

AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT WASHINGTON, D. C. 20523 <b>BIBLIOGRAPHIC INPUT SHEET</b>	<b>FOR AID USE ONLY</b>
---	-------------------------

1. SUBJECT CLASSIFICATION	A. PRIMARY Agriculture
	D. SECONDARY Cereal Crops

2. TITLE AND SUBTITLE  
Rice as an alternative crop in the Santa Lucia region of the Atlantico, No.3 Irrigation District

3. AUTHOR(S)  
Fullerton, T.M.; Garcia S., Hugo; Molina M., Luis; James, D.W.

4. DOCUMENT DATE 1975	5. NUMBER OF PAGES 22 p.	6. ARC NUMBER ARC
--------------------------	-----------------------------	----------------------

7. REFERENCE ORGANIZATION NAME AND ADDRESS  
Department of Agricultural and Irrigation Engineering, Utah State University, Logan, Utah 84322

8. SUPPLEMENTARY NOTES (*Sponsoring Organization, Publisher, Availability*)  
(Available in English and Spanish; Spanish, 26 p.: PN-AAB-689)

9. ABSTRACT  
Corn, cotton, sesame, sorghum, and soya crops in the Santa Lucia region of the Atlantico #3 irrigation district of Atlantico, Colombia, frequently are characterized by erratic growth and low yields. A field study of the heavy soils of the Malambito Experiment Station of the Colombian Agrarian Reform Institute was made to evaluate irrigated rice as an alternative crop for this zone. Uniform, vigorous stands of rice were produced in two preliminary tests, and rice appeared much better adapted to Malambito soil conditions than corn, cotton, sesame, or sorghum when tested simultaneously with them. Yields of rice produced under upland and inundation water management systems were measured at 3951 and 7302 kg/ha, respectively. More grain was obtained from control plots (no nitrogen) or plots to which 75 kg/ha had been applied than from plots which had received 225 kg/ha of nitrogen, regardless of irrigation management. Small areas containing stunted plants were observed in some of the upland plots but not in the inundation plots. Root depths were considered shallow for all treatments although slightly increased where flood irrigation was utilized. Data from this study indicate that CICA 4 rice could be a profitable alternative to those crops currently grown in the Santa Lucia region. Further research on rice adaptability to the soils, irrigation efficiency, and drainage control should be conducted.

10. CONTROL NUMBER PN-AAB-688 - PN-AAB-689 for Spanish edition	11. PRICE OF DOCUMENT
12. DESCRIPTORS Atlantico 3 Project?                      Rice Colombia                                      Varieties Cropping patterns Irrigation	13. PROJECT NUMBER
	14. CONTRACT NUMBER AID/ta-C-1103 Res.
	15. TYPE OF DOCUMENT

*AID/R-C-1103 Rev.*

Programa de Investigación de Manejo de Suelo y Agua (NG-69)

EL ARROZ COMO CULTIVO ALTERNO EN LA REGION  
DE SANTA LUCIA DEL DISTRITO DE RIEGO  
ATLANTICO #3

T.M. Fullerton  
Hugo García S.  
Luis Molina M.  
D.W. James

Utah State University/USAID  
Instituto Colombiano Agropecuario  
Instituto Colombiano Agropecuario  
Utah State University/USAID

Estación Experimental Santa Lucía  
Santa Lucía, Atlántico  
Colombia  
1974

**Programa de Investigación de Manejo de Suelo y Agua (WG-69)**  
**Departamento de Ingeniería Agrícola y Riego**  
**Departamento de Ciencias de Suelo y Biometeorología**  
**Utah State University**

y

**Programa de Desarrollo de Recursos de Agua y Tierra**  
**Departamento de Ingeniería Agrícola**  
**Instituto Colombiano Agropecuario**

#### AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestros agradecimientos al Sr. Alfonso Lara y al señor Alvaro Castaño, técnicos agrícolas del Instituto Colombiano Agropecuario, Santa Lucía, por su valiosa colaboración en todas las fases del estudio. También agradecemos al Dr. Carlos Goldfarb de la Oficina Estadística del Instituto Colombiano de la Reforma Agraria, El Limón, por habernos proporcionado información sobre producción agrícola y de costos del distrito de riego Atlántico #3.



## INTRODUCCION

Bastante progreso se ha realizado en el desarrollo de estructuras extensas para la distribución de agua y sistemas de drenaje en la región de Santa Lucía del distrito de riego Atlántico #3. Además de las facilidades de control de agua, el uso de maquinaria agrícola moderna y productos químicos están entre las prácticas de manejo comúnmente utilizadas por los productores del área. Aún más importante, tanto los agricultores como los técnicos del Instituto Colombiano de la Reforma Agraria (INCORA) han acumulado varios años de valiosa experiencia en la producción de cultivos desde que se iniciaron las actividades del distrito. En contraste con éstos adelantos, sin embargo, los rendimientos de los cultivos continúan a niveles muy por debajo de los requeridos para obtener ganancias agrícolas normales.

Los cultivos establecidos en suelos pesados similares a los que se encuentran en la Estación Agrícola Experimental Malambo de INCORA frecuentemente están caracterizados por un crecimiento errático de las plantas. Plantas achaparradas y cloróticas, con sistemas radiculares retardados aparecen en áreas pequeñas e irregulares, que varían de uno a varios metros cuadrados en tamaño. Los rendimientos son severamente reducidos dentro de estas áreas que colectivamente pueden llegar hasta 30% del área total en algunas partes. La soya parece tolerar estos suelos mejor que el maíz, ajonjolí o sorgo, pero no se cultiva mucho. Con la producción de algodón se ha obtenido solamente un éxito limitado. Szyglic (8) ha enfatizado la necesidad de un cultivo alternativo al sorgo, el cual generalmente se siembra en el primer semestre, en rotación con el algodón del segundo semestre.

La salinidad, alcalinidad, manchas de alta acidez resultantes de la degradación de suelos sódicos, compactación del suelo, drenaje pobre y patógenos vegetales son más frecuentemente mencionados como posibles causas del crecimiento errático de las plantas. Casi no existe información, sin embargo, que demuestre hasta que punto cada uno de estos factores influyen el rendimiento de los cultivos. Rubink (7) encontró correlaciones positivas entre alturas de plantas de maíz y aumentos en calcio, tanto soluble como intercambiable, del suelo y la relación  $\text{Ca/Mg+K+Na}$  en suelos pesados en la Estación de Malambito. Estos resultados se interpretaron como de menor importancia, sin embargo, en la explicación del crecimiento variable de las plantas en el área. El maíz de menor desarrollo se encontró más frecuentemente en puntos topográficos bajos, donde el contenido de arcilla del suelo era un poco mayor. Inversamente, el menor desarrollo de plantas de maíz se encontró más íntimamente relacionado a aumentos en la fracción arenosa del suelo dentro de estos puntos. El intenso muestreo y análisis realizado por Rubink falló en sostener la presencia de suelos salinos, sódicos o fuertemente ácidos como causas para el achaparramiento del maíz. García *et al.* (2) han considerado la compactación del suelo como un factor que reduce los rendimientos de los cultivos en suelos pesados en la región de Santa Lucía. Se obtuvo más grano de lotes de sorgo tratados con un subsolador antes de la siembra, que de aquellos no tratados. Los mejores rendimientos fueron aún mucho menores que los reconocidos como normales en el cultivo del sorgo. Estos investigadores también observaron la presencia de cultivos que no tenían un crecimiento uniforme en los suelos con buena pendiente y bien drenados en la Estación Malambito. James y Fullerton (4) concluyeron que el crecimiento errático de los cultivos y los rendimientos bajos en el área de Malambito fueron el resultado de un exceso de fósforo y metales pesados en el suelo de origen geológico. El análisis de

suelo con DTPA indicó que el Fe, Cu, Ni y Zn extraíbles eran diez veces más altos que lo que se considera normal. Se encontró una correlación positiva entre Fe y ambos Ni extraíble y fósforo extraído con  $\text{NaHCO}_3$ . Los análisis incluyeron el Mn, pero el tratamiento de calor de las muestras de suelo observación el efecto de este elemento. Pelaez<sup>1</sup> ha aislado un organismo Fusarium de tejido enfermo de sorgo recolectado en el área de La Isla y está actualmente evaluando las complicidades de esta información.

Aunque un esfuerzo continuo y extensivo de investigación sigue como el intento más promisorio para aumentar el rendimiento de un amplio rango de cultivos, la solución inmediata aún no se tiene. El reemplazamiento de especies tradicionales por otras mejor adaptadas a las condiciones comunes a la parte sur del distrito Atlántico #3 probablemente represente el medio más rápido de mejorar las ganancias del agricultor. El arroz sería una selección a considerar, ya que gran parte de esta zona consiste de suelos pesados anteriormente anedados. El objetivo de este estudio fue la evaluación del arroz como un posible cultivo alternativo para las áreas bajo riego en la región de Santa Lucía.

#### MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en suelos pesados de la Estación Experimental Agrícola Malambito de INCORA localizada cerca de la divergencia del Río Magdalena y el Canal del Dique en el Sur del Departamento de Atlántico, Colombia. El suelo del área del estudio es de color oscuro y contiene desde 45% hasta 60% de arcilla (7). Una capa de textura arenosa se encuentra a una profundidad de aproximadamente un metro. Los resultados del análisis de suelo realizados en los laboratorios del Instituto Agrícola Colombiano (ICA) en Palmira y Turipaná

<sup>1</sup>Peláez P., Alfredo. 1973. Comunicación personal. Instituto Colombiano Agropecuario, Tibaitatá.

y en el laboratorio de INCORA en El Limón mostraron que el suelo contenía 3,5% de materia orgánica, 99,4 ppm de fósforo y 0,87 mequitas de potasio por 100 g de suelo. El pH medio y el promedio de conductividad eléctrica se midieron en 6,1 y 0,89 mmhos/cm, respectivamente.

Observaciones preliminares. Las observaciones de dos pruebas preliminares realizadas con arroz proporcionaron una base para diseñar un tercer y más intenso ensayo de campo. Solamente descripciones breves, verbales de estas pruebas se presentan aquí y en los Resultados y Discusión, ya que ambos resultaron confusos debido a factores fuera del control experimental.

La primera prueba de arroz se inició el 2 de octubre de 1972. Se sembró la variedad CICA 4, a una proporción de 120 kg/ha en surcos espaciados a 17 cm y manejados como arroz secano con riego suplemental por medio de aspersión. La prueba se localizó junto a un área donde el semestre anterior se había tenido un cultivo extremadamente disperejo de ajonjolí. Tratamientos de nitrógeno y un testigo (sin nitrógeno) se compararon en lotes de 3 x 5 de acuerdo a un diseño de cuadrado latino. Los tratamientos consistieron de 50, 100 y 150 kg/ha de N. La mitad de cada tratamiento se aplicó antes de la siembra y la otra mitad el 22 de noviembre. Los lotes se replicaron 4 veces. El arroz fue bastante dañado por el ganado en tres ocasiones durante diciembre. También estuvo sujeto a severas condiciones de sequía a fines de diciembre y a principios de enero debido a la falta de lluvias y a un desperfecto en el sistema de riego de la granja Malambito. Los lotes fueron inundados a mediados de enero, ya que se disponía de agua de riego por un breve período. La cosecha se realizó el 4 de febrero de 1973. El análisis estadístico no se realizó debido a la variabilidad causada por las influencias externas.

Se condujo una prueba de campo de tipo factorial, con el propósito de medir las respuestas relativas de maíz, algodón, ajonjolí, sorgo y arroz secano, a tratamientos de cal y yeso incorporados en el suelo. Un testigo se escogió

al azar con cal aplicada a razón de 5000 kg/ha y con yeso a 4000 kg/ha en lotes de 3 x 45 m el 22 de agosto de 1972. Hubieron 4 replicaciones. Los cultivos se sembraron el 14 de noviembre en franjas de 2 x 36 m que se extendieron a lo ancho de los tratamientos de modificación del suelo. Las unidades de cultivo también fueron al azar y se duplicaron 3 veces. Se usó una densidad de siembre de 120 kg/ha con un espaciamiento de 20 cm entre surcos para sembrar el arroz CICA 4. Los lotes de arroz se observaron en relación con los otros cultivos presentes hasta a principios de enero de 1973, cuando se perdieron debido a las condiciones extremas de sequía impuestas por la escasez de lluvias junto con la falta de funcionamiento del sistema de riego.

Experimento de campo. El 25 de abril de 1973 se inició un experimento de diseño de parcelas divididas con 3 replicaciones. Los lotes principales eran de 12 x 12 m y consistían de arroz CICA 4 cultivados bajo condiciones de inundación y secano.<sup>2</sup> El contenido de humedad del suelo en ambos tratamientos se mantuvo entre saturación y capacidad de campo mediante riego por aspersión hasta el 28 de mayo. Los lotes de arroz secano recibieron riego por aspersión cuando los tensiómetros instalados a una profundidad de 15 cm alcanzaron 0,5 atmósferas de tensión. Los lotes de inundación se inundaron por primera vez el 30 de mayo. Las inundaciones posteriores se programaron de acuerdo al grado de drenaje y a la disponibilidad del agua de riego. La profundidad total de agua aplicada en los lotes de secano y de inundación fue de 55 y 230 cm, respectivamente. El agua de lluvia acumulada, medida durante el curso del experimento, fue de 21 cm. Los sublotes incluyeron tratamientos con nitrógeno de 75, 150 y 225 kg/ha y un testigo. El nitrógeno para cada tratamiento se dividió en tres partes iguales y se aplicó el 25 de mayo, el

---

<sup>2</sup>El tratamiento "secano" de este trabajo significa arroz con riego eventual por medio de aspersión.

15 de junio y el 6 de julio. El tamaño del lote fue de 6 x 6 m. Las comparaciones de sub-sublotes comprendieron tres densidades de población en lotes de 2 x 6 m randomizados dentro de cada tratamiento de nitrógeno. Todos los lotes se sembraron en surcos espaciados a 18 cm. Las cantidades de semilla utilizadas fueron 60, 100 y 140 kg/ha. La cosecha se comenzó el 22 de agosto.

Los tratamientos de riego se separaron por una distancia mínima de 15 m. Se instalaron pozos de observación de 3 m de profundidad a intervalos de 3 m del centro del lote de inundación al centro del lote seco en cada réplica. El área total del estudio recibió 10,5 kg/ha (ingrediente activo) de fluoro-difen (2,4'-dinitro-4-trifluorometil-eter) aplicado el 27 de abril. Se hizo un deshierbo manual de Euphorbia heterophylla L. a las tres semanas de haber iniciado el ensayo. Los promedios de control de malezas se tomaron por estimados visuales el 16 de agosto de acuerdo a una escala de 0,0 hasta 100%. Un promedio de 0,0 significaría una completa cobertura de malezas, mientras que 100% control indicaría que no habían malezas presentes. La altura de la planta y el porcentaje de volcamiento se midieron el 15 de agosto. La profundidad de las raíces se midió poco tiempo después de la cosecha. La altura de las plantas en relación a la densidad aparente y a las capas de suelo, se tomó a mediados de junio.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

Observaciones preliminares. Las pruebas preliminares se condujeron para determinar si se podía producir una población uniforme de arroz en suelos pesados de la Estación Experimental Malambito y para observar el arroz en relación con los cultivos tradicionales del área. El arroz en la primera de estas pruebas se caracterizó por un crecimiento uniforme y vigoroso y respondió bien a los tratamientos de nitrógeno, reflejado en mayor altura y color.

mejorado. Varias parcelas rindieron hasta 3000 kg/ha de grano a pesar de que estuvieron expuestas a pastoreo intensivo por el ganado y a la sequía durante la última parte del ciclo de vida. El crecimiento vegetativo de maíz, algodón, ajonjolí y sorgo varió desde achaparrado a normal dentro de cortas distancias en la segunda prueba preliminar. En comparación, el arroz sembrado cerca de estos cultivos mostró un crecimiento normal y uniforme en toda el área de estudio. No aparecieron diferencias visuales como resultado de los tratamientos de cal o yeso en ninguno de los cultivos involucrados.

Experimento de campo. Se han estudiado la salinidad y el nivel freático de poca profundidad en la región de Santa Lucía (9, 5). Un pre-requisito para cultivar arroz en esta área del distrito sería el definir el mínimo requerimiento de riego para producción óptima. Además de evaluar el arroz como posible cultivo alterno, un objetivo principal del experimento de campo fue desarrollar datos de rendimiento para arroz producido bajo condiciones de humedad de lluvia o riego eventual (secano) y de inundación, como una base para investigación futura relacionada con la eficiencia del uso del agua. También se examinaron las respuestas a varios factores de manejo influenciados por las diferentes condiciones de humedad.

Una ventaja reconocida del arroz inundado comparado con el secano es el control de malezas. Los lotes de secano fueron invadidos por una especie de campanilla (*Ipomoea* sp.) durante el último mes del estudio. La infestación no apareció como de suficiente magnitud para contribuir a reducir la producción, pero hubiera interferido si se hubiera cosechado por trilladora. Casi no habían malezas en los lotes de inundación al inicio de la cosecha (Tabla 1). Las diferencias en la respuesta de arroz a los dos tratamientos de riego fueron reflejados por medidas de profundidad de las raíces y altura de planta. Normalmente las raíces del arroz penetran a mayores profundidades cuando se cultiva en secano. En este experimento, sin embargo, el promedio de profundidad

de las raíces para los tratamientos de secano y de inundación fue de 4,7 y 6,3 cm, respectivamente. La profundidad de las raíces para ambos tratamientos se consideraría como poca. Aumentos en la altura de planta se anotaron en aquellos lotes donde se uso riego por inundación. Como se esperaba, se obtuvo más grano de los lotes de inundación que de los de secano, aunque los rendimientos de estos dos tratamientos no se encontraron estadísticamente diferentes.

La respuesta del arroz a los tratamientos de nitrógeno estuvo altamente influenciada por el manejo del agua. Los lotes que recibieron cantidades grandes de nitrógeno y de agua se caracterizaron por un vigoroso crecimiento y, por lo tanto, mayor susceptibilidad al volcamiento. Aumentos significativos en la altura de planta, como resultado de cantidades aumentadas de nitrógeno, se encontraron solamente donde el arroz se regó por inundación (Tabla 2). Los datos de porcentaje de volcamiento mostraron una tendencia consistente con la de la altura de planta. El volcamiento dentro de los lotes de arroz de inundación varió desde un promedio de 7% donde no se aplicó nitrógeno, hasta 48% con la aplicación de 225 kg/ha de nitrógeno. Esencialmente, no hubo volcamiento en lotes manejados como arroz de secano.

No ocurrieron pérdidas de grano como resultado de volcamiento bajo el sistema de recolección utilizado. Se produjo más arroz en los testigos o los tratamientos que consistieron de 75 kg/ha de nitrógeno, que las parcelas donde se usaron 225 kg/ha, sin importar la cantidad de agua aplicada (Tabla 2). La producción promedio para los lotes de inundación que recibieron 75 kg/ha de nitrógeno fue de 8200 kg/ha. La producción de grano tendió a disminuir con un aumento en la proporción de semilla de 60 a 140 kg/ha, mientras que las medidas de control de malezas reflejaron una tendencia invertida (Tabla 3).

Los cultivos en suelos pesados en la vecindad de Santa Lucía frecuentemente tenían apariencia moteada, debido a la presencia de áreas de plantas

achaparradas y cloróticas. Contrario a las observaciones preliminares presentadas arriba, el arroz seco en dos de las tres repeticiones del experimento de campo mostró estos efectos durante las primeras semanas del estudio. Las plantas dentro de estas áreas también mostraron una disminución de macollamiento, sistemas radiculares severamente restringidos y síntomas de sequía poco después de haber sido regados. La población de arroz del tratamiento de riego por inundación fue altamente uniforme tanto en color como en crecimiento.

La densidad aparente en las áreas de los lotes de arroz seco caracterizada por crecimiento normal fue 1,26 para el suelo superficial (0-15 cm) y gradualmente se hizo más densa con el aumento de la profundidad. Donde la incidencia de achaparramiento fue más pronunciada, se detectó fácilmente un cambio abrupto en la densidad del suelo de 10 a 30 cm de profundidad. La densidad aparente del suelo arriba de la capa de mayor densidad promedio 1,08 comparada con 1,35 dentro de la misma. Se encontró una correlación positiva entre la altura de la planta y la profundidad de la superficie del suelo a la capa más densa (Figura 1). El arroz de seco normal y vigoroso en áreas donde esta capa no pudo detectarse.

García *et al.* (2) han especulado que la retardación del sistema radicular de cultivos en suelos pesados de la finca Malambito fue debido a la presencia de una capa dura poco profunda. La presencia de una capa dura no proporciona una base de explicación para sistemas radiculares reducidos o la relación mostrada aquí entre la altura del arroz y la profundidad hasta una capa de suelo más densa, sin embargo, ya que una densidad aparente de 1,35 no representaría una compactación extrema para un suelo arcilloso. Además, las raíces de plantas de arroz achaparradas no penetraron hasta la capa de suelo más densa, pero se encontraron en aquella porción del perfil con una densidad aparente de 1,08. Estos resultados parecen estar algo de acuerdo con el

trabajo de Rubink (7) quien informó un menor crecimiento del maíz en donde el suelo contenía un porcentaje más alto de partículas de arena. El cambio abrupto a una mayor densidad, probablemente pudiera explicarse por un aumento rápido en la proporción del material de arena en el suelo. Aunque las raíces no penetraron hasta esta capa, una menor profundidad a la capa se reflejó a través del aumento de supresión de crecimiento. La fracción más gruesa de suelo podría representar una fuente de imbalance de metales como lo describe James y Fullerton (4).

Todas las observaciones indican que el arroz CICA 4 se adapta mejor a las condiciones descritas aquí que otros cultivos comunes a la región de Santa Lucía. El crecimiento errático y los sistemas radiculares reducidos observado en el arroz del tratamiento secano también indican que el arroz es afectado en un menor grado por los factores que han impedido lograr niveles de rendimientos normales en otros cultivos. Los cambios en las propiedades químicas y físicas del suelo, que acompañan los períodos largos de riego por inundación están bien reconocidos. La falta de crecimiento errático y penetración radicular más profunda notada en el arroz del tratamiento de riego por inundación comparada con el tratamiento de secano puede ser el resultado de cambios en el suelo causado por la lixiviación de materiales de la zona radicular. La probabilidad de una producción normal de grano sería mucho mayor bajo condiciones de riego por inundación para aquellas plantas de arroz afectadas por un desarrollo radicular inadecuado.

El agua libre dentro del suelo puede encontrarse a un metro de profundidad de la superficie del suelo en algunas áreas bajo cultivo cerca de Santa Lucía. Riego excesivo dentro de estas áreas podría elevar aún más los niveles prácticos e intensificar los problemas de salinidad. El uso conservador del agua, combinado con el mantenimiento de un drenaje adecuado, sería necesario para la producción de arroz en esta región del distrito.

Las cantidades y distribución de las lluvias y el agua aplicada para el experimento de campo se ilustran en la Figura 2. La medida de lluvia acumulada durante el transcurso del ensayo fue 21 cm. Los lotes de arroz del tratamiento de inundación recibieron un total de 230 cm de agua de riego comparada con 55 cm para los lotes de arroz seco. El uso consuntivo del agua por el arroz fue estimado de datos climatológicos recolectados mientras el experimento estuvo en progreso. El requerimiento estacional se calculó en aproximadamente 75 cm utilizando las ecuaciones tanto de Blaney-Criddle (1) como de Hargreaves (3) o alrededor de 6,1 mm por día. La lluvia combinada con el riego del tratamiento seco fue igual al requisito estacional estimado. Una porción de esta humedad podría no haber estado disponible, sin embargo, debido a las pérdidas gravitacionales. Usando el estimado de evapotranspiración como un criterio, más de 1,0 cm por día habrían contribuido a la reserva de agua subterránea a través de la percolación de sólo el agua de riego de los lotes del tratamiento de inundación. Esta cantidad sería considerada como excesiva, bajo condiciones de producción comercial.

Las pérdidas por infiltración de los lotes inundados fueron apreciables como se evidencia por diferencias en las elevaciones de los niveles freáticos entre el tratamiento por inundación y el área del estudio en general, (Tabla 4). Los datos no se interpretaron como predictivos de las elevaciones del nivel freático como ocurriría bajo manejo similar de riego en la zona de Santa Lucía, ya que movimientos laterales de agua, a través del suelo, desde los lotes experimentales también habrían sucedido. Sin embargo, estos parecen demostrar un grado alto de movimiento del agua dentro del suelo. Por ejemplo, los niveles de agua subterránea directamente debajo de los lotes de inundación fueron medidos a una profundidad promedio de 0,71 m en julio 13 después de recibir más de 40 cm de agua en un período de 5 días. Aún así, cuando se midieron nuevamente el 17 de julio, habían bajado a 1,45 m

Los tratamientos de riego se separaron por una distancia mínima de 15 m. Como se esperaba, el nivel freático dentro de los lotes de secano fue encontrado a mayores profundidades que en los lotes de inundación (Tabla 4). Los niveles de agua subterránea en ambos tratamientos fueron observados que fluctuaban simultáneamente durante agosto. Las medidas de una serie de pozos de observación instalados a intervalos de 3 m a lo largo de cada replicación revelaron que las profundidades del agua del suelo de los lotes de secano se elevaron como un resultado del agua que se originaba de los lotes de inundación.

La cantidad de agua necesaria para el cultivo de arroz en el distrito podría reducirse substancialmente de la cantidad utilizada para el tratamiento de inundación sin una reducción correspondiente en el rendimiento, si se minimizan las pérdidas por percolación. Esto podría lograrse usando maquinaria agrícola durante la preparación del semillero o permitiendo una elevación temporal del nivel freático. Rendimientos similares a los mencionados arriba para el tratamiento de inundación probablemente podrían obtenerse con mucho menos agua a través de inundaciones intermitentes, con intervalos mayores entre fechas de aplicación que las mostradas en este estudio.

Los cultivos producidos para propósitos experimentales generalmente reciben cuidado y manejo intensivos. Los rendimientos de los lotes de prueba para un cultivo particular son frecuentemente mucho mayores que el potencial de la variedad anotado o los rendimientos obtenidos en escala comercial bajo condiciones similares de suelo y clima. El promedio de rendimientos experimentales para varios cultivos medidos por investigadores del ICA y Utah State University (USU) en suelos pesados de la Estación Experimental Malambito entre 1971 y 1973 se muestran en la Tabla 5. Con la excepción del arroz, los niveles de rendimiento para todos los cultivos fueron mucho menores que los esperados. La producción arriba de la requerida para lograr cubrir los

gastos fue mucho mayor en el arroz bajo inundación que en los otros cultivos estudiados.

Los datos desarrollados durante el curso de este estudio indican que el arroz debería recibir serfa consideración como una alternativa para aquellos cultivos actualmente incluidos en sistemas de producción en la región de Santa Lucía del distrito de riego Atlántico #3. Rendimientos aceptables para cultivos tradicionales de la zona han sido difíciles de obtener. Aspectos del estudio relacionados con el manejo sugieren que rendimientos substanciales podrían obtenerse a través de la producción de arroz CICA 4 de acuerdo a los procedimientos culturales recomendados por ICA (6). La adaptabilidad del arroz a los suelos del área debería investigarse más extensamente. La investigación de ingeniería con respecto a la eficiencia del riego y al control del drenaje deberían anteceder a cualquier intento de producir arroz bajo inundación en escala comercial.

#### RESUMEN

Cultivos de maíz, algodón, ajonjolí, sorgo y soya en la región de Santa Lucía del distrito de riego Atlántico #3 de Atlántico, Colombia, se caracterizan frecuentemente por crecimiento errático y rendimientos bajos. Se realizó un estudio de campo en suelos pesados de la Estación Experimental Malambito del Instituto Colombiano de la Reforma Agraria a fin de evaluar arroz como un cultivo alternativo para esta zona. Arroz vigoroso y uniforme se produjo en dos pruebas preliminares. El arroz parece ser mejor adaptado a las condiciones de suelo de Malambito que el maíz, algodón, ajonjolí o sorgo cuando se ensaje simultáneamente con estos cultivos tradicionales.

Los rendimientos de arroz seco con riego eventual por aspersión y arroz de inundación se midieron a 3951 y 7302 kg/ha, respectivamente. Se

obtuvo más grano de los lotes testigo (sin nitrógeno) o de los lotes donde se habían aplicado 75 kg/ha de nitrógeno que de los lotes que habían recibido 225 kg/ha, sin importar cual fue el manejo de riego. Pequeñas áreas con plantas subdesarrolladas fueron observadas en algunos de los lotes de arroz seco, pero no en los lotes bajo riego de inundación. Se consideró las raíces muy superficiales en todos los tratamientos, aunque profundizaron un poco más en los lotes donde se utilizó el riego por inundación.

Los datos obtenidos durante el curso de este estudio indican que el arroz CICA 4 podría ser una alternativa económicamente factible para aquellos cultivos actualmente incluidos en los sistemas de producción en la región de Santa Lucía. Debería realizarse más investigación con respecto a la adaptabilidad del arroz a los suelos, junto con eficiencia del riego y control de drenaje.

#### SUMMARY

Growing crops of corn, cotton, sesame, sorghum and soya in the Santa Lucia region of the Atlantico #3 irrigation district of Atlantico, Colombia, are frequently characterized by erratic growth and low yields. A field study was conducted on heavy soils of the Malambito Experiment Station of the Colombian Agrarian Reform Institute in order to evaluate irrigated rice as an alternative crop for this zone. Uniform, vigorous stands of rice were produced in two preliminary tests. Rice appeared much better adapted to study Malambito soil conditions than corn, cotton, sesame or sorghum when tested simultaneously with these traditional crops.

Yields of rice produced under upland and inundation water management systems were measured at 3951 and 7203 kg/ha, respectively. More grain was obtained from control plots (no nitrogen) or plots where 75 kg/ha had been

applied than from plots which had received 225 kg/ha of nitrogen, regardless of irrigation management. Small areas containing stunted plants were observed in some of the upland plots but not in the inundation plots. Root depths were considered shallow for all treatments although slightly increased where flood irrigation was utilized.

Data developed during the course of this study indicate that CICA 4 rice could be a profitable alternative of those crops currently included in production systems in the Santa Lucia region. Further research concerned with rice adaptability to the soils, along with irrigation efficiency and drainage control should be conducted.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Blaney, Harry F. and Wayne D. Criddle. 1950. Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data. USDA, SCS - TP - 96. Washington, D.C.
2. Garcia Saad, Hugo, T.M. Fullerton and Edwin C. Olsen III. 1972. Water and Soil Management Research Program; Atlantico #3. Progress Report (WG-69), Utah State University.
3. Hargreaves, George H. 1956. Irrigation requirements based on climatic data. Paper 1105, IR-3, Journal of the Irrigation and Drainage Division, Proc. Am. Soc. of Civil Engineers.
4. James, D.W. and T.M. Fullerton. 1974. Heavy metal toxicities from indigenous sources in an irrigated soil of Colombia, S.A. Western Soil Science Society, Irwine, California (Abstr.).
5. Olsen III, Edwin C. and J.E. Christiansen. 1973. Land drainage and soil reclamation procedures in arid and sub-humid areas of developing countries - using as an example the Atlantico-3 Project, Colombia. Water and Soil Management Research Program Report (WG-69), Utah State University.
6. Ortega R., Hector Hugo, Joaquin Gonzalez S., Rafael Robayo P. and Yecid Ottavo F. 1972. Prácticas de cultivo en arroz de riego en Colombia. Bol. de Divulgación No. 44. Instituto Colombiano Agropecuario.
7. Rubink, William L. 1973. An intensive edaphological characterization of the soils of Malambito Experimental Station and its implications in future agricultural research. Master's thesis. Department of Soil Science and Biometeorology. Utah State University.
8. Szyglic, Abraham. 1973. Asesoría Sector Secano, Proyecto Atlántico #3; Instituto Colombiano de la Reforma Agraria. Terminal report. Tahal Consulting Engineers, Ltd.
9. Watts, Darrell G. 1971. Reclamation studies on the light and medium textured soils of project Atlantico-3, Colombia. Water and Soil Management Research Program. Progress Report (WG-69), Utah State University.

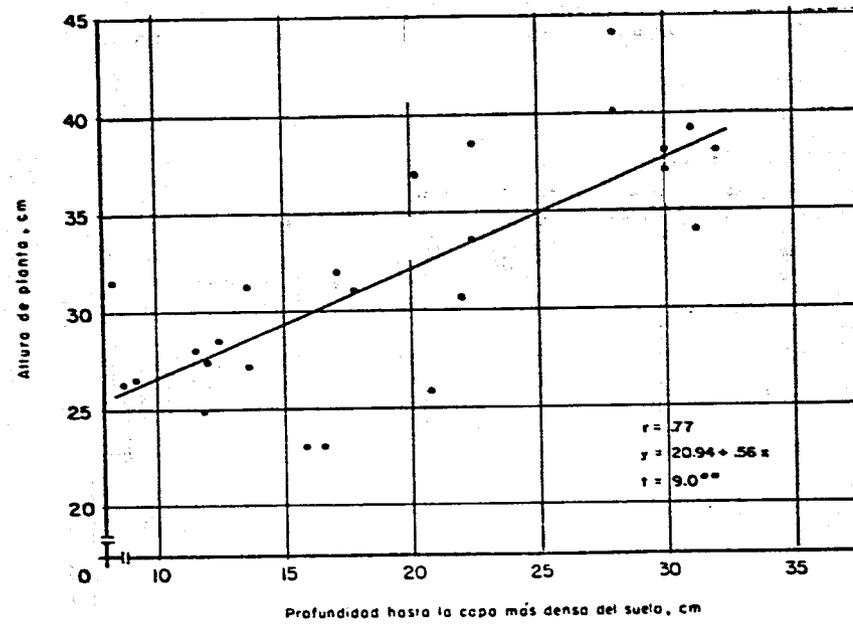


Figura 1. Correlación entre la altura de planta y la profundidad de la superficie del suelo hasta la capa más densa del suelo.

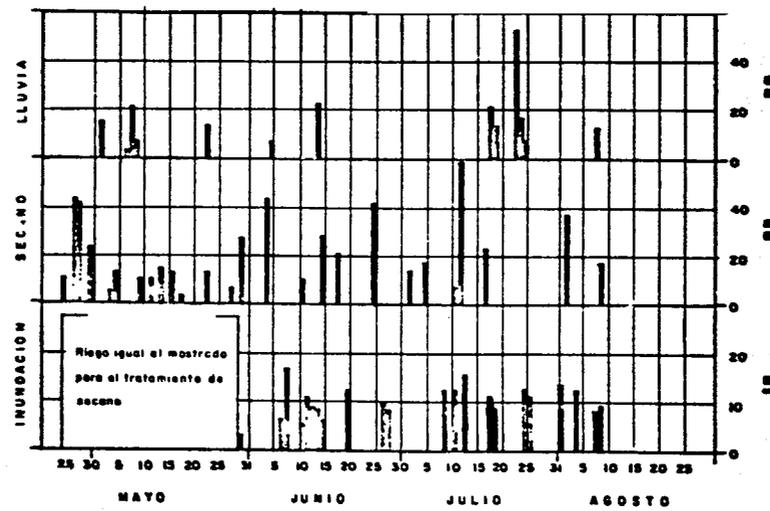


Figura 2. Lluvia y riego para los tratamientos de secano e inundación.

Tabla 1. Arroz CICA 4. Porcentaje de control de malezas, % volcamiento, profundidad de raíz, altura de planta y rendimiento según el tratamiento de riego

Tratamiento de Riego	% Control de Malezas	% Volcamiento	Profundidad de Raíz (cm)	Altura de Planta (cm)	Rendimiento (kg/ha)
Secano <sup>2</sup>	72 b <sup>1</sup>	0,5 a	4,7 b	67 b	3951 a
Inundación	98 a	28,0 a	6,3 a	94 a	7302 a

<sup>1</sup> Los promedios seguidos por diferentes letras son significativamente diferentes al nivel del 5% de probabilidad, de acuerdo con la prueba de Duncan.

<sup>2</sup> Arroz seco con riego suplementario por aspersión.

Tabla 2. Arroz CICA 4. Porcentaje de volcamiento, altura de planta y rendimiento según los tratamientos de riego y nitrógeno

	Tratamiento de Riego	Tratamiento de Nitrógeno (kg/ha)			
		Control	75	150	225
% Volcamiento	Secano	0 a <sup>1</sup>	2 a	0 a	0 a
	Inundación	7 c	22 bc	35 ab	48 a
	Promedio	4 b	12 ab	18 a	24 a
Altura de Planta (cm)	Secano	66 a	66 a	69 a	67 a
	Inundación	87 c	93 b	99 a	98 a
	Promedio	77 c	80 b	84 a	83 a
Rendimiento <sup>2</sup> (kg/ha)	Secano	4126	4135	4228	3313
	Inundación	7798	8200	6255	6955
	Promedio	5962 ab	6168 a	5242 bc	5134 c

<sup>1</sup>Ver Tabla 1. Las comparaciones pueden hacerse únicamente en un plano horizontal.

<sup>2</sup>No se reflejó por rendimiento una interacción significativa entre los niveles de nitrógeno dentro de los tratamientos de riego.

**Tabla 3. Arroz CICA 4. Porcentaje de control de malezas y rendimiento como influenciado por promedio de siembra**

	Promedio de Siembra (kg/ha)		
	60	100	140
✓ Control de Malezas	82 b <sup>1</sup>	83 b	89 a
Rendimiento (kg/ha)	5823 a	5638 ab	5422 b

<sup>1</sup>Ver Tabla 1.

Tabla 4. Profundidad promedio del nivel freático en metros como fue medido bajo las parcelas de los tratamientos de riego secano e inundación y para el área del estudio inmediato

Fecha	Tratamiento de Riego		Area Inmediata de Estudio
	Secano	Inundación	
Julio 13	1,83	0,71	2,64
" 17	1,92	1,45	2,57
" 18	1,90	0,51	2,55
" 25	1,89	1,62	2,50
Agosto 3	1,43	0,79	2,48
" 8	1,43	0,82	2,59
" 16	1,86	1,66	2,54

Tabla 5. Rendimientos esperados, rendimientos promedios experimentales y comerciales y estimados de producción requeridos para cubrir los costos de inversión en kilogramos por hectárea

Cultivo	Rendimientos Esperados	Rendimientos Experimentales Malambito 1971-1973	Producción Requerida para Cubrir Inversión <sup>1</sup>	Rendimientos Comerciales <sup>2</sup> 1968-1972	
				Región Santa L. #2	Atlántico #3
Maíz	4000	1475	1464	--	--
Algodón	1600	1393	710	1088	1335
Arroz Secano	3100	3951	--	--	--
Arroz Inundado	6200	7302	2583	--	--
Ajonjolí	800	569	305	137	220
Sorgo	4000	2445	1470	973	1678
Soya	2200	1722	975	30	956

<sup>1</sup> Estimados de producción requerida para cubrir la inversión fueron basados en los datos de costo 1970-1972 obtenidos de la Oficina de Estadísticas de INCORA, El Limón. Atlántico #3. El estimado para el arroz de inundación se basó en datos de 1970 del distrito Bolívar #1 y no incluye costos fijos.

<sup>2</sup> Promedios ponderados que representan 2 a 5 estaciones de producción. Las estaciones de producción donde hubo una pérdida completa de la cosecha no se utilizaron para calcular los promedios.