en los trópicos, son especies C4; por esta razón la soya estará en desventaja competitiva con las malezas adaptadas al trópico. Las plantas fotosintéticamente más eficiente, evolucionaron en los trópicos y están adaptadas a condiciones alternantes de sequía y humedad. Estas plantas utilizan el agua más eficientemente lo cual es una ventaja cuando la humedad del suelo es escasa. Cuando el agua es abundante, su crecimiento rápido las capacita para competir con plantas de crecimiento más lento.

Bajo las condiciones de los trópicos las plantas más eficientes en fotosíntesis son más competitivas porque tienen temperaturas óptimas más altas para fijación de CO_2 y para crecimiento que las plantas ineficientes. Esto posiblemente se debe a que la fotorespiración de las plantas ineficientes aumenta con intensidad de luz, temperatura y deficiencia de humedad.

4. MALEZAS MAS PERJUDICIALES

Entre las diez malezas más problemáticas en las áreas cultivadas del mundo se encuentran: Coquito (Cyperus rotundus); pasto bermuda (Cynodon dactylon); arrocillo (Echinochloa colonum); pata de gallina (Eleusine Indica) y pasto Johnson (Sorghum halepense). Todas estas especies son altamente nocivas por ser de distribución amplia, difíciles de controlar y a tamente competitivas. Tales especies se encuentran comunmente en terrenos cultivados o potencialmente aptos para el cultivo de soya en los trópicos y subtrópicos. Todas ellas son eficientes en fotosíntesis (C4) y posiblemente su caracter de malezas muy problemáticas está asociado con esta característica. En las familias de plantas entre las cuales se han encontrado especies C4, se encuentran también las especies de malezas más perjudiciales. Algunas de estas familias y sus géneros más nocivos son: Amaranthacea (Amaranthus sp.); Compositae (Bidens, Parthenium, etc.); Emphorbiaceae (Euphorbia sp.); Portulaca - cea (Portulaca oleracea); Zygophyllacea (Kallstroernia maxima); Cyperacea (Cyperus sp.) y gramineas.

Esta última familia ha sido la más estudiada desde el punto de vista de la eficiencia fotosintética y se ha encontrado que la mayoría de las especies de origen tropical son eficientes lo cual explica porque tantas gramíneas de esta zona son malezas tan problemáticas.

5. ESTRATEGIAS PARA COMBATIR MALEZAS

Las prácticas usadas para restringir el crecimiento y la diseminación de malezas se agrupan en las categorías prevención, erradicación y

control.

La prevención comprende todas aquellas medidas o prácticas que se utilizan para evitar la introducción o establecimiento de ciertas especies a áreas donde no se encuentran.

La erradicación se refiere a las medidas que se toman para eliminar por completo una especie de un área dada.

El control envuelve las prácticas que se utilizan para reducir el grado de infestación o para suprimir o retardar temporalmente el crecimiento de las malezas para permitir que un cultivo crezca libre de competencia.

Los métodos utilizados para control pueden ser:

5.1. CULTURALES

Comprende prácticas de buen manejo de los cultivos, del suelo y del agua.

5.2. MECANISMOS

Incluye arranque manual, azadoneo, corte, inundación y sofocación,, quema y labores tanto primario como secundario. Para el laboreo se utiliza una variedad de implementos los cuales se deben seleccionar de acuerdo con la situación específica.

5.3. BIOLOGICOS

El control biológico de malezas consiste en la utilización de sus enemigos naturales para reducir las infestaciones y el crecimiento a niveles que permitan un crecimiento normal del cultivo. Es más útil en el control de infestaciones severas de una especie altamente nociva.

5.4. QUIMICOS

Consiste en la utilización de sustancias químicas en forma tal que se restrinja el crecimiento de las malezas sin afectar el desarrollo del cultivo. Los herbicidas son buenas herramientas para el control de malezas si se utilizan adecuadamente. Si no se utilizan apropiadamente pueden causar pérdidas económicas graves. El uso inadecuado de herbicidas se debe a ignorancia de sus características o a descuido en su aplicación.

Existen varios herbicidas no selectivos de desarrollo reciente que pueden ser utilizados contra malezas difíciles de controlar si se aplican correctamente.

Uno de estos herbicidas es el Roundup, herbicida no selectivo, sistémico y a la absorción foliar el cual proporciona un control efectivo de malezas como Cyperus rotundus y Sorghum halepense s al aplicarlo no se pone en contacto con el follaje del cultivo.

Existen y se están investigando nuevos procedimientos para utilizar Roundup en forma selectiva para cultivos susceptibles. Entre estos métodos se encuentran:

- Aplicaciones generales antes de preparar el terreno.
- Aplicaciones generales y siembra sin preparación (sin laboreo).
- Aspersiones dirigidas a la base del cultivo después de la emergencia del cultivo.
- Aplicación por frotación de las malezas más altas que el cultivo con rodillos de pintar, o telas impregnadas de herbicidas o cordeles impregnados.
- Aplicaciones con aspersoras circulatorias.

Algunos de estos métodos pueden adaptarse para ser utilizados por agricultores pequeños después de evaluarlos y crear conciencia en el agricultor sobre las ventajas y los riesgos que conlleva su utilización especialmente si no se efectúa en forma apropiada.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ASHBY, D.G.; PFEIFFER, R.K. Weeds a limiting factor in tropical agriculture. World Crops, v.8, p.227-229. 1956.

2. BARRENTINE, W.L. Common cocklebur competition in soybean Weed. Sci, v.22, p.600-603. 1974.

3. BLACK, C.C.; CHEN, T.H.; BROWN, R.H. Biochemical basis for plant competition. Weed Sci, v.17, p.338-344. 1969.

4. CHAMBERS, E.E.; HOLM, L.Q. Phosphorus uptake as influenced by associated plants. Weeds, v.13, p.312-314. 1965.

5. CHOLLET, R.; OGREN, W.L. Regulation of photorespiration in C3 and C4 species Bot. Rev., v.41, p.137-179. 1975.

6. CURTIS, P.E.; OGREN, W.L.; HAGEMAN, R.H. Varietal effects in soybean photosynthesis and photorespiration. Crop Scl, v.9, p.323-327. 1969.

7. EVETTS, L.L.; BURNSIDE, O.C. Early shoot and root development of nine plant species. Weed Sci, v.21, p.289-291. 1973.

8. FRAZEE, R.W.; STOLLER, E.W. Differential growth of corn, soybeans and seven dicotyledonous weed seedlings. Weed Sci, v.22, p. 336-339. 1974.

9. HOLM, L. Weed problems in developing countries. Weed Sci, v.17, p.113-118. 1969.

10. HOOVELAND, C.S.; BUCHANAN, G.A. Weed seed germination under simulated drought. Weed Sci, v.21, p.322-324. 1973.

11. KNAKE, E.L.; SLIFE, F.W. Competition of Setaria faberii with corn and soybeans. Weed, v.10, p.26-29. 1962.

12. McWHORTER, C.G.; HARTWIG, E.E. Competition of Johnsongrass and cocklebur with six soybean varieties. Weed Sci, v.20, p.56-59. 1972.

13. MOOLANI, M.K.; KNAKE, E.L.; SLIFE, F.W. Competition of smooth pigweed with corn and soybeans, Weeds, v.12, p. 126-128. 1964.

14. PULVER, E. Control de malezas en soya. Revista Comalfi, v.1, p. 156-175. 1974.

15. STANIFORTH, D.W. Soybean- foxtail competition under varying soil moisture conditions. Agron, J. v.50, p.13-15. 1958.

16. _____. Responses of soybean varieties to weed competition. Agron, J, v.54, p.11-13. 1962.

17. _____; WEBER, C.R. Effect of annual weeds on the growth and yield of soybeans. Agron, J, v.48, p.467-471. 1956.

18. _____. Competitive effects of three foxtail species on soybeans. Weeds, v.13, p.191-193. 1965.

19. THURLOW, D.L.; BUCHANAN, G.A. Competition of sicklepod with soybeans, Weed Sci, v.20, p.379-384. 1972.

20. WIESE, A.F.; VANDIVER, C.W. Soil moisture effects on the competitive ability of weeds. Weed Sci, v.18, p.518-519. 1970.

21. WILSON, H.I.P.; COLE, R.H. Morning glory competition in soybeans Weeds, v.14, p.49-51. 1966.

LAS MALEZAS EN EL CULTIVO DE LA SOYA *

Ramiro de la Cruz **

Si analizamos para cualquier cultivo de Colombia la relación entre el tiempo transcurrido desde la iniciación de sus estudios agronómicos hasta la época en la cual alcanza su máximo hectareaje anual, veremos que el de la soya ocupa un lugar de vanguardia. A pesar de ser un cultivo bastante nuevo en nuestro medio, rápidamente ha logrado plena confianza y aceptación por parte de los agricultores, hasta llegar a convertirse en un cultivo de transcendental importancia para la economía del país. Esto no se debe a que el "transplante" de la tecnología haya "prendido" bien. La investigación diseñada y producida localmente ha logrado que los rendimientos del cultivo estén entre los más altos del mundo.

En Colombia, el Valle del Cauca ha sido la única zona donde el cultivo de la soya se ha desarrollado, pero existen investigaciones para cultivarla en otras áreas del país donde hasta ahora los factores limitantes más importantes son climáticos.

Una de las actividades tecnológicas importantes estudiadas regionalmente ha sido la relacionada con el manejo de las malezas. Aún cuando

---

* Contribución del Programa de Fisiología Vegetal del ICA, Palmira.

** Director Nacional Programa Fisiología Vegetal, ICA, Palmira. Apartado Aéreo 233. Palmira.

la soya se siembra casi que exclusivamente en el Valle geográfico del Río Cauca, área que presenta unas condiciones climáticas muy similares, fácilmente se pueden establecer dentro de esta zona factores de micro clima, suelo, relieve y manejo, que para los aspectos relativos al establecimiento y desarrollo de las malezas presentan variaciones importantes.

Según Escobar 1/, existen en la parte plana del Valle del Cauca zonas ecológicas muy características por las condiciones de clima y suelo cuya vegetación lógicamente presenta diferencias importantes. Estas características deben tenerse en cuenta en los programas agrícolas no sólo en lo relacionado con el establecimiento de cultivos sino también en lo relativo a prácticas de manejo como el control de malezas.

1. DISTRIBUCION DE ESPECIES

Quizé el primer estudio que se deba realizar en una región donde se quiere establecer un programa de manejo de malezas es el inventario de las especies más importantes. Este inventario que se inicia con la clasificación taxonómica debe complementarse con un estudio biológico.

Muy pocos resultados positivos podrán esperarse de un programa que no se empieza con el conocimiento de los elementos que deben manejarse. Existen muchos ejemplos donde la eficiencia de un sistema de control de malezas ha fracasado por no haberse estudiado con anterioridad las características biológicas más importantes de las especies que se deben controlar.

Las condiciones climáticas, las características físicas y químicas del suelo y las prácticas de manejo del terreno son variables que favorecen el desarrollo de algunas especies e impiden el establecimiento de otras. Si las especies favorecidas son de gran agresividad para las plantas que queremos cultivar, tendremos que limitar sus poblaciones mediante

---

1/ Aspectos Geobotánicos del Departamento del Valle del Cauca. Mimeografiado. Facultad de Ciencias Agropecuarias Palmira, Agosto 1979.

FIGURA 1. Planta de soya parasitada por la maleza Cuscuta sp. Esta maleza se encontró por primera vez en 1978 en cultivos de soya en el Valle del Cauca.

FIGURA 2. Parthenium hysterophorus (Invasora), maleza de reciente aparición en el Norte del Valle del Cauca.

el cambio de las condiciones ecológicas locales que les confieren dominio. Tal puede ser el caso de zonas mal drenadas o con reacciones del suelo que además de ser propicias para algunas malezas, crean un ambiente hostil a la planta útil. Los drenajes y las prácticas de encalamiento o correctivos químicos no solo frenarán el progreso de las malezas sino que ofrecerán un medio más adecuado para el desarrollo del cultivo.

Los estudios biológicos nos enseñarán igualmente sobre el ciclo vegetativo y hábito de crecimiento de la maleza, su sistema de propagación y forma de dispersión, la viabilidad y longevidad de sus semillas, sus enemigos naturales y sus sistemas de control. El fenómeno de latencia de las semillas es uno de los aspectos más determinantes en los resultados de control de malezas.

En la parte plana del Valle del Cauca, dedicada al cultivo de la soya, se pueden establecer zonas características por la asociación micro-clima-especies de malezas frecuentes. (Escobar, 1979):

En suelos secos: Chloris barbata, Hyparrhenia rufa, Eleusine indica.

Suelos arenosos: Ipomoea tillacea, Richardia scabra, Physalis solanacea.

Suelos secos muy poco profundos: Mimosa púdica, Acanthospermun hispidum, Paspalum notatum.

Suelos ácidos: Desmodium sp., Axonopus spp., Mimosa sp.

Suelos salinos: Datura stramonium, Cynodon dactilon, Portulaca oleracea.

La maleza Cuscuta sp., parásita de algunas leguminosas y Polygonaceas frecuentes en potreros bajos e inundables, una vez estas tierras se incorporan a la producción de soya, la maleza pasa a parasitar el cultivo, (Figura 1). En algunas zonas la magnitud del daño económico ocasionado por la Cúscuta en las plantas de soya, obligó a los agricultores a cambiar de cultivo.

En la parte Norte del Departamento donde las lluvias son más escasas

y especialmente aprovechando la sequía de los últimos tres años, la maleza Parthenium hysterophorus, invasora, logró establecerse rápidamente creando serios problemas a los agricultores de la región, (Figura 2).

Las prácticas de manejo de las áreas cultivadas también influyen en el tipo de malezas dominantes. Los campos que han venido siendo tratados con herbicidas por varios años, se han especializado en malezas seleccionadas por los productos químicos usados. Este es el caso del Cyperus rotundus y de la Rottboellia exaltata, cuya resistencia a los herbicidas tradicionalmente empleados les ha dado oportunidad para establecerse sin la competencia de otras malezas que sí son controladas.

2. MALEZAS PRESENTES

El primer esfuerzo realizado en el Valle del Cauca para hacer un inventario de las principales malezas presentes en los cinco cultivos más importantes de la región se realizó en 1959 (Granados, 1959).

En la Tabla 1 se indica el nombre científico y común de las malezas más frecuentes encontradas en los cultivos de maíz y fríjol en aquella época. Mucha de esta tierra pasó posteriormente, junto con nuevas áreas, al cultivo de la soya. Las malezas referidas en la Tabla 1 se pueden agrupar en 18 familias que comprenden aproximadamente 43 especies.

Veinte años más tarde, la lista de especies más frecuentes en el cultivo de soya en el Valle del Cauca, Tabla 2, presenta variaciones importantes, no sólo en el número de familias y de especies, lo que puede apreciarse en la Tabla, sino también en cuanto a la población o densidad que las actuales especies presentan. Para 1979 las malezas del cultivo están agrupadas en 10 familias y 22 especies. Esta simplificación en número de especies y familias ha traído mayor complejidad a los sistemas de control, ya que algunas de las nuevas malezas son altamente especializadas y tienen muchas de las características que se consideran como "ideales" para desempeñarse como malezas. Tal es el caso del Cyperus rotundus y de la Rottboellia exaltata. Estas malezas no solamente son comunes en el cultivo de la soya sino que son dominantes y excluyen la presencia de otras especies.

TABLA 1. Malezas más comunes en cultivos de maíz y fríjol en el Valle del Cauca. 1959.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
Acanthospermum hispidum D.C.	Cacharro
Ageratum conyzoides L.	Marrubio, hierba de chivo
Bidens pilosa L.	Papunga
Tagetes patula L.	Lechuga de gallinazo
Amaranthus hybridus L.	Bledo
Boerhaavia coccinea Mill.	Rodilla de pollo
Portulaca oleracea (L.) DC	Verdolaga
Caperonia palustris (L.) St. Hil.	Caperonia
Euphorbia heterophylla L.	Lechecilla
Euphorbia hirta L.	Yerba de sapo, Pimpinela
Phyllanthus niruri L. (Maíz)	Viernesanto
Commelina diffusa Burm. f.	Siempre viva
Cyperus ferax (L.) C. Rich.	Cortadera
Cyperus rotundus L. (Maíz)	Coquito
Cenchrus brownii Roem et Schult	Cadillo, abrojo
Chloris polydactyla (L.) Swartz	Peluda, pasto conejo
Echinochloa colonum (L.) Link	Liendre de puerco
Digitaria horizontalis Willd.	Yerba de conejo
Eleusine indica (L.) Gaertn	Pata de gallina
Leptochloa filiformis (Lam.) Geauv.	Paja mona, paja de loma
Cynodon dactylon (L.) Pers	Argentina
Panicum purpurascens Raddi ex Nees	Pasto pará
Paspalum conjugatum Berg.	Horquetilla
Mimosa pudica L.	Adomidera, sensitiva, zarza
Mimosa invisa L.	Sensitiva
Crotalaria lanceolata E. Mey	Crotalaria, cascabel
Desmodium intortum (Mill.) Urban.	Amorseco, pegapega
Phaseolus lathyroides L.	Frijolito silvestre

TABLA 1 (Continuación).

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
Vigna repens (L.) Kuntz	Frijol silvestre
Anoda acerifolia (Zucc.) DC.	Campanilla morada
Malva rotundifolia L.	(Innominada)
Sida rhombifolia L.	Escoba negra
Corchorus orinocensis H.B.K.	Frijolito común, escoba
Pothomorphe peltata (L.) Miq. (Maiz)	Santamaría
Brassica campestris L.	Mostaza silvestre
Sisymbrium sp.	(Innominada)
Heliotropium indicum L.	Heliotropo silvestre
Ipomoea dealbata (M. et G.) Hemsl.	Batatilla
Stachys lamioides Benth.	(Innominada)
Leonotis nepetaefolia (L.) R. Br.	Cordón de fraile
Solanum nigrum L.	Yerbamora
Stachytarpheta jamaicensis (L.) Vahl.	Verbena azul, golondrina
Urera urticacea (L.) Gaud.	Ortiga

TABLA 2. Malezas comunes en soya en el Valle del Cauca. 1979.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
Cynodon dactylon (L.) Pers.	Argentina
Kallstroemia maxima (L.) T. & C.	Atarraya
Ipomoea spp. L.	Batatilla
Amaranthus spp. L.	Bledo
Xanthium occidentale Benth.	Cadillo falso
Rottboellia exaltata L.	Caminadora
Caperonia palustris St. Hil.	Caperonia
Cyperus rotundus L.	Coquito
Physalis sp. L.	Falsa uchuva
Digitaria sanguinalis (L.) Scop.	Guardarrocio
Euphorbia sp. L.	Lechecilla
Echinochloa colonum (L.) Link.	Llendrepuerco
Cucumis melo L.	Meloncillo
Cyperus diffusus Vahl.	Paja cortadera
Leptochloa filiformis (Lam.) Beaurois	Paja mona
Bidens pilosa L.	Papunga
Eleusine indica (L.) Gaertn.	Pata de gallina
Portulaca oleracea L.	Verdolaga

Los cambios a través del tiempo en la composición botánica de las malezas comunes, es un fenómeno muy frecuente en áreas dedicadas a actividades agrícolas en el trópico. Un motor importante en el dinamismo de las poblaciones de malezas lo constituye el uso de los herbicidas modernos. Estos compuestos han ido frenando el desarrollo de unas malezas, reduciendo la competencia interespecífica y disminuyendo la diversidad de especies. En esta forma se abre campo a plantas altamente especializadas que se convierten en dominantes, en cuyo control se tiene que emplear sistemas costosos generalmente a base de productos químicos muy específicos los que presentan un rango muy estrecho de selectividad para los cultivos.

Además de las especies anotadas en la Tabla 2, en la actualidad causa alguna dificultad el control del maíz y el sorgo en campos de soya. Los dos cultivos son empleados en la rotación con el de la soya, quedando en los campos semilla que no es eficientemente controlada por los herbicidas aplicados en este cultivo. Esto es especialmente notorio con las mazorcas de maíz que caen enteras al suelo y que son incorporadas con la arada. Las semillas germinan protegidas de los herbicidas por la envoltura del capacho y corrientemente la única forma de control es mediante arranque manual.

3. COMPETENCIA AL CULTIVO

La necesidad de controlar las malezas en un cultivo está principalmente motivado por las pérdidas en rendimientos que ellas ocasionan en la planta útil. La cuantía del daño depende del manejo de las otras prácticas de cultivo, de las malezas presentes y de las condiciones climáticas imperantes. Puede presentarse el caso de que algunos experimentos de control no den una alta correlación entre la producción y los índices de efectividad del método empleado. Este hecho pone en evidencia el concepto de que la práctica de control de malezas es solo uno de los elementos del conjunto de prácticas establecidas para lograr una mejor productividad.

La inversión que el agricultor debe hacer en las prácticas de control de malezas estará guiada por la utilidad económica que obtenga de ella, representada por la mayor producción de su cultivo. La relación entre costos de control y la retribución en cosecha debe estudiarse para cada zona y parte de estos estudios son los conocidos como pérdidas por comptetencia y época crítica de competencia.

Una estadística muy diciente de lo que las malezas representan para el cultivo de la soya, se ve en las cifras de OPSA (Oficina de Planeación del Sector Agropecuario). En 1973 los incrementos en los rendimientos debidos al control mecánico y químico de las malezas se calculaban en los 600 millones de pesos.

Los estudios realizados en Colombia sobre pérdidas ocasionadas por las malezas en cultivos de soya dan valores alrededor de 52% de disminución de los rendimientos en los testigos sin control. Pero el rango de pérdidas puede variar entre el 20 y 80%, dependiendo de los factores que se mencionaron anteriormente (Otras labores de cultivo, malezas dominantes y condiciones climáticas). Estos resultados son el promedio de los experimentos realizados en parcelas durante varios semestres y diferentes localidades, donde se compara el testigo absoluto sin desyerbas con los mejores tratamientos, bien sean químicos o mecánicos.

En un experimento recientemente terminado en el Centro Experimental de Palmira, se establecieron los siguientes valores:

Control químico + 1 desyerba:	2.014 Kg/Ha
Una sola desyerba:	1.124 Kg/Ha
Testigo sin control:	680 Kg/Ha

El otro aspecto importante para evaluar la conveniencia de la inversión en el control de las malezas en el cultivo de la soya es lo relativo a la época crítica de competencia.

Para que la planta de soya pueda organizar en forma normal su potencial productivo, tiene que iniciar su crecimiento y continuarlo por algún

tiempo libre del efecto negativo que la competencia de las malezas le pueden ocasionar. Pasada esta época, las malezas que crezcan con la planta útil no alterarán en forma significativa su metabolismo reproductivo, puesto que ya se habrá completado la etapa básica de este proceso. Estas primeras etapas de crecimiento generalmente se ubican dentro del primer tercio de ciclo vegetativo de la planta.

Los estudios para determinar la época crítica de competencia deben incluir muchas variables entre las que son importantes: las condiciones físicas y químicas del suelo, el tipo de malezas presentes y el manejo de otras prácticas agronómicas (variedad, siembra, plagas, etc.).

Si las características del suelo en aspectos de nutrición y condiciones físicas son desfavorables, el período vegetativo del cultivo puede sufrir cambios que alteran la época crítica de competencia de las malezas. El mismo efecto negativo puede tener el mal manejo de otras prácticas agronómicas.

En áreas altamente infestadas por el Cyperus rotundus, la etapa crítica de competencia puede empezar desde antes de la emergencia de la soya, posiblemente debido al efecto negativo sobre la germinación de la planta, causado por la actividad metabólica de los tubérculos de la maleza. Se ha encontrado igualmente que el complicado sistema de rizomas producido rápidamente por la maleza, es un impedimento físico para el crecimiento de la recien germinada plántula de soya.

La metodología seguida para estudiar la época crítica de competencia de las malezas en un cultivo es relativamente simple. Se realiza en parcelas experimentales, siendo los diferentes tratamientos el número de días que el cultivo permanecerá libre de malezas desde su emergencia en el campo, o la frecuencia con que se hagan las desyerbas durante todo el ciclo vegetativo del cultivo. Para el primer caso la Tabla 3 ilustra la distribución de los tratamientos cuando estos se llevan hasta la septima semana del cultivo.

TABLA 3. Epoca crítica de competencia. Calendario de desyerbas.

TRATAMIENTO	SEMANAS DESPUES DE LA EMERGENCIA						
	1	2	3	4	5	6	7
1	x	x	x	x	x	x	x
2		x	x	x	x	x	x
3			x	x	x	x	x
4				x	x	x	x
5					x	x	x
6						x	x
7							x
8							
9	x						
10	x	x					
11	x	x	x				
12	x	x	x	x			
13	x	x	x	x	x		
14	x	x	x	x	x	x	
15		x		x		x	
16			x			x	
17		x					
18			x				
19				x			
20					x		
21						x	

Otra metodología propuesta distribuye los tratamientos por períodos de diez días, (Tabla 4) haciendo comparaciones con y sin desyerbas. En la metodología discutida se logra valorar cualquier efecto negativo producido por las malezas durante la etapa crítica de crecimiento del cultivo, prolongando los tratamientos a etapas posteriores, segundo método, pero ampliando igualmente el rango de las observaciones. Pero si se conoce bien el tipo de malezas presentes y su biología, es posible ubicar en forma real la época y frecuencia de las desyerbas, haciendo más racional las observaciones y simplificando la metodología de trabajo, Tabla 5.

Cuando se trabaja con base a comparaciones durante las primeras semanas del cultivo, se puede incurrir en el error de subestimar el efecto negativo producido por la germinación tardía de malezas. Si bien es cierto que éstas no reducen la carga producida por el cultivo, si disminuyen los rendimientos por dificultades en la cosecha. Este caso es muy frecuente en el Valle del Cauca donde diferentes especies de Ipomoea que tienen habilidad para germinar y desarrollarse al final del cultivo, se enredan en la planta de soya entorpeciendo las labores de cosecha.

4. COSTOS DEL CONTROL

El valor de las labores de control de malezas en el cultivo de soya en el Valle del Cauca, varía mucho de acuerdo a la zona y a los sistemas de producción y generalmente está entre los $ 2.500 y los $ 3.500 por hectárea. De estos costos, un 50% generalmente corresponden a un tratamiento químico preslembra o preemergente y el otro 50% a una cultivada más una desyerba al final del llenado de granos. En las actuales circunstancias del cultivo en el Valle del Cauca, la primera labor de control se realiza para la siembra del cultivo o poco después de la emergencia. Posteriormente las prácticas de control pueden variar mucho, siendo necesario solamente una cultivada antes de que el cultivo cierre calles, o la aplicación de un herbicida postemergente que elimine las malezas de hoja ancha que frecuentemente se escapan al control químico inicial. Últimamente son frecuentes las desyerbas pro-cosecha (al término

TABLA 4. Epoca crítica de competencia. Calendario de desyerbas.

TRATAMIENTOS	
Con malezas	Sin malezas
1. Enhierbado los primeros 10 días	9. Limpio los primeros 10 días.
2. Enhierbado los primeros 20 días.	10. Limpio los primeros 20 días.
3. Enhierbado los primeros 30 días.	11. Limpio los primeros 30 días
4. Enhierbado los primeros 40 días	12. Limpio los primeros 40 días
5. Enhierbado los primeros 50 días	13. Limpio los primeros 50 días
6. Enhierbado los primeros 60 días	14. Limpio los primeros 60 días
7. Enhierbado los primeros 70 días	15. Limpio los primeros 70 días
8. Enhierbado todo el tiempo (Testigo)	16. Limpio todo el tiempo (Testigo).

TABLA 5. Determinación de la época crítica de competencia. Distribución de tratamientos.

No. del Trat.	E1 20	E2 35	E3 50	E4 65	E5 80	E6 95	No. de Deshierbas	
			Días después de siembra					
1	x						1	
2		x					1	
3			x				1	
4				x			1	
5	x	x					2	
6	x		x				2	
7	x			x			2	
8		x	x				2	
9		x		x			2	
10		x			x		2	
11		x				x	2	
12	x	x		x			3	
13	x	x			x		3	
14	x	x				x	3	
15	x		x		x		3	
16	x		x			x	3	
17		x	x			x	3	
18		x		x		x	3	
19	x	x	x		x		4	
20	x	x	x			x	4	
21	x	x		x		x	4	
22	x	x	x	x	x		5	
23		x	x	x	x	x	5	
24	x	x	x	x	x	x	6	(Test. limpio)
25							0	(Test. absoluto)
26	Testigo comercial							

x = Epoca a la cual se realizó la deshierba, E = Epoca = Período sometido a competencia.

del período de llenado de granos). Esta labor es necesaria para poder realizar una cosecha limpia y sinescesivas pérdidas. En la Tabla 6 se enumeran las diferentes labores de control de malezas practicado por los cultivadores de soya en el Valle del Cauca.

Aún cuando el número de pequeños cultivadores de soya (menos de 10 plazas) en el Valle del Cauca es muy reducido (10% del área totoal) se puede decir que los cuatro primeros sistemas de la Tabla 6 son los más empleados por ellos. Los sistemas IV, V, y VI corresponden a los medianos agricultores cuya superficie de cultivo está entre las 10 y 30 plazas y representan un 60% del área total dedicada al cultivo. Los grandes cultivadores, con un hectareaje promedio superior a las 50 plazas representan más del 25% del área sembrada en soya. Este grupo generalmente trabaja con los sistemas VII y VIII. El sistema IX, que emplea control preemergente, una aplicación postemergente, una cultivada antes del cierre de calles y una desyerba pro-cosecha, no es muy frecuente y casi siempre es remedial a fallas en las prácticas iniciales de control.

5. SISTEMAS DE CONTROL

Para el tratamiento de las malezas en áreas cultivadas podemos pensar en un proceso integrado por tres componentes: prevención, manejo y eliminación. Con el fin de darle racionalidad al sistema, las tres etapas deben considerarse como elementos integrantes de un solo mecanismo y no como alternativas independientes. Cuanto más cuidado se tenga en la ejecución de cada etapa, más positivos serán los resultados finales del control. Las fallas en cualquiera de ellas recargará el trabajo de la obra, reduciendo la eficiencia del conjunto.

La prevención tendrá que ver con todas las medidas que se tomen para evitar que las semillas de las malezas lleguen al campo, se establezcan y diseminen.

Por mucho tiempo se ha conocido que la semilla del cultivo es uno de los mejores vehículos para la diseminación de malezas. Las reglamentaciones que cada país tenga para garantizar la introducción, producción

TABLA 6. Diferentes sistemas de control de malezas empleanc por los cultivadores de soya en el Valle del Cauca.

TIPO DE LABOR	SISTEMA								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Una desyerba inicial	x			x					
Dos desyerbas antes del cierre		x							
Una cultivada o desyerba antes del cierre			x	x		x	x	x	x
Control químico preemergente					x	x	x	x	x
Desyerba pro-cosecha							x		x
Control químico postemergente								x	x

y distribución de semillas a los agricultores serán de gran ayuda en la lucha contra las malezas. Para la normalización de esta actividad serán necesarios los estudios biológicos de las malezas las cuales nos indican en que forma se propagan y cual es su agresividad. Los productores de semilla deberán entonces eliminar de sus campos las especies cuyas características no permiten su presencia en la semilla del cultivo. Esta eliminación debe hacerse en el campo del cultivo y no en el producto cosechado.

Las aguas de riego constituyen otra fuente importante de suministro de semillas de malezas. Aún cuando existen métodos para limpiar el agua de riego, la mejor manera de evitar su contaminación con semillas de malezas es eliminando éstas en los bordes de los canales.

La maquinaria agrícola es el tercer vehículo diseminador de malezas. Muchas especies, principalmente aquellas cuya propagación es vegetativa pueden llegar a nuestros campos de cultivo con el arado u otros implementos agrícolas. Es entonces importante saber de que área viene la maquinaria para si es del caso ordenar su lavado y limpieza. El coquito es

quizá el ejemplo más claro que tenemos en el Valle del Cauca de diseminación de malezas con la maquinaria agrícola. Cuando esta maleza llega a un campo inicia su infestación por parches. Si estas áreas no se aislan en muy poco tiempo las labores de labranza diseminarán más los parches de la maleza.

Las cosechadoras también frecuentemente ayudan a diseminar las malezas no sólo dentro del mismo campo sino de un campo a otro.

El viento, los animales (pájaros y roedores), son también importantes en su función de distribuír malezas y luchar contra ellos es más difícil.

La tendencia a no controlar las malezas en cercas, bordes de canales y vías es muy generalizado. Solamente nos preocupan las malezas cuando ellas están compitiendo directamente con nuestros cultivos. Las malezas que crecen en áreas no cultivadas vecinas a nuestros campos son fuente de semillas desde donde se reinfectarán fácilmente nuestros cultivos. Por eso es muy importante el manejo de la vegetación en las áreas antes nombradas.

En bordes de canales, vías y cercas es muchas veces conveniente fomentar el desarrollo de vegetación perenne, la que difícilmente logrará establecerse en las áreas de cultivos anuales. Puede ser entonces inadecuado el uso de herbicidas totales y labores mecánicas que alteren la superficie del suelo de estas zonas, pues estas labores permiten el desarrollo de especies anuales de malezas las cuales son peligrosas por su capacidad de establecimiento en los cultivos.

Para los campos de soya son amenaza las malezas como caminadora (Rottboellia exaltata L.), el pasto Johnson (Sorghum halepense(L.) Pers.), la batatilla (Ipomoea sp.), liendre puerco (Echinochloa colonum (L.) Link) etc., cuando ellas crecen en áreas vecinas no cultivadas. Sin embargo el peligro de tales especies puede limitarse grandemente si esas áreas son dominadas por malezas perennes como argentina (Cynodon dactylon (L.) Pers.), pasto guinea (Panicum maximum), pasto puntero

(Hypanthenia rufa (Noes.) Sapf.) etc.

La práctica de rotación de cultivos es una costumbre aconsejada como preventiva contra el crecimiento desmedido en la población de una determinada especie de maleza Claro está que la sola práctica de rotación no es suficiente si ella no se planifica con el propósito de evitar ciertos tipos de malezas. En el Valle del Cauca la rotación de soya con maíz y sorgo es muy útil en la lucha contra algunas especies como el coquito, la caminadora y las batatillas.

El cultivo de algodón también es frecuentemente rotado con el de soya, pero debe tenerse muy presente que el empleo de una misma familia de herbicidas en ambos cultivos puede arruinar la conveniencia de la rotación como medida preventiva en el control de malezas. Ejemplo de ésto se presenta en el Valle del Cauca cuando por el uso cortinuado de trifluralina en los dos cultivos de rotación (algodón y soya) se especializan los campos en malezas como Bidens spp., Euprhobia spp. y algunas leguminosas (Figura 3). En la figura se puede apreciar la gran cantidad de semillas de la maleza Bidens pilosa adheridas al guante de un obrero que está desyerbando un campo de soya dominando por esta especie, como consecuencia del uso continuado de un mismo grupo de herbicidas.

El manejo es otro de los importantes componentes del sistema de control de malezas. Por manejo se puede entender cualquiera de las prácticas culturales que favorezcan el desarrollo de un cultivo sano, vigoroso crecimiento y que reduzca o limite la capacidad competitiva de las malezas. Utiles prácticas de manejo serán la adecuada preparación del campo que exponga a la desecación las plántulas de las recién emergidas malezas en los primeros centímetros de la superficie del suelo. En los dos centímetros superiores de la capa arable germina el mayor porcentaje de semilla anuales de las malezas. En esta capa también se presentan los cambios más bruscos de temperatura y contenido de humedad, siendo el primero un factor que posibiemente promueve la germinación y el segundo la causa de la destrucción de un gran número de plántulas. Las semillas de la planta cultivada están por debajo de la capa mencionada y por lo tanto más protegida de las condiciones hostiles de la superficie. La gran

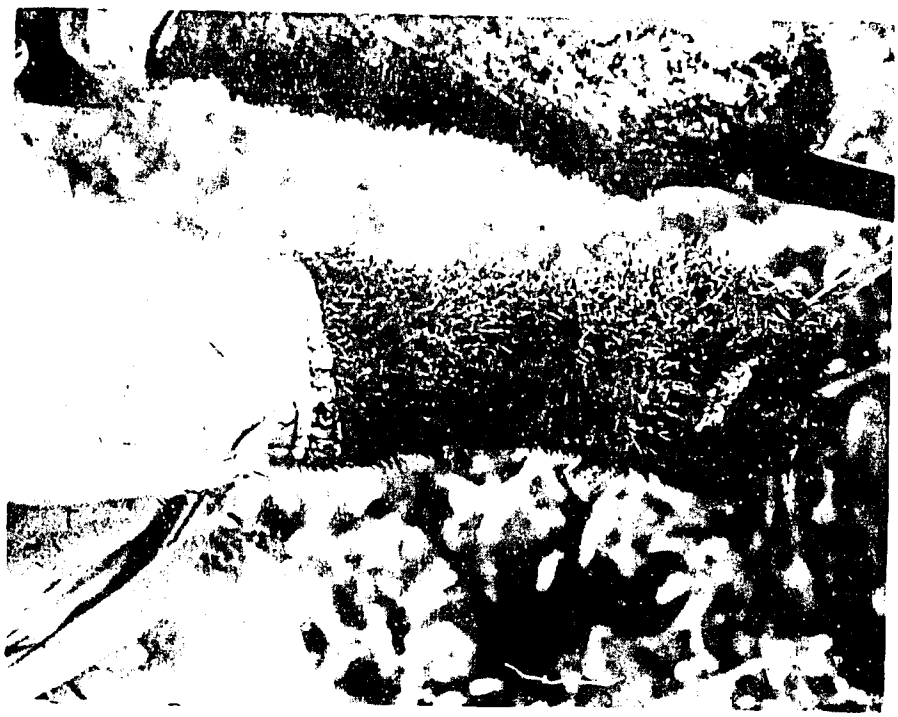


FIGURA 3. Guantes de un obrero desyerbando un cultivo de soya invadido por *Bidens pilosa* (papunga).

mayoría de los tubérculos del coquito, los rizomas del pasto Johnson y los estolones de la argentina se disecan y mueren cuando quedan expuestos directamente a los rayos del sol.

La condición de suelo superficial finamente pulverizado si bien es cierto que destruye muchas malezas, puede ser nocivo puesto que expone el suelo a la erosión por el agua o el viento.

La nivelación del campo de cultivo que también favorece la mejor condición para la cama de la semilla sembrada, ayuda al cultivo y perjudica la maleza.

La siembra debe hacerse con la variedad más recomendada en la región, fertilizándola de acuerdo al tipo de suelo y dándole las condiciones de humedad apropiadas. Estas labores facilitan una germinación pareja del cultivo y una etapa inicial de crecimiento óptima que ponen en ventaja a la planta sobre las malezas. Debe recordarse que la planta cultivada está preparada genéticamente para usar más favorablemente los fertilizantes.

La distancia entre los surcos del cultivo es una herramienta útil en el manejo de las malezas. Para el cultivo de la soya en el Valle del Cauca, la siembra de surcos apareados a treinta centímetros y separados por calles de sesenta centímetros ha facilitado el tratamiento de las malezas. La soya crece rápido y cierra pronto las calles angostas, frenando así el desarrollo de muchas malezas. Por su parte las calles anchas facilitan el empleo de cultivadores o las limpiezas manuales.

La densidad de cultivo no solamente está definida por la disposición de los surcos sino también por el número de plantas que crecen en ellos. En el Valle del Cauca se han presentado plagas (insectos y pájaros) que reducen el número de plantas de soya en el surco, creándose muchos espacios libres en los cuales germinan y crecen más fácilmente las malezas. Estas plagas deben controlarse a tiempo y así se evita un ambiente más propicio para las malezas.

Finalmente debe evitarse cualquier problema fitosanitario y de manejo del cultivo que limiten el follaje de la planta útil o reduzca su capacidad de crecimiento.

La competencia interespecífica es un factor de manejo muy descuidado en trabajos con malezas en los campos cultivados. Cuando existe diversidad en las especies que invaden un campo, se presenta un balance adecuado que evita el dominio y agresividad de una de ellas. Este hecho originado por la competencia interespecífica de las malezas, favorece más el cultivo que cuando una sola especie dominante compite con él.

Eliminación o control previamente dicho, se refiere a los métodos empleados para suprimir el mayor número posible de las malezas que germinan en el campo. Estos métodos pueden destruir semillas, inhibir la germinación, matar plántulas o suprimir las malezas después de que ellas han emergido. Para ello se pueden usar productos químicos, herramientas mecánicas o manuales y organismos vivos.

En la Tabla 6 se presentaron los sistemas de control de malezas más frecuentes usadas en cultivos de soya en el Valle del Cauca. Las labores más corrientes son las desyerbas manuales, las mecánicas y el uso de herbicidas.

En lo que respecta al control biológico, aún cuando no se emplea en nuestro medio, se conocen varios casos de insectos y hongos que atacan algunas especies de malezas. Falta mucho estudio para utilizar en forma adecuada la posibilidad de eliminar la población de una especie de maleza con un agente biológico, el cual aisladamente se observa en el campo destruyéndola o frenando su crecimiento. En los campos de soya del Valle se han detectado poblaciones de insectos que atacan al bledo (*Amaranthus* spp. L.), otro coleóptero también se encuentra defoliando la papunga (*Bidens pilosa*. la batatilla (*Ipomoea* spp.), una de las malezas más periudiciales en el cultivo de la soya, ocasionalmente se encuentra en el campo completamente invadida por la roya blanca (*Albugo ipomoea panduramae*). Este patógeno se caracteriza por el achaparramiento que causa a la maleza, reduciendo mucho su agresividad.

La argentina (Cynodon dactylon) es otra especie en la cual se ha encontrado ataques fuertes de áfidos que frenan completamente su desarrollo.

Los casos de control biológico de malezas referidas anteriormente hacen pensar en la necesidad de investigar las relaciones entre plagas o patógenos y las poblaciones de las malezas donde ellos se presentan con alguna intensidad. Estos estudios seguramente darán resultados positivos en la lucha contra las malezas con agentes biológicos.

El control manual ha sido el método tradicionalmente empleado por los agricultores. Si las condiciones de mano de obra y clima son favorables, el control manual de malezas en cultivos de soya es eficiente. Cuando se presentan abundantes lluvias durante la etapa crítica de competencia de las malezas al cultivo o la mano de obra es escasa, la eficacia del sistema manual de control disminuye. Una demora en realizar esta labor puede ocasionar daños irreversibles al cultivo. Esto sucede frecuentemente por cuanto la mayor intensidad de las lluvias se presenta al comienzo del cultivo, impidiendo o retrasando los trabajos en el campo.

El control manual como sistema central de lucha contra las malezas es cada día menos empleado, por cuanto han aumentado las áreas dedicadas al cultivo, lo que hace insuficiente la mano de obra. Pero sí tiene frecuente utilización cuando se emplea como método complementario de control para eliminar algunas malezas que han escapado a los sistemas iniciales de control.

Las cultivadoras de tracción animal o de tractor son muy usadas en las prácticas de control de malezas en el cultivo de la soya. La mayor rapidez y eficiencia de esta labor sustituye mucha mano de obra. Sin embargo, la presencia de las lluvias puede convertirse en factor negativo para el control mecánico. Estas labores es necesario realizarlas durante el primer mes de vida del cultivo y antes del cierre de calles.

El azadón rotatorio es especialmente útil para la destrucción de plántulas de malezas en las calles del cultivo y puede utilizarse semanalmente en las primeras dos o tres semanas siguientes a la emergencia de la soya.

Si las lluvias no son excesivas, las labores mecánicas de control de malezas son muy eficientes y seguras. Pero si como sucede con gran frecuencia en el Valle del Cauca, las lluvias son abundantes durante el primer mes del cultivo, las prácticas mecánicas de control se vuelven ineficaces y pueden dañar muchas plantas. La demora en realizarlas por la imposibilidad de entrar el equipo al campo debido al encharcamiento del suelo, puede ser grave para el cultivo.

El control químico se ha convertido en la alternativa más empleada para eliminar las malezas en campos cultivados. Existen actualmente en el mercado un buen número de herbicidas que pueden usarse para el control de malezas en soya. El rápido éxito alcanzado por los herbicidas ha relegado a segundo plano la investigación con otros sistemas de control. El alto grado de selectividad para las plantas cultivadas mostrada por estos compuestos, las relativas bajas dosis que se emplean (2 o 3 Kg/Ha), su poca toxicidad y el amplio rango de especies de malezas que pueden controlar, explican la buena acogida que han tenido los herbicidas.

El empleo cuidadoso y racional de los matamalezas, siguiendo las recomendaciones de la etiqueta, evita gran parte de los problemas y dificultades que algunas veces se presentan con su uso. Debe tenerse muy presente que la información técnica consignada en la etiqueta de un producto es excesivamente costosa y resume un sin número de resultados experimentales y trabajos de investigación.

En el Valle del Cauca, aproximadamente el 90% del área cultivada en soya es tratado con herbicidas. De acuerdo a la época en que estos productos se aplican, se pueden agrupar así: presiembra, presiembra incorporados, preemergentes y postemergentes (Tabla 7).

TABLA 7. Lista de productos más recomendados en el control químico de malezas y época para su aplicación.

PRE - SIEMBRA	
Dalapon Glyfosato	Herbicidas postemergentes a las malezas para el control de gramíneas rizomatosas antes de preparar el campo para la siembra. Con el dalapon se puede sembrar dos o tres semanas después de la aplicación. El glyfosato no deja efecto residual.
PRESIEMBRA INCORPORADOS	
Alaclor	Incorporado controla algunas Cyperaceas.
Dinitramina Fluchoralina Pendimetalina Trifluralina	Deben mezclarse adecuadamente con los primeros 5 ó 6 cm de la superficie del suelo mediante rastrillo y rotovator, preferiblemente en suelo seco. Controla caminadora.
Vernan	Eficiente en el control de coquito pero no controla caminadora.
PREEMERGENTES	
Alaclor Cloramben Linuron Fluorodifen	Inmediatamente después de la siembra. Buenas condiciones de humedad del suelo Son necesarios para la mejor acción de estos productos.
Metribuzina	Ayuda al control de malezas de hoja ancha como la batatilla.
Orizalina Propaclor	
POSTEMERGENTES	
Acifluorfen Bentazon	Deben aplicarse con surfactantes cuando las malezas están pequeñas y en activo crecimiento.

Además de conocer la época de su aplicación, los productos deben estudiarse por su acción específica contra determinado grupo de malezas. En la Tabla 8 se indica la susceptibilidad de las malezas más importantes a los herbicidas recomendados en el cultivo de la soya en el Valle del Cauca. Esta información es de primordial utilidad en los programas de control. Las poblaciones de malezas cambian permanentemente en el campo y un factor importante en este cambio lo constituye el uso de herbicidas. Si estos compuestos tienen una función específica en el control de determinado grupo de malezas, es de esperarse que otras especies progresen libremente cuando en un campo se aplica dicho producto en forma continuada. Esta situación ha creado serias dificultades porque muchos campos se han especializado con malezas que no son controladas por los grupos de herbicidas tradicionalmente aplicados. Es necesario entonces recurrir a otros compuestos más específicos en su acción. Un ejemplo de esta situación se ha presentado en el Valle del Cauca con las malezas caminadora y coquito.

Para evitar los casos extremos de especialización de los campos con malezas dominantes de gran agresividad, no solamente es aconsejable la rotación de cultivo, sino también la alternación de compuestos químicos según las tendencias de las diferentes especies y las características de los herbicidas.

La Tabla 9 nos muestra las recomendaciones de herbicidas para el cultivo de la soya. Estas recomendaciones están basadas en varios años de investigación en diferentes Estaciones Experimentales y fincas de agricultores.

Muchos otros compuestos han sido investigados en Colombia pero la información total que permita recomendarlos no se ha completado aún.

Aún cuando es muy amplia y extensa la información técnica producida alrededor del uso de herbicidas para el control químico de malezas, al final de este artículo se trata de resumir algunos datos importantes sobre las características sobresalientes de los productos empleados en soya.

TABLA 8. Susceptibilidad de las malezas más comunes a los herbicidas recomendados en cultivos de soya (S = Susceptible, M = Medianamente resistente, R = Resistente y - = Sin información).

MALEZAS	HERBICIDAS *							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Argentina	R	R	R	R	R	R	R	R
Atarraya	R	R	R	-	M	-	R	R
Batatilla	R	R	R	R	R	M	R	R
Bledo	S	R	S	S	S	S	S	M
Cadillo falso	R	-	R	M	M	M	R	R
Caminadora	R	R	S	R	R	R	S	R
Caperonia	M	R	S	S	S	S	S	M
Coquito	R	R	R	R	R	R	R	S
Falsa uchuva	-	-	R	S	S	-	R	R
Guardarrocío	S	S	S	S	S	M	S	S
Guasca	-	-	-	S	S	S	-	R
Lechecilla	R	-	M	-	M	S	M	M
Liendre puerco	S	S	S	S	S	S	S	S
Meloncillo	R	R	R	S	S	S	R	R
Paja cortadera	R	R	R	S	R	R	R	S
Paja mona	S	S	S	S	S	S	S	S
Papunga	R	R	R	M	M	M	R	R
Pata de gallina	S	S	S	S	S	S	S	S
Verdolaga	R	R	S	S	S	S	S	R

* 1 = Alaclor, 2 = Amiben, 3 = Dinitramina, 4 - Fluorodifen, 5 = Linuron, 6 = Metribuzina, 7 = Trifluralina, 8 = Vernolate.

TABLA 9. Herbicidas recomendados para el control de malezas en soya.

P R O D U C T O	Dosis Kg/Ha.	Epoca de aplicación
Alaclor	2.0 - 2.5	PRE
Cloramben	2.0 - 3.0	PRE
Dinitramina	0.5 - 0.8	PSI
Fluorodifen	4.0 - 5.0	PRE
Linuron	1.0 - 1.5	PRE
Metribuzina	0.5 - 0.7	PRE
Trifluralina	1.2 - 1.4	PSI
Vernolate	3.0 - 4.0	PSI
Alaclor + Linuron *	1.4 - 1.0	PRE
Cloramben + Linuron *	4.8 - 1.0	PRE
Cloramben + Metribuzina *	2.4 - 0.5	PRE
Metribuzina + Alaclor *	0.4 - 1.4	PRE
Vernolate + Trifluralina *	3.0 - 1.0	PSI

* Mezcla de tanque.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. Herbicide Handbook. Fourth Edition. s.l. 1979. s.p.

2. JEFFERY, L.S.; OVERTON, J.R.; CONNELL, J.T.; MORGAN, T.H. (Jr.); MULLINS, J.A.; GLOVER, D.K. Control of Johnson grass in Soybeans. The University of Tennessee Agricultural Exp. St. Bulletin 574. 1978. s.p.

3. AGRICULTURAS EXTENSION SERVICE, UNIVERSITY OF MINNESOTA. Cultural and Chemical, Weed Control in field crops. Extension Bulletin 400. 1979. s.p.

4. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO ICA. Informes Anuales 1968-1978. Programa de Fisiología Vegetal. Bogotá, Colombia.

5. WAX, L.M. Weed Control. In Soybeans: Improvement, production and uses. B.E. Caldwell ed. Amer. Soc. Agr. Series No. 16. 1973. p.417-457.

CARACTERISTICAS MAS IMPORTANTES DE LOS HERBICIDAS RECOMENDADOS PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE LA SOYA.

CARACTERISTICAS MAS IMPORTANTES DE LOS HERBICIDAS RECOMENDADOS PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE LA SOYA.

A C I F L U O R F E N

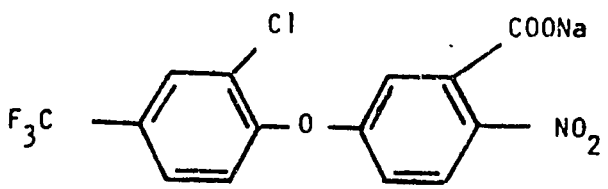
5 - (2-cloro-4-trifluor metil)-fenoxi)-2-nitrobenzoato sódico

A. Nomenclarutra, propiedades físicas y químicas.

1. Nombre común: acifluorfen

2. Nombre comercial: Blazer (Rohm and Haas)

3. Fórmula estructural:



4. Estado físico: solución acuosa viscosa del 45%.

5. Solubilidad en agua: infinitamente soluble

B. Uso. Es un herbicida selectivo en postemergencia, para el control de malezas de hoja ancha en soya, maní y otras leguminosas de semillas grandes. En postemergencia temprana también puede controlar algunas gramíneas. El acifluorfen se aplica en 40 a 100 falo - nes de agua por hectárea, a baja presión y con boquillas de abanico en dosis de 0.125 a 1.0 Kg/ha de ingrediente activo.

C. Características fisiológicas. Es un herbicida de contacto de muy poca absorción por raíces, requiere de luz para actuar, no se acumula en el grano, se biodegrada en CO_2, de muy poca persistencia en el ambiente.

A L A C L O R

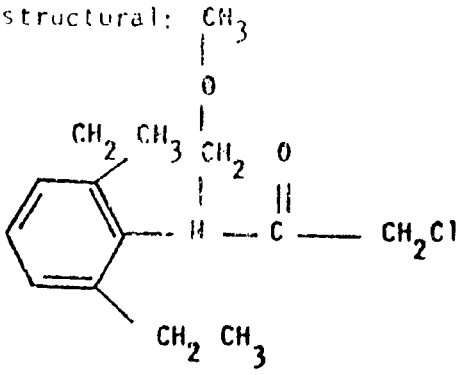
Acetanilide de 2-cloro-2^1, 6^1-dietil-N-(metoximetil)

A. Nomenclatura, propiedades físicas y químicas

1. Nombre común: alaclor

2. Nombre comercial: Lasso (Monsanto); Concentrado emulsionable de 4 lb/gal.

3. Fórmula estructural:



4. Solido de color crema, inodoro

5. Solubilidad en agua: 242 ppm

B. Uso. El alaclor se recomienda para el control de gramíneas anuales, algunas malezas de hoja ancha y cortadera en cultivos de maíz, fríjol, soya, maní y algodón. Se aplica en preemergencia o postemergencia temprana y también incorporado para el control de cortadera en dosis de 1.5 a 4 Kg/ha, en 60 galones de agua.

C. Características fisiológicas. Se absorbido principalmente por plántulas en emergencia, se transloca a la parte aérea, es retenido por las particulas coloidales del suelo, descompuesto en un 90% por microorganismos y con una persistencia en el suelo no mayor de 10 semanas.

D. Mecanismo de Acción. Parece que inhibe la sintesis de proteinas en plantas susceptibles.

B E N T A Z O N

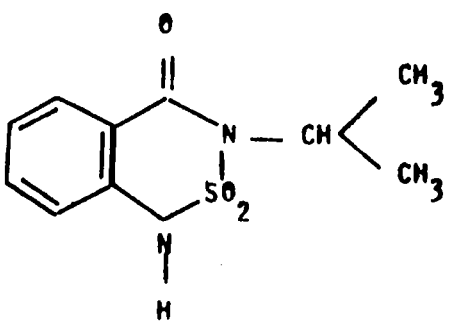
3-isopropil-1H-2,1,3-benzotiadiazin-4(3H) uno 2,2-dioxido

A. Nomenclatura, propiedades físicas y químicas.

1. Nombre común: bentazon

2. Nombre comercial: Basagran (Basf)

3. Fórmula estructural:



4. Estado físico: sólido blanco inodoro

5. Solubilidad en agua: 0.05 g/100 g

B. Uso. El bentazon controla muchas malezas de hoja ancha y ciperaceas en cultivos de gramíneas y leguminosas de semilla grande (soya). Se aplica en solución acuosa, aérea o terrestre en 10 u 80 gl/h y a dosis de 0.75 a 2.0 Kg de i.a./ha. Es un compuesto de acción de contacto postemergente.

C. Características fisiológicas. De absorción foliar, puede lavarse si hay lluvias inmediatamente después de aplicado, poca translocación acropetala o basipetala cuando se aplica foliarmente, pero buen movimiento acropetalo en el xilemo después de la absorción radicular. Es rápidamente metabolizada por las plantas tolerantes, no es absorbido por el suelo pero si por la materia orgánica y se inactiva en seis semanas.

D. Mecanismo de acción. Inhibe la reacción de Hill y otros procesos fotosintéticos.

B I F E N O X

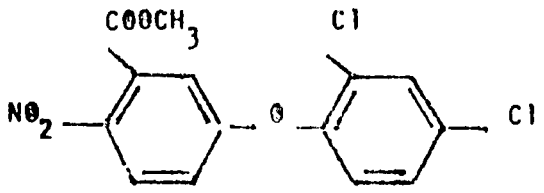
metil 5(2,4-diclorofenoxi)-2-nitrobenzoato.

A. Nomenclatura, propiedades físicas y químicas.

1. Nombre común: befenox

2. Nombre comercial: Modown (Mobil)

3. Fórmula estructural:



4. Estado físico: sólido cristalino amarillo

5. Solubilidad en agua: 0.35 ppm

B. Usos. Se emplea para el control de un gran número de malezas de hoja ancha y algunas gramíneas anuales, lo mismo que coquito y cortadera (Cyperaceas) en cultivos de soya, maíz, sorgo, y arroz. El bifenox se aplica en preemergencia a dosis entre 1.5 y 2.0 Kg. de i.a./ha. Es poco afectado por condiciones climáticas.

C. Características fisiológicas. Es relativamente absorbido por las hojas, poco lavado por lluvias y baja translocación después de la aplicación foliar o al suelo. Más del 99% del producto aplicado se queda en las raíces. Es fuertemente fijado por el suelo, descompuesto por micriorganismos y de poca fotodescomposición o volatilización. La vida media del producto en el suelo es de 7 a 14 días y en sus dosis recomendadas la acción del herbicida alcanza 6 a 8 semanas.

D. Mecanismo de acción. Inhibidor de la fotosíntesis.

C L O R A M B E N

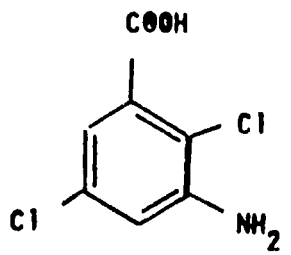
Acido 3-amino-2,5-diclorobenzoico.

A. Nomenclatura, propiedades físicas y químicas.

1. Nombre común: cloramben

2. Nombre comercial: Amiben (Amchem)

3. Fórmula estructural:



4. Estado físico: polvo blanco inodoro

5. Solubilidad en agua: 700 ppm

B. Uso. El cloramben se usa en preemergencia para el control de malezas gramíneas y de hoja ancha en cultivos de soya, fríjol, cucurbitáceas y después del trasplante en tomate. Las dosis recomendadas varían entre 2 y 4 Kg./ha. de ingrediente activo.

C. Características fisiológicas. Es de poca absorción foliar, se lava facilmente de suelos arenosos después de una lluvia fuerte, los microroganismos lo descomponen y su persistencia en el suelo es de 6 a 8 semanas.

D. Forma de acción. Inhibe el desarrollo de raíces en plántulas.

C L O R P R O F A M

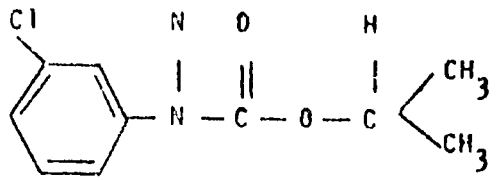
m-clorocarbanilato de isopropilo

A. Nomenclatura, propiedades físicas y químicas

1. Nombre común: clorprofam

2. Nombre comercial: Cloro IPC (PPG)

3. Fórmula estructural:



4. Sólido de color ambar y poco olor.

5. Solubilidad en agua: 88 ppm

B. Usos. Es muy selectivo en preemergencia y postemergencia temprana para el control de malezas gramíneas anuales y de hoja ancha, en cultivos de alfalfa, tréboles, zanahoria, algodón, soya, ajo, cebolla, arvejas y fríjol. La dosis varía de acuerdo con la temperatura entre 2-3 Kg/ha de ingrediente activo en 20 u 80 gal. de agua/ha. A temperaturas altas se requieren dosis aún mayores.

C. Características fisiológicas. El clorprofam es absorbido por el coleoptilo de las gramíneas en emergencia y por las raíces de plantas mayores. La absorción foliar es lenta. Hay transporte acropetalo. El producto es rápidamente absorbido por la materia orgánica del suelo y metabolizado dentro de la planta o por microorganismos. La persistencia en el suelo varía con la temperatura y a 29°C es de 30 días.

D. Mecanismo de acción. Inhibe el crecimiento de raíces e hipocotilo y suprime la transpiración y la respiración. Impide la división celular, inhibe la síntesis de RNA y proteínas, la fosforilación oxidativa, fotosíntesis y la actividad de la beta-amilasa.

D A L A P O N

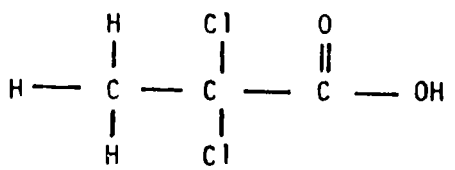
Acido 2,2 dicloropropionico

A. Nomenclatura, propiedades físicas y químicas

1. Nombre común: dalapon

2. Nombre comercial: Dowpon (Dow)

3. Fórmula estructural:



4. Estado físico: líquido incoloro

5. Solubilidad en agua: muy soluble

B. Uso. El dalapon es recomendado para el control de gramíneas anuales y perennes en cultivos de caña de azúcar, maíz, papas, vid, cítricos, café, frutales, en soluciones acuosas y aplicación aérea o terrestre de 10 a 500 l + /ha y dosis entre 0.75 y 20 Kg/ha, dependiendo del tipo de maleza y del área donde se aplica. La aplicación se hace dirigida sobre las malezas cuando estas se encuentran en período activo de crecimiento, evitando que el producto escurra al suelo. La adición de agentes humectantes a la aspersión mejora la actividad del compuesto.

C. Características fisiológicas. De buena absorción foliar y acumulación en tejidos de crecimiento, degradado rápidamente en el suelo, facilmente lavado y lixiviado de la planta y en el suelo; persistencia en suelos agrícolas a las dosis recomendadas entre 2 a 4 semanas.

El dalapon facilita la penetración foliar de otros compuestos puesto que debilita la hormona cuticular.

D I N I T R A M I N A

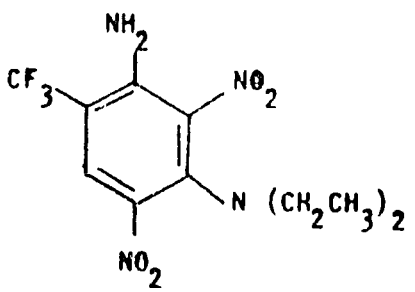
N,N^3-dietil 2,4-dinitro-6-trifluorometil-1,3-benzenodiamina.

A. Nomenclatura, propiedades físicas y químicas

1. Nombre común: dinitramina

2. Nombre comercial: Cobexo (U.S. Borax)

3. Fórmula estructural:



4. Estado físico: sólido cristalino amarillo.

5. Solubilidad en agua: 1.0 ppm.

B. Uso. Recomendado para el control de malezas anuales gramíneas y de hoja ancha en algodón, soya, fríjol, alverjas y girasol. Se aplica incorporando, inmediatamente, o dentro de las 24 horas siguientes y antes de la siembra, en dosis que varían entre 1/3 a 2/3 Kg.i.a/ha, en 20 ó 40 gl de agua.

C. Características fisiológicas. El producto es característicamente de acción en presiembra incorporado, sin translocación, metabolizado y degradado rápidamente por las plantas.

D. Mecanismos de acción. Previene la germinación de semillas y el crecimiento de raíces en plantas susceptibles.

F L U O R O D I F E N

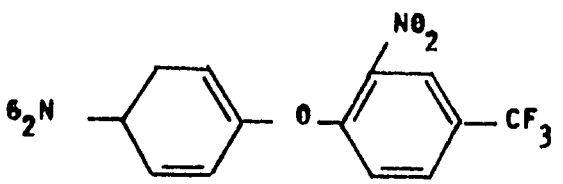
eter del $2,4^2$ - dinitro-4-trifluormetil-difenil.

A. Nomenclatura, propiedades físicas y químicas.

1. Nombre común: fluorodifen

2. Nombre comercial: Preforan (Ciba-Geigy)

3. Fórmula estructural:



4. Características físicas: cristales amarillos incoloros

5. Solubilidad en agua: 2.0 ppm

B. Usos. Para el control de gramíneas y malezas anuales de hoja ancha, en cultivos de soya, arroz, algodón, frijol, alverja y maní. Es un herbicida preemergente y sus dosis varían entre 3.0 y 6.0 Kg. de i.a./ha.

G L Y P H O S A T O

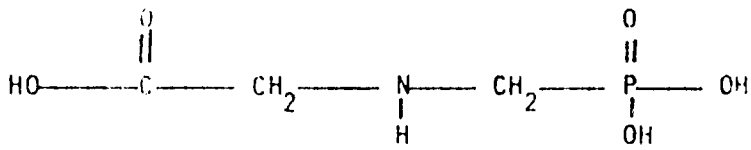
N-(fosfonometil) glicine

A. Nomenclatura, propiedades fisicas y químicas.

1. Nombre común: lifosato

2. Nombre comercial: Roundop (Monsanto)

3. Fórmula estructural:



4. Propiedades físicas: sólido blanco inodoro

5. Solubilidad en agua: 1.2%

B. Usos. No selectivo de amplio espectro, efectivo contra mono y dico - tiledoneas. Se aplica dirigido contra las malezas, evitando salpicar el cultivo. Las dosis recomendadas varían entre 0.5 y 2.0 Kg/ha dependiendo del desarrollo de las malezas.

C. Características fisiológicas. Absorbido foliarmente y translocado, notándose su efecto entre los 4 y 10 días. Las lluvias en las 6 horas siguientes a su aplicación reducen su efecto. El glifosato es fuertemente absorbido por el suelo, no es metabolizado por las plantas pero si por lo microorganismos del suelo. No tiene acción en preemergencia.

D. Modo de acción. No conocida pero se cree que interfiere con la síntesis de algunos aminoácidos y la acción de enzimas como dehidratasas y mutasas.

H E R C U L E S 2 2 2 3 4

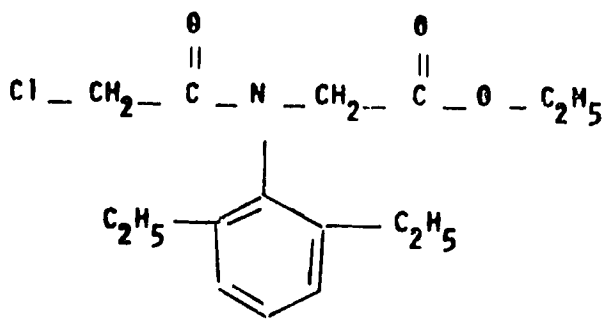
N-Cloroacetil-N-(2,6-dietilfenil)-glicine etil ester

A. Nomenclatura, propiedades físicas y químicas.

1. Nombre común: hercules 22234

2. Nombre comercial: Antor (Hercules)

3. Fórmula estructural:



4. Propiedades físicas: sólido blanco cristalino.

5. Solubilidad en agua: 105 ppm

B. Usos. Es un herbicida preemergente selectivo para el control de muchas gramíneas anuales y algunas malezas de hoja ancha en cultivos de alfalfa establecidos, zanahorias, algodón, coles, frijoles, maní, alverja, papa, remolacha, soya, espinaca y tomates de transplante. Las dosis recomendadas varían entre 1 a 6 Kg de i.a./ha.

C. Propiedades fisiológicas. La absorción es primariamente mediante el brote de las gramíneas en emergencia y en menor escala por las raíces. Es metabolizada casi completamente por las plantas en 96 hrs. y los metabolitos rápidamente translocados. Es fijado por los coloides y degradado por microorgánismos del suelo, con una acción residual entre 6 y 10 semanas.

D. Modo de Acción. No esta estudiado.

L I N U R O N

3-(3,4-diclorofenil)-1-metoxi-1-metilurea

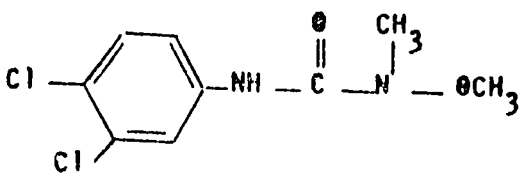
A. Nomenclatura, propiedades físicas y químicas

1. Nombre común: linuron

2. Nombre comercial: Lorox (Dupont)

Afalon (Hoechst)

3. Fórmula estructural:



4. Estado físico: sólido blanco cristalino, inodoro.

5. Solubilidad en agua: 75 ppm.

B. Uso. Control selectivo de malezas anuales gramíneas y de hoja ancha que estén en emergencia o recién establecidas en cultivos de soya, algodón, maíz, sorgo, trigo, papas y zanahoria. Se aplica en preemergencia en el caso de zanahorias cuando las malezas pequeñas principalmente de hoja ancha. Las dosis recomendadas varían entre 0.5 a 3.0 Kg de i.a./ha dependiendo del cultivo y tipo de suelo.

C. Características fisiológicas. El linuron es rapidamente absorbido por las raíces, de poca absorción foliar pero mayor que la de diuron y monuron. La translocación tiene lugar en el xilema. La adsorción por el suelo aumenta con el contenido de arcillas y la de materia orgánica, lixiviandose poco en suelos pesados.

D. Mecanismo de accion. Es un fuerte inhibidor de la reacción de Hill.

M E T R I B U Z I N A

4-amin-6-tert-butil-3-(metiltio)-as-triazin-5(4H)-uno 4-amino-6-(1,1-dimetiletil)-3-(metiltio)-1,2,4-triazin-5(411)-uno

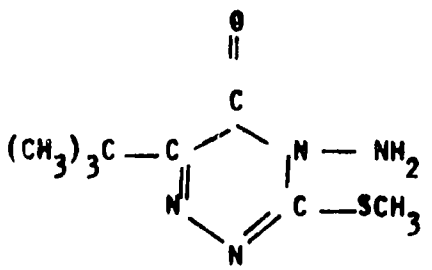
A. Nomenclatura, propiedades físicas y químicas.

1. Nombre común: metribuzina

2. Nombre comercial: Sencor (Mobay Chemical)

Lexone (DuPont)

3. Fórmula estructural:



4. Estado físico: cristalino sólido blanco de olor suave.

5. Solubilidad: 122 mg/100 gr de agua (1.220 ppm).

B. Uso. Efectivo para el control de algunas gramíneas anuales y muchas malezas de hoja ancha (batatilla) en cultivos de papas, caña de azúcar, alfalfa establecida, tomates, soya y frutales cítricos. Se aplica en preemergencia o postemergencia temprana en dosis de 0.25 a 1.0 Kg de i.a./ha para cultivos anuales en 20 u 80 gl. de agua/ha, manteniendo buena agitación. En soya el producto no se debe aplicar en suelos livianos.

C. Características fisiológicas. Principalmente de absorción radicular y algo foliar y translocado en el xilema. Es absorbido por las arcillas y materia orgánica del suelo mediante puentes de hidrógeno, siendo menos la adsorción cuando el pH aumenta. La persistencia de la metribuzina en el suelo es baja, considerándose que bajo condiciones normales la vida media varía entre 14 y 28 días, aumentándose a temperaturas bajas y poca humedad del suelo.

D. Mecanismo de acción. Es un inhibidor de la fotosíntesis.

METOLACHLOR

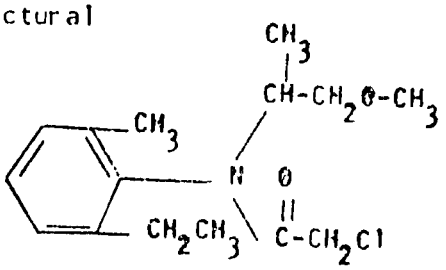
2-cloro-N-(2-etil-6-metilfenil)-N-(2-metoxil-1-metiletil) acetamida

A. Nomenclatura, propiedades físicas y químicas

1. Nombre común: metolachlor

2. Nombre comercial: Dual (Ciba-Geigy)

3. Fórmula estructural



4. Estado físico: líquido blanco o ambar, inodoro.

5. Solubilidad en agua: 530 ppm

B. Usos. Se emplea en el control de malezas gramíneas anuales, cortadera (Cyperus esculentus) y algunas malezas de hoja ancha, en cultivos de maíz, soya y algunas hortalizas. Se aplica como presiembra incorporado o preemergente. Si existe sequía, una incorporación superficial mejora la actividad del producto. Las dosis recomendadas varían entre 1.5 y 3.0 Kg de i.a./ha.

C. Características fisiológicas. Es absorbido por el brote de las gramíneas en emergencia y por las raíces y los brotes de las malezas de hoja ancha. El metolachlor es metabolizado por las plantas y rápidamente adsorbido por las arcillas y la materia orgánica del suelo, reduciendose su movilidad por lixiviación. Se sabe que el compuesto es rápidamente fotoinactivado y que bajo condiciones normales de aplicación en el campo, su vida media es aproximadamente 20 días.

D. Modo de acción. Su acción es similar a la de otras -cloroacetamidas tales como propachlor y alachlor en los cuales, el átomo de cloro es activado por el grupo carbonilo del herbicida reacciona con los nucleofilos del grupo tiol. Se presenta entonces inhibición en la síntesis de proteínas, crecimiento de raíces y síntesis de ácido nucleico.

N A P T A L A M

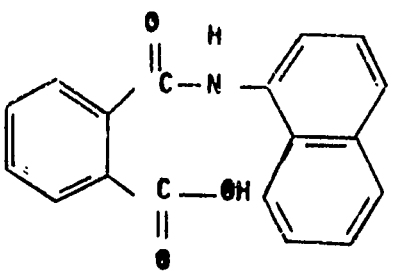
Acido N-1-naptil-talamida

A. Nomenclatura, propiedades físicas y químicas.

1. Nombre común: naptalam

2. Nombre comercial: Alanap (Uniroyal)

3. Fórmula estructural:



4. Características físicas: polvo cristalino, rojizo y de olor desagradable.

5. Solubilidad en agua: 200 ppm

B. Usos. Se recomienda para el control de malezas anuales de hoja ancha y algunas gramíneas en cultivos de soya, maní, pepinos y melones. Preemergente en dosis de aproximadamente 4,0 Kg. de i.a./ha.

C. Características fisiológicas. Se acumula en tejidos meristemáticos después de aplicarlo al suelo o el follaje.. Es metabolizado rápidamente en el suelo y la materia orgánica acelera este proceso. El poder residual es entre 3 y 8 semanas. Es facilmente lavado del suelo si se presentan lluvias fuertes después de su aplicación.

D. Modo de acción. Interfieren con la acción de AIA (ácido indolo acético) impidiendo su funcionamiento.

P R O F L U R A L I N A

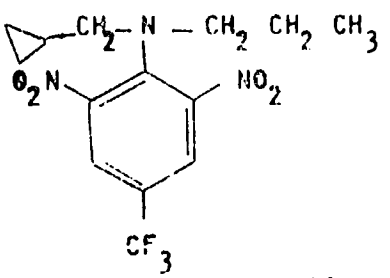
N-(ciclopropilmetil)-α,α,α-trifluoro-2,6-dinitro-N-propil-p-toluidina

A. Nomenclatura, propiedades físicas y químicas.

1. Nombre común: profluralina

2. Nombre comercial: Torban 4 E (Ciba Geigy)

3. Fórmula estructural:



4. Estado físico: cristales amarillo-anaranjados.

5. Solubilidad en agua: 0.1 ppm

B. Usos. Se emplea en cultivos de algodón, soya, girasol, alfalfa de semilla, maní y fríjoles. Controla malezas anuales de hoja ancha y gramíneas. Es aplicado en presiembra incorporado a dosis de 0.5 a 1.5 Kg. de i.a./ha dependido del tipo de suelo en 20 u 80 gl de agua por ha.

C. Características fisiológicas. De muy poca absorción foliar y ninguna translocación en plantas de algodón y soya. Fuertemente adsorbido por las arcillas y la materia orgánica del suelo. La vida media del producto varía entre 90 y 160 días dependiendo del suelo.

D. Mecanismo de acción. La profluralina es adsorbida principalmente por las raíces y brotes en emergencia y mata las malezas por su efecto tóxico en el proceso de germinación. Existen evidencias de que el compuesto interfiere con la fotosíntesis y la respiración y que el grado de selectividad puede estar asociado con el contenido de ácidos lípidos de la planta o sus semillas.

O R Y Z A L I N A

3,5-dinitro N^4,N^4-dipropilsulfanilamida.

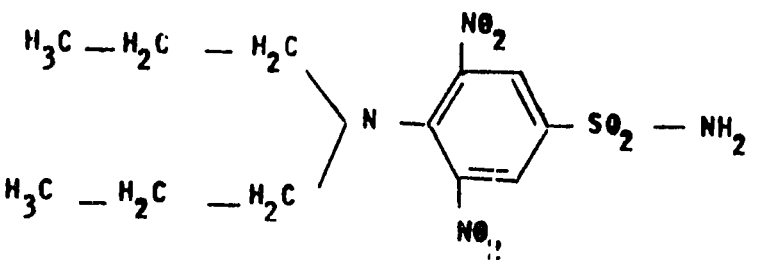
A. Nomenclatura, propiedades físicas y químicas.

1. Nombre común: oryzalina

2. Nombre comercial: Ryzelan

Surflan (Elanco)

3. Fórmula estructural:



4. Estado físico: sólido cristalino anaranjado, inodoro.

5. Solubilidad en agua: 2,4 ppm

B. Uso. Preemergente selectivo en soya, algodón, y muchos frutales, para el control de la mayoría de las gramíneas anuales y algunas malezas de hoja ancha. Si no se cuenta con lluvias durante los 7 a 10 días siguientes a su aplicación, el producto debe incorporarse superficialmente. Las dosis recomendadas varían entre 0.75 y 1.75 Kg. de i.a./ha. El producto no se recomienda aplicar en suelos que contengan más del 3% de materia orgánica.

C. Características fisiológicas. Oryzalina no tiene acción foliar y su absorción y translocación es muy reducida en plantas de soya. Tampoco se ha detectado acumulación del producto en el grano cosechado. El producto sufre poca lixiviación y es fuertemente adsorbido por el suelo seco y la materia orgánica. Es rápidamente biodegradado y en sus dosis recomendadas no causa daño a los cultivos de rotación.

D. Modo de acción. La oryzalina interfiere con el proceso de germinación de semillas.

O X A D I A Z O N

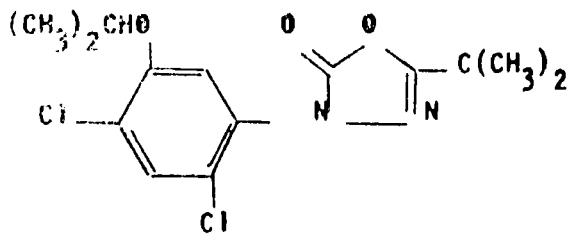
2-tert-butil-4-(2,4-dicloro-5-isopropoxifenil)-4^2-1,3,4-oxadiazolin-5-uno

A. Nomenclatura, propiedades físicas y químicas.

1. Nombre común: oxadiazon

2. Nombre comercial: Ronstar (Rhodia)

3. Fórmula estructural:



4. Estado físico: polvo blanco cristalino, inodoro

5. Solubilidad en agua: 0,7 ppm.

B. Usos. Se emplea como preemergente en arroz, maní, frutales, soya y ornamentales, para el control de muchas malezas anuales, en dosis de 0,75 a 4,0 Kg. de i.a./ha., dependiendo del cultivo y las malezas.

C. Caracteristicas fisiológicas. No es absorbido por las hojas, fuertemente adsorbido por los coloides del suelo.

D. Modo de acción. Afecta por contacto los brotes de las plantas susceptibles cuando ellas están emergiendo en un suelo tratado.

P E N D I M E T A L I N A

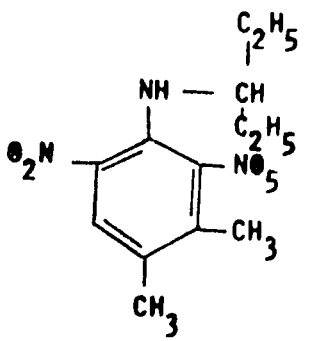
N-(1-etilpropil)-3,4 dimetil-2,6-dinitro-benzenoamina.

A. Nomenclatura, propiedades físicas y químicas.

1. Nombre común: pendimetalina

2. Nombres comerciales: Prwl, Stomp, Herbadox (American Cyanamid)

3. Fórmula estructural:



4. Estado físico: sólido cristalino amarillento.

5. Solubilidad en agua: 0.5 ppm

B. Uso. Recomendado para el control de muchas gramíneas y algunas malezas de hoja ancha en cultivos como maíz, soya, algodón, papas, cebolla y tomate de transplante. Se aplica en presiembra incorporado y preemergencia dependiendo del cultivo, a dosis de 1 1/2 Kg.- i.a./ha. La pendimetalina es fuertemente adsorbida por la materia orgánica y la arcilla del suelo. La persistencia en el suelo depende de el método de aplicación de la textura y contenido de materia orgánica. Tiene muy poca absorción foliar.

C. Mecanismo de acción. Falta mucho por estudiar pero parece que inhibe la división celular.

P R O P A C H L O R

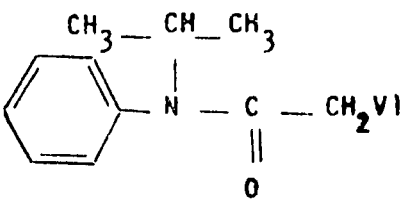
2-cloro-N-isopropilacetanilida

A. Nomenclatura, propiedades físicas y químicas.

1. Nombre común: propachlor

2. Nombre comercial: Ranrod (Monsanto)

3. Fórmula estructural:



4. Estado físico: sólido claro.

5. Solubilidad en agua: 680 ppm.

B. Usos. Para el control de malezas gramíneas anuales y ciertas especies de hoja ancha, en cultivos de maíz, sorgo, soya y otras leguminosas, aplicado en preemergencia, postemergencia temprana o incorporación con el agua de riego. Las dosis recomendadas varían entre 3.0 y 6.0 Kg. de i.a./ha.

C. Características fisiológicas. Es absorbido principalmente por el brote en emergencia y secundariamente por las raíces. Se transloca fácilmente en la planta con acumulación en las estructuras reproductivas pero metabolizado casi completamente en 5 días. El propachlor es absorbido por los coloides del suelo, descompuesto en un 94% por microorganismos y una duración promedia en el suelo de 4 a 6 semanas, siendo mayor en suelos con alto contenido de materia orgánica.

D. Modo de acción. Inhibe el alargamiento celular y la síntesis de proteínas, lo mismo que la síntesis de ácido nucleico. El propachlor parece que interfiere con el paso a la cadena polipeptica del aminoacil-tRNA.

T R I F L U R A L I N A

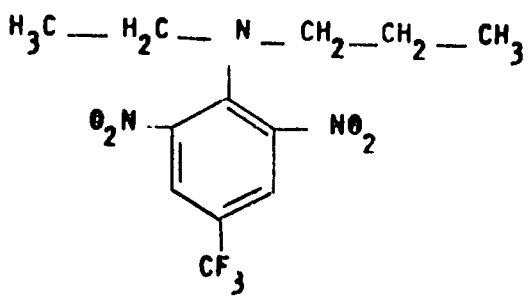
α, α, α-trifluoro-2,6-dinitro-N,N-dipropil-p-toluidine

A. Nomenclatura, propiedades físicas y químicas.

1. Nombre común: trifluralina

2. Nombre comercial: Treflan (Elanco)

3. Fórmula estructural:



4. Propiedades físicas: sólido cristalino anaranjado

5. Solubilidad en agua: < 1 ppm

B. Usos. Controla un gran número de gramíneas y algunas malezas de hoja ancha en cultivos de algodón, soya, frijol, alverjas, remolacha, pepinos, sandías, melones, tomates de transplantes, coliflor y repollo. Se aplica en presiembra incorporándolo inmediatamente después de la aplicación en dosis de 0.5 a 1.0 Kg. de i.a./ha.

C. Características fisiológicas. No es de absorción foliar, ni se translocа en las plantas que crecen en suelo tratado con el producto. La trifluralina es fuertemente adsorbida por el suelo y de casi nula lixiviación. La duración de compuestos en el suelo cuand se ha aplicado en dosis normal puede llegar hasta los 4 ó 6 meses. El producto que quede sobre la superficie del suelo es fotodescompues o.

D. Mecanismo de acci n. La trifluralina afecta el proceso de germinación de semillas y los mecanismos fisiológicos asociados con él.

V E R N O L A T E

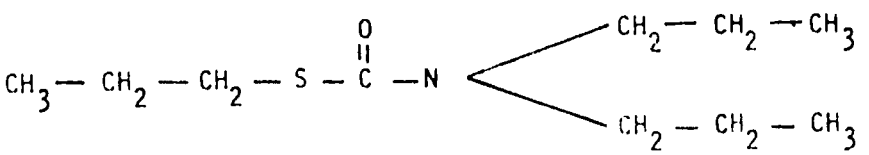
S-propil dipropiltiocarbamato

A. Nomenclatura, propiedades físicas y químicas.

1. Nombre común, vernolate

2. Nombre comercial: Vernam (Stauffer)

3. Fórmula estructural:



4. Estado físico: líquido.

5. Solubilidad en agua: 90 ppm.

B. Usos. Controla gran número de gramíneas, ciperaceas (coquito) y algunas malezas de hoja ancha en cultivos de soya, maní y tabaco. Para una mejor acción el vernolate debe incorporarse mecánicamente después de su aplicación hasta una profundidad de 6 a 8 cm a dosis de 4.0 Kg. de i.a./ha.

C. Características fisiológicas. El vernolate es tomado por las raíces y translocado por el tallo y las hojas, donde es rápidamente metabolizado. Se fija en suelos secos pero puede movilizarse en el agua de lixiviación. También se puede perder rápidamente de la superficie del suelo por evaporación. Su vida media en suelos húmedos y francos es de pocas semanas.

D. Mecanismo de acción. Inhibe el desarrollo meristemático de hojas y yemas.

METODO DE FROTAMIENTO PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN SOYA

Thomas M. Fullerton *

El Programa Internacional de Soya (INTSOY) está involucrado con el Ministerio de Agricultura y Alimentación del Perú, en un proyecto con fines de establecer un sistema de producción de soya en la selva alta al Este de la Cordillera Andina. La mayoría de las explotaciones en donde se lleva a cabo el trabajo son de 2 a 5 hectáreas en tamaño. En esta área se practica en forma extensiva la agricultura tradicional o de corte y quema. Sólo un limitado número de productores tiene acceso a equipos agrícolas a través de un 'pool' de maquinaria o de contratistas particulares, pero las explotaciones totalmente mecanizadas son muy pocas. Por lo general, la siembra, el control de malezas y la cosecha se efectúan manualmente. Según Harms (6), los costos de producción se incrementan por la mano de obra para control de malezas en proporción igual o mayor a cualquier otro factor.

Los problemas de malezas varían de un área a otra según las diferencias ambientales, los sistemas de cultivo y las especies presentes. Sin embargo, se acepta generalmente que las medidas de control son críticas durante las primeras seis semanas después de la siembra de soya para evitar bajas en la producción, debido a la competencia de malezas. La demora en el inicio del control de malezas o la falta de continuidad en

---

* Programa Internacional de Soya (INTSOY), Av. Salaverry 674, Ofic. 802 - Lima 11, Perú.

las prácticas del control durante un período de tiempo determinado, resultarán en pérdidas de producción. Este tipo de pérdidas es común en la selva Peruana, donde los agricultores poseen poca experiencia con este cultivo y la mano de obra es frecuentemente escasa.

El control de malezas se hace más difícil cuando las otras prácticas de manejo son deficientes. La integración de los métodos de control químico dentro de los sistemas empleados por pequeños agricultores liberaría mano de obra que se podría usar para un manejo más intensivo del cultivo o para cultivar áreas más extensas. Sin embargo, los agricultores del área del proyecto de la soya, rara vez utilizan herbicidas.

Numerosas son las razones que se han dado para explicar el uso limitado de herbicidas por parte de los agricultores que poseen pequeñas explotaciones en los trópicos (5, 7, 8), incluyendo entre ellas la fatalista aceptación de la existencia de las malezas y la ignorancia con respecto a las pérdidas que las mismas ocasionan. Hay escasez de capital y de facilidad crediticia. Los agricultores vacilan en gastar sus limitados fondos en productos químicos o equipos de aspersión cuando tienen disponible mano de obra familiar para el deshierbe aunque ésta sea inadecuada. Los herbicidas preemergentes requieren de una fumigación calibrada para evitar daño al cultivo, lo que es difícil de obtener con los aspersores de espalda. Con frecuencia los extensionistas no están bien entrenados en el uso de estos materiales y tienen temor en instruir a los agricultores. Hay productores que tienen dificultad en comprender las etiquetas de instrucciones de los pesticidas. Los cultivos pueden sufrir daños debido a residuos de herbicida usado en un cultivo anterior sobre todo cuando fué mal aplicado.

En años recientes, se han desarrollado una serie de aplicadores para el uso mínimo de herbicidas. Entre éstos están incluídos el fumigador de re-circulación, rodillos y mechas de soga. Al principio estos aplicadores fueron diseñados para controlar, con herbicidas sistémicos no selectivos, las malezas que crecen encima de la capa vegetativa del

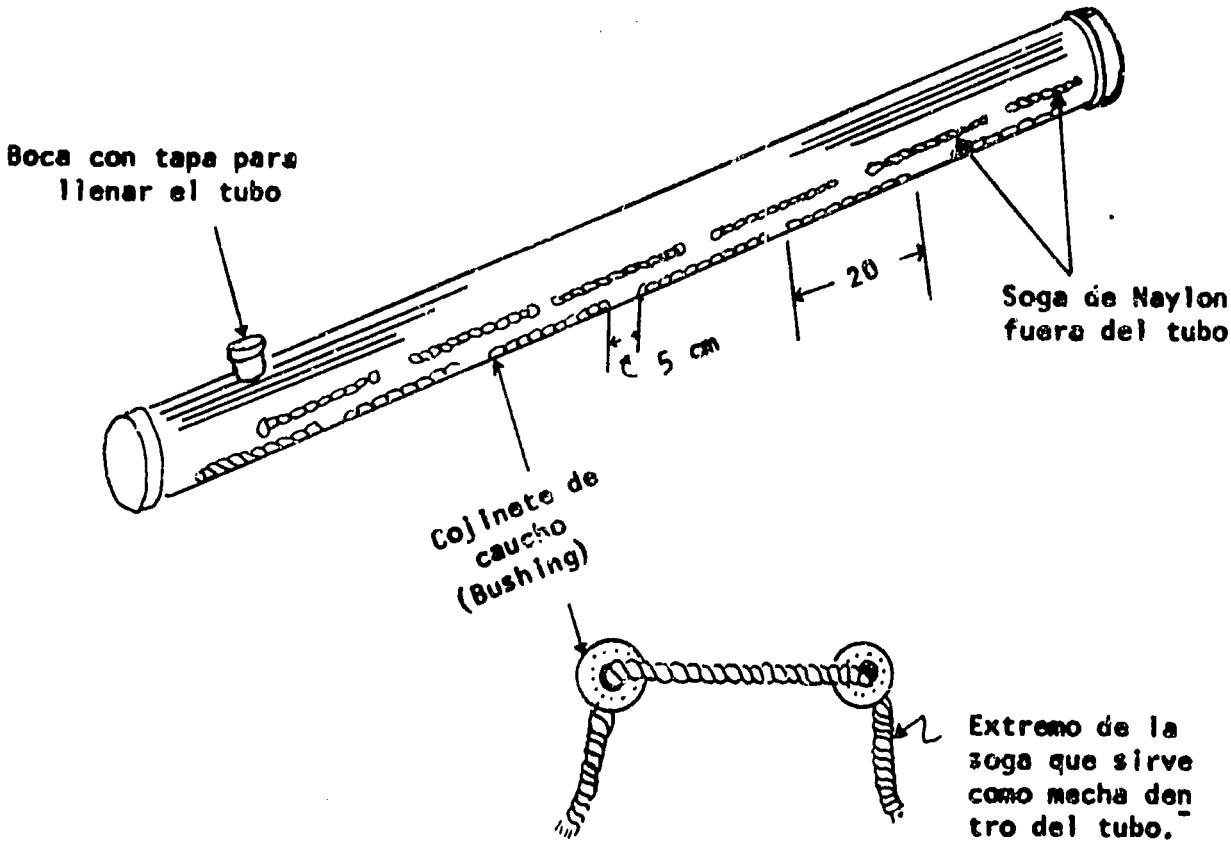


FIGURA 1. Tubo de frotación con mechas de soya.

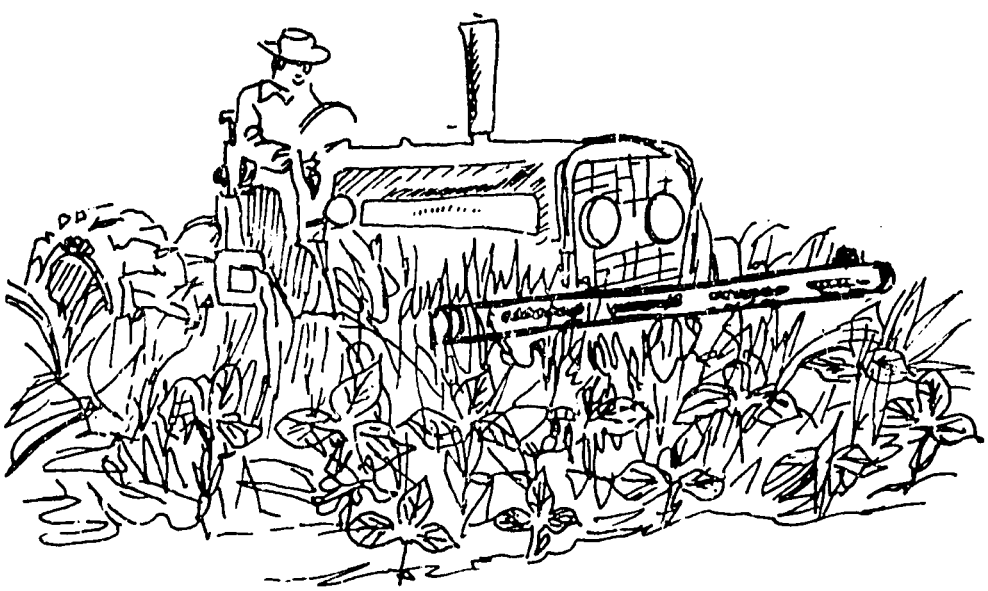


FIGURA 2. Aplicador de frotación montado al frente de un tractor.

cultivo que quedan fuera del control por los métodos convencionales. Frans (3) sugirió que una versión modificada del aplicador tipo mecha de soga sería altamente útil para ser usado por los agricultores en el Este del Perú.

1. APLICADORES DE HERBICIDAS POR FROTAMIENTO

El aplicador de mechas de soga más usado está fabricado de tubos de PVC y sogas de nailon blandas (Fig. 1). Los extremos del tubo que sirve de tanque o reservorio para la solución herbicida están sellados. En un lado del tubo se perforan huecos en pares, con una separación de aproximadamente 20 cm entre cada par. Al exterior del tubo se extiende una sección de soga de aproximadamente 1.25 cm de diámetro entre cada par de huecos. Los extremos de la soga se insertan en los huecos mediante cojinetes de jebe, para evitar la fuga de la solución herbicida. Los huecos están distribuidos en tal forma que las secciones de soga quedan superpuestas.

El reservorio para la solución herbicida se llena a través de una perforación en la parte superior del tubo. Los extremos de las sogas dentro del tubo funcionan como mechas. La solución se desplaza a todo el largo de las sogas por acción capilar y flujo gravitacional, manteniendolas mojadas pero no goteando. Se monta el tubo sobre la parte frontal de un tractor a una altura que evite el contacto con la soya (Fig. 2). Las malezas que quedan sobre la capa vegetal del cultivo reciben una delgada película de la solución de herbicida al frotarse con las sogas saturadas, cuando el tractor atraviesa el campo. El herbicida es usado solo donde la maleza se encuentre presente.

En vista de que el área de maleza tratada por frotación es relativamente pequeña, la solución de herbicidas es más concentrada que la utilizada normalmente con equipos de aspersión standard. Dale (2), el diseñador del aplicador de mechas de soga, encontró que la proporción herbicida: agua, así como las propiedades físicas de la soga, influenciaban

el movimiento de solución a lo largo de la soga. Por ejemplo, la descarga de glifosato de la soga era mayor con soluciones de Roundup-agua en proporciones de 1:2 a 1:4, que con soluciones de menor o mayor concentración.* Dale (2) seleccionó sogas de nailon blandas y de hilado abierto de 1.25 cm de diámetro para la fabricación del aplicador de mechas de soga.

Según se dijo anteriormente, el aplicador de mechas de soga fué desarrollado para un uso mínimo de herbicida. La cantidad de solución que se aplica está relacionada con la densidad de malezas pero sigue siendo baja en comparación con la descarga de unidades de aspersión convencionales. El volumen de solución aplicado por Dale (2) con el aparato de mechas de soga, era ligeramente inferior al medio litro por hectárea.

Recientemente se ha comenzado a estudiar aplicadores para el tratamiento de malezas por debajo de la capa de follaje del cultivo.

2. ACTIVIDADES DE CONTROL DE MALEZAS EN PERU

Los problemas ocasionados por las malezas pueden afectar la producción comercial de soya en los trópicos por parte de agricultores que tienen propiedades pequeñas, salvo que se desarrollen métodos de control apropiados. Diversos investigadores (3, 8, 9) han señalado las ventajas del uso de herbicidas por parte de estos agricultores para mejorar la eficiencia del control de malezas. Sin embargo, en el Perú los productos químicos para la agricultura son excesivamente caros. Por ejemplo, un litro de Roundup se vende normalmente en aproximadamente $ 32.oo. Algunos de los productos más conocidos que tienen gran utilidad en la producción de soya, tales como dinoseb o Vernam** no están disponibles

---

* Roundup = glifosato

** Vernam = vernolate

en el Perú. Otros, son extensivamente usados en la Costa, pero llegan muy irregularmente a la selva. Muchos de los agricultores no tienen recursos económicos para la compra de los aspersores de espalda. El problema de calibrar los aspersores de este tipo ha sido mencionado previamente. La mano de obra para el control de malezas es a la vez cara y escasa.

A partir de 1978, el proyecto de investigación de soya en el Perú ha considerado el uso de herbicidas para complementar la mano de obra en el control de malezas, en vez de tratar de reemplazar estos métodos con complicados sistemas químicos. Los ensayos en el campo han involucrado la aplicación de herbicidas preemergentes en franjas de 20 cm para el control de malezas en las hileras. Los herbicidas han sido usados en dosis más bajas que las recomendadas, con el intento de inhibir el crecimiento de las malezas, tal como fué estudiado por Versteeg y Maldonado (9). Si pueden utilizarse los químicos de esta manera con éxito, se prolongaría el período crítico del control temprano de malezas, reduciendo a la vez la inversión en herbicidas. El uso de Roundup aplicado en franjas de 20 cm sobre la hilera, previo a la siembra de soya, también se ha estudiado para el control del coquito (*Cyperus rotundus* L.).

Frans (3) recomendó, donde estos fuera posible, el uso de herbicidas más antiguos y relativamente más baratos que se encuentran con regularidad en los mercados de la selva y que son efectivos para algunos casos particulares de malezas. Además, él recomendó la aplicación manual de herbicidas utilizando las técnicas de frotamiento con aparatos fabricados de materiales de fácil obtención. Durante la visita del doctor Frans al Perú en 1978, se tomaron en consideración diversos artículos para estos propósitos.

Un palo de bambú envuelto con tela de yute saturada con una solución de Roundup, fué utilizado para tratar el arrocillo (*Rottboellia exaltata* L.f.) que había penetrado la capa vegetal de soya bastante después de haberse iniciado la floración. El palo fué pasado por encima de cuatro hileras de soya a un nivel suficientemente bajo para frotar el

arrocillo (Fig. 3). Se utilizó un rodillo de pintor para tratar las malezas que se encontraban en inmediata proximidad a la hilera de soya. Otros implementos usados para las pruebas incluyeron una brocha de pintor, un trapeador, un aplicador de cera y guantes de algodón. Casi todos los métodos probados fueron encontrados rápidos y efectivos. Se llegó a determinar que se necesitaría más de una aplicación con estas técnicas para alcanzar un control de malezas eficiente.

Los intentos iniciales para la aplicación del herbicida por métodos de frotamiento fueron alentadores. Se distribuyeron cuarenta rodillos de esponja junto con herbicidas y otros materiales entre los extensionistas del proyecto de soya para demostrar el método. Se necesitó un equivalente de 6.5 jornales por hectárea para el tratamiento de los campos de soya con densas infestaciones de malezas. Sin embargo, resultó inconveniente y consumía mucho tiempo mantener los rocillos húmedos con la solución de herbicida. Se usó mayor cantidad de solución que la descrita para otros tipos de aplicadores de frotación.

Doctor Fraser del Centro Internacional para la Protección de Plantas (IPPC) - Universidad Estatal de Oregon, desarrolló un tipo de aplicador de frotación operado manualmente (1). El aplicador fué diseñado para los sistemas de agricultura de pequeñas áreas. Está fabricado de tubo de PVC y el mango sirve también como reservorio de la solución herbicida (Fig. 4). La parte del aplicador que entra en contacto con las malezas está hecha de alfombra de nailon. Una de las ventajas citadas en el uso de este implemento, fué la drástica reducción de la cantidad de agua necesaria por hectárea.

Aplicadores similares al diseño de Fraser fueron construídos para el personal del Proyecto Soya en Perú, con fines de hacer pruebas de campo. Estos aplicadores diferían con el de Fraser en cuanto al flujo de la solución desde el reservorio (mango) hasta el material que entra en contacto directo con las malezas. Los implementos fueron considerados útiles y efectivos, aunque aplicaron demasiada solución según la literatura disponible. Se usó un equivalente de 34.5 l/ha para el tratamiento

FIGURA 3. Frotación de arrocillo encima de la soya con glifosato. El palo se encuentra envuelto con yute saturado de una solución de glifosato.

de parcelas de soya caracterizadas por un promedio de 25% de cobertura de campanilla (Ipomoea spp.). Se llegó a inhibir el crecimiento de la campanilla entre las hileras de soya, como resultado del uso de una solución de 2% (v/v) de 2,4-D amina (720 g/l ia), lo cual permitió concentrar el esfuerzo de la mano de obra en el deshierbe de malezas dentro de las hileras (4). La información obtenida tanto de las parcelas experimentales como de las demostraciones indicó que aproximadamente 2/3 de los jornales requeridos para el deshierbe temprano manual de la soya, eran utilizados para el control de malezas dentro de las hileras.

Ahora, hay por lo menos diez fábricas en los Estados Unidos que producen aplicadores de mechas de soga diseñados para uso manual (Cuadro 1). La Compañía Monsanto del Brazil, tiene planeada la fabricación de 20.000 aplicadores similares al modelo de IPEC. Se han comprado varios aplicadores de mechas de soga en forma de cuña, con fines de demostrarlos en los campos de los agricultores en el Perú (Fig. 5).

Las ventajas de aplicadores de frotación manuales, que se discuten arriba, pueden resumirse como sigue:

- Aceptables para los agricultores con tierra, capital y crédito limitados, ya que complementa los métodos tradicionales manuales de control de malezas, en vez de reemplazarlos. El requerimiento de mano de obra más reducida para el deshierbe permitiría un esfuerzo más intensivo en otros aspectos del manejo de soya.

- La inversión en equipos es baja. Los aplicadores pueden ser fabricados con materiales disponibles localmente. El equipo es sencillo así como adecuado y conveniente. No se requiere de calibración. Se necesita transportar una cantidad de agua significativamente menor. Los aplicadores manuales, llenos con la solución, son livianos. El viento no presenta problemas durante la aplicación.

- Los costos de herbicidas se reducen enormemente debido a que se aplica una menor cantidad por hectárea. Puede usarse herbicidas no-selectivos,

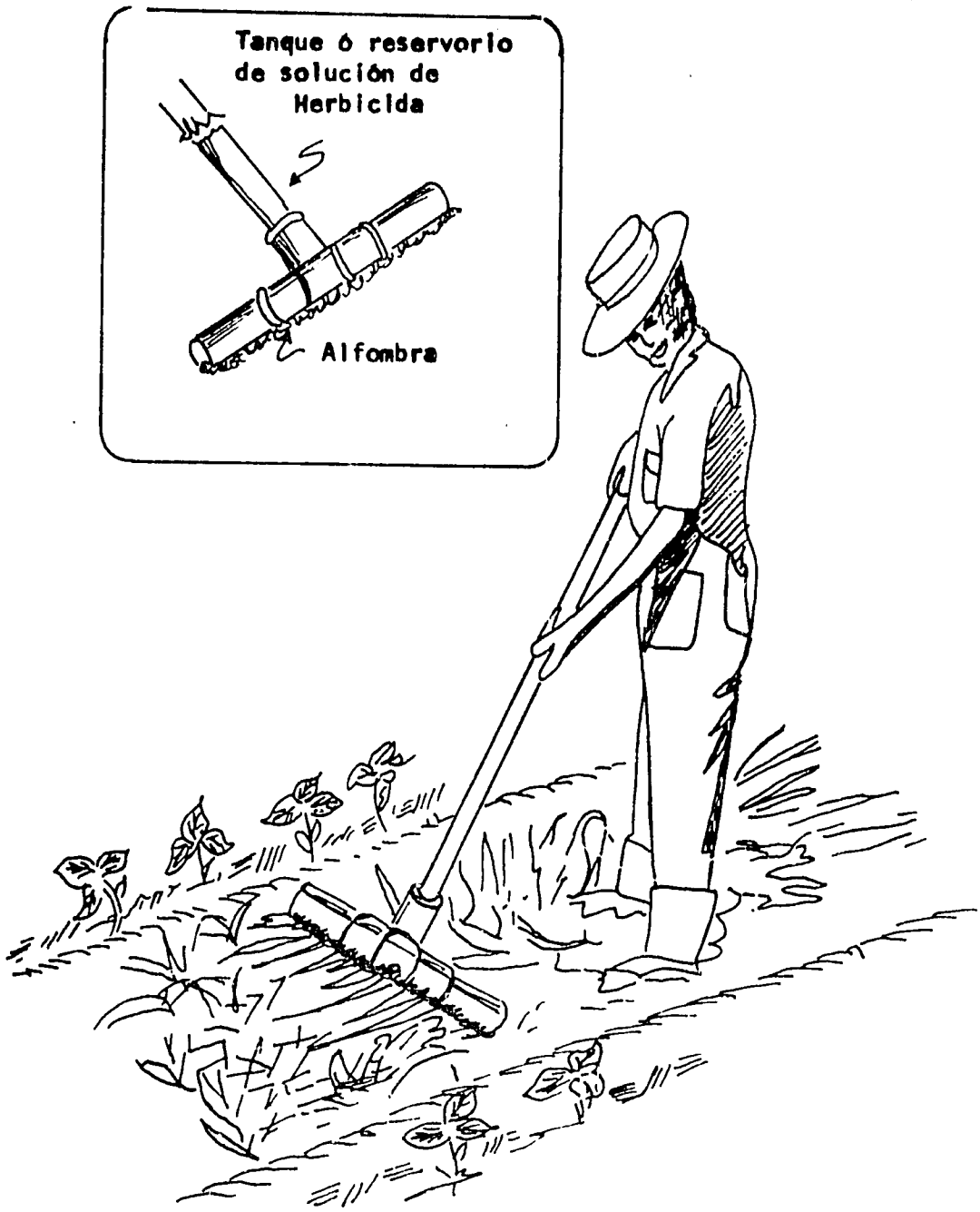


FIGURA 4. Aplicador de frotación tipo Oregón.

lo que amplía el número de productos químicos disponibles para control de malezas en áreas como la selva Peruana.

- Los aplicadores son relativamente seguros para personas que no están acostumbradas a trabajar con pesticidas. La protección ambiental es mejor, en comparación con aplicaciones por aspersión convencional.

3. PAUTAS PARA EL CONTROL DE MALEZAS

El control de malezas, según lo anteriormente expuesto, estuvo en su mayor parte limitado al uso de herbicidas post-emergentes y métodos de aplicación por frotamiento. Estas técnicas deben ser consideradas conjuntamente con la rotación del cultivo y prácticas culturales, así como también con otras posibilidades con herbicidas y equipos de aspersión para determinar el sistema de control de malezas más apropiado para cada situación particular.

Una falta considerable de información evita el desarrollo de recomendaciones oficiales para el control de malezas en la soya, bajo las condiciones de la selva Peruana. Sin embargo, las pautas presentadas en la Fig. 6 deben ser de utilidad para aconsejar a los agricultores que poseen pequeñas propiedades, hasta que se emitan las recomendaciones.

En los casos en que los herbicidas no estén incluidos en el sistema, se debería efectuar la limpieza de malezas con machete primeramente en las hileras. Un control temprano de malezas en la hilera, ofrecerá una ventaja competitiva para la soya, a medida que avanza la campaña. El sub-secuente deshierbe manual entre las hileras debe ser mucho más rápido.

El uso de herbicidas post-emergentes mediante aplicadores de frotación para el control o inhibición de las malezas entre las hileras, prolonga el período crítico para remover la competencia de las malezas durante la etapa temprana del desarrollo del cultivo. El tratamiento de las malezas entre hileras, permitirá concentrar el esfuerzo de la mano

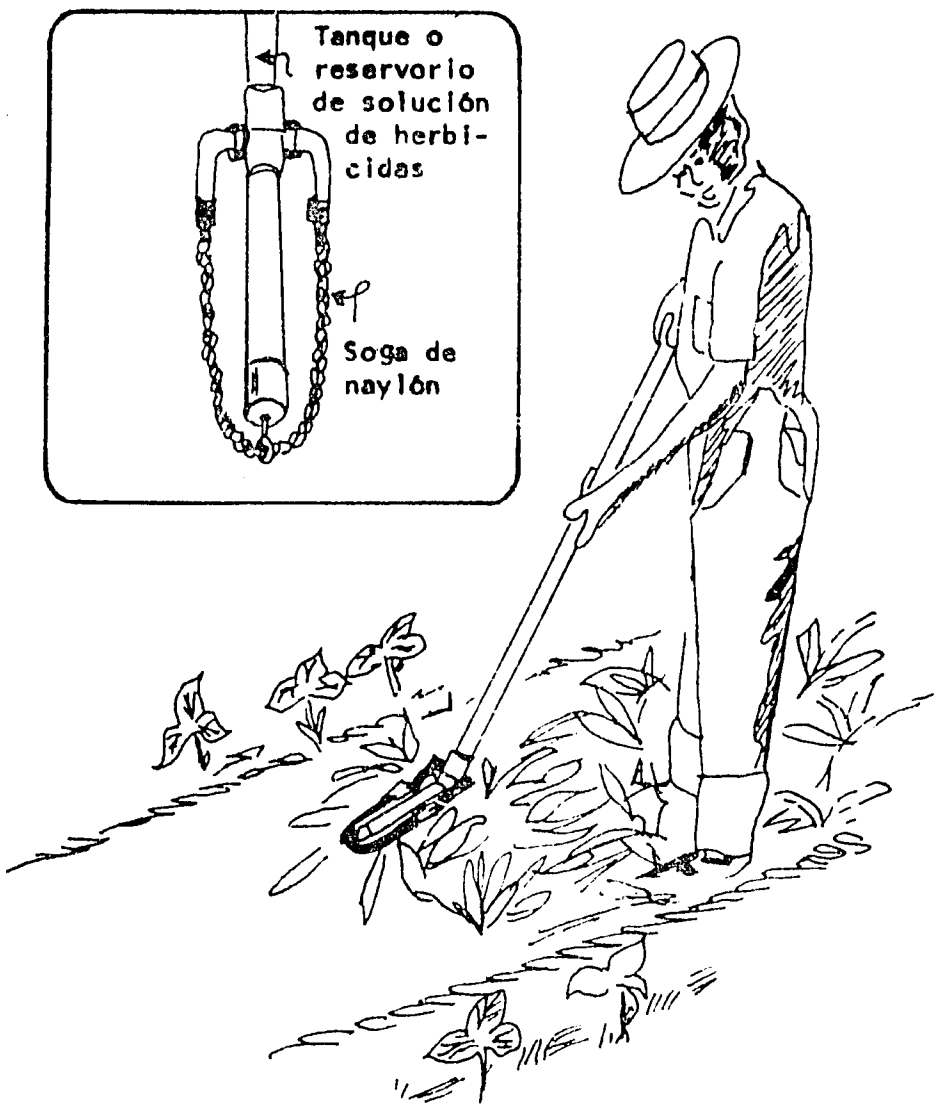


FIGURA 5. Aplicador de frotación por mano con mecha de soga.

CONTROL MECANICO

Primero dentro de hileras, después entre hileras.

HERBICIDA POSTEMERGENTE

Frotación del producto entre hileras; control manual dentro de hileras.

HERBICIDA PREEMERGENTE

Franjas de 20 cm sobre los surcos; control manual entre hileras.

COMBINAR LAS ANTERIORES RECOMENDACIONES

FIGURA 6. Pautas para control de malezas en Soya.

de obra en el control dentro de las hileras.

Los herbicidas preemergentes son útiles en los casos donde los agricultores tienen experiencia con los equipos de aspersión y los procedimientos de calibración. La aplicación de una franja de 20 cm encima de la hilera después de la siembra reducirá en forma sustancial la cantidad de herbicida utilizada, en comparación con una aspersión completa. El deshierbe manual es menos difícil cuando está confinado entre las hileras.

Idealmente, el sistema de control de malezas más económico y efectivo resultará de la combinación de las técnicas resumidas en la Fig. 6 de acuerdo a las circunstancias de los productores.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ANONIMO. Technology adapted to need. Infoletter No. 42. Int'l Plant Protect.-Center-Oregon State University, Corvallis, s.l. 1979.

2. DALE, J.E. Application equipment for Roundup - the rope wick applicator. Proc. Beltwide Cotton Prod. Conf; 3rd Cotton Weed Sci. Res. Conf. Phoenix, Arizona, 1979. 8 p.

3. FRANZ, R. Evaluación de problemas de malezas en el cultivo de soya en la Selva Alta de Perú y sugerencias para su control. INTSOY Staff Report-80-20. Univ. of Illinois at Urbana-Champaign. 2978. 30 p.

4. FULLERTON, T.M.; MORALES G., J.; SANDOVAL S., A.; FRANZ, R. Aplicación de herbicidas por frotamiento o aspersión en franjas para control de malezas en soya. Resúmenes del XIII Cong. Bras. de Herb. y Ervas Dan., Itabuna. 108 p.

5. HAMMERTON, J.L. Problems of herbicide use in peasant farming. From a paper presented at the Weed Sci. Soc. Amer. Meetings, Las Vegas, Nevada. 1974. 12 p.

6. HARMS, A.G. Costo de producción y empleo de mano de obra en la producción de soya, Perú, 1979. International, Soybean Prog./Perú. Mimeograph. 1980 p.12.

7. MOODY, K. Weeds and shifting cultivation. PANS 1975. no. 21, p.188-194.

8. SHETTY, S.V.R.; KRANTZ, B.A.; ORIEN, S.R. Weed research needs of the small farmer. Invitational Paper. Weed Sci. Conf. and Workshop, A. Pradesh Agri. Univ., Hyderabad, India. p.22. 1977.

9. VERSTEEG, M.M.; MALDONADO, D. Increased profitability using low doses of Herbicide with supplementary weeding in small holdings. Pans. v.24. no.3. p.327-32. 1978.

COSECHA DE LA SOYA *

Gilberto Bastidas R. **

La labor de cosecha es una de las etapas más importantes en el cultivo de la soya ya que no solo afecta los rendimientos y la calidad del producto, sino que repercute también al final en el valor económico.

1. EPOCA

La soya empieza a madurar cuando sus hojas inician el amarillamiento, comenzando por las hojas inferiores de la planta, las cuales van cayendo poco a poco. Las hojas superiores son las más persistentes ya que las vainas superiores son las que generalmente maduran más tarde. Se dice que la planta está madura cuando el 95% de las vainas están secas. Después de la madurez la planta se presenta completamente defoliada, el tallo con una coloración amarillo oscuro y las vainas presentan color amarillo claro, gris o negro que combinados con pubescencia café o gris produce tonalidades de color café. Este estado generalmente se alcanza dos semanas después de la madurez. En esta época el contenido de humedad del grano es bajo (12 - 14%), permitiendo su fácil manejo.

---

* Contribución del Programa de Leguminosas de Grano del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Palmira.

** Ing. Agr. Programa Leguminosas de Grano y Oleaginosas Anuales Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Palmira. A.A. 233 Palmira (V) Colombia.

En general las variedades que se siembran en Colombia (Valle geo - gráfico del Río Cauca) a excepción de la variedad Davis, defolian com - pletamente y secan uniformemente permitiendo la cosecha general del cultivo.

2. SISTEMAS DE COSECHA

Los métodos o sistemas de cosecha, cuando la soya está seca, los podemos agrupar en tres clases:

2.1. MANUAL

Consiste en arrancar las plantas en las horas de la mañana y desgranar por medio de una vara o garrote, las plantas sobre una lona. Se necesita ejecutar luego las labores de limpieza separando la paja de la semilla. Este método se utiliza en explotaciones menores de 1/2 hectárea y por lo regular en siembras intercaladas con maíz.

2.2. MANUAL MECANICO

Consiste en arrancar las plantas de los surcos por medio de obreros y hacer hileras o chorreras. Generalmente se amontonan de 8 a 12 surcos por hilera o "chorrera", dependiendo mucho de la variedad y del desarrollo del cultivo. Una vez hecha la "chorrera" o hilera se procede a levantar la soya por medio de un recogedor acomplado a la combinada que alimenta a medida que se desplaza. La combinada ejecuta las funciones de recoger - trillar - limpiar y ensacar, permitiendo sacar la soya em - pacada del campo (70 kilos aproximadamente), lista para llevarla al mercado. Con este sistema se puede trillar un promedio de 45 bultos de 70 kilos por hora de operación continua, pudiendo ser mayor o menor y dependiendo de la longitud y del número de surcos por hilera o "chorrera" así como también de la topografía del terreno.

Bajo este sistema se puede llegar a un elevado porcentaje de pérdida

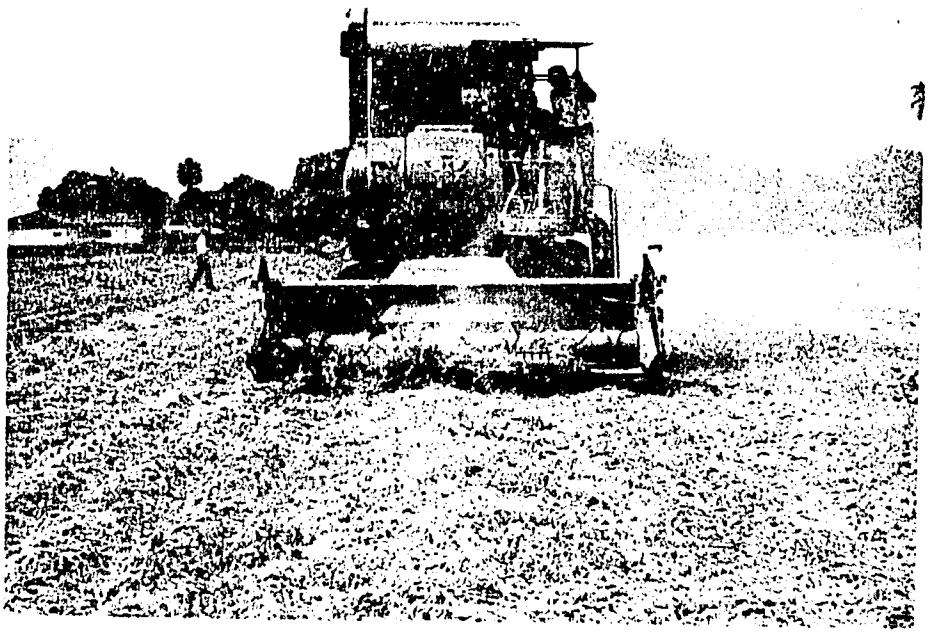


FIGURA 2. Cosecha manual mecánica. Aspectos de recolección.

FIGURA 1. La recolección manual-mecánica en el Valle del Cauca. Aspectos de las "chorras".

debido a:

a. Lotes enmalezados a tiempo de la cosecha. Esta condición causa un alto porcentaje de caída de vainas. Se dificulta la labor de arranque, causa atascamiento en la combinada y eleva el contenido de humedad del grano.

b. Soyas demasiados secas, (9 - 10% de humedad en el grano) lo cual hace que se desgrane la soya al menor contacto manual (arranque) o mecánico (recogedor).

c. Cultivadas muy profundas, lo cual impide que muchas plantas sean levantadas por el recogedor en elfondo del surco cultivado.

d. Número de surcos por hilera o "chorrera". Se amontona un número de surcos sin tener en cuenta la variedad y el desarrollo del cultivo, causandose atascamiento del cilindro.

e. Utilización de máquinas mal graduadas. Lleva pérdidas por rotura del grano, desgrane incompleto o pérdidas en el sacapaja. Además el grano no sale limpio. También se utilizan máquinas antiguas que no permiten variaciones en su sistema de graduación, principalmente en la sección de trilla, o diferentes horas del dia.

f. Cambios constantes de velocidad de la combinada. Lo cual no permite un trabajo uniforme en la cosecha.

2.2.1. Como Evitar las Pérdidas.

2.2.1.1. Mantener el cultivo libre de malezas hasta la cosecha.

2.2.1.2. Cosechar entre el 12 y 13% de humedad en el grano.

2.2.1.3. Graduación correcta y revisión constante de la combinada, principalmente en lo referente a velocidad de la máquina, sección concavo-cilindro, abertura de las zarandas.

2.2.1.4. Arranque de surcos de acuerdo a la variedad y desarrollo; para variedades de porte bajo (menos de 40 cm de altura), de 10 ó 12 surcos por hilera o 'chorrera'; para variedades de porte alto (más de 50 cm de altura), de 8 a 10 surcos por hilera o "chorrera".

2.2.1.5. Utilización del recogedor adecuado.

2.2.2. Desventajas del método manual - mecánico.

2.2.2.1. En caso de lluvias las pérdidas se incrementan ya que hay que remover la hilera o 'chorrera para poder secar y luego trillar.

2.2.2.2. Gran porcentaje de tierra, debido a que las matas son arrancadas y mucha tierra es llevada con ellas.

2.2.2.3. Movilización de gran cantidad de personal para el arranque lo cual encarece los costos de producción.

2.2.2.4. Vigilancia permanente para evitar el robo de la soya arrancada.

2.2.2.5. Alimentación desuniforme de la combinada.

2.3. COSECHA DIRECTA

Consiste en adelantar la recolección directamente con la combinada, que corta las plantas por la base del tallo, por medio de una barra porta-cuchillas o segadora y ejecuta además la labor de recolección, desgrane, limpieza y ensacado.

Bajo éste método el éxito de la cosecha depende de requisitos especiales tales como:

a. Suelos bien preparados y nivelados lo cual facilitará el trabajo uniforme de la combinada.

b. Mantener el cultivo libre de malezas hasta la cosecha.

c. No cultivar o si se cultivo hacerlo superficialmente.

d. Densidad óptima y uso de variedad adecuada.

e. Graduación correcta de la combinada.

f. Operarios calificados.

2.3.1. Ventajas de la Cosecha Directa.

2.3.1.1. Menor porcentaje de impurezas principalmente tierra, dando por lo tanto una mejor calidad al producto.

2.3.1.2. Se puede entrar a cosechar más temprano en comparación al mé - todo anterior.

2.3.1.3. Mejor alimentación de la combinada, obteniéndose un desgaste uniforme de sus partes.

2.3.1.4. Se evita el arranque y por lo tanto representa una mayor uti - lidad del cultivo.

2.3.1.5. Se evitan problemas de supervisión y manejo de personal.

2.3.1.6. En caso de lluvia se evitan las pérdidas que ocurren cuando la soya ha sido arrancada.

2.3.1.7. Se pueden trillar soyas con el 13 y 14% de humedad y se evitan las pérdidas por desgrane.

2.3.1.8. Para producción de semilla, al cosechar por encima del 13% se puede controlar más satisfactoriamente la partida del grano.

2.3.2. Desventajas de la Cosecha Directa.

2.3.2.1. Se pueden elevar las pérdidas al cosechar granos muy secos o muy húmedos.

2.3.2.2. Lento en comparación con el sistema Manual-Mecánico (30 bultos de 70 kilogramos por hora de operación continua).

2.3.2.3. Desplazamiento de mano de obra.

2.3.2.4. Causa fatiga al operario, debido a que tiene que controlar la altura del corte. Este problema se ha resuelto en los últimos años mediante el uso de patines flexibles y flotantes independientes de la plataforma de la cosechadora, adelantando un mejor corte de las plantas y aumentando el rendimiento de la máquina.

De los tres sistemas anteriormente mencionados, el Manual - Mecánico se utiliza en el 98% del área en Colombia, utilizando para este caso cosechadoras estacionarias, de tiro y autopropulsadas, siendo estas últimas las más comunes.

3. CONCEPTOS EN COSECHA

Tanto en el método Manual - Mecánico como el método de la Cosecha - Directa, hay una serie de conceptos que hay que tener en cuenta para una eficiente labor.

3.1. EFICIENCIA DEL METODO

Es la relación expresada en porcentaje entre el rendimiento real cosechado y el rendimiento potencial.

3.2. RENDIMIENTO POTENCIAL

Es la suma del rendimiento real cosechado más las pérdidas antes de cosechar y las pérdidas después de cosechar.

3.3. PERDIDAS ANTES DE LA COSECHA

Se refiere a todas las vainas y semillas caídas al suelo antes de

entrar a recoger o cortar.

3.4. PERDIDAS DE RECOLECCION

En el método Manual Mecánico se refiere a la pérdida que ocurre al recoger las plantas en la hilera o 'chorrera'. En el método de la Co - secha Directa se refiere a la pérdida que se ejecuta al golpear las plantas con las aspas del molinete y las cuchillas cortadoras.

3.4.1. En el método de Cosecha - Directa, es muy importante esta pérdida ya que se puede causar por:

3.4.1.1. Desgrane.

Al golpear muy fuerte el molinete con sus aspas las plantas, muchas vainas se caen o se desgranan.

3.4.1.2. Plantas sin trillar.

Plantas que son cortadas, que no las recoge el molinete y caen al suelo.

3.4.1.3. Vuelco.

Plantas que no son cortadas y son atropelladas por la máquina.

3.4.1.4. Corte alto.

Lo cual hace que permanezcan vainas en la sección no cortada.

3.5. PERDIDAS DE LA MAQUINA

Se refiere a las pérdidas que se ocasionan después de la recogida o de la cortada de las plantas y son las que se ejecutan en el cilindro, zarandas de limpieza y despajador de la combinada.

3.6. EFICIENCIA DE LA COMBINADA

Es la relación expresada en porcentaje entre el rendimiento real cosechado más las pérdidas de la máquina y el rendimiento real cosechado.

Tanto para cosecha Manual - Mecánica, como Cosecha Directa, las recomendaciones para velocidad del cilindro, separación del cóncavo, sistema de limpieza, despajo y otros ajustes de la máquina, del manual del operador, dan los mejores resultados. Para los dos sistemas, la velocidad de desplazamiento de la combinada deberá ajustarse a la condición del terreno y del cultivo en sí. Para la cosecha directa, la condición del cultivo y altura de las plantas son los puntos más importantes con relación a la posición del molinete y las cuchillas de corte o segadoras. La velocidad del molinete, depende de la velocidad de marcha de la combinada y debe ser superior a ésta. En los ensayos para cosecha directa se ha encontrado que el molinete de aspas, es mejor que el molinete de ganchos, adaptándose muy bien este último a soyas caídas o volcadas.

4. APRECIACION DE PERDIDAS

Un método sencillo de apreciar las pérdidas por desgrane, consiste en contar el número de semillas que quedan en el campo, como se ilustra en la Tabla 1.

Para apreciar las pérdidas totales en la Cosecha Directa, se pueden hacer muestreos al azar en diferentes sitios del lote, después de pasar la combinada, tomando el área de un metro por el ancho de corte de la combinada y pesando todas las semillas que se encuentren en dicha área, permitiendo estimar las pérdidas promedias en un lote dado.

TABLA 1. Cálculo de pérdida de acuerdo al número de semillas.

Número de semillas perdidas por metro lineal del surco.	Pérdida en kilogramos por hectárea
10	33.2
15	49.8
20	66.4
25	83.0
30	100.0
35	116.2
40	132.8
45	149.4
50	166.0
55	182.6
60	199.2

5. EVALUACION DE PERDIDAS POR SISTEMA DE COSECHA EN COLOMBIA

Evaluaciones llevadas a cabo en el sistema Manual-Mecánico en el Valle del Cauca por el ICA en 1970, permitieron encontrar pérdidas entre un mínimo de 78 Kg/ha y un máximo de 316 Kg/ha., ocurriendo las mayores pérdidas en el arranque y amontonamiento de las plantas; otra al momento de la recolección y una menor por ajustes de la máquina con las variedades Mandarín S4 ICA, Davis y Pelican SM-ICA. En 1978, el Programa de Procesos Agrícolas del ICA evaluó las pérdidas en el Valle del Cauca con las variedades ICA Lili e ICA Tunia encontrando pérdidas promedias totales de 121.5 Kg/ha, equivalentes al 5.3% de la producción total promedia de 2280 Kg/ha.

Las pérdidas en Colombia en el sistema Manual-Mecánico son bajas al

compararlas con las pérdidas de soya en Estados Unidos que llegan al 10% en promedio, bajo el sistema de cosecha directa.

Bajo el sistema de cosecha directa en Colombia, se han encontrado pérdidas promedios de 90 Kg/ha, siendo el número de evaluaciones relativamente pocas para poder adelantar comparaciones.

6. DEFOLIACION DE LA SOYA Y DESECACION DE MALEZAS

Una serie de problemas que surgen en cultivos comerciales, tales como desuniformidad en la maduración, siembra de variedades de crecimiento bajo que son fácilmente dominadas por las malezas, lluvias en época próxima a cosecha que favorecen el desarrollo de malezas, pueden ser resueltos por medio de productos químicos que actúan como defoliantes o desecantes, tanto del cultivo en sí como de las malezas presentes. De estos productos se recomienda el Paraquat (Gramoxone), en dosis de 1,5 a 2,0 lts/ha. Para soyas de crecimiento determinado se recomienda aplicar cuando el 20% de las vainas están secas y las hojas amarillas. En estas condiciones no se afectan los rendimientos, la viabilidad, ni quedan residuos del producto en la semilla. Siete días despues de la aplicación se puede observar la soya bien seca, lo mismo que las malezas, lista para la cosecha.

7. ALMACENAMIENTO

La humedad del grano es uno de los factores claves para el almacenamiento de la soya. Si la soya es cosechada entre el 13% y el 14% de humedad, y no se va a almacenar por largo tiempo, deberá prestarse mucha atención a los arrumes ya que éstos deberán hacerse de tal forma que permitan aireación a través de ellos para evitar el proceso de condensación, lo cual trae consigo presencia de insectos y desarrollo de hongos que afectan la calidad del grano.

Si la soya es cosechada con más del 14% de humedad y se va a almacenar por largo tiempo, hay que recurrir al secado artificial, agregándose

por lo tanto un costo adicional al cultivo. Además, si la soya que se va a almacenar es para semilla, hay que tener en cuenta la humedad y temperatura, ya que son factores que afectan su germinación. La temperatura de soya para semilla debe ser inferior a la temperatura de secamiento de soya para procesar.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BASTIDAS, G.; FRANCO, H.; DE LA CRUZ, R. Defoliantes en soya, (Glycine max L. Merr). Acta Agronómica! Facultad de Ciencias Agropecuarias Palmira. v.21, no.2, p.51-58. 1971.

2. HINSON, K.; HARTWIG, E.E. La Producción de Soya en los Trópicos. FAO. Producción y Protección Vegetal No. 4. Roma. 1978, pp. 90.

3. INDD W.R. Evite pérdidas al cosechar su soya. Agricultura de las Américas. 1970. p. 16.

4. LANE, D.E. Determining Harvesting Losses for rowcrop. University of Nebraska. Extension Service 8 p.

5. MENDOZA, R. Cosechadoras combinadas de granos. En curso de Maquinaria Agrícola. ICA. Villavicencio. Julio 16 - 18. 1975. p. 107 - 122.

6. PINTO, R.; REYES, J. Evaluación de pérdidas de grano en cosecha de arroz, cebada, sorgo y soya realizada con combinada. En Procesos Agrícolas. ICA. Bogotá. 1979. p.88.

7. SMITH, H.C. 20 years of soybeans harvesting. Soybeans Digest. v.5, p.11-12. 1945.

8. ZULETA, E.M.; SUAREZ, P.O. El cultivo de la Soya. Agricultura Tropical. v.22, p.164-173. 1966.

HISTORIA DEL DESARROLLO DEL CULTIVO DE LA SOYA

En Colombia se hicieron las primeras siembras de soya en la Estación Agrícola Experimental de Palmira en el año de 1928. Sin embargo, la soya logró establecerse como cultivo comercial a mediados de la década del 50.

La soya es un cultivo oleaginoso de grandes perspectivas económicas para la industria de aceite, preparación de alimentos para animales y como renglón de exportación principalmente de tortas. La demanda interna de los concentrados, los precios remunerativos y la disponibilidad de semillas mejoradas, certificadas y asistencia técnica, han sido factores importantes en el incremento de este cultivo en Colombia.

La soya es la planta que posee la proteína más rica, completa y de excelente calidad y su contenido es de un 42% a 47%. Es abundante en fósforo, hierro y otros minerales necesarios en la nutrición. Con un rendimiento promedio de dos (2) toneladas por hectárea y un contenico de 42% de proteína, una hectárea de soya produce 840 Kg. de proteína. Como el requerimiento diario de proteínas es de 70 gr. para una persona adulta, los datos anteriores indican que una hectárea de soya podría suministrar proteína para 32 personas durante un año.

La semilla de la oleaginosa mencionada contiene en promedio un 19% de aceite y además constituye una materia prima muy importante como fuente de proteínas.

---

* Contribución de la Cooperativa Agropecuaria de Ginebra Ltda. Coagro. A.A. 10024. Cali - Colombia.

Sin embargo, en nuestro país la materia albuminoidea de la soya se usa exclusivamente en la preparación de alimentos balanceados para animales y aunque existe gran variedad de productos que se preparan con base en soya en otros países, su uso en la alimentación humana es prácticamente desconocido entre nosotros. Las principales zonas de producción, están localizadas en el Valle Geográfico del Río Cauca, con un 99.5% del total y el porcentaje restante en la zona del Saldaña en el Tolima, en Granada en el Departamento del Meta, y en la Costa Norte.

La mayoría de los cultivos son tecnificados y están en manos de medianos y grandes agricultores con extensiones que varían entre 50 y 200 hectáreas.

Es importante mencionar que las personas que siembran este cultivo con recursos de Ley 5a. están obligados a utilizar semilla certificada, cuya producción está controlada por el ICA. El porcentaje de agricultores que lo hacen con recursos propios es mínimo y otros productores podrán sembrar semilla no certificada, lo cual para el caso de la soya es aproximadamente del 8% al 10% del área total dedicada a la oleaginosa.

La soya registra uno de los mayores crecimientos tanto en producción y productividad como en superficie, comparado con otros productos importantes del sector agrícola.

Colombia ocupa un décimo quinto lugar en la producción de soya en el mundo, siendo los principales productores Estados Unidos, China y Brasil, los cuales generan el 89.3% de la producción total (Cuadro No. 1).

Estudiando la serie histórica del área sembrada, y la producción de soya en el periodo 1960-1970 podemos observar un incremento anual equivalente al 20.4 y 24.5% en la extensión y en la producción respectivamente, puesto que en 1960 se sembraron 10.370 hectáreas que produjeron 13.762 toneladas y en 1970 se cultivaron 66.390 hectareas que generaron 123.[illegible]80 toneladas de fríjol soya. En este mismo lapso la productividad registró un aumento considerable, pues de un rendimiento de 1.300 Kg/ha

CUADRO 1. Principales productores de soya en el mundo 1978 - 1979.

PAIS	Area (Ha./1.000)	Producción (T./1.000)
Estados Unidos	25.634	50.898
China	9.200	10.500
Brasil	8.035	10.200
Argentina	1.700	3.800
Indonesia	741	571
Paraguay	365	450
India	300	200
Corea del Sur	300	293
Corea del Norte	300	320
Canadá	285	516
México	215	330
Rumania	202	227
Japón	127	190
Colombia	81	137
Producción Mundial	48.940	80.165

FUENTE: American Soybean Asociation - Soya Bluebook 1980. Tabla 15.

se pasó a una cifra que superó los 2.000 Kg/ha. Este gran avance en los rendimientos hizo posible el crecimiento notable de la producción.

Al analizar el área, la producción y el rendimiento en el período 1970 - 1980, se observa que las 3 variables anotadas no ofrecen una tendencia definida y sólo es de destacar la superficie sembrada en 1974, la cual llegó a la cifra de 72.500 hectáreas, que produjeron 123.501 toneladas, con un rendimiento promedio de 1.714 Kg/ha.

En este mismo período de tiempo, la superficie sembrada de soya tuvo

un crecimiento anual de sólo 0.75%, la producción aumentó a una rata anual de 1.5% y el rendimiento en 0.73% aproximadamente (ver cuadro No. 2).

Pese al incremento de la superficie sembrada y de los rendimientos por hectárea, la producción obtenida no ha sido suficiente para atender la demanda interna de fríjol soya debido principalmente a:

a) Aumentos crecientes en el consumo interno de concentrados así como de aceites y grasas comestibles.

b) Mayores rentabilidades en otros cultivos tales como caña y sorgo que desplazaron a la soya.

c) Políticas gubernamentales que llevaron a importar grano y tortas, desestimulando en esta forma la producción nacional.

d) Falta de líneas de crédito que proteja al pequeño y mediano agricultor en cuanto al riesgo se refiere.

e) Deficiencias en el mercado del producto.

f) La difícil expansión de la frontera agrícola, que conlleva a limitar la extensión sembrada del cultivo y por ende la producción. La única posibilidad a corto plazo de incrementar la producción es con mayores rendimientos por unidad de superficie.

Según las cifras de la Asociación Nacional de Industriales y OPSA, la producción de aceites y grasas comestibles para el período 1970-1980, registró un aumento anual del 3.1% y el crecimiento del consumo percápita de aceites y grasas fué del 9.3% anual en este mismo lapso. Como podemos ver el consumo de aceites y grasas ha crecido a una tasa mayor que la de producción, por lo cual se ha tenido que satisfacer la demanda interna mediante importaciones. En los últimos tres años el consumo per - cápita creció a un 18.8%, mientras en el quinquenio 1970-1975 sólo aumentó al 2.9% (Cuadros Nos. 3 y 4). Esta nueva dinámica del consumo, tiene

CUADRO 2. Valle del Cauca: Soya, superficie sembrada, producción y rendimiento 1.958 - 1980.

Años	Superficie (Has.)	Producción (Tons.)	Rendimiento (Kg./Ha.)
1.958	6.210	6.928	1.116
1.959	7.700	8.995	1.168
1.960	10.370	13.762	1.327
1.961	13.000	17.446	1.342
1.962	16.320	21.817	1.337
1.963	19.500	26.000	1.333
1.964	20.280	29.300	1.445
1.965	23.440	30.000	1.280
1.966	36.160	69.425	1.920
1.967	45.750	86.925	1.900
1.968	38.590	77.180	2.000
1.969	61.300	128.730	2.100
1.970	66.390	123.880	1.866
1.971	58.500	102.485	1.910
1.972	55.000	94.600	1.780
1.973	43.000	79.950	1.850
1.974	72.500	123.501	1.714
1.975	54.851	97.671	1.905
1.976	42.100	72.940	1.750
1.977	50.380	97.823	1.960
1.978	68.400	129.929	1.900
1.979	70.780	144.760	2.045
1.980	71.552	143.593	2.007

FUENTE: Banco de la República, C.V.C., Comité Regional de Producción Agrícola.

Elaboró: Subgerencia de Planeación y Desarrollo - Departamento de Agroindustria - COAGRO.

CUADRO 3. Importaciones de aceites y grasas * (Miles de Kg.).

Año	Algodón	Maní	Soya	Copra bruto	Oliva	Manteca	Aceite de pescado	Aceites hidro - genados	Aceite de maíz	Marga-rinas y sucedaneos 2/	Aceite de Palma
1970	7.4	0.1	1.205.4	-	187.9	308.5	21.847.0 1/	484.1	0.1	35.4	-
1971	78.5	0.6	5.4		240.4	112.7	51.144.9	521.3	-	58.3	-
1972	20.2	16.8	294.6		198.6	233.6	24.253.0	14.7	-	48.3	-
1973	58.7	3.8	1.376.7		568.4	1.970.5	15.077.8	18.7	118.4	45.5	-
1974	234.7	-	7.386.6	396.6	567.5	20.067.5	19.174.2	30.6	-	66.1	429.2
1975	-	-	6.928.7		128.9	14.580.5	18.316.1	11.9	-	11.1	5.2
1976	-	0.3	31.428.4	13266.3	467.8	16.612.0	38.114.6	55.0	512.4	43.5	3.3
1977	-	-	53.626.2	3057.8	353.7	2.011.1	24.768.0	-	-	-	-
1978	449.7	-	40.904.9	2033.1	114.2	2.992.7	27.694.8	16.5	-	--	11.8
1979	-	-	91.531.9	1000.5	135.2	4.845.0	59.476.6	20.6	-	-	95.7
1980 3/	-	-	70.598.8	-	3937.1	39.000.0 4/	38.569.3	3143.0	-	-	-

* Los datos correspondientes al período 1.977 - 1.980 fueron tomados de Sobordos.
1/ Incluye Aceite Semirefinado.
2/ Incluye oleomanzanilla; para 1.974, 1.975 y 1.976 solamente oleomargarina.
3/ Incluye Enero y Octubre de 1.980.
4/ Tomado de OPSA
NOTA: Algodón, maní, soya, oliva, manteca, aceite de pescado, maíz y palma en términos refinados.
Pérdidas por refinación; algodón, soya 4%, aceite de pescado 10%, Manteca 10%, Palma Africana 12%.

Elaboró: Subgerencia de Planeación y Desarrollo - Departamento de Agroindustria - COAGRO.

CUADRO 4. Disponibilidad y consumo de aceites y grasas comestibles. Toneladas.

Año	Producción Nacional Miles T.		Importaciones		Exportaciones	Disponibilidad Total			Consumo percápita 4/	Población (miles)
	Aceites	Grasas	Aceites 1/	Grasas 2/	Aceites 3/	Aceites	Grasas	Total		
1970	70.300	38.200	1.213	22.640	2	71.511	60.840	132.351	5.63	20.581
1971	72.500	46.900	84	51.779	53	72.531	98.679	171.210	7.08	21.148
1972	79.100	49.200	332	24.501	87	79.345	73.701	153.046	6.16	21.731
1973	69.100	49.500	1.558	17.067	124	70.534	66.567	137.101	5.33	22.500
1974	77.100	53.000	7.820	39.900	-	84.920	92.900	177.820	6.78	22.945
1975	80.200	55.100	6.929	32.914	-	87.129	88.014	175.143	6.50	23.577
1976	64.300	125.700	38.583	61.418	102	102.781	187.016	289.797	10.46	24.226
1977 5/	71.500	68.800	38.464	51.305	-	109.964	120.105	230.069	8.10	24.904
1978	74.400	77.000	45.500 6/	42.012 6/	-	119.900	119.012	238.912	8.16	25.601
1979	57.300	73.500	113000	65.300	-	181.500	150.600	332.100	9.31	26.321.7
1980	70.000	77.800	39.200	40.200	-	190.100	178.000	368.100	13.7	26.933.7*

* Estimado FEDEPALMA.
1/ Aceite de Algodón, maní, soya y maíz y 50% del aceite de copra importado.
2/ 50% de aceite de copra, manteca, aceite de pescado, aceites hidrogenados, aceite de palma.
3/ Aceites Refinados y aceites y grasas hidrogenados.
4/ Considerando que cada año quedan en promedio existencias para mes y medio.
5/ Importaciones Estimadas sobre datos de sobordo.
6/ Estimado.

Elaboró: Subgerencia de Planeación y Desarrollo - Departamento de Agroindustria - COAGRO.

su origen en los mayores ingresos resultantes de la bonanza cafetera y de la "otra economía", así como al hecho de que los precios de los aceites y grasas han registrado aumentos moderados, si se tiene en cuenta el alto crecimiento del índice del costo de la vida.

Analizando la producción nacional de torta de soya y su consumo para concentrados vemos que durante 1970-1979 la producción de tortas atendió el consumo para alimentos balanceados, lo que no ha sucedido en los años 1980-1980, tal como lo podemos observar en el cuadro No. 5, debido al acelerado crecimiento en la demanda por concentrados, al incremento que registró la industria avícola y por ende al consumo de carnes, huevos y leche. Para 1980 la superficie a sembrar de soya ha sido estimada hasta la fecha por el Comité Regional de Producción Agrícola en 71.552 hectáreas las que producirán 143.593 toneladas con rendimiento de 2.007 Kg/ha., logrando incrementar el área, y disminuir la producción y el rendimiento en 1.1%, 0.81% y 1.9% respecto al año inmediatamente anterior.

EVOLUCION COSTOS DE PRODUCCION

Los costos de producción por hectárea fueron de $ 4.365.oo en 1970, pasaron a $ 25.203.oo en 1978 y en 1980 son de $ 37.825.oo. Para el período de 1.970 - 1.980 la tasa de crecimiento de los costos de producción fué de 24.10% anual, mientras que los precios corrientes crecieron a una tasa anual de 20.97%. En términos reales, los costos de producción tuvieron una tasa de crecimiento anual de 3.58%, mientras que los precios reales crecieron al 0.88% anual. (Ver cuadro No. 6).

Para 1.970, el coeficiente de rentabilidad fué del 24%, para 1.978 se redujo al 14% y para 1.980 dicho coeficiente disminuyó al 2.4%. Para el último año, la rentabilidad tan baja que presenta es motivada por el incremento alcanzado por los insumos en mayor proporción que el crecimiento de los precios.

CUADRO 5. Producción nacional de torta de soya y consumo para concentrados (Miles de Tons.).

Años	Soya Grano 1/	Producción de Torta	Consumo para concentrado
1.970	125.3	92.2	55.0
1.971	95.7	71.8	60.0
1.972	99.4	74.5	64.0
1.973	92.4	69.3	69.6
1.974	109.5	82.1	77.2
1.975	163.0	122.2	82.8
1.976	70.4	52.8	92.8
1.977	97.1	72.8	80.8
1.978	129.2	98.4	105.0
1.979	144.8	108.0	118.7
1.980	143.6	103.9	128.2 2/

1/ Disponibilidad para consumo industrial, no incluye existencias.

2/ Calculado en base al 8% de crecimiento en los concentrados.

FUENTE: Ministerio de Agricultura, Comisión Nacional de Avicultura e IDEMA.

Elaboró: Subgerencia de Planeación y Desarrollo - COAGRO.

CUADRO 6. Soya: Costos de producción y precios a nivel de productor. 1.970 - 1.980.

Año	Costos corrientes/ ha.	Precios Corrientes	Indice de precios (1970=100)	Costos reales/ ha.	Precios reales *
1.970	4.365	2.900	100.0	4.365	2.900
1.971	5.330	3.100	104.0	5.125	2.981
1.972	5.475	3.750	107.7	5.084	3.482
1.973	6.684	5.075	124.0	5.391	4.093
1.974	8.655	6.470	198.6	4.358	3.258
1.975	10.828	7.300	240.5	4.503	3.035
1.976	13.047	9.800	274.0	4.762	3.577
1.977	19.345	11.200	368.8	5.246	3.037
1.978	22.912	13.300	418.3	5.478	3.299
1.979	29.634	18.000	489.4	5.055	3.678
1.980	37.825	19.300	609.7 1/	6.204	3.165

* La serie histórica de precios corresponde al semestre B de cada año.

1/ Indice de precios a Septiembre de 1.980.

Elaboró: Subgerencia de Planeación y Desarrollo - COAGRO.

Las disminuciones que se han presentado en la tasa de rentabilidad en pasados ciclos productivos han sido ocasionados por la baja productividad presentada a causa del invierno en unas oportunidades y del verano en otras veces.

En 1.980, el coeficiente de rentabilidad puede ser un gran desestímulo para incrementar a muy corto plazo la superficie de esta oleaginosa, dado que la soya es de los cultivos que han respondido en menor grado a los estímulos crediticios y más a los precios fijados por el Gobierno, los productores y los procesadores.

FINANCIAMIENTO

Se hace básicamente a través del Fondo Financiero Agropecuario.

Como cultivo semestral, la soya se vió cobijada en el aspecto de financiamiento por la Resolución No. 50 del 16 de Junio de 1.979 por medio de la cual la Junta Monetaria aprobó el programa de cultivos semestrales correspondientes al semestre 3 de 1979 de acuerdo con los planes de producción del Ministerio de Agricultura. En este programa se permitió participar como intermediarios financieros a todos los bancos comerciales y a la Caja de Crédito Agrario con la siguiente limitación: Cuantía máxima que la Caja de Crédito Agrario podría prestar, era el equivalente al monto necesario para cultivar hasta 100 hectáreas.

El límite global no se aplicaba en los siguientes casos:

1) Cuando los créditos se destinasen a grupos de usuarios campesinos constituídos en núcleos comunitarios en que uno de ellos figurase como representante del grupo.

2) Cooperativas de parceleros de INCORA, si cultivan en forma asociativa.

Dentro del financiamiento es necesario anotar entre otras las siguientes disposiciones:

a) El servicio de asistencia técnica obligatorio para todos los casos sin consideración de la extensión. A quienes incumpliesen, el Ministerio de Agricultura facultó al ICA para las sanciones respectivas.

b) El control de inversiones ejercido por las entidades prestamistas, sin costo alguno para los cultivadores, teniéndose como mínimo dos controles por semestre.

c) Desembolsos efectuados así: un contado inicial del 60% del crédito y el resto, en base al informe de segunda visita de campo y a la recomendación que de ella resultare.

d) Requisito de presentación de facturas sobre compra de semillas certificados si se usan materiales catalogados como variedad, pero no se requerirá el comprobante cuando se utilicen híbridos.

e) Plazos de acuerdo a cuadro No.8, para la soya cuatro y medio meses.

f) Tasas de interés anual: Al usuario 21%; de redescuento 18.3%. (Res. 33 del 16 de Jul/80).

CUADRO No. 7. F.F.A.: Cuantía préstamos otorgados para soya.

Año	Semestre	Hectáreas	Millones de Pesos
1977	A	15.741	102
	B	31.192	203
1978	A	27.127	176
	B	29.232	190
1979	A	25.230	202
	B	31.750	267
1980	A	25.624	243
	B	8.291 1/	95

1/ Septiembre 30 de 1980 FUENTE: Banco de la República.

CUADRO No. 7 A. Valle del Cauca: préstamos ordinarios otorgados por el FFAP para soya 1.970 - 1.980.

Años		Hectáreas	Valor	$/Ha.
1.970	A	19.827	29.331.0	1.500
	B	24.245	35.852.4	1.500
1.971	A	12.747	18.955.7	1.500
	B	18.570.	27.819.0	1.500
1.972	A	11.551	17.326.5	1.500
	B	24.711	42.008.7	1.700
1.973	A	10.432	22.950.4	2.400
	B	12.568	27.649.6	2.400
1.974	A	13.529	47.351.5	3.500
	B	29.040	104.544.0	3.600
1.975	A 1/	18.647	68.993.9	3.700
	B 1/	7.124	26.358.8	3.700
1.976	A	15.538	59.155.6	3.800
	B	33.715	133.356.6	4.000
1.977	A	15.741	102.000.0	4.000
	B	31.192	203.000.0	6.500
1.978	A	27.127	176.000.0	6.500
	B	29.232	190.000.0	6.500
1.979	A	25.290	202.000.0	8.000
	B	31.750	267.000.0	8.400
1.980	A	25.624	243.496.0	9.500
	B 2/	8.291	95.331.0	11.500

1/ No incluye Caja Agraria.

2/ Al cierra de Septiembre 30 de 1.980.

FUENTE: Banco de la República.

Las cifras de préstamos otorgados por intermedio del FFA (Cuadro No. 7) muestran como en los dos últimos años para soya se han aumentado las hectáreas financiadas en los semestres A, en 334 hectáreas (1.3%) pero se han disminuído en los semestres B en 23.459 hectáreas (74.0%).

Para el semestre A de cosecha los préstamos en pesos han aumentado y para el semestre B han disminuído.

En el primer caso, semestre A en 41 millones (20.3%) y en el semestre B en 172 millones (-64.0%).

CUADRO 8. Fondo Financiero Agropecuario: Programas cultivos semestrales B-1980. Condiciones de Financiación.

Cultivo	Distribución de la Financiación (1) Crédito total por hectárea	Margen de redescuento	Complemento prestamista	Plazo total Meses (2)
Soya	11.500	8.625	2.875	4 y 1/2

(1) Los pagarés deben comprender tanto el aporte del fondo como el del prestamista y cualquiera que sea su valor nominal se redescontarán por el 75% del mismo.

(2) Contado a partir de la fecha de siembra.

FUENTE: Banco de la República.

En cuanto a COAGRO, la Cooperativa financia el cultivo otorgando crédito en insumos a los agricultores para cancelarlo con la cosecha. Se ofrecen diferentes clases de semillas, herbicidas, fungicidas, insecticidas, etc., de la mas alta calidad brindándose un óptimo servicio que redunda logicamente en mejores productividades y por ende en buena rentabilidad. Este servicio se le brinda a cerca de 650 socios en el Departamento del Valle del Cauca, a los cuales se les concede un plazo de 180

dias, y a los agricultores no afiliados se les suministra insumos a bajos precios de contado y a 30 días de plazo. Adicionalmente, el socio capitaliza de acuerdo a las compras que efectúa y ésto aumenta su beneficio.

COMERCIALIZACION DE LA SOYA

El cultivo de la soya se realiza en zonas muy especializadas del Valle del Cauca y dispone de un mercado en el cual los compradores están bien definidos.

El grano generalmente se vende directamente a las fábricas existiendo otros canales de comercialización, como el de los intermediarios y el de la Cooperativa Agropecuaria de Ginebra (COAGRO) la cual sirve de conexión entre productores y fábricas, abarcando cerca de un 30% del total de la producción comercializada. COAGRO sirve de vehículo regulador en los precios, prestando un servicio directo entre productores y procesadores.

La Cooperativa brinda al productor la oportunidad de capitalizar las comisiones obtenidas en este proceso. Adicionalmente se ven favorecidas todas las partes por la conservación del producto, por el manipuleo adecuado que se le brinda y por el precio justo. El servicio ofrecido en cuanto a insumos para la obtención de soya por parte de COAGRO es indudablemente el mejor del país. Basta decir que ofrecemos cerca de 600 productos a un precio módico para los agricultores, pues como cooperativa que somos pensamos en el bien de todos nuestros asociados como propósito fundamental y no en el lucro como objetivo primordial.

Las cifras de mercadeo realizado por COAGRO se pueden observar en el cuadro No. 9. Las diferencias en los distintos semestres obedecen básicamente a: políticas gubernamentales utilización de la tierra en algodón durante el primer semestre, rentabilidades y comportamiento de precios en los otros cultivos, etc.

CUADRO 9. COAGRO: Mercadeo de granos soya.

Año	Semestre	Toneladas
1975	B	8.230
1976	A	7.471
	B	4.502
1977	A	3.189
	B	4.423
1978	A	8.406
	B	8.695
1979	A	7.083
	B	4.972
1980	A	4.607

FUENTE: COAGRO - Subgerencia Comercial y Financiera.

Las principales fábricas a las cuales se vende el grano están localizadas en las ciudades de Barranquilla, Medellín, Bogotá, Ibagué, Buga y Cali. Generalmente los productores poco solventes venden su producción antes o inmediatamente después de la cosecha, para cubrir costos. Los productores solventes pueden guardar el producto por uno o dos meses con el fin de lograr unos mejores precios, esto lo hace un reducido número de agricultores.

Las ventas anticipadas se hacen con el fin de financiar la cosecha del semestre; los principales compradores son los procesadores y los acopiadores. Los agricultores usualmente empacan el grano pero lo limpian y clasifican en raras ocasiones.

Por lo general la venta del agricultor a las plantas procesadoras se hacen en base a un contrato verbal con anterioridad al tiempo de cultivar. La base sobre la cual descansa el negocio es un precio por encima

del de sustentación fijado por el IDEMA y reajustes de acuerdo a la situación del mercado.

PROBLEMAS EN EL MERCADEO DE LA SOYA

Por lo general se presentan amplias fluctuaciones de los precios tanto en períodos de cosecha como de escasez, lo que crea incertidumbre y riesgos para el agricultor y una distribución ineficiente de recursos financieros y técnicos.

No existe un servicio de información de mercados, lo que favorece el acaparamiento y la especulación indebida con los productos.

No existen recursos de crédito suficientes que faciliten el proceso de comercialización por parte de los productos de bajos recursos económicos, lo que hace que éstos deban vender sus productos rápidamente, disminuyéndose con ésto su poder comercial en la posibilidad de un mejor precio.

Las políticas del gobierno, han sido muy cambiantes, lo que produce incertidumbre entre los productores en materia de su intervención. Adicionalmente la red que atiende el IDEMA no es lo suficientemente amplia como para tener influencia en el mercado.

Las normas sobre la calidad de los productos no han tenido divulgación ni aplicación amplias que permitan una mejor orientación del mercado; los análisis de laboratorio son inefectivos, no se hacen muestras confiables y en general hay falta de una infraestructura adecuada para presentar un producto eficiente. El agricultor muchas veces mercadea a ciegas, debido al poco control de calidad que ejerce sobre su cosecha.

La intervención de la Bolsa Agropecuaria en el pasado, en cuanto a contraros de entrega futura que representaron una garantía para el agricultor fué muy limitada respecto al total del mercado.

En un problema de mercadeo el costo del transporte, ya que éste se eleva en un alto porcentaje en épocas de cosecha encareciendo el producto final.

En el cuadro No. 10, se puede apreciar el valor total de la producción de soya entre los años 1970 y 1980.

Para el semestre A de 1978, el precio de la tonelada de fríjol soya fué de $ 12.500, siendo el valor total de la producción de esta cosecha $ 847.1 millones. Para la cosecha del semestre B de 1978, el precio de la tonelada de fríjol soya fué de $ 13.800, por lo tanto el valor total de esta producción ascendió a $ 1.012.4 millones. Entonces tenemos que para 1978, el valor total de la producción fué de $ 1.859.2 millones, que comparado con el año 1970 ($ 359.2 millones) ha crecido a una tasa anual de $ 22.82%. Este crecimiento en el valor total de la producción, se debe básicamente al incremento registrado en los precios del grano, cuya tasa anual en el período 1970-1980 fué de 20.8%. En cuanto al crecimiento de otras variedades, para el mismo período, tenemos que el área sembrada creció a una tasa anual del 0.75%, la producción al 1.5% anual y el rendimiento al 0.73% anual.

Para 1980, se prevee un valor total de la producción de $ 2.651.5 millones. Lo anterior teniendo en cuenta que el precio del grano soya en el semestre A de 1980, fué de $ 18.000/Tonelada para un valor de esa cosecha de $ 1.659.6 millones, mientras que para el semestre B, se estableció por el Gobierno un precio de $ 19.300/Tonelada, cuyo cálculo arroja un valor en la producción de $ 991.9 millones.

SITUACION ACTUAL DEL MERCADO DE LA SOYA

El año 1980 se caracterizó por un recrudecimiento de los problemas del mercadeo de esta oleaginosa motivado por las excesivas importaciones de materias primas para las fábricas procesadoras de aceites y grasas, las cuales se encontraban con suministros suficientes para atender sus necesidades inmediatas.

CUADRO 10. Soya: Valor de la producción a precios corrientes. 1970 - 1980.

Período		$/Tonelada	Total	(Millones de $)
1.970	A	2.900	208.8	
	B	2.900	150.4	
				359.2
1.971	A	3.000	129.0	
	B	3.100	184.4	
				313.4
1.972	A	3.200	128.0	
	B	3.750	204.8	
				332.8
1.973	A	4.325	136.2	
	B	5.075	245.9	
				382.1
1.974	A	5.725	250.3	
	B	6.470	516.2	
				766.5
1.975	A	6.840	415.0	
	B	7.300	270.0	
				685.0
1.976	A	8.100	286.3	
	B	9.800	368.5	
				654.8
1.977	A	10.500	456.4	
	B	11.200	608.8	
				1.065.2
1.978	A	12.500	847.1	
	B	13.800	1.012.4	
				1.859.5
1.979	A	17.200	1.261.8	
	B	18.000	1.285.2	
				2.547.0
1.980	A	18.000	1.659.6	
	B	19.300	991.9	
				2.651.5

FUENTE: Banco de la República, Comité Regional de Producción Agrícola 1.979-1.980.

Elaboró: Subgerencia de Planeación y Desarrollo - COAGRO.

Por tal motivo los procesadores no estaban interesados en adquirir materia prima nacional, ofreciendo para la cosecha 1980 un precio de $ 18.000/tonelada de soya que estaba vigente hacia 10 meses, y que no era razonables para el agricultor debido a las alzas en sus costos de producción.

Debido a la anterior situación de desacuerdo, se reunió una comisión integrada por representantes del Gobierno Nacional, procesadores y agricultores con el fin de establecer un precio que satisfaciera los intereses de ambas partes. El precio que exigían los productores era de $ 20.000/Tonelada y los procesadores ofrecían $ 18.500.

Después de 60 días sin llegar a ningún acuerdo, el Gobierno tomó la decisión de fijar un precio de $ 19.300 y no permitir más importaciones de aceites y grasas comestibles durante el resto del año, obligando a los graseros a adquirir toda la producción nacional a ese precio. La demora de dos meses en llegar a una definición del problema ocasionó perjuicios a los productores quienes tuvieron que mantener su cosecha almacenada durante ese período. Por otro lado, el Ministerio de Agricultura estableció un precio de sustentación de $ 21.200 para la cosecha 1980/1981, que aunque tartío se espera sea un buen incentivo para los productores de soya, estimando un área de 25.000 hectáreas, cuando tradicionalmente para este semestre se ha llegado a cifras por encima de las 35.000 hectáreas sembradas en esta oleaginosa.

En cuanto la forma de pago de los graseros para los dos últimos semestres (1979 - 1980 y 1980) fué catastrófico para los productores de soya puesto que la modalidad establecida fué de abonos a 30, 50 y 90 días que a la postre se convirtieron en plazos de 180 días, cuando en las anteriores cosechas los compradores pagaban de contado, y en algunos casos anticipadamente. Esta situación ha llevado a una redistribución de la participación de los cultivos semestrales en el Valle del Cauca, desplazándose las áreas dejadas de sembrar en soya, hacia cultivos como el sorgo y el maíz.

LEGISLACION SOBRE PRODUCCION DE SEMILLAS CON REFERENCIA ESPECIAL AL CULTIVO DE LA SOYA

Carlos Gómez B. *

1. GENERALIDADES

Es de conocimiento que la semilla es un medio de propagar las especies, pero es necesario conocer qué aspectos funcionales y de infraestructura se deben cumplir para el establecimiento de un programa integral de producción de semillas.

Un segundo aspecto a considerar es la necesidad de obtener altas producciones para satisfacer las necesidades de comida y materias primas de industrias que se integran con el objeto de cumplir las demandas de los consumidores.

Dentro de los factores de producción uno muy importante es el de suministrar una semilla de alta calidad, para ello existe un mecanismo o sistema probado a través del tiempo, para la dirección, control, supervisión y organización de la producción y multiplicación de semillas. Este sistema es el que se llama "Certificación de Semillas".

La certificación de semillas es un sistema legalizado para la multiplicación y producción controlada de semilla, su objetivo básico es el mantener y hacer que los agricultores dispongan de una fuente de semilla

---

* I.A. Programa de Certificación de Semillas. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Palmira. A.A. 233.

y de materiales de propagación, de calidad superior, producidos, procesados y distribuídos de manera que se pueda asegurar su identidad genética y su alta calidad.

El Servicio de Certificación de Semillas establece normas de calidad para las variedades ó híbridos aceptados para la certificación; determina los procedimientos y reglas que los productores deben adoptar y seguir en la producción de semillas; inspecciona la producción de dicha semilla; así también las actividades relativas a la misma para determinar que los procedimientos y normas se cumplan.

2. OBJETIVOS

Al implantar una legislación cuando se hayan cumplido las fases de infraestructura que justifican normalizar la producción de semillas se busca

- Educar respecto a calidad de semillas
- Consolidar y proteger el esfuerzo logrado por la investigación al crear materiales de altos rendimientos.
- Facilitar el establecimiento de productores de semillas que ofrezcan calidad.
- Garantizar el abastecimiento de materiales de buena calidad.

3. CONSIDERACIONES GENERALES DE LA LEGALIZACION

- La legalización debe contener una terminología precisa y técnica para facilitar la comprensión de los estatutos.
- Debe reglamentar la aceptación de un material tanto nacional como foráneo para la comercialización.
- Determinar qué cultivos y/o materiales pertenecen al proceso de certificación de semillas.
- Designar el responsable de aplicar la legislación que garantice los parámetros mínimos de calidad de la semilla.

- Establecer un registro de variedades y reglamentar las introducciones.
- Controlar la calidad de semillas importadas haciendo responsable a Programas que evaluen sus bondades.
- Establecer ciertas condiciones para permitir las exportaciones.
- Estatuír sanciones por incumplimiento de normas.

4. LEGISLACION DE SEMILLAS EN COLOMBIA

4.1. GENERALIDADES

En el caso colombiano se han desarrollado las etapas de investigación base fundamental en la obtención de materiales que presentan ciertas bondades y características deseables.

La Ley 38 de 1914 es la primera disposición legislativa de mayores alcances dictada en nuestro país. Esta Ley autorizó al gobierno para contratar una misión técnica de Bélgica, quienes promovieron la creación de Escuelas de Agronomía y de Estaciones experimentales.

En 1926 se establecen las Estaciones Agrícolas de la Picota en Bogotá y Palmira, en el Valle del Cauca. Pero sólo a partir de 1945 se crea un proceso investigativo en el cultivo del maíz, el cual se ampiia con base a las experiencias de la fundación Rockefeller en Méjico. En Diciembre de 1949 se establece la Oficina de Investigaciones Especiales (O.I.E.) equipada y sostenida por el gobierno. Con el objeto de incrementar la producción de alimentos básicos.

Se puede decir que al iniciar la decada del 50 la mayoría de la semilla mejorada que se usaba en el país era importada. Pero en 1953 con los resultados de las investigaciones adelantadas por el gobierno nacional delegó en la Caja de Crédito Agrario la responsabilidad de multiplicar y distribuír las semillasmejoradas (maíz y trigo). En 1955 se crea el Departamento de Investigaciones Agropecuarias (D.I.A.) con el objeto de ampliar y coordinar los principales renglones de producción agropecuaria, especialmente en el mejoramiento y producción de semillas de los

cultivos de mayor importancia en el país.

Los éxitos del D.I.A. fueron la razón fundamental para la creación en 1963 del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), como establecimiento público descentralizado, con Personería Jurídica y patrimonio independiente.

Paralelamente con el desarrollo de la investigación se intensifica la producción de semilla y es así como para 1960 se producen 3.000 toneladas con las cuales se sembraron 145.000 hectáreas; en 1961, la empresa privada manifiesta su interés de vincularse a esta actividad de multiplicación y venta de semillas mejoradas. Es así como entraron en el mercado de semillas la Federación Nacional de Arroceros y la Empresa Proacol.

De esta manera la década del 60 con la creación del ICA, la acción de la Caja Agraria y la industria privada se incrementa la producción y el uso de semillas mejoradas, lo cual es apoyado por una serie de medidas adoptadas por el gobierno nacional.

4.2. BASE LEGAL

La Certificación de Semillas en Colombia se originó mediante el Decreto 140 del 2 de Febrero de 1965.

El Decreto mencionado anteriormente reglamentó la entrega, multiplicación y/o uso de materiales genéticos de semillas mejoradas y se establecen las definiciones para los términos comunmente utilizados en el proceso de certificación. Encomendó al Ministerio de Agricultura el registro de materiales la labor de Certificación y el establecimiento de normas para dicho proceso. Además se creó el Comité de Control de Semillas, se definieron sus integrantes y las funciones a desarrollar.

Posteriormente el Ministerio de Agricultura mediante Resolución 079 de 1966 delegó en el Instituto Colombiano Agropecuario ICA la función de certificación.

En 1968 el gobierno nacional reestructuró el Sector Agropecuario del país, mediante los Decretos 2420 y 3120 dándole al Instituto Colombiano Agropecuario, en lo que respecta a semillas, las siguientes funciones:

- Expedir en base a las disposiciones generales del Ministerio de Agricultura, las reglamentaciones sobre semilla certificada y vigilar su cumplimiento.

- Ejercer la función de control de calidad de los insumos agrícolas.

Los Decretos 2420 y 3120 fueron modificados por el Decreto 133 de 1976, en el cual se asigna al ICA las siguientes funciones:

- Certificación de semillas
- Promover la utilización de semillas certificadas y producirlas cuando sea necesario.

En 1970 por Resolución 651 del Ministerio de Agricultura se reglamentó el comercio de semillas para siembra y contempla:

- El registro de productores, distribuidores e importadores.
- Control oficial ejercido por el ICA.
- Establecimiento de sanciones.

La Resolución 651 es adicionada por la Resolución 462 que hace extensivo el registro a los exportadores.

Además el ICA basado en las Resoluciones anteriores reglamentó al control de la calidad y demás aspectos sobre la materia.

Refiriéndose específicamente al cultivo de la soya se dictó por parte del Ministerio de Agricultura la Resolución 399 de 1974, que establece los requisitos mínimos para la certificación de semillas.

Para complementar las normas expedidas para los diferentes cultivos en lo referente a definir la clasificación de malezas y su efecto en la producción de semillas del ICA dictó la Resolución 2197 de 1974.

Por Resolución 1635 se reestructura el Consejo Técnico Asesor de la División de Semillas, el cual tiene caracter consultivo y de asesoría.

La distribución a productores autorizados de la semilla básica producida por el ICA, fué encomendada a las Divisiones de Semilla y Agronomía mediante Resolución 438.

Para complementar la información se entiende que la supervisión y certificación de semillas es un Servicio y la Junta Nacional de Tarifas, estableció tarifas para el cobro mediante las Resoluciones 044, 077 y 179 de 1975.

CERTIFICACION DE SEMILLAS DE SOYA EN COLOMBIA *

Germán Aya Silva **

Uno de los factores más importantes a tener en cuenta en toda la explotación agrícola es la calidad de la semilla que se va a utilizar. Si todos los componentes que hacen parte de la función producción son utilizados óptimamente, pero la semilla que va a plantar no está dentro de ciertos límites de requisitos de buena calidad, se puede tener la seguridad que dicha producción se va a ver afectada negativamente. Uno de los objetivos del presente curso es dar a conocer cómo se controla la producción de semilla en Colombia, por intermedio del Servicio de Certificación del ICA, control que se lleva a cabo en campo, planta y laboratorio. Si el insumo en referencia cumple las normas estipuladas por la legislación existente en el país se da paso libre a su mercadeo con el otorgamiento del marbete, el cual es el sello de garantía de la buena calidad de la semilla.

---

* Contribución del Servicio de Certificación de Semillas del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Palmira.

** I.A., Servicio de Certificación de Semillas ICA. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Palmira. A.A. 233, Palmira - Valle.

1. ESTADISTICAS DE AREA SEMBRADA Y PRODUCCION DE SEMILLAS DE SOYA EN LOS ULTIMOS TRES AÑOS EN COLOMBIA

Superficie sembrada para producción de Semilla Certificada de soya en los años 1977, 1978 y 1979 en Colombia (en hectáreas).

Variedad	1977	1978	1979
ICA TUNIA	2.534.50	4.158.80	3.916.50
ICA LILI	419.40	477.20	188.10
PELICAN SM ICA	205.90	100.00	36.50
MANDARIN S4 ICA	130.90	309,80	127.50
ICA PANCE	0.54	-	-
ICA TAROA	0.54	-	-
ICA CARIBE	00.22	-	-
VICTORIA	65.00	251.00	234.00
SV-77	50.00	220.00	624.00
TOTAL	3.409.10	5.516.80	5.126.60

Cantidad de semilla de soya producida, por variedad los años 1977, 1978 y 1979 en Colombia. (en toneladas).

Variedad	1977	1978	1979
ICA TUNIA	1.690.0	4.882.4	6.900.5
ICA LILI	929.8	260.7	256.1
PELICAN SM ICA	413.8	50.6	46.5
MANDARIN S4 ICA	205.1	170.8	42.5
ICA PANCE	0.6	-	-
VICTORIA	-	288.9	513.7
SV-77	-	151.0	1.035.0
TOTAL	3.239.5	5.804.6	8.794.4

2. PRODUCTORES DE SEMILLA DE SOYA

Todo productor de semilla debe estar autorizado como tal por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), es decir que debe cumplir con los requisitos que exige la Resolución 1226 de 1976 de esta entidad.

Los requisitos son:

a - Elevar una solicitud en papel sellado, ante la División de Semillas del ICA, indicando la localización, dirección de la planta de procesamiento, descripción y capacidad del equipo e instalaciones, relación de las variedades a certificar, relación de personal profesional y auxiliar para las labores de campo y planta, certificado de Cámara de Comercio, incluir proyecto de rotulado y empaque a utilizar, lugar y fecha de la solicitud ante el ICA.

b - En base a la anterior solicitud, la División de Semillas autoriza la Seccional respectiva por medio de los técnicos de Certificación y Leguminosas la visita con el fin de inspeccionar la planta de beneficio y constatar si se cuenta con el equipo necesario para dicha labor. Esta comisión presenta un informe detallado de la visita y si reune los requisitos exigidos, se expide la Resolución que los acredita como productores de semilla certificada de soya.

c - El equipo mínimo que debe tener un productor de semilla certificada de soya es el siguiente:

- Prelimpiadora
- Limpiadora - cribadora - ventiladora
- Separadora por gravedad o separadora espiral
- Tratadora
- Báscula
- Cosechadora para sacos

Las plantas autorizadas para producir semilla certificada de soya son:

- CRESEMILLAS - Palmira
- PROACOL - Palmira
- SEMILLAS VALLE - Cali
- SEMILLAS ANDREE - Roldanillo
- AGROINDUSTRIAL DEL NORTE - Roldanillo
- SEMILLAS DE OCCIDENTE - Cartago

3. VARIEDADES EN PROCESO DE CERTIFICACION

a. ICA TUNIA
b. ICA LILI
c. PELICAN SM ICA
d. MANDARIN S4 ICA
e. SV-77
f. VICTORIA

Las variedades SV-77 y VICTORIA han sido creadas por la empresa privada, en este caso SEMILLAS VALLE y PROACOL respectivamente y las cuatro restantes han tenido su origen en los Programas de Investigación que adelanta el ICA, por intermedio del Programa de Leguminosas.

Actualmente la vairedad ICA TUNIA es la de mayor aceptación debido a su buena adaptabilidad y altos rendimientos, ocupando un 76% del total de semilla de soya producida.

4. TARIFAS

De acuerdo a la Resolución 077 de 1975 de la Junta Nacional de Tarifas de Servicios Públicos, los Productores de Semilla Certificada de soya y autorizados por el ICA deben pagar este servicio al Instituto, cuyo monto es de $ 100.oo por hectárea inscrita y $ 0.54 por kilogramo de semilla procesada y sometida a análisis de calidad mediante muestra representativa. La cancelación debe hacerse antes de un mes de haber sido enviada la cuenta respectiva de cobro. Estos cobros se elaboran semestralmente.

5. NORMAS BASICAS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE SEMILLA CERTIFICADA DE SOYA

El productor de semilla debe inscribir ante el Servicio de Certificación cada uno de los lotes de multiplicación, especificando los datos que aparecen en la respectiva forma de solicitud que se anexa en la presente conferencia. El plaza estipulado entre la siembra y la inscripciónes de un mes

Todo lote inscrito debe ser supervisado en campo, la semilla proveniente de él, inspeccionada en planta y la muestra tomada debe analizarse en el laboratorio.

5.1. INSPECCIONES DE CAMPO

Todo campo en el cual se va a multiplicar semilla debe ser sembrado con material genético, básico o registrado y debe existir un aislamiento mínimo de 3 metros en cualquier dirección con otro cultivo de soya. Un campo elegido para esta labor no debe haber sido sembrado con este mismo cultivo en los 6 meses anteriores; si fué sembrado con soya de la misma variedad y para certificación, queda a criterio de la entidad Certificadora el aceptarlo o no.

El lote objeto de certificación debe recibir un mínimo de 4 visitas durante su período vegetativo y distribuídas así:

- Primera visita: Se realiza en los primeros días después de la siembra y en ella se determina la germinación, ubicación del lote, área aproximada, constatando que coincide con la inscrita, que el material sembrado sea el mismo que ha sido estipulado, estado sanitario y fecha aproximada de siembra.

- Segunda y tercera visita: Se realizan en las épocas de floración y maduración respectivamente. Se hace una revisión de la presencia de enfermedades, malezas existentes, pureza varietal y estado general del cultivo. Es necesario aclarar que el lote puede ser rechazado en cualquiera

de las visitas enunciadas anteriormente si no cumple con las normas exigidas.

- Cuarta visita: Se lleva a cabo inmediatamente antes de la cosecha y debe estar el lote libre de plantas de otras variedades; esta labor de desmezcle lo hace la empresa productora y es necesario que sea oportuna y estricta. Esta mezcla varietal se determina de acuerdo al tipo de planta, color de la pilosidad, altura y color del hilum de la semilla. También se exige la ausencia de malezas nocivas, plantas enfermas, principalmente las causadas por el virus moteado, Cercospora kikuchii y Peronospora, las cuales son fácilmente identificables en la semilla. Esta visita se considera la de mayor importancia, ya que en ella se define la aceptación o el rechazo del campo para semilla; en el caso de lo primero se autoriza su ingreso a planta y debe identificarse claramente como proveniente de esa finca en el momento del beneficio; si se rechaza antonces se cosechará pero para fines comerciales.

Es conveniente hacer hincapié que el hecho de que haya sido aprobado en el campo, no quiere decir que esto sea definitivo, ya que está supeditado la inspección en la planta y las determinaciones de laboratorio.

Cuando un lote se cosecha sin la autorización de Certificación queda automáticamente rechazado. También sucede a menudo que todas las labores descritas anteriormente se hacen eficientemente pero se presentan fallas en la cosecha, como combianadas contaminadas, ajustes imperfectos en dicha máquina y otros factores, llegando el material a la planta ya sea mezclado, con mucho grano quebrado, alto contenido de tierra, basura o humedad (por cosecha a destiempo, lluvias, etc.) y como el productor realiza un análisis minucioso antes de la entrega puede él no aceptarlo, comunicando esto inmediatamente a la oficina de Certificación para el descargo correspondiente en los registros.

Las tolerancias que se tienen en cuenta en el campo para el caso de mezclas varietales, otros cultivos, malezas nocivas y comunes y enfermedades son los siguientes detallados en porcentaje:

FACTORES	CLASE DE SEMILLA		
	Básica	Registrada	Certificada
Mezcla de otras variedades	0	0.2	1
Mezcla de otros cultivos	0	0	0
Malezas nocivas	0	0	0
Malezas comunes	Que no compitan significativamente con el cultivo.		
Enfermedades:	Todas las plantas afectadas severamente por las siguientes enfermedades, deben ser eliminadas del campo.		
Pseudomonas glycine			
Xanthomonas phaseoli			
Cercospora sojina			
Peronospora manshurica			
Cercospora kikuchii			
Colletotrichum truncatum			
Colletotrichum glycines			
Soja virus			

5.2. INSPECCIONES EN PLANTAS

El campo cosechado al ingresar a la planta debe identificarse de una manera bien clara, evitando la mezcla de productos de varias fincas y las posibles contaminaciones entre variedades.

El material proveniente de un lote de multiplicación y como ya se comentó antes es muestreado y analizado por la empresa que recibe y de acuerdo a este resultado lo acepta o lo rechaza, en el caso de aceptación, este análisis sirve para la liquidación final que el productor hace al agricultor.

La semilla recibida es procesada en la respectiva planta, es decir se somete a secamiento si la humedad así lo exige (más del 14%), pre - limpieza, limpieza y clasificación, al llegar a este paso el material

queda listo para el muestreo por parte de la entidad certificadora.

5.2.1. Muestreo.

El lote a muestrear debe seguir entre otras las siguientes normas:

- Homogeneidad
- Encontrarse claramente diferenciado
- No debe ser mayor de 20 toneladas
- No debe haber sido tratado

El muestreo puede hacerse a lotes empacados en sacos, almacenados en silos y en algunas ocasiones se toma del mismo flujo de semillas, pero después de la clasificación, utilizándose para los dos primeros casos, muestreadores o sondas o con la mano directamente para el último de ellos. Para que esta labor se realice bien debe tomarse una serie de muestras elementales en diferentes puntos del lote y al final todas ellas se combinan y mezclan para formar la muestra global. Es necesario que esta práctica se haga bien y sea lo suficientemente representativa del total del lote, ya que la semilla a probarse es una cantidad considerable y el concepto final de aceptación va a ir en beneficio o detrimento del agricultor.

El productor de semillas está en la obligación de suministrar todos los datos necesarios que se requieran para realizar bien esta labor, mantener los lotes bien diferenciados para facilidad del muestreo y dar fácil acceso a los funcionarios de Semillas a cada una de las instalaciones de la planta para una óptima supervisión de ella.

5.3. DETERMINACIONS EN EL LABORATORIO

La muestra global es llevada al laboratorio donde se homogeniza, se toma un kilo de esta semilla y se realizan las siguientes determinaciones:

5.3.1. Humedad

Se determina el porcentaje de humedad presente en el grano, el cual no debe ser mayor del 14%; suando supera la cifra anterior debe el productor rebajar dicha humedad y muestrearse nuevamente por parte del ICA.

5.3.2. Malezas Nocivas y Comunes.

En esta práctica se determinan todas las semillas de malezas nocivas y comunes para el cultivo existentes en la muestra, por lo regular en soya todas estas semillas se eliminan en la clasificación, debido a que las zarandas por el tamaño de sus aberturas permitan la fácil salida de ellas. La norma es de cero semillas por Kg y en el supuesto caso que ello no se cumpla se ordenará una reclasificación del material.

5.3.3. Materia Inerte.

Se determina todo el material que no pueda germinar y que se encuentra presente en la muestra de trabajo para el análisis de calidad, tales como terrones, piedras, semillas partidas, partes de hojas, flores, tallos, etc. La semilla pura mínima es de 97%, si el porcentaje de materia inerte es mayor del 3% es necesario procesar de nuevo el lote.

5.3.4. Semillas de Otras Variedades.

Se determinan las semillas de variedades diferentes a la que se está analizando. Se aceptan en la clase básica, registrada y certificada 0, 10 y 20 semillas/Kg respectivamente, cuando se pasa de estos topes se degrada o se rechaza el lote según el caso.

5.3.5. Semillas de Otros Cultivos.

Son aquellas semillas de plantas cultivadas diferentes a las de la especie (soya) en consideración. El lote debe estar completamente libre de estos materiales, de lo contrario debe repasarse el material en la planta.

5.3.6. Germinación.

Se lleva a cabo montándose 4 replicaciones de 100 semillas cada una, utilizándose como substratos toallas de papel, arena o tierra, según el caso. Al hacer la lectura se suman las plántulas anormales, las semillas duras, frescas no germinadas y las muertas, las restantes son las semillas que han producido plántulas normales y se expresa en porcentaje. El mínimo es del 80%, si está por debajo de esta norma se rechazará el lote.

En resumen las condiciones finales que debe reunir la semilla de soya para su certificación son:

DETERMINACIONES	CLASE DE SEMILLA		
	Básica	Registrada	Certificada
Semilla pura (mínimo) %	97	97	97
Materia inerte (máximo) %	3	3	3
Semilla de otras variedades/ Kg (máximo)	0	10	20
Semilla de otros cultivos/ kg/ (máximo)	0	0	0
Semilla de malezas/Kg (máximo)	0	0	0
Humedad (máximo) %	14	14	14
Germinación (mínimo) %	80	80	80

Los resultados de las anteriores determinaciones son consignados en un formulario especial denominado "Resultado Oficial de Análisis de Semillas" y se le envía al Productor respectivo.

Si la semilla correspondiente al lote muestreado y analizado cumple con los requisitos exigidos por el ICA, esta es debidamente tratada con un insecticida o fungicida apropiado, empacada en las bolsas utilizadas por cada productor y a cada una de las cuales se les coloca el marbete

correspondiente que ha sido entregado por Certificación y el cual es el sello de garantía que respalda la calidad de la semilla producida.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Beneficio de Semillas. Palmira, 1978.

2. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATIONS. Reglas Internacionales para ensayos de semillas 1976. Instituto Nacional de Semillas y plantas de vivero. Madrid, Artes Graf Danubio, 1977. 184 p.

3. MARTINEZ, V.E. Análisis de germinación. Introducción general a las normas ISTA. La Molina. Lima, 1979. 13 p.

4. RUBIO, R.E.; BERNAL, E.J.; BARRENECHE, E.R. Manual de normas y procedimientos. Instituto Colombiano Agropecuario, División de Semillas. Bogotá, 1977.

PRODUCCION DE SEMILLA CERTIFICADA DE SOYA *

Carlos A. González **

Cresemillas de Caja Agraria, es la entidad oficial que inició en Colombia la producción y comercialización de semillas mejoradas. Se inició en 1953 a partir del convenio celebrado con el Ministerio de Agricultura.

La actividad de producción de semillas mejoradas tuvo exclusividad por cerca de 12 años de las variedades e híbridos producido por la División de Investigación Agropecuaria (DIA) y posteriormente por el ICA. En 1965 la producción de Semillas se extendió a otros productores que llenaron los requisitos exigidos, estableciendo y reglamentando la entrega de semilla básica, así como el proceso de certificación.

Cresemillas durante 26 años ha creado las bases para el desarrollo de la agroindustria de semillas en Colombia y ha contribuído para que el insumo semilla se considere de mayor importancia cuando se proyectan aumentos de producción en forma inteligente.

Actualmente, en el cultivo de la soya, Cresemillas produce semilla certificada de soya de las variedades ICA Lili e ICA Tunía, participando con un 45% del mercadeo, total de la semilla de soya.

---

* Contribución de la Caja de Crédito Agrario Industrial y Minero.

** Ingeniero Agrónomo - Planta de Semilla - Cresemillas.

1. ORGANIZACION

Cresemillas dentro de la organización de la Caja Agraria es un departamento que depende de la subgerencia comercial. La Entidad tiene su propia organización como empresa, manejando los recursos asignados y presenta evaluación contable y financiera al término de cada período.

Cresemillas opera con cinco plantas de semillas en el país. Tabla 1.

TABLA 1. Localización de plantas productoras de semillas. Cresemillas.

Planta	Capacidad ton/año.	Especies objeto de producción
Palmira	5000	Maíz, frijol, sorgo, soya
Valledupar	3000	Arroz, gramíneas forrajeras
La Caro	4400	Cebada, Avena, Papa, maíz
Tunja	2200	Cebada, Trigo
Pasto	2600	Cebada, Trigo

2. PROCESO DE PRODUCCION

2.1. Se inicia con una correcta programación de siembras, de acuerdo a los estudios de comercialización. La programación actual de 1400 toneladas de semilla certificada de soya establece requerimentos de semilla y áreas a multiplicar que los observamos en la Tabla 2.

TABLA 2. Requerimientos de area para multiplicación de semilla de soya.

Categoría	Toneladas de semilla requeridas	Hectáreas a multiplicar
Básica	0.25	2.5
Registrada 1	4.50	45.0
Registrada 2	79.50	795.0
Certificada	1400.00	14000.0

486a

FIGURA 1. Aspecto de una planta productora de semilla de soya. Valle del Cauca.

2.2. El material básico de soya se recibe del ICA y el aumento se efectúa en granja propia, Hacienda El Molino, de 110 hectáreas de extensión, al igual que la multiplicación de la semilla registrada 1.

2.3. La obtención de semilla certificada se hace bajo contratos de multiplicación celebrados con la Entidad y agricultores particulares. La asistencia técnica especializada es prestada en forma directa y con Ingenieros Agrónomos a contrato. La selección del campo se hace de acuerdo a las exigencias del servicio de Certificación de Semillas del ICA.

2.4. El precio de pago al agricultor multiplicador es el valor comercial más una bonificación equivalente a un promedio del 8% de este valor.

3. BENEFICIO

Previa autorización del Servicio de Certificación del ICA la semilla de soya ingresa a la planta, donde se cumplen los siguientes pasos:

3.1. INGRESO A PLANTA

Se pesa el producto y se determina el contenido de humedad, impurezas y granos partidos y dañados que se deben ajustar a las normas establecidas por Cresemillas para el ingreso de la soya.

3.2. PRELIMPIEZA

Esta labor se ejecuta para eliminar los porcentajes de impurezas, granos partidos y dañados permitiendo en esta forma que el producto limpio entre al beneficio en sí o se pueda almacenar provisionalmente en los diferentes silos.

3.3. LIMPIEZA

Consiste en la eliminación casi total de las impurezas y grano

partido, utilizando sistemas de zarandas con movimiento vibratorio, de - jando la soya lista para clasificación. El porcentaje de grano comercial es mínimo.

3.4. CLASIFICACION

Se adelanta en máquinas que ejecutan la labor de separar los granos de acuerdo a su tamaño, descartándose los granos pequeños y partidos que han pasado el proceso anterior. Se utilizan máquinas de 4 y 6 zarandas respectivamente.

3.5. SELECCION

Consiste en adelantar selección manual de la soya para eliminar principalmente granos afectados por cercospora y/o Peronospora dando por lo tanto una mejor presentación al producto final.

3.6. TRATAMIENTO

Se hace tratamiento a la semilla utilizando una mezcla de fungici - das Vitavax 300 con Captan y adicionando un insecticida, con el fin de dar protección adecuada a la semilla.

3.7. EMPAQUE

La semilla de soya una vez recibe su tratamiento se empaca en bol - sas de papel con capacidad de 25 kilos consignándose los datos correspon dientes al número del lote de certificación, la variedad y el origen.

4. CONTROL DE CALIDAD

Cresemillas tiene organizado un completo programa de control de calidad teniendo en cuenta todas las fases de la producción, disponiendo de personal altamente calificado y una estrecha supervisión de todas las

actividades, desde la producción en el campo hasta la distribución de la semilla. Tiene un laboratorio central en la planta de semilla de La Caro (siendo el único laboratorio central de semillas y el más completo del país) y laboratorios auxiliares en cada una de las plantas productoras. El control de calidad se hace con inspecciones, muestreos y análisis periódicos de las semillas, una vez procesadas y durante su almacenamiento y distribución.

En el control de calidad se hace una evaluación de la calidad inicial de la semilla producida para determinar el contenido de humedad, porcentaje de semilla pura, porcentaje de germinación, vigot, etc. y evaluaciones periódicas de la semilla en almacenamiento.

6. COMERCIALIZACION

Se efectúa por cooperativas de agricultores, distribuidores particulares, almacenes de provisión agrícola de la Caja Agraria y ventas directas en la planta de semillas Cresemillas. Actualmente participa con el 45% de las ventas de semilla de soya certificada en el país, ocupando la variedad ICA Tunía el 97% de la producción de Cresemillas. El resto es comercializada por cuatro empresas productoras privadas.

PROCESO DE LA SEMILLA DE SOYA

Humberto Garrido Q. *

A continuación vamos a dar una información general sobre el proceso de la Semilla de Soya que se utiliza para la extracción de Aceite. Este proceso consta de varias etapas las cuales pueden clasificarse de la siguiente forma:

1. Recibo y análisis de Semilla de Soya
2. Almacenamiento en silos
3. Condiciones de almacenamiento:
   a. Aireación
   b. Control de plagas
   c. Control de temperatura
4. Proceso de la Semilla de soya:
   a. Preparación de la Semilla de Soya
   b. Extracción de Aceite a la Semilla de Soya

1. RECIBO Y ANALISIS DE SEMILLA DE SOYA

Lloreda, Grasas y Aceites Vegetales S.A., está en condiciones de recibir Semilla de Soya transportada bajo las siguientes formas:

a. Camiones, con Semilla de Soya en bultos.
b. Camiones, con Semilla de Soya a granel.
c. Por línea ferrea, con Semilla de Soya en bultos.
d. Por línea ferrea, con Semilla de Soya a granel.

Al hacer su ingreso a Fábrica cualquiera de los vehículos anteriormente anotados, se procede después de pesado a muestrear el cargamento

---

* Ingeniero de Procesos. Lloreda, Grasas y Aceites Vegetales S.A. Apartado Aéreo 1283, Cali, Colombia.

de Soya y el Laboratorio de Semillas reporta inmediatamente los análisis de humedad e impurezas registrándolo en el recibo de Ingreso para que el Ingeniero y el Operario de Silos determinen el almacenamiento en el silo adecuado.

2. ALMACENAMIENTO EN SILOS

De acuerdo al análisis que resulte en el recibo, se cuenta con 6 Silos disponibles para almacenar Semilla de Soya de acuerdo a la calidad con que llegue. Por ejemplo se tiene un Silo disponible para Semilla de Soya (Hm 9 - 11%; impurezas del 2%; exenta de grano verde, dañado y partido) la cual se utiliza para el proceso de Harina de Soya para consumo humano.

Toda la Semilla de Soya antes de ser descargada a los silos se hace pasar a través de prelimpiadoras y limpiadoras, las cuales están provistas de mallas y tienen acoplados ciclones para succionar el polvo y materias más livianas que la Semilla; esta limpieza de la Semilla se lleva a cabo en la torre de silos para después ser descargada en el Silo correspondiente.

Esta torre de silos también tiene una secadora de granos para los casos en que llegue Semilla de Soya húmeda (mayor del 13%).

3. CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

La Semilla de Soya se almacena en los Silos teniendo en cuenta los siguientes controles:

3.1. AIREACION

Los Silos están provistos de unos ductos con malla, por los cuales se hace circular aire; está circulación de aire que pasa por entre los granos de semilla es creada por un ventilador, el cual se encuentra en la parte externa de los silos.

3.2. CONTROL DE PLAGAS

Para evitar la proliferación de plagas en los silos se tiene como medida preventiva la fumigación de los silos ura vez por semana.

3.3. CONTROL DE TEMPERATURA

Dentro de los silos hay localizadas termocuplas, las cuales regis - tran la temperatura en el tablero principal de mando que está localizado en la torre de silos. En esta forma se controla la temperatura de la se milla almacenada y se determina si se somete a aireación o consumo inmediato.

4. PROCESOS DE LA SEMILLA DE SOYA

4.1. PREPARACION DE LA SEMILLA DE SOYA

Para lograr la extracción de Aceite de Soya de la Semilla, se proce de a preparar la Semilla lo cual consiste en:

4.1.1. Antes de llegar la semilla a la planta de preparación se somete nuevamente a limpieza en la Sección de los silos.

4.1.2. En la Sección de preparación se le hace una limpieza final a la semilla de soya.

4.1.3. Después de esta limpieza final, la semilla se pasa por los molinos quebrantadores de semilla los cua es de acuerdo al ajuste que se les dé parten un grano de Soya en 4, 6, 8, partes y a la vez esta tritura - ción hace desprender la cascarilla de los granos.

4.1.4. Este flujo de grano partido y cascarilla suelta se pasa a través de mesas clasificadoras de grano y ciclones los cuales arrastran (por succión) el material más liviano (principalmente cascarilla) y así queda la semilla de soya lo más exenta posible de cascarilla.

4.1.5. La semilla de soya partida exenta de cascarilla entra a un acondicionador de humedad (Cooker) con el fín de facilitar la operación siguiente que es pasar la semilla a través de unos molinos de rodillos los cuales laminan la semilla en forma de hojuelas o escamas y así facilitar la extracción ya que se aumenta el área de contacto entre la semilla y el solvente.

Estos molinos laminadores también tienen su ajuste para el espesor de las hojuelas requerido.

4.2. EXTRACCION DE ACEITE A LA SEMILLA DE SOYA

4.2.1. Esta extracción se lleva a cabo en el extractor por medio de un solvente (Hexano) el cual pasa a través de las hojuelas que van en una serie de cajones cuyo fondo es una malla para que pueda filtrarse el hexano con el aceite de soya extraído (Miscela).

Aquí resultan 2 flujos: Miscela y Hojuelas de Soya exentas de aceite pero impregnada de hexano.

4.2.2. La Miscela (Hexano + Aceite), por evaporación y luego por destilación se separa el Aceite de Soya del hexano el cual por condensación se recupera para ser utilizado nuevamente en el proceso.

4.2.3. Las hojuelas de soya exentas de aceite (1% máx. de aceite) pero contenido hexano (harina ó Torta de Soya) se pasa a través de un tostador el cual pera con vapores directos e indirectos y así se retiran las trazas de hexano de la harina dando además el cocimiento y humedad que se quiere producir en dicha harina.

4.2.4. Esta harina o torta de soya producida pasa a un secador y enfriador para darle los ajustes de humedad necesarios y luego entra a un molino de cuchillas para triturar los terrones de harina y mejorar su apariencia para luego ser transportada a la sección de Empaque de Torta.

4.2.5. El Aceite de Soya Crudo es sometido a una hidratación y luego por centrifugación, blanqueo y secado se le retira los fosfátidos del Aceite de Soya (Lecitina de Soya) y así se obtiene el aceite de soya desgomado al cual más adelante se le hacen los procesos de Refinación, Blanqueo, Desodorización y Envase.

Especificaciones "HARINA DE SOYA" para consumo humano:

Nombre comercial "PROTARINA 50"

Humedad	:	10% máximo
Proteínas (Nx6:25%)	:	50% máximo
Fibra	:	3% máximo
Grasas	:	3% máximo
Cenizas	:	6% máximo
NSI	:	50% mínimo

Las especificaciones bacteriológicas son las siguientes:

Clostridium	:	Negativo 10 Grs.
Recuento total	:	10.000 Col/G. máximo
Hongos	:	10 Col./G. máximo
R. Coliformes	:	100 Col/G. máximo
Escherichia Coli	:	Negativo 10 Grs.
Salmonelas	:	Negativas/10 Grs.
Estreptococo	:	Negativo/10 Grs.
Pelos de roedor	:	Negativo
Insectos y fragmentos	:	Negativas/10 Grs.

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA AL PEQUEÑO PRODUCTOR

Carlos Martinez R. **

El ICA es la Entidad del Gobierno dedicada a la investigación agropecuaria y a la Transferencia de la Tecnología que genera.

Sus actividades las orienta la Gerencia General, con la colaboración de las Sub-Gerencias de Investigación, Desarrollo Rural, Producción Agrícola, Producción Pecuaria y Administrativa.

La Transferencia de Tecnología se puede definir como el proceso por el cual el ICA presta servicios o entrega a sus usuarios recomendaciones tecnológicas con el propósito de contribuir a la solución de problemas relacionados con el incremento de la producción y/o productividad agropecuaria.

La Sub-Gerencia de Desarrollo Rural es la responsable de dar las pautas o metodologías de trabajo en lo que corresponde a la Transferencia de Tecnología para el pequeño agricultor.

La secuencia del desarrollo del trabajo de transferencia de tecnología al pequeño productor que ha establecido la Sub-Gerencia de Desarrollo Rural es como sigue a continuación.

---

* Contribución del Programa de Desarrollo Rural integrado de la Regional No. 5 del ICA.

** I.A., Ms.C. Producción de cultivos. Director Regional Desarrollo Rural.

DIAGNOSTICO

El Diagnóstico es el paso inicial en un Distrito y para su elaboración se requieren dos etapas: análisis de escritorio y el análisis de campo.

1.1. ANALISIS DE ESCRITORIO

Corresponde a la recopilación y análisis de la información secundaria existente, a fín de conocer en un tiempo relativamente corto, con el mayor detalle posible, el estado actual de la producción, el ambiente físico y la organización social de los productores de la región.

1.2. ANALISIS DE CAMPO.

El propósito básico es identificar los principales sistemas de producción de los pequeños productores del area escogida, conocer los problemas tecnológicos que afrontan estos productores y plantear las soluciones correspondientes. Esta actividad se realiza a través de:

- Identificación de los sistemas locales de producción.
- Análisis de la Ficha Técnica.

2. PLAN DISTRITAL DE PRODUCCION

Del diagnóstico en cada Distrito se obtienen los elementos básicos para diseñar el Plan Distrital de Producción, el cual reune los diferentes planes específicos elaborados para cada uno de los renglones agrícolas y especies animales prioritarios en el Distrito.

3. PLAN DISTRITAL DEL COMPONENTE SOCIAL

A través de la Ficha Técnica se obtienen los datos básicos para la elaboración del Plan Distrital del Componente Social que concentrará su

acción en tres áreas principales: Nutrición, Infraestructura y Coordi - nación. En esta parte se determinan los Programas de Investigación Adap tativa y Transferencia de Tecnología, relacionados con aspectos sociales.

4. PROGRAMACION

Tanto el Plan de Producción Distrital como el Plan del Componente Social, estarán integrados por planes específicos. Las unidades metodo- lógicas de ejecución que concretan la actividad de los Programas, son los Proyector y/o Sub-Proyectos.

De esta manera cada Programa se desarrollará a través de Proyectos de Investigación Adaptativas y Proyectos de Transferencia de Tecnología.

4.1. PROGRAMA DE INVESTIGACION ADAPTATIVA

4.1.1. Proyectos de Investigación Biofísica.

Se refiere a ensayos de ajuste de tecnología de tipo agrícola y pe - cuario.

4.1.2. Proyecto de Investigación Socio-Económico.

Son estudios especiales que analizan detalladamente aspectos impor- tantes del proceso de Transferencia de Tecnología Social y Económica.

4.1.3. Proyectos de Investigación en Comunicación Rural.

Es necesario definir sistemas de comunicación que permitan llevar a los productores la tecnología y la información complementaria para su adopción y lograr simultáneamente el conocimiento de los factores físicos y/o humanos que puedan limitar tal adopción.

4.2. PROGRAMA DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

4.2.1. Proyectos de Producción.

Estos proyectos se desarrollarán a través de la asistencia a los pequeños productores en sus dos modalidades: Individual y a grupos.

4.2.2. Proyectos de Componente Social.

Tres proyectos se desarrollarán prioritariamente: Nutrición, Infraestructura y Coordinación.

En el área de Nutrición se considerarán dos Sub-Proyectos: Educación Nutricional y Producción casera de alimentos.

En la parte de Coordinación se detectan los problemas a través de la Ficha Técnica y el conocimiento del área, pero cuya solución corresponde a otras Entidades (salud, educación).

4.2.3. Proyectos de Transferencia.

Como norma general se utilizarán dos metodologías: demostraciones y otras actividades de divulgación. Los funcionarios del Distrito harán uso de estas metodologías adoptando de acuerdo a las condiciones locales, las pautas elaboradas por la División de Comunicación.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. CHUDT, L.; W. AMEZQUITA. Guía de Trabajo para la Transferencia de Tecnología a Pequeños Productores. Bogotá. ICA. Boletín Técnico No. 52. 1977. 14 p.

PLANEAMIENTO DE LA COMUNICACION

Octavio Cardona García *

Para que la tecnología que producen los diferentes Centros de Investigación llegue finalmente al agricultor o ganadero se hace necesario pasar por un proceso que va desde el conocimiento mismo de las prácticas hasta su adopción final.

Si se quiere tener éxito en todo el proceso de adopción es indispensable elaborar un Plan de Transferencia de Tecnología basado en las diferentes técnicas de comunicación.

Diversos autores recomiendan tener en cuenta las siguientes etapas o fases en el planeamiento de las actividades de comunicación para un área determinada.

1. Determinación del problema o interés comunicativo.
2. Diagnóstico
3. Elaboración del Plan de Comunicación
4. Adopción del Plan
5. Producción y Ejecución del Plan
6. Evaluación

---

* Ingeniero Agrónomo. M. Sc. Jefe Regional Comunicaciones ICA Cali. Apartado Aéreo 10140. Cali- Colombia.

1. DETERMINACION DEL PROBLEMA

La acción comunicativa puede iniciarse por problemas sencillos o por un problema complejo. De todas formas se deben considerar el número de agricultores o ganaderos afectados por el mismo problema, número de hectáreas o animales, problemas sociales que conlleva y pérdidas económicas que ocasiona; de esta forma podemos medir la magnitud del problema, o sea cuantificamos el problema.

2. DIAGNOSTICO

En la elaboración de un plan de comunicaciones juega papel importante el diagnóstico, el cual debe tener como propósito y objetivo dar las bases para realizar un plan de comunicación congruente con la realidad.

Todo diagnóstico debe contestar a la pregunta Que tenemos?. Para el caso específico de comunicaciones, se debe hacer un inventario de aspectos relacionados con la fuente, el mensaje, el canal, el receptor y todo lo relacionado con el problema que se quiere resolver.

En una Agencia de Extensión se considerará como fuente el personal técnico, quienes serán las personas encargadas de definir los mensajes (recomendaciones para difundir) para los diferentes sistemas de producción. Así mismo, debe definir el tipo de investigación adaptativa que se debe realizar en el área de trabajo, hacer la selección de los usuarios directos y definir los objetivos generales de las acciones comunicativas a desarrollar.

Los mensajes pueden elaborarse basados en los registros de seguimiento; estos mensajes deben ser para grupos homogéneos.

El canal, serán los diferentes medios o formas a través de los cuales se pueden enviar los mensajes y para lo cual se deben tener los estudios del caso.

Los receptores serán principalmente los usuarios directos, todos los agricultores y público del área de trabajo.

3. ELABORACIÓN DEL PLAN DE COMUNICACIONES

3.1. FORMULACION DE OBJETIVOS

Cuando no se fijan objetivos en la actividad que vamos a desarrollar es posible que los medios o métodos que escogemos para llevarla a cabo no sean los más apropiados y por consiguiente se pierdan los esfuerzos que se hayan realizado.

En el caso específico de la elaboración de un plan de comunicaciones se debe recordar que el propósito de toda comunicación es provocar una respuesta por parte del receptor. En otros términos, el propósito del plan será lograr que la gente haga algo; que la gente responda.

3.1.1. Objetivos Generales.

Un objetivo general sería llevar a cabo la transferencia de tecnología para aumentar la producción y productividad.

3.1.2. Objetivos Específicos.

Estos objetivos deben indicar que quiere el agente de cambio que haga el usuario como fruto de la actividad de transferencia de tecnología.

3.2. MENSAJES

Una vez formulados los objetivos se debe definir qué es lo que vamos a comunicar al público. En otras palabras; Cuáles son los mensajes? Una guía para definir los mensajes puede ser los objetivos específicos.

Los mensajes se clasifican en informativos, promotivos y educativos.

En la elaboración de los mensajes se deben considerar las situaciones de crédito, insumos, etc. El mensaje se debe codificar en el lenguaje del usuario, en el lenguaje de la gente a la que queremos llegar.

Es importante considerar el tratamiento que se le da al mensaje y puede ser de información, de educación y entrenamiento.

3.3. DE LOS MEDIOS DE COMUNICACION

Una vez determinados los objetivos y los mensajes, se debe determinar el medio o medios más indicados para llevar nuestro mensaje a los pequeños productores. Es conveniente recordar que la selección del medio o medios para utilizar depende en general de las características de la audiencia, del mensaje y de los mismos medios de comunicación, de su uso y disponibilidad por parte de la audiencia y del costo de producción de los mismos.

3.3.1. Características de los Medios.

Los medios de comunicación se clasifican en masivos, de grupo e interpersonales.

Algunas de las diferencias importantes entre los medios interpersonales, de grupo y masivo se pueden apreciar en la Tabla 1.

TABLA 1. Características de los medios de comunicación.

Características	Medios Interpersonales	Medios de grupos	Medios Masivos
Flujo del mensaje	Doble vía	Doble vía	Una vía
Contexto de la comunicación	Cara a cara	Cara a cara	Interpuesta
Cantidad de Feddback	Alta	Media	Baja
Habilidad para superar procesos selectivos	Alta		Baja

TABLA 1. (Continuación).

Características	Medios Interpersonales	Medios de grupos	Medios Masivos
Velocidad para alcanzar grandes audiencias.	Baja	Regular	Relativamente rápida
Posibles efectos	Cambio de actitud y comportamiento.	Incremento de información.	Crean actitudes e incrementan conocimientos.

"Una gran audiencia al precio de un menor impacto del mensaje".

"Un alto impacto del mensaje al precio de una menor audiencia".

Otro factor importante de tener en cuenta para la adecuada selección de los medios es el relacionado con el número de sentidos que estos afectan; así tenemos que el 90% de la información que el hombre recibe acerca del mundo le llega a través del sentido de la vista.

3.3.2. Disponibilidad y Uso de Medios.

Los medios masivos a excepción de la radio, tienen muy poca penetración en el área rural. La radio junto con la comunicación interpersonal son los medios más indicados para hacerle llegar información a los pequeños productores. Estos datos indican que las demostraciones de métodos y de resultado y las reuniones con agricultores, son los medios de comunicación más eficientes para llevar a cabo la transferencia de tecnología, principalmente cuando los mensajes son de tipo educativo.

3.4. AREAS

Forme grupos con los agricultores que practiquen el mismo sistema de producción y vayan a recibir las mismas recomendaciones. Averigue si

están dispersos o concentrados para definir las formas de comunicación a utilizar.

3.5. ESTRATEGIA (PLAN DE ACCION)

Ya definidos los objetivos, los mensajes, las audiciencias, los medios y las áreas, se deben pensar cómo y en qué orden se van a realizar las actividades para lograr los objetivos.

Los primero será despertar la atención y provocar el interés, crear en el público una cierta tensión o necesidad y finalmente ofrecerle la solución a esa necesidad mediante la adopción de una práctica que se le debe enseñar a adoptar.

El primer paso en este proceso es el contacto con los medios masivos. Se pueden además, hacer reuniones con agricultores y autoridades. El agricultor chequea la información, solicita más información por la práctica que le interesa. Le gustaría en este momento ver la práctica y lo más aconsejable que sería una demostración. Si el agricultor decide ensayar la nueva práctica, entonces necesita información detallada y alguien que lo asesore permanentemente.

La idea central con la estrategia, es que esta se debe realizar paso a paso, en forma secuencial para que el agricultor pueda analizar y entender lo que se le está recomendando.

4. APROBACION DEL PLAN

Como el plan de comunicaciones es responsabilidad de todo el personal que participa en el desarrollo del mismo, debe procederse en la misma forma para su aprobación.

5. PRODUCCION Y EJECUCION DEL PLAN

Es la fase operativa de comunicaciones en que son producidos los

materiales que integran el plan y se aplica la estrategia determinada en el plan de acción. Se define quien debe producir qué materiales y quién coordina qué aspectos del plan a nivel nacional, regional o local.

6. EVALUACION

La evaluación se define como un proceso de valorización sistemática, por medio del cual se determina la importancia, el valor o significado de alguna actividad y se colecta información que sirva como base para tomar decisiones, formar juicios y sacar conclusiones.

La evaluación fundamentalmente debe estar encaminada a detectar el grado de incumplimiento de los objetivos que se fijaron previamente, para una acción determinada.

La evaluación de las actividades de comunicación sirve varios propósitos a saber:

6.1. Ayuda a determinar si las actividades de comunicación programadas se cumplieron.

6.2. Ayuda a detectar el progreso que la gente ha alcanzado a través de la información.

6.3. Facilita determinar los medios de comunicación más efectivos.

6.4. Permite identificar los obstáculos o limitaciones que se presentan en la ejecución del plan de comunicación.

6.5. Suministra información útil para la revisión del trabajo de comunicaciones.

6.6. Permite tener en cuenta las experiencias (éxitos o fracasos) alcanzados, en el diseño de actividades en otras áreas.

La evaluación puede ser informal, semiformal y formal.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. FIERRO, L.H.; PLAZA, J.E.; MUÑOZ, M.G. Bases para el Planeamiento de la Comunicación en los Distritos de Transferencia de Tecnología. Bogotá. ICA. 1978. 69 p. (Boletín Técnico No. 59).

511

"La propiedad intelectual de este material pertenece al Instituto Colombiano Agropecuario ICA. El ICA autoriza la reproducción total o parcial siempre y cuando de cite el título y página de esta publicación, se dé el debido crédito al autor y se indique que la obra se puede obtener directamente en el ICA, A.A. 233, Palmira. PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARA FINES COMERCIALES". Resolución No. 758 de Mayo 6 de 1976.

Publicación del ICA
Comunicaciones Regional 5
Código: 05-3.2-040-80
Arte: María Eugenia Carvajal
Mecanografía: Margarita Gutiérrez I.
Edición: Octavio Cardona G. I.A.M.S.
Impresión: División Comunicación ICA
CNIA "Tibaitatá
A.A. 151123 (El Dorado)
Bogotá.

Tiraje: 500 Ejemplares
2a. Edición