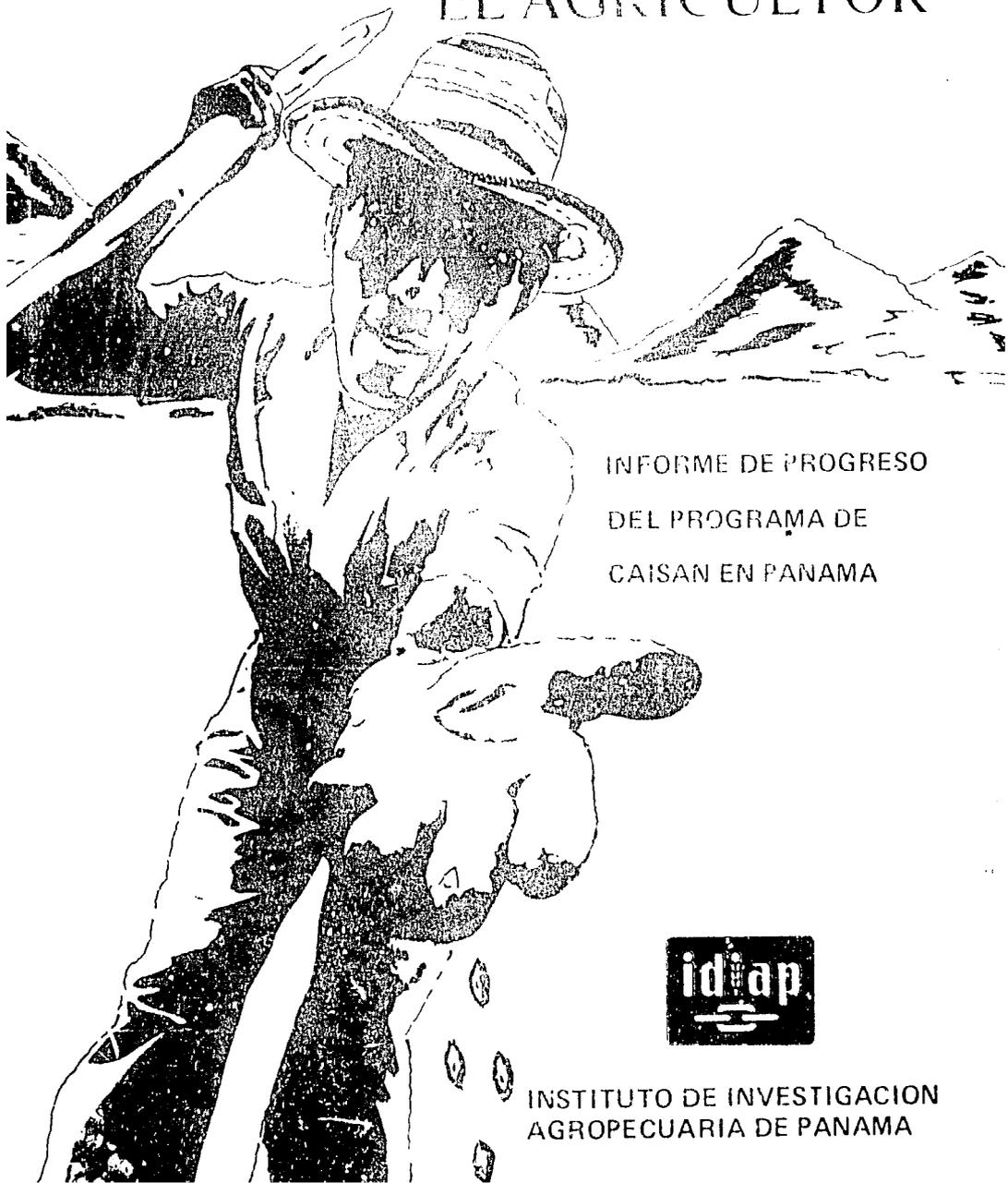


PN - AAT - 475 - 476 - 477 - 478 - 479 - 480 - 481 - 482 - 483 - 484 - 485 - 486 - 487 - 488 - 489 - 490 - 491 - 492 - 493 - 494 - 495 - 496 - 497 - 498 - 499 - 500 - 501 - 502 - 503 - 504 - 505 - 506 - 507 - 508 - 509 - 510 - 511 - 512 - 513 - 514 - 515 - 516 - 517 - 518 - 519 - 520 - 521 - 522 - 523 - 524 - 525 - 526 - 527 - 528 - 529 - 530 - 531 - 532 - 533 - 534 - 535 - 536 - 537 - 538 - 539 - 540 - 541 - 542 - 543 - 544 - 545 - 546 - 547 - 548 - 549 - 550 - 551 - 552 - 553 - 554 - 555 - 556 - 557 - 558 - 559 - 560 - 561 - 562 - 563 - 564 - 565 - 566 - 567 - 568 - 569 - 570 - 571 - 572 - 573 - 574 - 575 - 576 - 577 - 578 - 579 - 580 - 581 - 582 - 583 - 584 - 585 - 586 - 587 - 588 - 589 - 590 - 591 - 592 - 593 - 594 - 595 - 596 - 597 - 598 - 599 - 600 - 601 - 602 - 603 - 604 - 605 - 606 - 607 - 608 - 609 - 610 - 611 - 612 - 613 - 614 - 615 - 616 - 617 - 618 - 619 - 620 - 621 - 622 - 623 - 624 - 625 - 626 - 627 - 628 - 629 - 630 - 631 - 632 - 633 - 634 - 635 - 636 - 637 - 638 - 639 - 640 - 641 - 642 - 643 - 644 - 645 - 646 - 647 - 648 - 649 - 650 - 651 - 652 - 653 - 654 - 655 - 656 - 657 - 658 - 659 - 660 - 661 - 662 - 663 - 664 - 665 - 666 - 667 - 668 - 669 - 670 - 671 - 672 - 673 - 674 - 675 - 676 - 677 - 678 - 679 - 680 - 681 - 682 - 683 - 684 - 685 - 686 - 687 - 688 - 689 - 690 - 691 - 692 - 693 - 694 - 695 - 696 - 697 - 698 - 699 - 700 - 701 - 702 - 703 - 704 - 705 - 706 - 707 - 708 - 709 - 710 - 711 - 712 - 713 - 714 - 715 - 716 - 717 - 718 - 719 - 720 - 721 - 722 - 723 - 724 - 725 - 726 - 727 - 728 - 729 - 730 - 731 - 732 - 733 - 734 - 735 - 736 - 737 - 738 - 739 - 740 - 741 - 742 - 743 - 744 - 745 - 746 - 747 - 748 - 749 - 750 - 751 - 752 - 753 - 754 - 755 - 756 - 757 - 758 - 759 - 760 - 761 - 762 - 763 - 764 - 765 - 766 - 767 - 768 - 769 - 770 - 771 - 772 - 773 - 774 - 775 - 776 - 777 - 778 - 779 - 780 - 781 - 782 - 783 - 784 - 785 - 786 - 787 - 788 - 789 - 790 - 791 - 792 - 793 - 794 - 795 - 796 - 797 - 798 - 799 - 800 - 801 - 802 - 803 - 804 - 805 - 806 - 807 - 808 - 809 - 810 - 811 - 812 - 813 - 814 - 815 - 816 - 817 - 818 - 819 - 820 - 821 - 822 - 823 - 824 - 825 - 826 - 827 - 828 - 829 - 830 - 831 - 832 - 833 - 834 - 835 - 836 - 837 - 838 - 839 - 840 - 841 - 842 - 843 - 844 - 845 - 846 - 847 - 848 - 849 - 850 - 851 - 852 - 853 - 854 - 855 - 856 - 857 - 858 - 859 - 860 - 861 - 862 - 863 - 864 - 865 - 866 - 867 - 868 - 869 - 870 - 871 - 872 - 873 - 874 - 875 - 876 - 877 - 878 - 879 - 880 - 881 - 882 - 883 - 884 - 885 - 886 - 887 - 888 - 889 - 890 - 891 - 892 - 893 - 894 - 895 - 896 - 897 - 898 - 899 - 900 - 901 - 902 - 903 - 904 - 905 - 906 - 907 - 908 - 909 - 910 - 911 - 912 - 913 - 914 - 915 - 916 - 917 - 918 - 919 - 920 - 921 - 922 - 923 - 924 - 925 - 926 - 927 - 928 - 929 - 930 - 931 - 932 - 933 - 934 - 935 - 936 - 937 - 938 - 939 - 940 - 941 - 942 - 943 - 944 - 945 - 946 - 947 - 948 - 949 - 950 - 951 - 952 - 953 - 954 - 955 - 956 - 957 - 958 - 959 - 960 - 961 - 962 - 963 - 964 - 965 - 966 - 967 - 968 - 969 - 970 - 971 - 972 - 973 - 974 - 975 - 976 - 977 - 978 - 979 - 980 - 981 - 982 - 983 - 984 - 985 - 986 - 987 - 988 - 989 - 990 - 991 - 992 - 993 - 994 - 995 - 996 - 997 - 998 - 999 - 1000

SERIE ESTUDIOS ESPECIALES No. 1

# DESARROLLANDO TECNOLOGIA APROPIADA PARA EL AGRICULTOR



INFORME DE PROGRESO  
DEL PROGRAMA DE  
CAISAN EN PANAMA



INSTITUTO DE INVESTIGACION  
AGROPECUARIA DE PANAMA

El Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) fue creado por la Ley No. 51 del 28 de agosto de 1975. Es una entidad estatal que realiza todas las actividades de investigación agropecuaria del sector público y tiene como objetivos principales aumentar la producción y productividad, así como el nivel de ingreso de los productores agropecuarios, con énfasis en los pequeños productores. Es un órgano de consulta del Estado en la formulación y aplicación de políticas científicas y tecnológicas agropecuarias y sirve como organismo de apoyo a la enseñanza y capacitación técnica a todos los niveles del Sector Agropecuario.

**INSTITUTO DE INVESTIGACION AGROPECUARIA DE PANAMA**

**DESARROLLANDO TECNOLOGIA APROPIADA  
PARA EL AGRICULTOR  
INFORME DE PROGRESO DEL PROGRAMA  
DE CAISAN EN PANAMA**

**Serie de Estudios Especiales No. 1**

Estudio elaborado dentro del  
acuerdo de colaboración

**IDIAP-CIMMYT**

Investigadores principales:

**Ing. José Román Araúz (IDIAP)**

**Dr. Juan Carlos Martínez (CIMMYT)**

**Panamá, febrero de 1983**

**INDICE**

PREFACIO . . . . .	vii
RESUMEN Y CONCLUSIONES . . . . .	ix

**CAPITULO I****MARCO DE REFERENCIA NACIONAL**

1.1 El sector agropecuario en la economía panameña . . . . .	1
1.2 La política de granos básicos . . . . .	2
1.3 La estrategia de investigación agropecuaria, El enfoque del IDIAP . . . . .	3

**CAPITULO 2****LA SELECCION DEL AREA Y LAS CARACTERISTICAS  
DEL PROGRAMA DE INVESTIGACION**

2.1 El Distrito de Renacimiento. Análisis de información secundaria . . . . .	7
2.1.1 Ubicación geográfica . . . . .	7
2.1.2 Clima . . . . .	9
2.1.3 Suelos . . . . .	9
2.1.4 Población . . . . .	11
2.1.5 Unidades productivas . . . . .	11
2.1.6 Red vial . . . . .	14
2.2 Selección del area de trabajo. El corregimiento de Caisán . . . . .	14
2.3 Características generales del programa de investigación en producción para el área de Caisán . . . . .	17
2.3.1 Fuente de experiencias para el desarrollo de metodologías de investigación . . . . .	17
2.3.2 Naturaleza y contenido del programa . . . . .	17
2.3.3 Objetivos . . . . .	17
2.3.4 Metas verificables . . . . .	18
2.3.5 Composición institucional, organización y equipo técnico, cooperación internacional . . . . .	20

**CAPITULO 3**  
**CAPTACION DE INFORMACION**  
**SOBRE LAS CIRCUNSTANCIAS DE LOS AGRICULTORES**

3.1	La encuesta exploratoria . . . . .	21
3.2	La encuesta formal . . . . .	21
3.3	Análisis de los resultados obtenidos . . . . .	23
3.3.1	Panorama global de cultivos y/o sistemas de cultivos . . . . .	23
3.3.2	Primera definición tentativa de Dominios de Recomendación . . . . .	24
3.3.3	Prácticas de producción y uso de insumos en el Dominio de Recomendación número 2 . . . . .	25
3.3.3.1	Preparación del suelo . . . . .	25
3.3.3.2	Epoca y método de siembra . . . . .	26
3.3.3.3	Variedades . . . . .	28
3.3.3.4	Control de malezas . . . . .	29
3.3.3.5	Fertilizantes . . . . .	30
3.3.3.6	Insectos . . . . .	31
3.3.3.7	Cosecha y destino de producción . . . . .	33
3.3.3.8	Mano de obra . . . . .	34

**CAPITULO 4**  
**PRESELECCION DE COMPONENTES TECNOLOGICOS**  
**DOMINIO DE RECOMENDACION 2**

4.1	Preselección de componentes para el primer ciclo de ensayos . . . . .	37
4.1.1	El problema de la competencia de malezas . . . . .	37
4.1.2	Arreglo espacial de siembra y densidad . . . . .	39
4.1.3	Los problemas con fertilizantes . . . . .	39
4.1.4	Los problemas de acame . . . . .	40
4.2	Componentes tecnológicos más allá del primer ciclo . . . . .	41
4.3	Topografía de la parcela como elemento de diferenciación en el Dominio de Recomendación No. 2 . . . . .	42

## CAPITULO 5

### EL PRIMER CICLO DEL PROGRAMA DE MAIZ

5.1	Estrategia y manejo experimental . . . . .	45
5.2	Ensayos en el primer ciclo . . . . .	47
5.2.1	Ensayos exploratorios . . . . .	47
5.2.2	Ensayos de nivel . . . . .	50
5.2.2.1	Tipo de herbicidas por dosis . . . . .	51
5.2.2.2	Tipo de herbicidas por épocas . . . . .	51
5.2.2.3	Niveles de nitrógeno y fósforo . . . . .	52
5.3	Análisis agronómico, estadístico y económico de los resultados obtenidos por grupos de ensayos . . . . .	53
5.3.1	Ensayos exploratorios . . . . .	53
5.3.2	Ensayos de nivel . . . . .	59
5.3.2.1	Tipo de herbicidas por dosis . . . . .	59
5.3.2.2	Tipo de herbicidas por épocas de aplicación . . . . .	63
5.3.2.3	Fertilizantes . . . . .	67
5.4	Integración global de resultados y derivación de recomendaciones . . . . .	68

## CAPITULO 6

### EL SEGUNDO CICLO DEL PROGRAMA DE MAIZ (1980)

6.1	Programa de ensayos . . . . .	73
6.1.1	Ensayos exploratorios . . . . .	73
6.1.2	Ensayos de nivel . . . . .	75
6.1.2.1	Herbicidas por densidad . . . . .	75
6.1.2.2	Fertilizantes . . . . .	76
6.1.2.3	Pruebas del efecto residual del Gesaprim 80 sobre el cultivo de poroto en postrera . . . . .	77
6.2	Análisis agronómico, estadístico y económico de los resultados obtenidos por grupos de ensayos . . . . .	77
6.2.1	Ensayos exploratorios . . . . .	77
6.2.2	Ensayos de nivel . . . . .	83
6.2.2.1	Herbicidas por densidad . . . . .	83
6.2.2.2	Fertilizantes . . . . .	83
6.2.2.3	Efecto residual de la atrazina sobre el cultivo de frijol . . . . .	87
6.3	Integración global de resultados y derivación de recomendaciones . . . . .	88

## CAPITULO 7

### EL TERCER CICLO DEL PROGRAMA DE MAIZ (1981)

7.1	Programa de ensayos . . . . .	91
	7.1.1 Ensayos exploratorios . . . . .	91
	7.1.2 Herbicidas por Densidad . . . . .	92
	7.1.2.1 Fertilizantes . . . . .	93
	7.1.3 Parcelas de verificación . . . . .	93
	7.1.4 Parcelas demostrativas de cero labranza . . . . .	94
7.2	Análisis agronómico, estadístico y económico de los resultados obtenidos por grupos de ensayos . . . . .	94
	7.2.1 Ensayos exploratorios . . . . .	96
	7.2.2 Ensayos de nivel . . . . .	101
	7.2.2.1 Herbicidas por densidad . . . . .	101
	7.2.2.2 Fertilizantes . . . . .	104
	7.2.2.3 Parcelas de verificación . . . . .	105
	7.2.2.4 Parcelas demostrativas de cero labranza . . . . .	107
7.3	Integración global de resultados y derivación de recomendaciones . . . . .	109

## CAPITULO 8

### PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE MAIZ (1978-1982)

8.1	Metodología . . . . .	114
	8.1.1 Población Caisán . . . . .	114
	8.1.2 Población Caisán X Tuxpeño C17 . . . . .	115
BIBLIOGRAFIA . . . . .		119

*La acción investigativa del IDIAP en Caisán, Provincia de Chiriquí, se caracteriza porque se generan y validan tecnologías en las propias fincas de los agricultores. Los problemas de la producción se identifican mediante encuestas efectuadas en el área y las investigaciones se ejecutan con la participación activa del productor, quien conoce y opina a medida que se desarrollan los experimentos en su parcela.*

*Los investigadores y técnicos viven en el área y se familiarizan con las condiciones socio-económicas. Esto permite realizar un esfuerzo considerable, con la participación de muchos agricultores, en un área geográfica en que es posible la rápida adopción y diseminación de la tecnología generada. Los trabajos se financian con fondos nacionales y la inversión en recursos humanos y financieros no es grande.*

*Los cultivos principales de Caisán son maíz y poroto. En este informe se presentan resultados de tres años de investigación en maíz. Se describe la metodología utilizada y se destacan los logros obtenidos en este corto período. El asesoramiento del Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) ha sido significativo para diseñar el método de trabajo y orientar las acciones de investigación. Es un ejemplo de cooperación técnica que ha rendido frutos positivos.*

*Entre los componentes tecnológicos que se investigaron se concluyó que el herbicida pre-emergente Atrazina es efectivo para combatir las malezas, que el abonamiento no es un factor limitante de la producción debido al alto grado de fertilidad natural y que el sistema de cero labranza agiliza la siembra y es un método valioso para reducir la erosión y los costos de preparación del terreno. El combate de los insectos del suelo y la siembra en hileras para obtener la densidad óptima de plantas por unidad de área*

*son muy importantes para asegurar altos rendimientos. El agricultor reconoce las ventajas del uso de estas prácticas y como resultado del sistema de trabajo en Caisán, la mayoría de ellas se usan ampliamente en el área. En consecuencia, los rendimientos del maíz han aumentado considerablemente e igualmente los beneficios económicos para los productores.*

*Cabe anotar que el caso de Caisán ha sido considerado a nivel internacional como uno de los mejores ejemplos existentes en América Latina y el Caribe del desarrollo de tecnologías apropiadas a través del esfuerzo conjunto investigador-productor. Este documento constituye una narración de los hechos que con orgullo presentamos a nuestros lectores.*

*Dr. Rodrigo Tarté P.  
Director General*

*Dr. Gaspar Silvera  
Director de Investigación Agrícola*

1 x:

**DESARROLLANDO TECNOLOGIA  
APROPIADA PARA EL AGRICULTOR  
INFORME DE PROGRESO  
DEL PROGRAMA DE CAISAN EN PANAMA**

**José Román Araúz\***

**Juan Carlos Martínez\*\***

**RESUMEN Y CONCLUSIONES**

La estrategia institucional del IDIAP considera el trabajo de investigación en producción dirigido hacia áreas específicas del país como condición necesaria para el desarrollo de tecnologías adecuadas a las condiciones en que se desenvuelven los agricultores. En el marco de esta orientación de la investigación se desarrolla a partir de agosto de 1978, el "Programa de Investigación en Producción de Maíz y Poroto. Etapa Inicial: Caisán", que cuenta con la colaboración del CIMMYT. El objetivo de este trabajo es presentar a la consideración de los colegas del sector agropecuario, la naturaleza y primeros resultados de este programa, enfatizando ciertos aspectos que entendemos resultar innovativos con respecto a la tradición de investigación agrícola en Panamá, y como tal pueden tener implicaciones metodológicas de interés para los Programas Nacionales de Investigación de otros países de la región.

El área seleccionada para la primera etapa de este programa (Caisán) comprende una superficie de alrededor de 10 mil hectáreas ubicadas en el extremo centro oriental de Panamá. Desde el punto de vista de producción agrícola, el sistema de cultivo más importante en la zona está constituido por una rotación de maíz en primera coa, seguido de poroto en segunda coa. En 1978/79 cerca del 70% de los productores de la zona seguían este patrón de cultivo.

Los aspectos del programa que vale la pena reseñar son:

1. El punto de partida del programa de investigación está dado por el conocimiento de las circunstancias de los agricultores representativos.

---

\* Ingeniero Agrónomo, IDIAP

\*\* Economista, CIMMYT.

2. Este conocimiento es sistematizado a través de un sondeo informal y más tarde de una encuesta formal de producción, diseñada expresamente para contribuir a la definición del programa de investigación en campos de agricultores (definición del Dominio de Recomendación).
3. Lo precedente enfatiza más que los aspectos descriptivos del área y los productores, aquellas cuestiones instrumentales para el programa de investigación. Es decir, a partir de las prácticas prevalecientes en los cultivos objetivos (maíz y poroto), intenta detectar cuáles son los problemas de producción cuya eventual superación pudiera tener mayor impacto en la productividad e ingresos del productor, y cuáles serían las alternativas tecnológicas que se intentaría desarrollar y validar como respuesta a estos problemas.
4. A través de este proceso se definen, en el caso del cultivo de maíz, un mínimo de cuatro componentes tecnológicos a ser incorporados como variables experimentales en la investigación: (a) control de malezas; (b) población con método de siembra ("mateado vs. siembra en hilera); (c) nitrógeno; y (d) fósforo.
5. Estos cuatro componentes son ordenados en dos grupos de acuerdo con el horizonte temporal dentro del cual se plantea la investigación en cada uno de ellos; la naturaleza del problema que pretende resolver, y el grado de prioridad con que son asumidos.
6. En un horizonte de corto plazo, en primera prioridad, se ubican los componentes (a) y (b) para los cuales se espera formular recomendaciones en un período no mayor de dos años. Esto surge del análisis "ex-ante" realizado en la zona y está basado fundamentalmente en dos hipótesis. Por un lado, que habría amplio margen de incremento en la productividad e ingresos con factibilidad económica (a priori) en este grupo de alternativas tecnológicas a desarrollar. Por otro lado, no se esperan en este grupo problemas de política agropecuaria o disponibilidad de insumos asociados con estas alternativas tecnológicas.
7. Lo precedente tiene, entre otras, implicaciones para la conducción de los experimentos. En los ensayos que incorporan control de malezas y densidad como variables experimentales, la naturaleza y nivel de las variables no experimentales se establecen de acuerdo con las prácticas de cultivo prevalecientes en el área (práctica del productor).
8. En un horizonte de mediano plazo, y en segunda prioridad se ubican los componentes (c) y (d) correspondientes a los problemas

de fertilidad. La naturaleza del problema es en este caso un tanto más compleja. Si bien los productores están familiarizados con el uso de fertilizantes, las recomendaciones que acompañan a los programas crediticios y las órdenes de compra respectivas se realizan sobre fórmulas completas que no necesariamente serían las más adecuada para las circunstancias de producción del área. Por otra parte, desde el punto de vista de las empresas distribuidoras de insumos, Caisán representa un mercado residual frente a la cercanía del área papera más importante de Panamá (Cerro Punta). Por último, en el plano agronómico el área parece contar al presente con alta fertilidad natural del suelo (zona de producción relativamente reciente), lo cual puede condicionar en el corto plazo la respuesta a fertilizantes químicos.

9. Los ensayos de fertilizantes (horizonte de mediano plazo) suponen que los productores han adoptado las alternativas tecnológicas en control de malezas y densidad, y consecuentemente, las variables no experimentales correspondientes a estos componentes son fijadas a los niveles considerados óptimos, de acuerdo con la información disponible.
10. La estrategia de diseño experimental incluye en la etapa inicial un ensayo de carácter exploratorio que analiza integralmente con un arreglo factorial  $2^4$ , efectos principales e interacciones de los cuatro componentes tecnológicos considerados frente a la práctica del agricultor. Este se completa con los ensayos de "niveles", incluyendo tipos de herbicidas, dosis de aplicación y niveles de nitrógeno y fósforo, conducidos con los criterios ya descritos.
11. Por último, con el objeto de moderar los problemas de acame detectados en la zona, se desarrolla un modesto programa de mejoramiento cuyos objetivos están estrictamente acotados a bajar la altura de la Variedad Local.

El análisis integral (agronómico y económico) del primer ciclo de ensayos de maíz permite ir validando las hipótesis formuladas en la etapa de diagnóstico y derivar sus implicaciones en términos de:

- recomendaciones preliminares para los productores del área;
- orientación futura de la investigación y,
- de algunos problemas operativos de política agropecuaria que en base a los resultados que vamos obteniendo deben ser considerados por el IDIAP u otras instituciones del sector.

En primer lugar, podemos afirmar que la evidencia empírica proveniente de los ensayos exploratorios, nos indica con amplio margen de seguridad

que existen claras oportunidades de desarrollar, en los componentes control de malezas y densidad, alternativas tecnológicas de producción de maíz, viables para los productores representativos del área.

Por otra parte, visto que los ensayos de nivel de herbicidas por dosis resultan cualitativa y cuantitativamente consistentes con los ensayos exploratorios y visto el amplio margen agronómico y económico obtenido con la alternativa de Gesaprim en todas las localidades, parece razonable pensar que el MIDA y el IDIAP pueden extractar en forma conservadora, recomendaciones en este componente para el área en cuestión.

Dado que se va validando la hipótesis sobre el impacto agroeconómico de un control adecuado de malezas, los problemas de erosión que se han encontrado en la etapa de diagnóstico y el hecho de que parte de las parcelas de maíz-poroto se encuentran en terrenos de ladera, se incorpora en los ensayos exploratorios de 1980 el sistema de labranza como variable experimental, analizando la preparación del suelo, típica de los productores representativos frente a una alternativa de "cero labranza" con control químico de malezas.

En lo que respecta a la orientación futura de la investigación, se abren varias avenidas que el programa habrá de explorar en la primera coa de 1980. La primera es que, dado el impacto que tuvieron herbicida y densidad, y los indicios (aún no muy claros) de interacción entre ambos componentes, proceden ensayos de nivel de herbicidas por dosis para ir precisando cuantitativamente las relaciones entre ambos, como así también los niveles óptimos de su utilización.

Además, el impacto del componente densidad y arreglo espacial de siembra, nos ha sugerido, por un lado, observaciones de campo para precisar la densidad del productor en siembras mecanizadas y a chuzo; y por otro lado, visto la importancia que parece tener, se realizará un control más riguroso de la densidad en el manejo de los experimentos de la primera coa de 1980.

En otro orden de cosas, como el sistema de producción prevaleciente en el área consiste en una rotación maíz-poroto; se analizará el efecto residual del Gesaprim sobre el poroto, utilizando para ello un arreglo factorial (dosis de Gesaprim por días después de su aplicación en que es sembrado el poroto). A los efectos de ganar en eficiencia de tiempo y costos de investigación, este arreglo factorial será desarrollado en los surcos bordes del ensayo de herbicida por densidad.

En lo que respecta a fertilizantes químicos, los resultados no son tan claros. En el mejor de los casos, suponiendo que las relaciones agronómicas encontradas para estos componentes (tanto en los ensayos exploratorios como en los de nivel) fueran estadísticamente significativas (aunque no lo

son), y asumiendo que el productor adoptará prácticas mejoradas de control de malezas y densidad, el incremento de rendimientos está lejos de compensar los costos en que debe incurrirse para la compra y aplicación de los nutrientes químicos. Tanto la incorporación de nitrógeno o fósforo separadamente, como su utilización conjunta, resulta en retornos económicos negativos, aún a partir de las prácticas mejoradas de cultivo.

Visto la diversidad de problemas que hemos encontrado asociados con el uso de nutrientes químicos (producción, disponibilidad del insumo, política crediticia), la investigación en estos componentes fue ubicada en un horizonte de mediano plazo. Si bien, los resultados obtenidos pueden relacionarse con ciertas características de nuestro Dominio de Recomendación, y considerando además que resulta un tanto prematuro en este caso avanzar conclusiones definitivas, podemos, sin embargo, adelantar cierta cautela en la formulación de recomendaciones de cualquier nivel positivo de nutrientes hasta tanto tengamos mayor información sobre las relaciones agronómicas potenciales con estos insumos en el área (nótese que los programas de crédito incluyen fertilizantes en dosis de 3 a 4 quintales de fórmula completa 10-30-10 ó 12-24-12 por hectárea, aproximadamente 18 kg de nitrógeno, 55 kg de fósforo y 18 kg de potasio).

En lo que respecta a la orientación futura de la investigación, estos resultados y el hecho de que nos ubicamos en un horizonte de mediano plazo, parecen sugerirnos el uso de ensayos en parcelas continuas donde pueda analizarse el impacto de mediano plazo sobre la fertilidad natural del suelo, de un manejo más intensivo de la rotación maíz-frijol, incluyendo prácticas mejoradas de control de malezas y densidad de siembra. Estos ensayos son incorporados en el programa de 1980 en arreglos factoriales de nitrógeno por fósforo con parcelas satélites de potasio.

Finalmente, la producción obtenida con la Variedad Local en el primer ciclo permite confirmar el potencial de producción de dicha variedad, lo cual confirma la hipótesis asumida al inicio del programa.

En esta forma, los resultados experimentales del primer ciclo enmarcan la orientación futura del programa, suministrando evidencias sobre las ventajas de la metodología implementada, la cual es mantenida en los siguientes ciclos de investigación.

Así, las innovaciones más importantes del segundo ciclo de ensayos fue la inclusión del sistema de labranza como variable experimental. Esta fue incorporada en los ensayos exploratorios en lugar de control de malezas, aunque esta variable fue mantenida como parte de los ensayos de niveles de herbicidas.

En este aspecto, incluso se programa la incorporación del herbicida

Gramoxone como un complemento y/o la alternativa al uso del Gesaprim 80. Decisión basada en la eficiencia obtenida por este producto en el control de las malezas en el ciclo del poroto y por los bajos costos relativos del producto.

Los resultados de estos ensayos son consistentes con la información generada en el ciclo anterior con relación a las variables densidad y fertilizantes. Así mismo, el análisis combinado para el sistema labranza confirma la hipótesis que la variable "cero labranza" no afecta significativamente la producción; sin embargo, el análisis económico de este componente implica una reducción de costos del orden del 44% de la alternativa "cero labranza" con relación a la labranza convencional. Reducción referida al contraste de los costos inmediatos de labranza sin considerar los costos de erosión asociados con la labranza convencional, enmarcándose así, como alternativa de gran potencial para la zona frente al sistema convencional de labranza mecanizada.

La pérdida de un número considerable de parcelas en los ensayos de herbicidas por densidad, no permiten confirmar la magnitud de la interacción de ambas variables. Sin embargo, las observaciones de campo indican una eficiencia similar en el control de las malezas provisto por Gesaprim 80 en preemergencia y Gramoxone en postemergencia, este último incluso es aceptado favorablemente por el agricultor por su bajo costo.

En relación a los resultados de fertilización, se confirma la información generada, dado el estado de fertilidad natural prevalente, la incorporación de fertilizantes químicos no resulta rentable para los productores representativos, lo que ligado a programas de crédito, permite pensar que se podría disminuir el uso de fertilizantes en el maíz, con poco efecto sobre los rendimientos.

Los resultados de los dos ciclos de ensayos (1979-1980) permiten definir e incorporar en los ensayos exploratorios del tercer ciclo un nuevo componente de investigación, en este caso se adiciona control de insectos al suelo a fin de asegurar la población inicial del cultivo. Las otras variables labranza, densidad y fósforo se mantienen, no así la variable nitrógeno la cual es suprimida, pero que continúa estudiándose en los ensayos de fertilización.

Se repiten los ensayos de herbicidas por densidad cuyos resultados fueron inconclusos en el ciclo anterior, consecuencia del problema de acame que afectó severamente los trabajos experimentales.

Se continúan los estudios de fertilidad en parcelas continuas, las cuales están ubicadas en áreas planas con pendientes menor del cinco por ciento y paralelamente se inician trabajos en parcelas de topografía más inclinada, mayor del cinco por ciento de declive.

En base a la información generada en los diferentes ensayos exploratorio y de niveles realizados en los ciclos anteriores se programó realizar parcelas de verificación de resultados a fin de evaluar las mejores alternativas tecnológicas que van surgiendo con el objeto de comprobar su viabilidad conjunta frente a la práctica del agricultor.

Cabe destacar que las condiciones climáticas a lo largo del desarrollo vegetativo del cultivo fueron adversas, secas en la fase inicial e intermedia del cultivo, fuertes ataques de insectos del suelo del género *Phyllophaga* sp. y una alta incidencia de *Helminthosporium* sp. caracterizan el ciclo, situación que ha afectado la confiabilidad de la información generada en este ciclo.

Los resultados de los ensayos exploratorios indican que la variable control de insectos del suelo mostró una alta tasa de retorno marginal. De esta forma, el uso de insecticidas será una medida adecuada para asegurar una buena población inicial de plantas, cuya importancia para el productor dependerá de la incidencia de este tipo de ataque para que se justifique sus aplicaciones.

Los resultados de las parcelas de verificación que combinan las mejores alternativas que han surgido de los ensayos exploratorios y de niveles, indican superioridad económica para la alternativa que incluye: cero labranza, control químico de malezas con Gesaprim 80 en pre, a razón de 2 kg/ha, sin aplicación de fertilizantes y empleando una densidad de 50,000 plantas/ha, en relación al resto de las alternativas estudiadas, incluso la práctica del agricultor; pero esta ventaja más que inducir impacto en los rendimientos, está asociada con reducciones de los costos de producción por hectárea (incorporación de Cero Labranza y no aplicación de fertilizantes).

Sintetizada la metodología implementada y los resultados experimentales obtenidos, resulta importante destacar que el programa de investigación desarrollado en Caisán es fundamentado en el principio que la mejor garantía para la adopción de tecnología es asegurar que las circunstancias del agricultor estén incorporadas desde el inicio del proyecto en la estrategia experimental; en esta forma, la experiencia metodológica de Caisán brinda evidencia de las bondades de los procedimientos de investigación utilizados. La velocidad con que las alternativas tecnológicas generadas han sido adoptadas nos da una clara indicación del grado de adecuación de las mismas a las circunstancias agroeconómicas prevalecientes para los productores representativos del área. Esta rápida aceptación por parte del agricultor nos dice, no solamente que la tecnología generada ha sido agroeconómicamente viable para estos agricultores representativos, sino que además seguramente representa una respuesta o solución a un problema importante (prioritario) de producción, que estos productores estaban enfrentando.

Completando los elementos precedentes, restarían consideraciones

sobre la eficiencia de costos de este enfoque metodológico de investigación. Esta eficiencia puede sintetizarse en la tasa de retorno social para la inversión del IDIAP en la implementación de Caisán. La evaluación del programa, realizada en 1982 provee esta información<sup>(1)</sup>. A menos de cuatro años de haber comenzado con el proyecto y aún suponiendo que no hubiera más adopción, que la ya lograda en 1982, los retornos sociales regionales (que básicamente acrecieron a productores del área) superan con creces la inversión del IDIAP para el programa de investigación en fincas.

Estos resultados confirman la percepción basada en que el enfoque metodológico de investigación en fincas utilizado es eficiente en términos de costo y adecuado para llegar al productor con tecnología apropiada en un horizonte de corto y mediano plazo.

Por último, la implicación más importante y global de este trabajo, es que el IDIAP ha ganado una considerable experiencia en el manejo de estos programas de investigación que incorporan un enfoque restringido de sistemas y que intentan operativamente llegar a desarrollar, en el menor tiempo posible, alternativas tecnológicas apropiadas para agricultores representativos del país.

Corresponde a las autoridades del IDIAP juzgar sobre las bondades y debilidades de esta metodología de trabajo y en qué medida puede ser aplicada en otras regiones del país en forma consistente, con la estrategia que en la actualidad orienta el accionar de la Institución. El CIMMYT, por su parte, ya ha capitalizado esta experiencia (junto con otras provenientes de otras regiones del mundo) y espera poder contribuir a la ejecución de programas similares en otros países de nuestro continente.

---

(1) Véase Juan C. Martínez y Gustavo Saá, "Evaluación Económica de los programas de investigación en Fincas del IDIAP: El caso del Programa de Caisán. Borrador, exclusivamente para discusión interna en CIMMYT e IDIAP, Noviembre, 1982.

## MARCO DE REFERENCIA NACIONAL

### 1.1 El sector agropecuario en la economía panameña.

Panamá presenta características propias que lo diferencian claramente del resto de los países del Istmo Centroamericano. Por un lado, el Canal de Panamá, y el grado de apertura de la Economía posibilitan el desarrollo de un importante sector financiero y comercial orientado hacia el comercio internacional. Esto se refleja en el peso relativo del sector servicios en el Producto Bruto del país (alrededor de un 65% en la actualidad; véase el Cuadro 1).

Por otro lado, en lo que se refiere al sector agropecuario, su dotación de recursos naturales en relación con su población (dos millones de habitantes) y la diversidad de las condiciones ecológicas prevalecientes en el país lo ponen en situación potencial de poder satisfacer con la producción interna las necesidades alimentarias crecientes de su población. Sin embargo, esto se ha logrado sólo parcialmente. La superficie territorial de Panamá (incluyendo el área del Canal) es de 7.7 millones de hectáreas de las cuales un 83% puede ser utilizado en actividades agropecuarias y forestales.



*Los programas por área son una condición necesaria para llegar al agricultor con tecnología apropiada.*

**Cuadro 1. Participación sectorial en el Producto Interno Bruto 1960 y 1977 en millones de Balboas de 1960) (\*)**

Rama de Actividad	1960		1977	
	Valor	%	Valor	%
Bienes	174.2	41.9	399.4	34.9
-- Agricultura, Silvicultura y Pesca	95.7	23.0	184.7	16.1
-- Otras ramas	78.5	18.9	214.7	18.8
Servicios	241.6	58.1	744.8	65.1
TOTAL	415.8	100.0	1,144.2	100.0

(\*) Fuente: Contraloría General de la República de Panamá, Dirección General de Estadística y Censo.

A partir de la década del 60 se acrecienta la importancia relativa del sector servicios como resultado de la fuerte expansión de ciertas ramas de actividad tales como banca, seguros, finanzas, comunicaciones, transportes, almacenaje y servicios de electricidad, gas, agua y alcantarillado (Cuadro 1). Estas ramas de actividad duplican su participación en el Producto Bruto Interno entre 1960 y 1977.

Paralelamente, el sector agropecuario baja en el mismo período su participación en el Producto Bruto Interno de un 23% en 1960 a un 16% en 1977. Baja también en este período la absorción de empleo por parte del sector de un 50% de la ocupación total de mano de obra en 1960 a un 30% de la misma en 1977.

## 1.2 La política de granos básicos.

Tanto los objetivos explícitos de política agropecuaria como los instrumentos manejados en los últimos años indican que el Gobierno Panameño intenta incrementar la producción nacional de granos básicos para satisfacer las necesidades derivadas tanto de un consumo per capita en aumento como así también de una creciente población.

La política de precios del gobierno refleja claramente esta intención de estimular la producción de granos básicos y promover en estos rubros la sustitución de importaciones. En los primeros años de la década del setenta se producen importantes aumentos en los precios sostén de los granos básicos. Estos precios pasan entre 1970/71 y 1974/75, en maíz, de B/.85 a B/.188 por tonelada; en arroz de B/.110 a B/.221 por tonelada; en poroto (*Phaseolus vulgaris*) de B/.220 a B/.990 por tonelada y en frijol de bejuco

(*Vigna sinensis*) de B/.160 a B/.600 por tonelada. La misma tendencia se verifica si se comparan los promedios del primero y segundo quinquenio de la última década, tal como puede observarse en el Cuadro 2.

La comparación entre los valores promedio de las importaciones y los precios sostenidos en los casos de maíz y poroto una idea de la magnitud del subsidio derivado de la política de precios del gobierno<sup>(1)</sup>. Por otra parte, esta misma situación nos da indicación de que en el mediano plazo la eventual exportación de estos productos no resulta factible para el país, ya que los niveles de precios internacionales están por debajo de los costos y/o precios internos de Panamá. Esto pone un techo al ritmo de expansión de la producción de granos básicos que puede concretarse sin deprimir los precios recibidos por el productor. En el corto plazo este techo está dado por la expansión de la demanda interna y por el margen existente de sustitución de importaciones. Esta última ha operado en distinto grado en los rubros considerados, siendo prácticamente total en el caso del arroz y de menor magnitud para el maíz y poroto. El sorgo merece mención por ser un rubro enteramente nuevo en la producción y consumo nacional de granos básicos. Esto explica la notable expansión que se observó en este cultivo. Por su parte el consumo de frijol de blanco ha sido tradicionalmente abastecido por la producción nacional.

A la política de precios descrita se agrega el refuerzo de las acciones del MIDA, el BDA y el IMA, junto con la creación del IDIAP en 1975, las cuales no solamente han promovido la producción de estos rubros, sino también la redistribución de ingresos hacia el productor. Con respecto a la evolución de rendimientos podemos ver en el Cuadro que sólo se han producido aumentos de poca significación en el período considerado.

### 1.3 La estrategia de investigación agropecuaria. El enfoque del IDIAP.

Tradicionalmente la investigación agropecuaria en Panamá se ha desarrollado en diferentes instituciones; el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), la Universidad de Panamá y las Empresas Estatales y Privadas. Con el objeto de aglutinar los esfuerzos de investigación y lograr la masa crítica necesaria para impulsar efectivamente el desarrollo tecnológico agropecuario se creó en 1975 el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP); que inicialmente se organiza sobre la base de los recursos humanos de los Programas de Investigación Agrícola y Pecuaria del MIDA.

Dentro de los lineamientos de la política agropecuaria, el IDIAP ha

(1) En el caso del sorgo, las importaciones del segundo quinquenio son para semilla.

Cuadro 2. Panamá. Producción nacional, importaciones y precios de granos básicos en la década de 1970/80.

4

Promedio Quinquenio	Area sembrada 1.000 ha (1)	Produc. Total 1.000 ton* (1)	Rendimiento ton/ha* (1)	Import. 1.000 ton* (2)	Valor Unit. F.O.B. US Import. B./ton (2)	Precio Sostén B./ton (3)
ARROZ						
70/71-74/75	102.3	146.6	1.4	7.1	373.0	147.9
75/76-79/80	109.1	170.7	1.5	0.03	384.5	237.1
MAIZ						
70/71-74/75	65.4	53.8	0.8	19.5	90.9	118.8
75/76-79/80	75.7	68.6	0.9	11.4	141.2	193.3
SORGO						
73/74-74/75	2.3	4.6	1.9	5.8	179.0	115.5
75/76-79/80	9.7	21.6	2.2	0.2	772.5	172.8
POROTO						
70/71-74/75	0.2	0.1	0.4	1.8	417.8	374.0
75/76-79/80	0.9	0.4	0.5	1.3	546.6	968.0
FRÍJOL DE BEJUCO						
70/71-74/75	12.8	3.5	0.3	-	-	248.0
75/76-79/80	13.9	3.7	0.3	-	-	360.0

Fuente: (1) Para maíz, arroz y frijol de Bejuco, Contraloría General de la República de Panamá, Dirección de Estadística y Censo. Para sorgo y poroto, Dirección de Producción Agrícola, MIDA.

(2) Contraloría General de la República de Panamá. Dirección de Comercio Exterior.

(3) Instituto de Mercadeo Agropecuario (IMA).

(\*) Toneladas métricas.

ordenado su estrategia institucional y tecnológica en base a un conjunto de elementos que caracterizan en la actualidad el accionar de la entidad.

El primer elemento está constituido por la decisión de llegar efectivamente al productor panameño (en particular pequeños y medianos productores) con **tecnología apropiada** a sus circunstancias de producción. Es decir, el enfoque de la investigación pretende tener sistemáticamente en cuenta e ir incorporando operativamente en todas las etapas de generación y transferencia de tecnología, las circunstancias agroeconómicas en que se **desenvuelven los productores** como condición necesaria para asegurar la relevancia empírica de la investigación y consecuentemente, la viabilidad operativa de las tecnologías y recomendaciones que surjan de dicha investigación.

El segundo elemento está dado por el **enfoque por áreas**. Se intenta concentrar recursos en programas orientados a **enfocar los problemas de producción en áreas y cultivos** que hayan sido definidos como prioritarios. Esto permite por un lado enfocar la investigación en aquellos problemas más importantes para el productor y por otro lado evitar la dispersión de los escasos recursos del IDIAP para lograr la masa crítica necesaria en áreas prioritarias. El trabajo por áreas se plantea en forma secuencial en el tiempo, de manera tal que sobre la marcha pueda irse ajustando la metodología de investigación en función de las experiencias realizadas, como así también **proveyendo entrenamiento en servicio a los cuadros técnicos** que se irán incorporando a la Institución. El Programa de Investigación en Producción de Maíz y Poroto para el área de Caisán es precisamente el primer programa del IDIAP que se ubica dentro de estos lineamientos y como tal es de esperar que sea intensamente analizado en términos de las experiencias metodológicas que pueda eventualmente proveer.

Resumiendo, el IDIAP considera el trabajo de investigación en áreas específicas del país como condición necesaria para el **desarrollo de tecnologías adecuadas a las condiciones** en que se desenvuelven los productores.

## LA SELECCION DEL AREA Y CARACTERISTICAS DEL PROGRAMA DE INVESTIGACION

Los criterios para la selección de las áreas prioritarias han sido básicamente<sup>(1)</sup>: 1) El grado de concentración de explotaciones pequeñas y medianas en el área; 2) la medida en que se producen en el área renglones agropecuarios prioritarios dentro del Plan Nacional de Desarrollo Agropecuario y 3) el potencial de desarrollo tecnológico de corto y mediano plazo que se visualiza a priori que existe en la región.

Entre las regiones seleccionadas inicialmente para poner en práctica el nuevo enfoque de investigación del IDJAP se encuentra el distrito de Renacimiento, en el extremo centro occidental del país.

### 2.1 El Distrito de Renacimiento. Análisis de información secundaria

#### 2.1.1 Ubicación geográfica

El Distrito de Renacimiento con una superficie de 57,960 hectáreas y una población de 8,040 habitantes, se encuentra ubicado entre los 8° 3' de latitud Norte y 82° 57' de longitud Oeste<sup>(2)</sup>. Limita al Norte con la



*Para una primera etapa de trabajo a realizar, el IDJAP seleccionó el corregimiento de Caisán en la Provincia de Chiriquí, Panamá.*

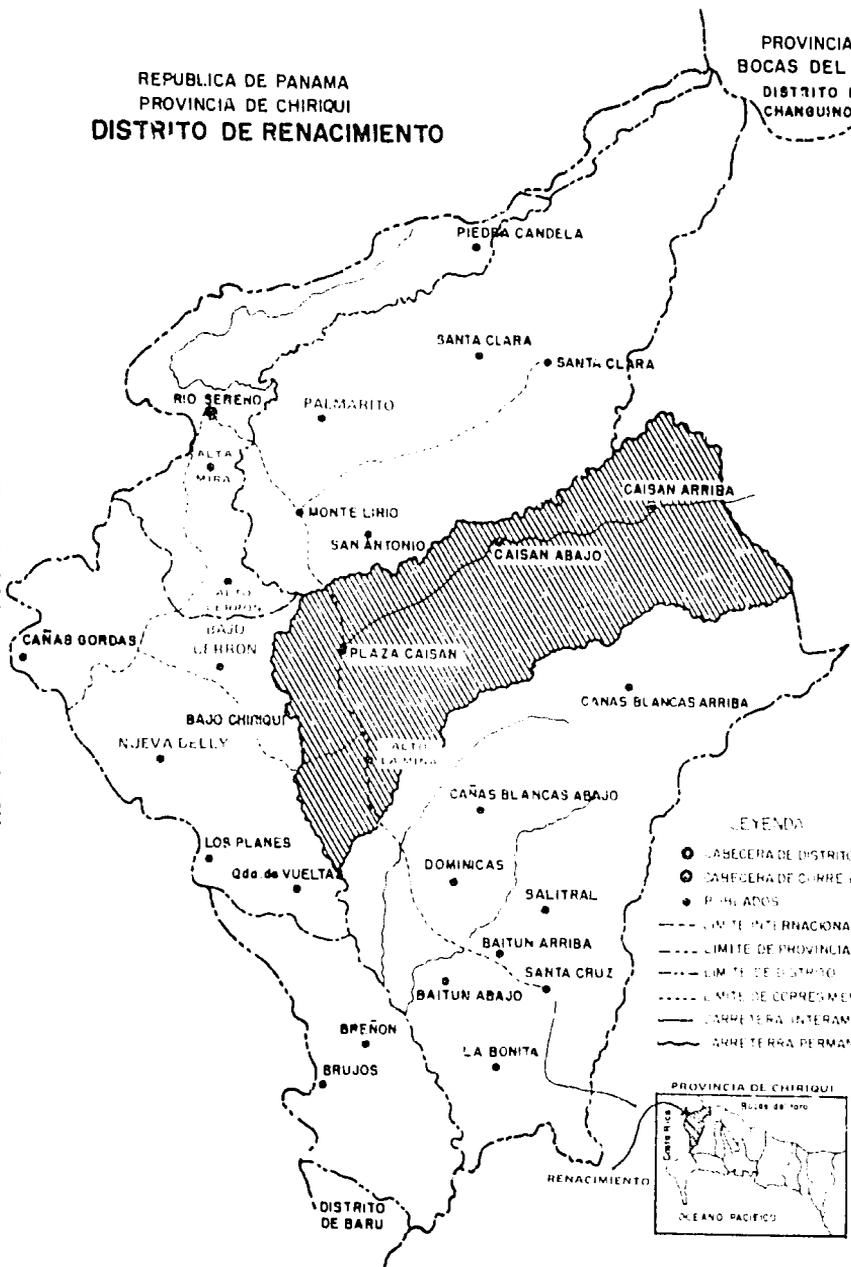
(1) Véase IDJAP "Plan para la Generación y Transferencia de Tecnología Apropriada". Documento de consulta. Panamá, 1979.  
(2) Atlas Nacional de Panamá. Panamá, 1975.

REPUBLICA DE PANAMA  
 PROVINCIA DE CHIRIQUI  
**DISTRITO DE RENACIMIENTO**

PROVINCIA DE  
 BOCAS DEL TORO  
 DISTRITO DE  
 CHANGUINOLA

REPUBLICA DE COSTA RICA

DISTRITO DE BUABÁ



- LEYENDA
- CABECERA DE DISTRITO
  - ⊙ CABECERA DE CORRIENTE
  - PUEBLOS
  - - - LIMITE INTERNACIONAL
  - - - LIMITE DE PROVINCIA
  - - - LIMITE DE DISTRITO
  - - - LIMITE DE CORRIENTE
  - CARRETERA INTERAMERICANA
  - CARRETERA PERMANENTE



Provincia de Bocas del Toro y la República de Costa Rica, al Sur con el Distrito de Bugaba y el Distrito de Barú, al Este con el Distrito de Bugaba y al Oeste nuevamente con Costa Rica.

Dicho Distrito conforma parte de la Provincia de Chiriquí y está constituido por seis corregimientos: (1) Río Sereno (Cabeceera), Cañas Gordas, Breñón, Monte Lirio, Plaza Caisán y Santa Cruz (véase Mapa 1).

### 2.1.2 Clima

El Distrito de Renacimiento está ubicado a una altitud que oscila desde los 670 msnm, al sur del corregimiento de Santa Cruz, hasta los 1150 msnm, al norte del corregimiento de Plaza Caisán.

Esta variación de la altitud sobre el nivel del mar establece diferencias de temperaturas y precipitación, lo que influye en el tipo de clima y cultivos prevalentes en las zonas agropecuarias, predominando en los diferentes corregimientos el bosque muy húmedo tropical de transición fresco.

El régimen de lluvia de la zona descrita, se puede observar en el Cuadro 3, existen prácticamente nueve meses del año (marzo - noviembre) en los cuales se registran precipitaciones mensuales superiores a 100 mm.

El promedio anual de precipitación pluvial para las tres estaciones meteorológicas ubicadas dentro de la zona en estudio, es aproximadamente de 4.000 mm.

Las lluvias se inician a mediados del mes de marzo y se prolongan hasta fines del mes de noviembre, iniciándose el período de la estación seca desde inicios de diciembre hasta mediados de marzo. La intensidad del período lluvioso unido a la topografía que predomina en la zona (montañas escarpadas con pendientes del orden del 50% de declive) constituyen una limitante severa para las explotaciones agrícolas de temporal.

La temperatura promedio anual varía desde los 18° C hasta los 22° C, lo cual hace apta la región para los cultivos de maíz, poroto, café, hortalizas y ganadería de leche en particular.

### 2.1.3 Suelos

Renacimiento presenta en general suelos volcánicos, fértiles, profundos y generalmente pedregosos.

El mapa de clasificación de la capacidad agrológica para el uso de los suelos (2), indica que predominan los suelos que van desde la clase IV hasta la clase VIII, lo que permite deducir las limitaciones existentes para la producción agrícola.

(1) Decreto de Gabinete No. 296, Septiembre 9, 1970.

(2) Atlas Nacional de Panamá, Panamá, 1975.

Cuadro 3 Promedio de precipitación mensual de estaciones meteorológicas para el Distrito de Renacimiento (mm) 1973-1978<sup>(1)</sup>.

Estación Meteoreológica	M E S E S												Prom. Anual
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Caisán Arriba	52	44	126	206	679	464	313	313	554	612	446	89	4097
Breñón	62	75	162	297	625	552	365	365	688	810	473	126	4787
Cañas Gordas	42	31	47	113	399	323	278	278	544	486	356	53	3189
Promedio mensual	52	50	112	112	568	446	319	319	595	636	425	89	4024

(1) Estadística Panameña, Metereología, 1973-1978.

Las características químicas y físicas aparecen en el Cuadro 4, estos indican que los suelos son fértiles, profundos, de textura franco arenosa con un alto contenido de materia orgánica, predominando en la fracción arcilla el material alófono amorfo y en las fracciones limosas el material de las cenizas volcánicas.

#### 2.1.4 Población

Datos de Estadística y Censo correspondientes al año 1980, reportan para la zona en estudio una población total de 10,633 habitantes que ocupan una superficie de 579.6 kilómetros cuadrados, lo que representa una densidad de población de 18 habitantes/kilómetro cuadrado (Cuadro 5).

Respecto a la población económicamente activa, la misma fuente para 1970, indica que el 87% de los habitantes se dedican a las actividades agropecuarias, a la vez resulta muy pequeño el porcentaje de tierra que es explotada bajo el régimen de arrendamiento (menos de un 10%), la mayoría de las parcelas son trabajadas por sus dueños.

El analfabetismo de la población mayor de 10 años alcanza un porcentaje de 25%, uno de los más elevados de la provincia de Chiriquí, si excluimos los distritos de la población indígena (San Félix, San Lorenzo y Tolé) en los cuales el índice alcanza niveles superiores al 50%. Para el año 1976, el Distrito contaba con un total de 33 escuelas que impartían conocimiento a un total de 2,284 escolares<sup>(1)</sup>.

#### 2.1.5 Unidades productivas

Datos del año 1970<sup>(2)</sup>, indican para Renacimiento un total de 1,009 explotaciones dedicadas a los cultivos anuales y 800 a los cultivos permanentes. La misma fuente indica que la actividad pecuaria juega un papel importante en la región, ya que existen 1,089 explotaciones con pastos que ocupan una vasta extensión del Distrito, que por condiciones de topografía no se pueden dedicar a las explotaciones agrícolas (Cuadro 6).

La agricultura del Distrito presenta una diversidad de cultivos, sin embargo, la producción de granos básicos resulta una de las principales actividades; y dentro de la misma, la rotación de los cultivos de maíz-frijol resulta uno de los sistemas de producción más comunes.

En el Cuadro 7, se presenta la superficie, producción y rendimiento por hectárea de los granos más importantes que se cultivan en el área. Se observa que se cultivan aproximadamente 2,000 hectáreas de maíz y frijol. En términos generales, a pesar de existir en la zona una tradición en la explo-

(1) Dirección de Estadística y Censo. Situación Cultural de la Educación. 1976.

(2) No se cuenta para estas variables con información más actualizada que el censo de 1970.

Cuadro 4. Características químicas y físicas de los suelos de Renacimiento (Método Carolina del Norte)

Corregimientos	Tex	pH	M.O	P	K	Mn	Fe	Zn	Cu	Ca	Mg	Al
			%							mg/ml		
Río Sereno	Franco arenoso	6.0	7.9	5.2	220	7	18	2.0	1	4.9	1.6	0.1
Plaza Caisán	Franco arenoso	6.0	10.7	7.8	219	6	12	5	4	7.2	1.2	0.04
Monte Lirio	Franco arenoso	5.9	9.3	4.2	232	14.6	2.9	2.1	3.7	8.7	2.0	0.2
Cañas Gordas	Franco arenoso	5.7	6.1	14	235	2.0	10	18	2.5	5.1	2.5	0.4

Fuente: Laboratorio de Suelos – IDIAP.  
Medidas de las muestras analizadas de algunos corregimientos del Distrito de Renacimiento. 1975-79.

**Cuadro 5. Superficie y población de la Provincia de Chiriquí y del Distrito de Renacimiento 1980**

Area	Superficie km <sup>2</sup>	Población	Densidad Hab/km <sup>2</sup>
Provincia de Chiriquí	8,758.0	287,801	32.8
Distrito de Renacimiento	579.6	10,633	18.3
Corregimientos			
Río Sereno (el Zecera)	48.8	1,657	33.9
Breñón	66.2	644	9.7
Cañas Gordas	66.1	1,731	26.2
Monte Lirio	161.2	2,829	17.5
Plaza Caisán	99.7	1,530	15.3
Santa Cruz	137.6	2,242	16.3

Fuente: Dirección de Estadística y Censo, Estadística Panameña, Censos Nacionales de 1980. Cifras preliminares, Agosto 1980.

**Cuadro 6. Explotaciones y área agrícola en el Distrito de Renacimiento, según el Censo de 1970.**

	C U E L T I V O S				P A S T O S	
	Temporales		Permanentes		No. Explot.	ha
	No. Explot.	ha	No. Explot.	ha		
Distrito Renacimiento	1,009	3,656	800	2,892	1,089	21,435
Corregimientos						
1. Río Sereno	225	871	219	583	215	4,345
2. Caisán	164	875	114	228	169	3,973
3. Monte Lirio	191	502	268	1,804	257	6,455
4. Santa Cruz	337	1,025	140	193	352	5,111
5. Breñón	92	383	59	84	96	1,551

Fuente: Compendio estadístico de la provincia de Chiriquí. Contraloría General de la República de Panamá. Dirección de Estadística y Censo, Panamá 1973.

tación de estos rubros, los rendimientos son bajos, en particular sin consideramos el potencial de producción del área, así como también los resultados de trabajos experimentales<sup>(1)</sup> en los cuales se reportan rendimientos del orden de 4,000 kilos por hectárea de maíz y de 1,000 por hectárea para poroto. Entre los cultivos permanentes cabe destacar que la producción de café, naranjas y aguacate ocupan un lugar importante en el panorama regional.

### 2.1.6 Red vial

En la actualidad, el Distrito cuenta con 133 kilómetros de carretera, de los cuales, el 35% es asfaltada y comunica a la comunidad de Volcán con la cabecera de Renacimiento (Río Sereno), el resto es carretera revestida transitable especialmente en la estación seca, uniendo a Río Sereno con Paso Canoá, región fronteriza en la Carretera Interamericana.

Generalmente, las vías que interrelazan los corregimientos o sus comunidades están constituidas por caminos de herradura, lo que dificulta considerablemente la accesibilidad del transporte terrestre a los centros de producción.

Uno de los caminos de penetración más importante en el área lo constituye la vía Volcán-Caisán-Bugaba, carretera que actualmente se está ampliando y que permitirá comunicar el corregimiento de Caisán con el Distrito de Bugaba a través del corregimiento de Santa Cruz; a la vez se están realizando otras obras de infraestructura que comunicarán en forma permanente los corregimientos del distrito.

Esto permitirá incorporar a corto plazo nuevas zonas productivas a la explotación agropecuaria, ampliando así la frontera de producción e incorporándolas a los mercados de consumo.

## 2.2 Selección del área de trabajo. El corregimiento de Caisán.

Para una primera etapa del trabajo a realizar en el Distrito de Renacimiento, el IDIAP seleccionó el corregimiento de Caisán. Las razones para tal elección son básicamente las siguientes:

- i. Prevalencia en el área de explotaciones pequeñas y medianas; la mayor parte de ellas agrupadas en 3 Juntas Agrarias, contando con el apoyo de otras entidades del sector (MIDA, BDA, ENDEMA).
- ii. Importancia relativa en esta zona de los cultivos de maíz y poroto.

(1) J. R. Araúz. Resultados Preliminares de Ensayos Demostrativos Simples en Maíz XXIV. Reunión Anual del PCCMCA. San Salvador 1978.

Cuadro 7. Superficie sembrada, rendimiento por hectáreas y producción de los granos más importantes en el Distrito de Renacimiento, 1970.

	A R R O Z			M A I Z			P O R O T O		
	ha sembradas	Produce. kilos (M)	Rend/ha kilos	ha sembradas	Produce. kilos (M)	Rend/ha kilos	ha sembradas	Produce. kilos (M)	Rend/ha kilos
Distrito de Renacimiento	416	450.8	1,084	2,814	2,659.7	945	2,395	215.9	90
Corregimientos									
Río Sereno	75	93.7	1,250	565	1,070.0	1,890	82.0	96.7	120
Breñón	48	72.1	1,500	258	236.2	920	188	24.0	130
Monte Lirio	8	6.1	760	283	197.3	700	393	25.4	60
Plaza Caisán	22	20.4	938	702	446.7	640	871	56.8	60
Santa Cruz	263	258.4	980	1,006	708.3	700	124	13.0	100

Fuente: Compendio estadístico de la provincia de Chiriquí. Contraloría General de la República de Panamá. Dirección de Estadística y Censo. Panamá 1973.

- iii. El potencial del área, basado en las condiciones agroecológicas, la existencia de tierras aptas aún no utilizadas y la existencia de proyectos viales para el área, en la actualidad parcialmente ejecutados, que permitirían asegurar la salida de los productos de la zona hacia los mercados de consumo (haciendo posible la ocupación de nuevas tierras agrícolas).
- iv. La existencia en Caisán de un incipiente trabajo en raíz (parcelas demostrativas simples) que permitiría brindar una idea parcial y preliminar, de relaciones agronómicas en el área.

El corregimiento de Caisán tiene una extensión de 10,000 hectáreas y cuenta con una población de 1,530 habitantes distribuidos en las comunidades de Fila Caisán, Caisán Arriba, Primavera, Caisán Centro, Plaza Caisán, Alto La Mina, Bajo La Mina y Caisán Abajo.

La parte oeste del corregimiento se encuentra enmarcada en un pequeño valle formado por los ríos Chiriquí Viejo al nor-este y Caisán al sureste, dicha zona presenta una topografía que va de plana a ligeramente ondulada, lo que la hace apta para la explotación de cultivos anuales, pero con limitantes de prácticas de conservación de suelos. El resto del área comprende tierras con elevaciones de irregulares a escarpadas, siendo sólo apta para la explotación de cultivos perennes o para la ganadería.

Los suelos de la región son de fertilidad relativamente homogénea, de origen volcánico, presentan una textura franca arenosa y una estructura granular. Son suelos negros profundos bien drenados, con un alto contenido de materia orgánica.

Caisán, se caracteriza por tener un clima tropical húmedo, donde se presentan dos estaciones bien marcadas: un período lluvioso que va desde mediados de marzo hasta fines de noviembre con precipitaciones mensuales que fluctúan desde 100 mm hasta más de 600 mm y un período seco que va del mes de diciembre hasta comienzos de marzo, con precipitaciones mensuales menores de 90 mm. La precipitación anual supera en promedio los 4,000 mm.

La temperatura en la zona fluctúa de los 22°C en la estación lluviosa, hasta los 18°C en la estación seca, que es la más fresca.

Cuenta el área con una carretera de penetración de aproximadamente 23 kilómetros de longitud, la cual va desde la comunidad de El Volcán hasta Plaza Caisán, esta vía es transitable todo el año, sin embargo, la accesibilidad a la finca de los agricultores resulta bastante limitada, especialmente durante la estación lluviosa.

## 2.3 Características generales del programa de investigación en producción para el área de Caisán.

### 2.3.1 Fuente de experiencias para el desarrollo de metodologías de investigación

El programa se desarrollará estrictamente dentro de las restricciones de recursos humanos y financieros con que opera normalmente el IDIAP. En este sentido, la cooperación técnica del CIMMYT está planteada de forma tal (desarrollo metodológico, capacitación en servicio) de no alterar el patrón previsto de asignación de recursos para los programas por área.

Planteado bajo estas condiciones (modestos recursos humanos y financieros), el programa de Caisán trasciende al impacto potencial que el mismo pueda tener para los productores del área, para adquirir significación nacional en la etapa de consolidación institucional que vive actualmente el IDIAP, en términos de constituirse en una fuente de nuevas experiencias metodológicas de investigación agrícola que puedan orientar el accionar de la institución en otras áreas del país.

### 2.3.2 Naturaleza y contenido del programa.

Enmarcándose en los lineamientos de la política de granos básicos del gobierno nacional e inspirado en la estrategia institucional y tecnológica fijada para el IDIAP, este programa pretende adaptar nuevas tecnologías agropecuarias a las circunstancias agroeconómicas prevalecientes en el área. Los cultivos más importantes en el área, maíz y frijol, se constituyen en los "cultivos objetivo" del programa. Se trabajará a través de equipos interdisciplinarios en vinculación con otras instituciones y en estrecha relación con los productores, mediante ensayos realizados en sus fincas; maximizando de esta forma la probabilidad de que en el menor tiempo posible se pueda contar con tecnologías y recomendaciones factibles de ser llevadas a la práctica por el agricultor, y que permitan a éste aumentar sus beneficios con niveles aceptables de riesgo. Se prevé asimismo promover, a través de otras instituciones, las acciones complementarias necesarias que aseguren, en torno al proceso de adopción de los nuevos componentes tecnológicos, una completa fluidez del proceso de producción y comercialización en el cumplimiento de los objetivos del programa (financiamiento, disponibilidad de insumos, comercialización del producto, etc.).

### 2.3.3 Objetivos

- Contribuir al aumento de la producción y autosuficiencia nacional en materia de granos básicos en general y en maíz y poroto en particular, en base al diseño y puesta en marcha de programas integrales de investigación cuyo enfoque metodológico permita llegar efectivamente a productores representativos con tecnologías apropiadas para sus circunstancias de producción.

- Contribuir a superar la situación de ingresos en que se encuentran el grueso de los productores agropecuarios focalizando en consecuencia la atención de los recursos del Estado en el pequeño y mediano productor.
- Consolidar y ampliar la base técnica institucional del aparato agropecuario gubernamental mediante componentes de capacitación que se integren y desarrollen sobre la marcha y en base a la experiencia de ejecución del programa.
- Contribuir a la expansión de la frontera agrícola en áreas prioritarias.
- Validar y ajustar con contenido operativo la metodología de generación y transferencia de tecnología, contribuyendo a la clarificación y consolidación operativa de los lineamientos metodológicos para el trabajo del IDIAP a nivel nacional.

#### 2.3.4 Metas verificables

- Ordenamiento y revisión de la información agroeconómica disponible sobre el área de Cuisán, con miras a ser utilizada en primer lugar en un sondeo o encuesta informal de productores y más tarde en el diseño de una encuesta formal de productores en dicha región.
- Realización de un sondeo o encuesta informal de productores con miras a formular hipótesis sobre los sistemas de cultivos y prácticas prevalentes, problemas prioritarios que enfrenan los productores, entre otros.
- Realización de una encuesta formal de productores y procesamiento de la información, validando y cuantificando entre otras cosas los sistemas de producción prevalentes en el área, como así también su representabilidad en términos del total de productores y del área bajo cultivo en la región.
- Utilización de la información procedente para la definición tentativa de los Dominios de Recomendación (grupo relativamente homogéneo de productores<sup>(1)</sup>) hacia los cuales se enfocará el programa de investigación.
- Selección para estos Dominios de Recomendación de un mínimo de nuevos componentes tecnológicos que aparezcan como más prometedores para superar la situación de productividad e ingre-

(1) Véase Byerlee, Collinson, et al.

sos de los productores. Estos componentes tecnológicos se constituirán en las variables experimentales del programa.

- Utilización de toda la información generada para orientar el programa de investigación en campos de agricultores. Definición de las alternativas de diseños experimentales. Definición de tratamientos testigo y prácticas culturales complementarias en función de las prácticas respectivas seguidas por los agricultores representativos, tal cual surgen de la encuesta. Definición del rango de análisis de las variables experimentales.
- Integración de los elementos precedentes en una primera propuesta detallada de ensayos en campos de agricultores.
- Discusión de las propuestas con las autoridades nacionales y programación final de los ensayos en campos de los agricultores.
- Implementación de los ensayos con participación de los agricultores y bajo la responsabilidad del equipo que habrá de localizarse en el área.
- Análisis de los resultados, idea preliminar de recomendaciones que podrían tener vigencia para los productores y para las entidades de gobierno que operan en el área y definición, en base a la experiencia realizada y a los resultados obtenidos, de los ensayos a realizar en el ciclo siguiente.
- Promover en base a los resultados obtenidos y a las recomendaciones preliminares, las acciones complementarias que podrían realizar las otras entidades que operan en la zona con miras a facilitar la adopción de las prácticas recomendadas (por ejemplo con IMA, BDA, ISAI).
- Implementación del segundo ciclo de ensayos en campos de productores.
- Realización, sobre la base de la experiencia del proyecto de Seminarios Nacionales de discusión de metodologías de investigación en producción, que provea a la capacitación de los técnicos que trabajen en estos cultivos en otras áreas del país.
- Evaluación del programa en Caisán al cumplirse tres años de su implementación y planteo de su extensión a otros corregimientos de Renacimiento y a otras áreas del país.
- Continuación del programa en Caisán con ajustes secuenciales en

cada ciclo productivo y principio de implementación de Programas en otras áreas del país con las metodologías y procedimientos operativos sugeridos por la experiencia de Caisín.

### 2.3.5 Composición institucional, organización y equipo técnico, cooperación internacional.

Se intentará integrar un equipo multi-institucional responsable de realizar el trabajo como una sola unidad, a fin de garantizar el éxito del proyecto. Inicialmente el IDIAP, en conjunto con el MIDA, han determinado asignar al área un equipo técnico integrado por dos ingenieros agrónomos, y tres peritos agropecuarios, quienes tendrán la responsabilidad del desarrollo de las primeras etapas del trabajo.

En la medida en que el proyecto avance, se espera que las otras instituciones involucradas dentro de la problemática agrícola como son BDA, IMA, ENASEM, ISA y ENDEMA, participen dentro de sus ámbitos de acción, en el análisis y solución de los problemas del área, designando en principio personal de sus cuadros técnicos para integrar el equipo del programa que desarrollará sus tareas en el terreno. Paralelamente, el desarrollo de este proyecto requerirá la participación y asesoramiento de especialistas de Centros Internacionales, quienes brindarán asesoramiento y orientación metodológica, y apoyo en la interpretación y solución de los problemas agro-económicos que se puedan confrontar. En la etapa inicial del programa se cuenta con la cooperación técnica del CIMMYT.

## CAPITULO 3

## CAPTACION DE INFORMACION SOBRE LAS CIRCUNSTANCIAS DE LOS AGRICULTORES

### 3.1 La encuesta exploratoria

Con el marco de referencia brindado por la información secundaria precedente se planeó la realización de una encuesta exploratoria informal que permitiera formular las primeras hipótesis sobre las características de los productores representativos del área, los problemas más importantes de producción y los componentes tecnológicos que aparecían como prometedores para su incorporación en el programa de investigación.

De esta forma, la encuesta exploratoria preparó el camino para la realización de una encuesta formal enfocada hacia los problemas del área y orientada a proveer la validación estadística de la información obtenida en la encuesta informal, como así también a cuantificar ciertos aspectos de las circunstancias de producción prevalecientes en el área, que resultarían de interés para la organización del programa de investigación. La encuesta exploratoria se realizó en el mes de agosto de 1978; y la encuesta formal en diciembre del mismo año.

### 3.2 La encuesta formal

El cuestionario se diseñó bajo el supuesto (hipótesis proveniente de la



*Los problemas de la producción se identifican mediante encuestas efectuadas en el área y las investigaciones se ejecutan con la participación activa del productor.*

encuesta informal) de que el sistema agrícola más importante en el área era la rotación de maíz en primera coa y frijol (poroto en Panamá) en la segunda coa, realizado en forma continua en la misma parcela.

Acorde con ello, la encuesta se enfocó en la parcela maíz primera coa, intentando analizar primero la secuencia cronológica de actividades implicadas en la rotación con frijol, para luego entrar en mayor detalle en los patrones tecnológicos y problemas asociados con el cultivo del maíz en el primer ciclo. Entre los problemas, había algunos que se entendía que podrían ser percibidos claramente por el agricultor (como por ejemplo malezas y acame), mientras que otros presentaban complejidades que trascendían el marco de la finca y que se entendía que no podrían ser captados en todas sus dimensiones por los productores (por ejemplo, los problemas de fertilizantes asociados con recomendaciones de extensión incorporados en paquetes crediticios y cuestiones de comercialización de insumos).

Para el marco muestral (listado de productores del área) se partió del Censo Nacional Agropecuario de 1970, completándose el listado con la información generada en la encuesta informal. Basándose en esta última, se incluyó en el marco muestral la localidad de Bajo Chiriquí, colindante pero fuera de los límites políticos del corregimiento de Caisán. Esta localidad presentaba características agroclimáticas similares y recibía asistencia técnica del equipo del MIDA con sede en Caisán. La hipótesis en este caso era que si habría diferencias entre ambas localidades serían más bien debidas a la infraestructura de caminos y sus implicaciones en términos de disponibilidad de insumos (caminos intransitables para Bajo Chiriquí). En relación con la definición tentativa de dominios de recomendación se entendía que estos elementos (caminos-disponibilidad de insumos) podrían diferenciar las circunstancias de los productores de Bajo Chiriquí de los del resto del área.

Por otra parte, otro elemento de diferenciación en la definición tentativa de Dominios de Recomendación sería la topografía de la parcela de maíz. Se pensó que ésto podría implicar diferencias en términos de fertilidad y de la magnitud del problema de erosión, asimismo, ésto iba a afectar la viabilidad de practicas mecanizadas de preparación del suelo.

Finalmente, con las consideraciones precedentes se tomó una muestra al azar de 52 productores los cuales resultaron distribuidos en la siguientes localidades:

Localidad	No. de productores encuestados
Plaza Caisán	21
Centro Caisán	7
Bajo Chiriquí	11
Alto La Mina	11
Guabito	2
Total	52

### 3.3 Análisis de los resultados obtenidos

#### 3.3.1 Panorama global de cultivos y/o sistemas de cultivos

El Cuadro 8 permite confirmar y cuantificar parte de las hipótesis de trabajo formuladas durante la encuesta informal. La casi totalidad de los agricultores del área (el 98%) producen maíz en algunos de los dos ciclos de cultivo. Sin embargo, la gran mayoría (el 78% de los productores) realiza este cultivo en la primera coa y de éstos, el 70% lo realiza en rotación continua con frijol en segunda coa, en la misma parcela de producción. De esta forma, la encuesta nos permite confirmar la importancia relativa en el área de los rubros que fueron seleccionados como cultivos objetivos: maíz y frijol en primera y segunda coa, respectivamente.

Los cultivos restantes son principalmente café y frutales, mientras que en las actividades ganaderas se destaca la de lechería, que abastece la planta pasteurizadora de la Provincia de Chiriquí.

Cuadro 8. Panorama global de actividades agropecuarias prevalientes en toda el área de trabajo.

Actividad	Agricultores	%	Hectáreas	%
<b>Total de actividades agrícolas</b>	<b>51</b>	<b>100.0</b>	<b>381.0</b>	<b>100.0</b>
Maíz/poroto	28	54.9	166.0	43.6
Maíz/otras actividades	12	23.5	44.0	11.5
<b>Total maíz 1a. coa</b>	<b>40</b>	<b>78.4</b>	<b>210.0</b>	<b>55.1</b>
Maíz 2a. coa	10	19.6	13.5	3.5
<b>Total maíz</b>	<b>50</b>	<b>98.0</b>	<b>223.5</b>	<b>58.7</b>
Total poroto	45	88.2	222.5	58.4
Otros cultivos	16	31.4	100.0	26.2
<b>Total actividades ganaderas</b>	<b>16</b>	<b>100.0</b>	<b>628.0</b>	<b>100.0</b>
Lechería	11	68.8	460.5	73.3
Otras actividades ganaderas	5	31.2	167.5	26.7

El cultivo de frijol en el segundo ciclo se realiza previo levantamiento de la cosecha del maíz y preparación completa del suelo antes de su siembra. De esta forma se presume en principio que ambos cultivos presentan un mínimo de interacciones, comparadas con las que tendrían en un sistema de cultivos en relevo (o aún más si se tratara de una asociación). Esto allana el camino para concentrarnos, sin mayores problemas en una primera etapa, en la parcela de maíz de primer ciclo (marzo-septiembre).

### 3.3.2 Primera definición tentativa de Dominios de Recomendación

Con los resultados de la encuesta nos interesa analizar las grandes líneas de diferenciación que permitirían definir tentativamente Dominios de Recomendación dentro del área. La primera línea de diferenciación es de carácter espacial y se refiere a la disponibilidad de insumos (caminos intran-sitables) de Bajo Chiriquí y resto del área.

Las prácticas de producción y el uso de insumos en ambas zonas son una buena aproximación de la situación que tratamos de describir. El Cuadro 9 ilustra sobre las claras diferencias existentes en ambas zonas.

Cuadro 9. Primera definición tentativa de Dominios de Recomendación. Comparación de prácticas tecnológicas en el cultivo de maíz para Bajo Chiriquí y el resto del área de Caisán. Maíz primera coa.

Práctica tecnológica	Dominio de Recomendación No. 1 Bajo Chiriquí	Dominio de Recomendación No. 2 Resto del Área
	Porcentaje de productores que la practican	
Preparación mecanizada del suelo	0	74
Uso de herbicidas	0	66
Uso de fertilizantes	0	57
Uso de insecticidas	0	20

A pesar de existir condiciones agroclimáticas similares para Bajo Chiriquí (Dominio de Recomendación No. 1) y el resto del área (Dominio de Recomendación No. 2), las prácticas de producción son totalmente diferentes. Esto se explica por la no disponibilidad de insumos para Bajo Chiriquí, lo que a su vez está asociado con los difíciles caminos de acceso a la localidad.

Las implicaciones para el programa de investigación son las siguientes: Se descarta en una primera etapa la localización de ensayos en Bajo Chiriquí por dos razones: la primera que resultaría extremadamente dificultoso un seguimiento apropiado de los ensayos; y la segunda es que la información disponible indica que la tecnología generada para el Dominio de Recomendación 2 podría ser utilizada por los productores de Bajo Chiriquí, siempre y cuando los problemas de acceso sean superados.

De acuerdo con lo precedente, lo que sigue del análisis se concentrará en lo que tentativamente hemos definido como Dominio de Recomendación No. 2.

### 3.3.3 Prácticas de producción y uso de insumos en el Dominio de Recomendación número 2.

#### 3.3.3.1 Preparación del suelo

El Cuadro 10 indica que la mayoría de los productores (el 74%) realiza una preparación mecanizada del suelo. Esta consiste en la mayoría de los casos en tres pasos de rastra pesada.

Cuadro 10. Método de preparación de la tierra. Maíz primera coa.

	No. de productores	%	Hectáreas	%
Manual (chapia)	9	26	36.5	20
Mecanizado	26	74	149.0	80
TOTAL	35	100	185.5	100

Se debe recordar que prevalecen en el área pequeños y medianos productores, y que el tamaño de la finca no permite ni justifica en general el disponer de equipo mecanizado en propiedad. El Cuadro 11 da la distribución por tamaño de la parcela de maíz de primera coa, podemos apreciar que el 77% de los productores operan parcelas menores de 6 hectáreas.

Es por esta razón que la mayoría de los agricultores contratan el servicio de mecanización de ENDEFMA o de contratistas particulares que operan en la zona. Algunos de estos contratistas son agricultores que sí disponen de tractor propio.

Cuadro 11. Distribución por tamaño de la parcela de maíz primera coa.

Estracto en hectáreas	No. de parcelas	%	ha en el estracto	%
Menos de 2	4	11.4	5.5	3.0
De 2 a 4	16	45.7	43.0	23.2
De 4.1 a 6	7	20.0	39.0	21.0
De 6.1 a 10	5	14.3	43.0	23.2
Mayores de 10	3	8.6	55.0	29.6
TOTAL	35	100.0	185.5	100.0

En lo que respecta a aquellos agricultores que realizan una preparación manual (chapia), las razones de esta práctica se encuentran no en problemas de disponibilidad del servicio de mecanización, sino en la topografía

del terreno que impide su preparación mecanizada (el 26% de los agricultores realizan una preparación manual del terreno -chapía-). El Cuadro 12 indica claramente esto. Mientras que en un extremo la totalidad de los productores cuya producción de maíz se desarrolla en parcelas con una pendiente menor de cinco por ciento, tienen preparación mecanizada del suelo, en el otro extremo, y como es de esperar, la totalidad de aquellos con parcelas de ladera con una pendiente mayor de veinte por ciento utilizan la chapía como método de preparación de suelo. Por último, se observa una zona intermedia en las pendientes de cinco a veinte por ciento en la que se alternan ambas prácticas. La preparación mecanizada de estas tierras está acelerando sin lugar a dudas el proceso de erosión.

Cuadro 12. Preparación del suelo y topografía de la parcela. Maíz primera coa.

Pendiente de la parcela en porcentaje	Método de preparación del suelo		Total
	Manual (chapía)	Mecanizada	
	Número de productores		
Menor de 5	0	19	19
Entre 5 y 10	4	7	11
Mayor de 20	5	0	5
TOTAL	9	26	35

No se ha encontrado ninguna otra asociación entre topografía del terreno y prácticas de producción. Sin embargo, más adelante la topografía del terreno será igualmente un elemento de diferenciación parcial dentro del Dominio de Recomendación número 2 (con implicaciones potenciales sólo para algunos de los componentes tecnológicos a seleccionar).

### 3.3.3.2 Época y método de siembra

Las siembras de maíz en la primera coa están asociadas con el comienzo de la estación lluviosa y el productor prefiere concentrarse tan pronto como las condiciones de humedad lo permitan. Las razones de esta preferencia se explican por un lado por la necesidad de cosechar maíz a tiempo para una siembra oportuna del frijol. Por otro lado, la práctica tiende a minimizar el riesgo de pérdidas por problemas de acame, como resultado de los fuertes vientos que predominan en la zona, particularmente en los meses de junio y julio.

Esta práctica de realizar la siembra al inicio de las lluvias conlleva que la preparación de la tierra se realiza con escasa humedad en el terreno (hacia fines de la estación seca).

Cuadro 13. Fecha y método de siembra. Maíz primera coa.

Fecha Mes-Semana	MANUAL MATEADO				MANUAL EN HILERA				MECANIZADO				TOTAL			
	No. de Prod.	%	ha	%	No. de Prod.	%	ha	%	No. de Prod.	%	ha	%	No. de Prod.	%	ha	%
Marzo 1a.	1	2.9	1.0	0.5									1	2.9	1.0	0.5
Marzo 2a.	3	8.6	11.0	5.9									3	8.6	11.0	5.9
Marzo 3a.	5	14.3	43.5	23.5	1	2.9	1.5	0.8					6	17.1	45.0	24.3
Marzo 4a.	12	34.3	60.5	32.6					2	5.7	21.0	11.3	14	40.0	81.5	43.9
Abril 1a.	1	2.9	5.0	2.7									1	2.9	5.0	2.7
Abril 2a.	4	11.4	17.0	9.2					1	2.9	10.0	5.4	5	14.3	27.0	14.6
Abril 3a.	1	2.9	2.0	1.1									1	2.9	2.0	1.1
Abril 4a.	3	8.6	7.0	3.8					1	2.9	6.0	3.2	4	11.4	13.0	7.0
	30	86.0	147.0	79.3	1	2.9	1.5	0.8	4	11.4	37.0	19.9	35	100.0	185.5	100.0

En el Cuadro 13 se observa que cerca del 70% de los productores sembraron en el mes de marzo.

En lo que respecta al método de siembra, predomina el método manual, y dentro de éste el sistema denominado "mateado". Este consiste en un arreglo irregular (no en filas) sembrado a chuzo; predominando una distancia entre golpes de alrededor de un metro y sembrándose cuatro granos por golpe (véase Cuadro 14). Esta práctica implica, en términos de densidad, una población aproximada de 40,000 plantas por hectárea al momento de la siembra.

Cuadro 14. Arreglo espacial en método manual "mateado" de siembra. Maíz primera coa.

Distancia entre plantas	No. de semillas por golpe						Total
	1	2	3	4	5	6	
	Número de productores						
Menos de un metro	—	—	1	3	2	—	6
Un metro	—	1	2	13	5	1	22
Más de un metro	—	—	—	2	—	—	2
TOTAL	—	1	3	18	7	1	30

### 3.3.3.3 Variedades

El Cuadro 15 indica una casi total predominancia en el uso de la variedad local (utilizada por el 97% de los productores). Esto no implica que no hayan llegado a la zona de variedades mejoradas; sino que éstas no han sido aceptadas por el productor.

Cuadro 15. Uso de variedades. Maíz primera coa.

Variedades	No. de productores	%	Hectáreas	%
Criolla	34	97.0	183.5	98.9
Tocumen P. B.	1	3.0	2.0	1.1
TOTAL	35	100.0	185.5	100.0

Las características de la variedad local son: una altura de planta de 3.5 metros a 4 metros, de gran vigor, grano amarillo cristalino, muy buena capacidad de cierre de mazorca y un potencial de rendimiento razonable. El problema central de esta variedad es que su altura la hace susceptible a los problemas de acame que se presentan con frecuencia en el área.

El rechazo de los productores para las variedades mejoradas que han estado disponibles en la zona parece deberse a su débil capacidad de cobertura de mazorca que frente a las condiciones de humedad prevalecientes (3,000-4,000 mm) implica una muy fuerte incidencia de pudrición de mazorca. Por otra parte, bajo las prácticas utilizadas por los productores, las variedades mejoradas, en parte debido a las circunstancias descritas precedentemente, no presentaron ventajas significativas en rendimientos.

#### 3.3.3.4 Control de malezas

El Cuadro 16 resume las distintas prácticas de control de malezas utilizadas por los productores del área. Del mismo, surge claramente que la mayoría de los agricultores (73%) utilizan algún tipo de control químico. De éstos, cerca de la mitad llevan a cabo limpiezas manuales a pesar de haber utilizado herbicidas, dando indicación de que por alguna razón la aplicación del herbicida no resultó efectiva.

Cuadro 16. Métodos de control de malezas. Maíz primera coa.

Método	No. de productores	%	Hectáreas	%
Manual	9	27.3	54.5	31.6
Químico	13	39.4	62.5	36.2
Químico-manual	11	33.3	55.5	32.3
Uso de herbicidas	24	72.7	118.0	68.4
TOTAL	33	100.0	172.5	100.0

El hecho central es que la agresividad de la competencia de las malezas, unida a la escasez relativa de la mano de obra en la zona, ha llevado a los productores a buscar alternativas que aumenten la productividad de la mano de obra utilizada en esta actividad, permitiendo un control más efectivo.

Las malezas más frecuentemente encontradas en la zona comprenden especies de hoja ancha y angosta. El Cuadro 17 ordena estas especies de acuerdo a los reportes recibidos de los productores de la encuesta.

Cuadro 17. Malezas de mayor importancia en la visión del agricultor.

Malezas y orden de importancia	Hoja	No. de Reportes	% de productores que la reportan
1. Cebollana	Angosta	24	70.6
2. Bledo	Ancha	20	58.8
3. Zaeta	Ancha	14	41.2
4. Payra	Ancha	8	23.5
5. Hierba de Perro	Angosta	8	23.5
6. Otras	---	5	14.7

En lo que se refiere a las alternativas de control químico, los Cuadros 18 y 19 describen los tipos de herbicidas utilizados, dosis, y forma de aplicación.

Cuadro 18. Tipo y dosis de herbicida utilizados. Maíz primera coa.

Producto	Dosis por hectárea del producto comercial utilizado											
	Kilogramos						Litros					
	1.0	2.0	2.5	0.4	0.8	1.0	1.4	2.0	2.5	3.0	4.0	
2-4, D	--	--	--	--	5	--	--	2	--	--	3	
2-4-ST	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
Gramoxone	--	--	--	--	4	--	--	--	--	--	--	
Gesaprim 80	1	1	1	--	--	--	--	--	1	1	--	
Brush Kill	--	--	--	1	--	--	1	--	--	--	--	
Tributon	--	--	--	--	--	1	--	--	--	--	--	

Cuadro 19. Tipo de herbicidas y fecha de aplicación. Maíz primera coa.

Herbicida	Fecha de aplicación (Días después de la siembra)												
	10	12	15	20	22	25	30	40	45	55	60	110	Total
2-4, D	--	--	1	1	--	1	5	--	2	--	--	---	10
2-4-5-T	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	--	---	1
Gramoxone	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	2	4
Gesaprim 80	1	1	--	2	1	--	--	--	--	--	--	---	5
Brush Kill	--	--	--	1	--	--	1	--	--	--	--	---	2
Tributon	--	--	--	--	--	--	--	1	--	--	--	---	1
TOTAL	1	1	1	4	1	1	6	1	2	1	2	2	23

Como se observa, prevalece el 2-4, D en una dosis de 0.8 lt por hectárea, aplicado alrededor de 30 días después de la siembra. Por otra parte, la búsqueda que están realizando los agricultores de alternativas más efectivas del control se refleja en el uso incipiente, aunque en la mayoría de los casos inapropiado en términos de dosis y fecha de aplicación, de Gramaxone y Gesaprim (a pesar de que no existen a la fecha de la encuesta ni investigación ni recomendación sobre estos productos).

### 3.3.3.5 Fertilizantes

Los productores del área están bastantes familiarizados con el uso de fertilizantes químicos. Estos han estado por años en las recomendaciones de

extensión, así como en los paquetes crediticios que operaron en la zona. El Cuadro 20 indica que el 58% de los productores utilizan fertilizantes químicos. Las fuentes de nutrientes son las fórmulas completas; particularmente la 10-30-10 y en menor grado la 12-24-12, que son, por una parte, las recomendadas por el MIDA y por otra parte, las que están disponibles en las empresas distribuidoras de insumos que operan en la zona (por ejemplo, COAGRO).

Cuadro 20. Uso de fertilizantes. Maíz primera coa.

Tipo de fertilizante	No. de productores	%	Hectáreas	%
No usan fertilizante	14	42.4	70.0	38.8
Usan fertilizante	19	57.6	110.5	61.2
10-30-10	14	73.7	72.5	65.6
12-24-12	3	15.8	28.0	25.3
Otros (foliar)	2	10.5	10.0	9.0

La dosis recomendada ha sido de 4 qq de fórmula; lo que implica alrededor de 20 kg de nitrógeno; igual cantidad de potasio y 50 kg de fósforo. Estas recomendaciones se ven reforzadas por el programa crediticio que opera en el área (Banco de Desarrollo Agropecuario que sistemáticamente incluye el fertilizante en el financiamiento que otorga para maíz).

El Cuadro 21 da las distintas dosis de fórmulas completas utilizadas por los agricultores. Se puede observar que prevalece la fórmula 10-30-10 y que la dosis promedio utilizada con esta fórmula equivale alrededor de 9 kg de nitrógeno; igual cantidad de potasio y 29 kg de fósforo. Como punto importante a destacar, se tiene que por un lado, un porcentaje importante de los productores no utiliza el insumo, a pesar de estar familiarizados con él; por otro lado, aquellos que sí lo utilizan emplean una dosis que en promedio está bien por debajo de la recomendación del área.

En lo que respecta al método de aplicación, éste es manual en la casi totalidad de los casos; y en fechas de aplicación prevalece la realizada al momento de la siembra (Cuadro 22).

### 3.3.3.6 Insectos

La información disponible indica que los problemas de insectos no revisten una importancia destacada en el panorama global de problemas de producción que se encuentran en la zona. Los agricultores están familiarizados con el uso de insecticidas (Aldrin, Diazinon, Heptaclor, etc.). Sin embargo, pocos de ellos utilizan insecticidas en el cultivo de maíz para aplicarlos al follaje, y en mucho menor grado al suelo. En el Cuadro 23 se puede ver que sólo el 26% de los agricultores utilizaron insecticidas en maíz.

Cuadro 21. Dosis de nutriente aplicado por los agricultores que utilizan fertilizante. Maíz primera coa.

Kilo de producto comercial	FORMULA UTILIZADA							
	10-30-10 kg de nutriente por hectárea			No. de productores	12-24-12 kg de nutriente por hectárea			No. de productores
	N	P	K		N	P	K	
17.5	1.8	5.3	1.8	2	—	—	—	—
34.0	3.4	10.2	3.4	1	—	—	—	—
56.0	—	—	—	—	6.7	13.4	6.7	1
67.0	6.7	20.1	6.7	1	—	—	—	1
90.0	9.0	27.0	9.0	2	10.8	21.6	10.8	1
100.0	10.0	30.0	10.0	2	—	—	—	—
112.0	11.2	33.6	11.2	3	—	—	—	—
135.0	13.5	40.5	13.5	3	16.2	32.4	16.2	4
Dosis promedio por fórmula	9.1	29.2	9.1	14	10.9	21.7	10.9	3

Cuadro 22. Método y fecha de aplicación del fertilizante.

Aplicación	Días después de la siembra				Total de productores	%
	No. de productores					
	0	15	22	30		
Manual	14	1	2	2	19	95.0
Mecanizada	1	—	—	—	1	5.00
TOTAL	15	1	2	2	20	100.0

Cuadro 23. Uso de insecticidas. Maíz primera coa.

Tratamiento	Aplican		No aplican	
	No. de productores	%	No. de productores	%
semilla	0	0	35	100.0
Al suelo	1	2.9	34	97.1
Al follaje	8	22.9	27	77.1
TOTAL	9	25.7	26	74.3

Visto el uso masivo de insecticidas que estos mismos productores utilizan en frijol, se concluye que el escaso uso de insecticidas en maíz, se debe no a desconocimiento o problemas con su uso por parte de los agricultores, sino a que los ataques de insectos que se observan en maíz no justifican en su visión, un uso masivo de insecticidas.

### 3.3.3.7 Cosecha y destino de la producción.

La casi totalidad de la cosecha se realiza manualmente<sup>(1)</sup>. En gran medida se utiliza para ello mano de obra contratada localmente. Esta actividad es una de las fuentes principales de demanda de mano de obra contratada en el área (Cuadro 24).

Por su parte, la distribución de fechas de cosecha está en función por un lado, de la misma distribución de las siembras, y por otro, de los requerimientos que impone la siembra de frijol, que en la mayoría de los casos se sembrará en la misma parcela. La primera quincena del mes de septiembre es el período donde más se concentra esta actividad (alrededor del 60% de los productores cosecharán en esa fecha (Cuadro 24).

(1) Sólo un productor (de 15.0 hectáreas) reportó haber cosechado a máquina.

Cuadro 24. Fecha de cosecha. Maíz primera coa.

Fecha Mes-Semana	No. de productores	%	Hectáreas	%
Agosto 2a.	3	8.8	5.5	3.3
Agosto 3a.	2	5.9	7.5	4.5
Agosto 4a.	3	8.8	23.0	13.9
Sept. 1a.	10	29.4	52.0	31.4
Sept. 2a.	10	29.4	47.5	28.7
Sept. 3a.	3	8.8	7.0	4.2
Sept. 4a.	3	8.8	23.0	13.9
TOTAL	34	100.0	165.5	100.0

Se observa en el Cuadro 25 que el grueso de la producción (76%) se destina para la venta, que en la mayoría de los casos se realiza inmediatamente después de la cosecha.

El maíz para autoconsumo (23%) se almacena en trojas de zinc, cañaza y madera para un período promedio de seis meses. La casi totalidad de los productores guarda su maíz en estas trojas con mazorca y con capullo para minimizar las pérdidas, ya que sólo excepcionalmente se desinfecta (con Aldrin o Malathion) el área de almacenamiento. Las causas más importantes de pérdidas en almacenamiento son gorgojos, ratas y pudrición de mazorca, y su magnitud oscila alrededor de un 10%.

Cuadro 25. Destino de la producción. Maíz primera coa.

Destino	Porcentaje sobre el total producido	
Venta	3785	76.4
Autoconsumo	1119	22.6
Semilla	50.5	1.6
TOTAL	4954.5	100.0

### 3.3.3.8 Mano de obra

La mano de obra utilizada en las tareas agrícolas está constituida en su gran mayoría por residentes de la región. No se han encontrado flujos significativos de trabajadores provenientes de otras zonas de Chiriquí, o del resto del país. Quizás los difíciles caminos de acceso a algunas de las localidades contribuyan a esta situación.

Dependiendo básicamente la mano de obra de la disponibilidad "interna" a la región, la característica a destacar es una escasez relativa de la misma, particularmente en relación a los picos de demanda estacional.

El Cuadro 26 da una idea de la estacionalidad en la demanda asociada con requerimientos originados en las distintas actividades de producción. Se nota dos picos importantes, uno en los meses de agosto a octubre con el 71.2% de los reportes de los agricultores (meses en que es difícil la contratación de mano de obra). Este período es el de cosecha de maíz, preparación de suelo y siembra de frijol, siendo el mes más crítico el de septiembre.

Cuadro 26. Estacionalidad de la demanda de mano de obra. Meses reportados como difíciles para contratar mano de obra.

Meses	No. de Reportes	% del total de Reportes
Febrero-abril	13	22.0
Mayo-julio	1	1.7
Agosto-octubre	42	71.2
Noviembre-enero	3	5.1
TOTAL REPORTEES	59	100.0

El otro período claramente diferenciado en el Cuadro es el de febrero-abril (22% de los reportes) que corresponde a la preparación del suelo, siembra y primeras limpieas de maíz.

El Cuadro 27 refuerza las conclusiones precedentes; se ve que en las actividades en que se usa mano de obra contratada son, en orden de importancia: cosecha, siembra, limpia y chapía.

Cuadro 27. Actividades en que se utiliza mano de obra contratada. Maíz primera coa.

Actividad para la cual se contrata mano de obra	No. de Reportes	% del total de Reportes
Cosecha	27	38.5
Siembra	17	24.0
Limpia y chapía	11	16.0
Desgrane	6	8.5
Aplicación de herbicida	5	7.0
Aplicación de fertilizante	4	6.0

Esta escasez de mano de obra se refleja en dos cosas:

- En primer lugar, en el costo de la misma que al momento de la encuesta es superior al de cualquier otro país del Istmo Centroamericano (US \$ 3,50 por día en 1978).
- En segundo lugar, en la preferencia de los agricultores por tecnologías "ahorradoras" de mano de obra (tales como mecanización o uso de herbicidas).

## PRESELECCION DE COMPONENTES TECNOLOGICOS. DOMINIO DE RECOMENDACION NUMERO 2

La información obtenida de los agricultores junto con las propias percepciones de los técnicos del programa de investigación han ido acotando el conjunto de factores limitantes más importantes que incidiendo sobre productividad e ingresos de los productores de maíz, parecen en principio superables y por lo tanto prometedores para incorporar en el programa de investigación.

### 4.1 Preselección de componentes para el primer ciclo en ensayos

#### 4.1.1 El problema de la competencia de malezas

Este aparece como el problema central que está incidiendo claramente en los rendimientos de maíz. La fertilidad natural del suelo, unida a la magnitud de las precipitaciones explican el grado de incidencia en el área del problema de malezas; el cual es claramente percibido por el agricultor.

En el ordenamiento de los problemas más importantes que afectan a la producción realizado por los agricultores a través de la encuesta, el proble-



*El problema de maleza, claramente percibido por el agricultor, incide en los rendimientos de maíz en la zona.*

ma de malezas ocupa el primer lugar (Cuadro 28). De esta forma, las percepciones de los agricultores van confirmando las hipótesis formuladas por los técnicos en la encuesta exploratoria. Por su parte, en el plano de las circunstancias socio-económicas de los productores representativos, la escasez de mano de obra en la zona, y su costo, hacen inefectivo y a veces incluso no posible un control manual oportuno de malezas. Por último, las alternativas de control mecánico (cultivo con tractor) tampoco resultan viables, básicamente porque el estado de los campos en la época del control (lluvias) normalmente no permite la entrada del tractor a las parcelas de maíz. No existe tradición para su cultivo mecánicamente, por otro lado, se necesitaría un suelo mejor preparado inicialmente para poder hacer esta labor eficientemente, lo que acrecentaría los problemas de erosión.

Cuadro 28 Factores limitantes de la producción. Percepción de los agricultores.

PROBLEMAS	GRADO DE INTENSIDAD					
	Grave No. de Reportes	%	Leve No. de Reportes	%	Total Reportes	%
Malezas	30	85.7	3	8.6	33	94.3
Acame	27	77.1	6	17.1	33	94.3
Escasez mano de obra	18	51.4	7	20.0	25	71.4
Erosión	11	31.4	10	28.6	21	60.0
Insectos	10	28.6	9	25.7	19	54.3
Falta de maquinaria	14	40.0	2	5.7	16	45.7
Otros	6	17.2	7	20.0	13	37.2

Estas son las razones por las cuales el comienzo del Programa de Caisán encuentra a los productores, desde el punto de vista de este problema, en una situación que podemos definir como de "transición"; buscando soluciones alternativas al control manual que permitan por un lado aumentar la efectividad agronómica del control, como así también aumentar la productividad de la mano de obra (escasa) utilizada en esta actividad.

Lo precedente explica entonces el por qué la mayoría de los agricultores usan herbicida (mal o bien, pero usan) al momento de la encuesta. La práctica prevaleciente en este sentido es la utilización de 2, 4-D en dosis de cerca de un litro por hectárea, aplicado a los 30 días de la siembra.

Este punto de partida del programa de investigación permite formular

la hipótesis de que existen claras oportunidades de desarrollar en un corto plazo alternativas tecnológicas de control químico de malezas que aumente los rendimientos de maíz y la productividad de la mano de obra, con beneficio económico para el productor. Estas alternativas girarán en torno de la prueba de un herbicida selectivo (Gesaprim) como se verá más adelante; aunque se analizarán también otras alternativas de control químico.

#### 4.1.2 Arreglo espacial de siembra y densidad

La totalidad de los agricultores siembra manualmente a chuzo en un arreglo espacial irregular localmente llamado "mateado". La distancia entre golpes oscila en alrededor de un metro, colocándose una cantidad modal de cuatro semillas por golpe. En términos de densidad ésto implica unas 40.000 plantas por hectárea al momento de la siembra.

En esta área-problema las hipótesis de investigación se plantean en relación con el problema de control de malezas. Por un lado, el arreglo irregular de siembra dificulta el control en malezas; y por otro lado se piensa que un adecuado control químico permitiría utilizar una densidad mayor como resultado de la eliminación de la competencia de malezas. El programa se propone explorar, en relación con el control químico de malezas, alternativas de siembras en hileras con una población mayor que la utilizada por el productor.

#### 4.1.3 Los problemas con fertilizantes

Como resultado del análisis realizado, el problema de fertilizantes se visualiza con distintas facetas.

- Desde el punto de vista de producción, el agricultor parece estar familiarizado con el uso de insumo (en realidad ya hemos visto que la mayoría de los agricultores lo usan en la actualidad). Sin embargo, un porcentaje importante de éstos (42%) no usan fertilizantes. Por otra parte, los que utilizan el insumo, lo emplean en dosis que en promedio están bastante por debajo de las recomendaciones de extensión (unos 4 qq de fórmula 10-30-10 ó 12-24-12). No existe evidencia para la zona que dé claras indicaciones de respuesta a fertilizantes, ni menos se conoce su magnitud (en el caso de que dicha respuesta existiera). Por último, las percepciones de los técnicos del área (hipótesis) que dicha respuesta, si existiera, no debe ser substancial, particularmente en las zonas planas del área<sup>(1)</sup>.
- Desde el punto de vista de la política crediticia, los programas

---

(1) El 68% del área en maíz/frijol se ubica en parcelas con topografía plana (pendiente menor de 5%).

para maíz en el área han enfatizado dos cosas: mecanización y fertilizantes. Mientras que la primera ha sido ampliamente adoptada por los productores, no ha ocurrido lo mismo con los fertilizantes, en cuyo caso ya hemos mencionado que no solamente un porcentaje importante de los productores (42%) no lo utilizan, sino que aquellos que sí lo hacen, usan una dosis bastante menor que lo que indican los paquetes crediticios. Por esto es importante aclarar la magnitud de la respuesta a fertilizantes en situaciones representativas del Dominio de Recomendación No. 2; y en particular, si a partir de la práctica del productor (dosis bajas), la tasa marginal de retorno asociado con las recomendaciones es mayor que el costo de oportunidad de capital.

Desde el punto de vista de las firmas distribuidoras de insumos y la disponibilidad por tipos de fertilizantes para Caisán, es probable que esté influenciada por la cercanía de la zona papera más importante de Panamá (Cerro Punta) que puede hacer que Caisán sea un "mercado residual" frente a la importancia del mercado de Cerro Punta. Esto podría condicionar el tipo de fertilizantes que prevalentemente se encuentran disponibles para Caisán. Se espera que la incorporación de fertilizantes, particularmente nitrógeno y fósforo como variables experimentales, pueda arrojar alguna idea sobre la adecuación de la disponibilidad por tipo en el área a los requerimientos específicos de la producción de maíz.

#### 4.1.4 Los problemas de acame

Los fuertes vientos que se verifican en el área, particularmente durante los meses de junio y julio, representan un riesgo importante en el proceso de producción. En la visión del productor los problemas de acame figuran entre los más importantes junto con el de malezas (Cuadro 28).

En el Cuadro 29 se observa la frecuencia con que se produjeron daños parciales de acame en los últimos cinco años y los meses de mayor probabilidad de ocurrencia. Cerca del 80% de los casos reportados de acame se ubican en el período junio-julio. En lo que se refiere a la frecuencia del daño, ésta resulta muy variable, aunque se puede decir que en el período considerado todos los productores han sufrido daños parciales de acame al menos en una ocasión. La magnitud de eventuales pérdidas de cosecha asociadas con este problema ha sido muy difícil de precisar ya que dependen no sólo del área afectada, sino también del estado de madurez del maíz acamado (que en algunos casos puede incluso cosecharse). De todas formas, entre los elementos que contribuyen a aumentar la incidencia de acame en la zona, se encuentra el excesivo desarrollo vegetativo de la variedad empleada por el agricultor; la cual generalmente supera los 3.50 metros de altura, característica que la hace particularmente susceptible a los problemas de acame.

Cuadro 29. Frecuencia y fecha del problema de acame. Maíz primera coa.

Meses	No. de veces en que el viento acamo parte del maíz en los últimos cinco años						Total
	1	2	3	4	5	sin respuesta	
Mayo	2	1	--	--	--	--	3
Junio	6	--	2	--	5	--	13
Julio	1	4	3	--	5	--	13
Agosto	1	--	--	--	2	2	5
TOTAL	10	5	5	--	12	2	34

Por otro lado, a pesar de que en el área se han probado variedades que alcanzan alturas menores (entre otras Tocumen 7428), dichas variedades no han sido aceptadas por los agricultores, ya que, según sus reportes, estas variedades no resisten bien el exceso de humedad característico del área, las mazorcas se pudren, el capullo (espato) no cierra bien, y sus rendimientos no superan a la variedad local.

Frente a esta situación, y vista la reciente experiencia de los productores del área con las variedades que se intentará introducir, el programa de mejoramiento decide no incorporar variedades como variable experimental en las primeras etapas del trabajo, sino más bien limitarse a diseñar un modesto programa de mejoramiento que tenga como objetivo bajar la altura de la variedad local.

Por último, las restantes consideraciones que avalan la decisión de no incorporar variedad como variable experimental en la etapa inicial del programa, están referidas al hecho de que la información agroeconómica manejada indica de que en un corto plazo, el impacto en productividad e ingresos derivados de componentes agronómicos (tales como control de malezas y densidad) serían claramente superiores al que eventualmente pudiera conseguirse con nuevas variedades en esta etapa del desarrollo tecnológico del área.

#### 4.2 Componentes tecnológicos más allá del primer ciclo.

En la sección número 1 se presentó e intentó fundamentar la preselección de componentes tecnológicos a incorporar en el primer ciclo de ensayos de maíz. La idea es concentrar los esfuerzos de investigación en un número mínimo de nuevos componentes tecnológicos que en su conjunto puedan ser manejados por los recursos humanos asignados al área, y que prometan resultados en un período razonable de tiempo en términos de alternativas tecnológicas factibles de ser utilizadas por los productores del área. Por la

misma naturaleza de este proceso de planeamiento de la investigación, debe quedar claro que no se han agotado todos los problemas del área, ni tampoco queda con ésto completamente definido todo el futuro de la investigación.

En particular, en este caso, los problemas de erosión reportados por los productores y confirmados por la observación directa en el área; los problemas de "falta de maquinaria" y "escasez de mano de obra" (Cuadro 28), esta última particularmente en el período de cosecha de maíz, preparación del suelo y siembra de frijol; las cuestiones de empalme de ambos cultivos con tiempo para realizar las prácticas en el momento apropiado; éstos y otros aspectos que seguidamente se exponen llevan a considerar en el futuro de la investigación a la tecnología de cero labranza como alternativa a la labranza convencional prevaleciente en la actualidad.

La decisión en este sentido ha sido la de postergar la incorporación en el programa, del sistema de labranza como variable experimental hasta tanto se tenga información experimental que permita validar las hipótesis formuladas sobre el impacto potencial y viabilidad para el productor de las alternativas de control químico de malezas que serán analizadas en los ensayos. La tecnología de cero labranza aparece asociada en este contexto con el control químico de malezas; y como tal, parece razonable para el programa consolidar el conocimiento en esta última área, antes de entrar en las relativamente mayores complejidades del sistema de labranza "per se".

Por último, a pesar de lo manifestado en la sección 3.3.5.6 del capítulo 3, la información manejada no deja completamente clara la naturaleza y magnitud del problema de insectos. Se espera que la misma experiencia de conducción de los primeros ensayos pueda arrojar alguna luz adicional sobre esta cuestión que lleve a incorporar en el futuro el problema de insectos en el programa de investigación.

#### 4.3 Topografía de la parcela como elemento de diferenciación en el Dominio de Recomendación No. 2

En el capítulo 3 se vio que la topografía del terreno condiciona las prácticas de preparación del suelo que realizan los productores (Cuadro 12). Aparte de ésto, se ha encontrado otra asociación entre la variable topografía y el resto de las prácticas de producción. Sin embargo, se puede anticipar (hipótesis) que la topografía del terreno va a condicionar el comportamiento de al menos alguna de las variables experimentales que se incorporarán en el programa.

En los Cuadros 30 y 31 se nota la distribución de las parcelas de maíz/frijol en rotación y maíz primera coa (que incluye a la primera) en distintas condiciones de topografía del terreno. Se ve que la mayor parte del área de

maíz primera coa se encuentra ubicado en terrenos con pendiente menor de cinco por ciento. Al parecer los productores tienden a dedicar sus mejores parcelas a la producción de maíz y/o frijol. Si se tuviera que tomar una decisión de localizar los ensayos en terrenos de pendientes o en terrenos planos, esta última alternativa parecería más representativa de la situación prevaleciente en el área.

Cuadro 30. Topografía de la parcela maíz/frijol

Pendiente en Porcentaje	No. de productores	%	Hectáreas	%
Menor de 5	16	62	97.5	68
De 5 a 20	9	35	44.5	31
Mayor de 20	1	4	2.0	1
TOTAL	26	100	144.0	100

Cuadro 31. Topografía para maíz primera coa.

Pe. Jiente en Porcentaje	No. de productores	%	Hectáreas	%
Menor de 5	19	54.3	107.5	58.0
De 5 a 20	11	31.4	67.5	36.4
Mayor de 20	5	14.3	10.5	5.7
TOTAL	35	100.0	185.5	100.0

Sin embargo, antes de pretender dejar contestada la pregunta precedente, se considera importante preguntar si en términos de los componentes tecnológicos seleccionados, se esperan diferencias significativas en el comportamiento de las variables experimentales en tierras planas y tierras de ladera. La presunción es que para la mayoría de las variables experimentales (malezas, arreglo espacial y densidad y acame) no se espera que existan diferencias importantes. Sin embargo, en el caso de fertilizantes sí podría esperarse una menor fertilidad natural y quizás una mayor respuesta a fertilizantes químicos. Esto podría sugerir una apertura del Dominio de Recomendación Número 2, del cual se separarían los terrenos de ladera que integrarían el Dominio de Recomendación Número 3. Sin embargo, dados los escasos recursos con que el programa comienza, esto no pasaría de ser un ejercicio taxonómico sin implicaciones operativas inmediatas, ya que no parece razo-

nable desde este punto de vista dispersar los recursos del programa comenzando a trabajar simultáneamente en dos Dominios de Recomendación.

En consecuencia, en esta etapa del programa es suficiente sólo precisar que, visto las circunstancias precedentes, particularmente las de representatividad, el programa comenzará dentro del Dominio de Recomendación Número 2 en los terrenos con pendientes menores de cinco por ciento.

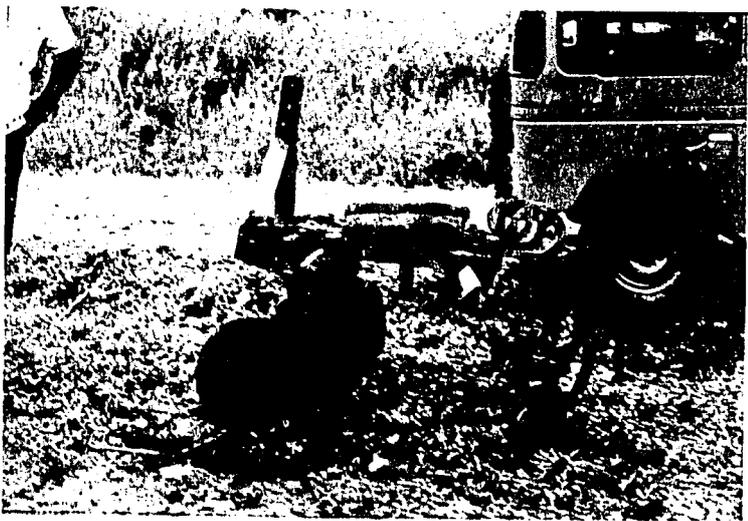
En la medida en que nuevos componentes tecnológicos se vayan incorporando en el futuro dentro del programa de investigación y en función de las experiencias y resultados obtenidos en uno o dos ciclos, será posible extender el trabajo a las tierras de ladera, y en esa ocasión precisar la definición tentativa ya realizada de Dominios de Recomendación.

## EL PRIMER CICLO DEL PROGRAMA DE MAIZ

### 5.1 Estrategia y manejo experimental

La información sobre las circunstancias de los productores generada en la etapa de planeamiento de la investigación, lleva a la preselección de ciertos componentes tecnológicos en los cuales concentrar los esfuerzos de investigación. En esta sección se verá la forma en que estos componentes se articulan en el programa en forma consistente con el conjunto de hipótesis que acompañan su incorporación; así como también otras implicaciones para la estrategia y el manejo experimental, tales como horizontes de tiempo en el cual se esperan tener resultados para los distintos componentes o grupos de componentes; y el manejo acorde dado a las variables experimentales y no experimentales en el diseño y conducción de los ensayos.

A través del proceso descrito en la sección precedente se preseleccionaron en Caisán cinco componentes tecnológicos para incorporar en el programa de investigación: a) control de malezas; b) densidad y arreglo espacial de siembra ("mateado" vs. siembra en hilera); c) requerimientos de nitrógeno; d) requerimientos de fósforo; y e) problemas de acame. Este último se encara en forma separada de los restantes con un programa de mejoramiento cuyos objetivos están dirigidos a bajar la altura de la variedad local. Esto permitiría



*Los resultados del primer ciclo de investigación llevan a la incorporación del sistema de labranza como variable experimental.*

no eliminar, pero sí moderar, los riesgos de acame detectados en la zona. Por la naturaleza del trabajo de mejoramiento a realizar, se esperan resultados en un horizonte de mediano plazo (tres o cuatro años).

Los restantes componentes son ordenados en dos grupos de acuerdo con el horizonte temporal dentro del cual se plantea la investigación en cada uno de ellos: la naturaleza del problema que se pretende resolver; y el grado de prioridad con que son asumidos.

En un horizonte de corto plazo, en primera prioridad, se ubican los componentes a y b (control de malezas, y densidad y arreglo espacial de siembra), para los cuales se espera formular recomendaciones en un período no mayor de dos años. Esto surge del análisis "ex-ante" realizado en la zona y está basado fundamentalmente en dos hipótesis: Por un lado, que habría amplio margen de incremento en la productividad e ingresos con factibilidad económica (a priori) en este grupo de alternativas tecnológicas a desarrollar; por otro lado, no se esperan en este grupo problemas de política agropecuaria o disponibilidad de insumos, asociados con las alternativas tecnológicas a desarrollar.

En un horizonte de mediano plazo, y en segunda prioridad se ubican los componentes c y d correspondientes a los problemas de fertilidad. El problema en este caso no se circunscribe al área de producción sino que también presenta claras ramificaciones en el área de política agropecuaria. Los programas de crédito en la zona han enfatizado tradicionalmente el uso de fertilizantes. Sin embargo, no obstante que los productores están familiarizados con estos insumos, casi la mitad de ellos no los utilizan, y los que lo hacen, emplean dosis menores que las recomendadas. Por otra parte, no existen evidencias de respuesta a fertilizantes para el área, y la percepción de los técnicos es de que la fertilidad natural de la zona no permite pensar en una respuesta sustancial (si esta existiera), al menos en las parcelas del dominio de recomendación seleccionado para el comienzo del programa. En resumen, en este caso los ensayos se plantean no para formular recomendaciones en un corto plazo a los productores, sino más bien para dilucidar en un mediano plazo las cuestiones precedentes.

El agrupamiento realizado no es meramente taxonómico, sino que tiene, entre otras, implicaciones para la conducción de los ensayos. Por un lado, los cuatro componentes son incorporados como variables experimentales en ensayos uniformes de naturaleza exploratoria, donde se analiza integralmente con un arreglo factorial  $2^4$ , efectos e interacciones de estos cuatro componentes frente a la práctica del agricultor. Los ensayos exploratorios se complementan con ensayos de "niveles" incluyendo tipos de herbicidas, dosis y época de aplicación, y niveles de nitrógeno y fósforo.

Por otro lado, en los ensayos que incorporan control de malezas y

densidad como variables experimentales (orientados hacia el corto plazo), la naturaleza y el nivel de las variables no experimentales se establece de acuerdo con las prácticas de cultivo prevalecientes en el dominio de recomendación. Esto permite que los resultados de los ensayos reflejen el impacto que tendrán los productores representativos, en el caso de que adopten en el futuro las alternativas tecnológicas consideradas.

Por su parte, los ensayos de fertilizantes, (orientados hacia un mediano plazo) son manejados *in vivo* por los productores fueran a adoptar alternativas mejoradas de control de malezas y densidad, y consecuentemente las variables no experimentales correspondientes a estos componentes son fijadas a los niveles considerados y fijados de acuerdo con la información disponible en la etapa de planeamiento.

Por último, los niveles testigo de las variables experimentales, incorporan en todos los casos la práctica del productor. En el Cuadro 3.2 se reseñan los elementos y elementos de la estrategia experimental.

## 5.2 Ensayos en el primer ciclo

### 5.2.1 Ensayos exploratorios

Los ensayos exploratorios intentan analizar en forma integral el impacto agroeconómico de los nuevos componentes tecnológicos para los agricultores representativos del área<sup>(1)</sup> y las interacciones más importantes que estos componentes pueden presentar entre sí, a partir de la práctica del agricultor.

En la concepción de este trabajo el análisis exploratorio tiene entonces un doble propósito: a) Por un lado, validar las hipótesis sobre problemas prioritarios de producción, establecidas en la etapa de diseño del programa; b) Por otro lado, analizar en forma preliminar la viabilidad agroeconómica de desarrollar alternativas tecnológicas en estos problemas de producción considerados como prioritarios para el conjunto de productores objetivo (dominio de recomendación) del programa.

En otras palabras, se pretende con este análisis consolidar la identificación de problemas prioritarios, a la vez que aportar información a su eventual solución (desarrollo de alternativas tecnológicas viables para el dominio de recomendación).

De esta forma, el trabajo de planeamiento de la investigación lleva a incorporar en forma conjunta en los ensayos exploratorios a cuatro de los cinco<sup>(2)</sup> componentes tecnológicos seleccionados como prioritarios para

(1) Es decir, para el dominio de recomendación del programa de investigación.

(2) El problema no incluido por su naturaleza en el análisis exploratorio es el de acame, para lo cual se ha diseñado un simple programa de mejoramiento que intenta bajar la altura de la variedad local.

**Cuadro 32.** Esquema de organización y estrategia del programa de Caisán, Primer ciclo de maíz.

Preselección de componentes: ordenamiento en el tiempo: problemas puramente de producción vs. problemas de producción asociados con política agropecuaria, manejo de los experimentos.

Componentes seleccionados	Naturaleza del problema	Horizonte temporal de la investigación	Ensayos Exploratorios (2 <sup>4</sup> )			Ensayos de Nivel		
			Componentes incluidos	Rango Variables Experim.	Variables No Experim.	Componentes incluidos	Variables No Experim.	
Control de malezas Densidad y arreglo espacial de siembra	Producción	Corto Plazo	a	PA Y	PA	c	P.A.	
			b	UNA				
Requerimientos de Nitrógeno	Producción-Política Agropecuaria	Mediano Plazo	c	ALTER-			c	PA + HI
Requerimientos de Fósforo			d	NATIVA			d	Y PA+HI+DI
Acame	Mejoramiento	Mediano Plazo	PROGRAMA PARA BAJAR LA ALTURA DE LA VARIEDAD LOCAL					

**Notas** - PA: Práctica del agricultor; HI: Práctica mejorada de control químico de malezas; DI: Práctica mejorada de densidad y arreglo espacial de siembra.

En todos los ensayos los niveles testigos de las variables experimentales corresponden a la PA.

el programa a llevar en campos de agricultores. Estos son: a) control de malezas; b) densidad y arreglo espacial de siembra; c) requerimientos de nitrógeno y d) requerimientos de fósforo.

De acuerdo con los objetivos del análisis exploratorio se utilizó un diseño de bloques incompletos al azar con arreglo factorial confundido  $2^4$  (la interacción de tercer orden está confundida con el efecto de bloques). Los criterios para la fijación de los niveles en cada variable experimental han sido: a) Uno de los niveles es el correspondiente a la práctica del agricultor; b) El otro punto en el rango de la variable experimental está dado por un nivel que permita detectar efectos e interacciones si estos existieran.

Con estos criterios se pusieron seis ensayos con arreglo factorial  $2^4$  con una sola repetición por localidad. Las razones para poner solo una repetición por localidad son: a) Interesa muestrear el Dominio de Recomendación más que aumentar la precisión estadística por ensayo a expensas del número de estos últimos; b) Se trató de limitar el área de terreno solicitado a cada agricultor para estos propósitos; c) El arreglo factorial provee de "repeticiones internas" que permitirían realizar, si fuera necesario, un análisis estadístico limitado (efectos principales y eventualmente una interacción de primer orden) por localidad aunque se tenga una sola repetición. Sin embargo, en este caso, interesa básicamente el análisis combinado, a partir de resultados agronómicamente consistentes por localidad; d) Los criterios para la selección de los terrenos <sup>(1)</sup> donde ubicar estos ensayos permiten anticipar que habrá de minimizarse la probabilidad de una variabilidad inmanejable en el análisis combinado.

Cuando se siembra utilizando la práctica del agricultor, la parcela consta de  $16\text{ m}^2$  de área, sembrándose 4 granos por hoyo, siguiendo un sistema irregular, no en surcos (práctica de mateado); en este caso la distancia entre hoyo y hoyo es variable, aproximadamente de 1 metro, lo que permite tener una población inicial a la siembra, de 40,000 plantas/ha; la variabilidad del número de plantas por hectárea está ligada incluso a una distribución irregular del número de plantas por hoyo, con posterioridad a la siembra. En este caso, el área de la parcela útil corresponde a la parcela experimental ( $16\text{ m}^2$ ).

Cuando se siembra con el método alternativo al del agricultor, la parcela experimental consta de 4 surcos de 5 metros de largo, separados a 0.80 metros ( $16\text{ m}^2$  de área total), dejando dos plantas por hoyo cada 50 cm dentro del surco, lo que da una población de 50,000 plantas/ha, densidad que fue controlada inicialmente sembrando 3 granos por hoyo, para ralea posteriormente a 2 plantas. En este caso la parcela experimental consta de dos surcos separados a 80 cm y de 4.5 m de largo ( $7.20\text{ m}^2$ ).

(1) Básicamente parcelas de maíz/frijol con pendiente menor de un 5% y prácticas tecnológicas cercanas a las prevalecientes en el área.

Por último, la naturaleza y niveles de las variables experimentales en estos ensayos son los siguientes:

a) Herbicidas

$H_0$  = 2-4-D, a razón de un litro/hectárea de material comercial aplicado a los 30 días después de la siembra.

$H_1$  = Gesaprim 80, a razón de 2.5 kilos de material comercial por hectárea aplicado en preemergencia.

b) Densidad y arreglo espacial de siembra

$D_0$  = 40.000 plantas/ha a la siembra, arreglo "bateado" 4 granos por golpe; distancia aproximadamente entre estos de 1 m, no se realiza raleo.

$D_1$  = 50.000 plantas/ha 2 plantas por golpe cada 50 cm después del raleo, surcos a 80 cm de separación.

c) Nitrógeno

$N_0$  = No se aplica nitrógeno.

$N_1$  = 90 kilos de nitrógeno/ha a la siembra.

d) Fósforo

$P_0$  = 25 kilos de  $P_2O_5$ /ha a la siembra.

$P_1$  = 75 kilos de  $P_2O_5$  a la siembra.

La naturaleza y nivel de las variables no experimentales (preparación del suelo, variedad, etc.), corresponden a las prácticas seguidas por los productores de nuestro dominio de recomendación. En todos los casos se utilizará la variedad local. El control de insectos al follaje sólo se realizará de ser necesario, según prácticas del agricultor. En el caso de fertilizantes, una vez aplicados al suelo serán cubiertos con tierra, empleando una azada.

Durante la conducción de los experimentos se registrarán los siguientes datos: porcentaje de germinación, número de plantas acamadas, número de plantas y mazorcas cosechadas, rendimiento al 14% de humedad y enfermedades.

### 5.2.2 Ensayos de nivel

Complementando la información de los ensayos exploratorios, los de nivel cubren con mayor profundidad y detalle y en distintos grupos de ensayos, el estudio del comportamiento de todas o parte de las variables experimentales consideradas en los exploratorios.

Acorde con ello, para el primer ciclo se planificaron ensayos de nivel en: a) tipos de herbicidas por dosis, b) tipos de herbicidas por época y c) niveles de nitrógeno y fósforo.

#### 5.2.2.1 Tipos de herbicidas por dosis

Se realizaron dos ensayos de herbicidas por dosis, utilizándose un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones. Las unidades experimentales son iguales a las descritas para los ensayos exploratorios.

Los tratamientos son:

Tipos de herbicidas	Dosis M.C./ha		Época de aplicación	
	kilos	litros		
Gesaprim 80	4		Pre-emergente	
Gesaprim 80	3		Pre-emergente	
Gesaprim 80	2		Pre-emergente	
Gesaprim 80 + Prowl	4	+	5	Pre-emergente
Gesaprim 80 + Prowl	3	+	4	Pre-emergente
Gesaprim 80 + Prowl	2	+	2	Pre-emergente
Alachlor(lasso) + 2-4-D	8	+	2	Pre-emergente y post-emergente <sup>(1)</sup>
Alachlor(lasso) + 2-4-D	6	+	1.5	Pre-emergente y post-emergente <sup>(1)</sup>
Alachlor(lasso) + 2-4-D	4	+	1	Pre-emergente y post-emergente <sup>(1)</sup>
2-4-D (práctica del agricultor)	-		1	A los 30 días

(1) A los 20 días de la siembra

Las variables no experimentales en estos ensayos corresponden a las prácticas del agricultor. La parcela experimental es la misma que en los ensayos exploratorios. Los datos tomados en este caso son las mismas variables de respuesta calificadas en los ensayos exploratorios y además en fitotoxicidad y efectividad de los tratamientos.

#### 5.2.2.2 Tipos de herbicidas por épocas

Se programaron dos ensayos de herbicidas por época de aplicación, para lo cual se utiliza un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Parte de los tratamientos están ordenados en arreglo factorial (Gesaprim 80 y 2-4-D por 5 épocas de aplicación).

A ellos se agregan la práctica del agricultor y un testigo absoluto.

Los tratamientos son:

Epocas de Aplicación Días (1)	Herbicidas	Dosis MC/ha
0	Gesaprim 80	2.5 kg.
0	2-4-D	2.0 lt
5	Gesaprim 80	2.5 kg
5	2-4-D	2.0 lt
10	Gesaprim 80	2.5 kg
10	2-4-D	2.0 lt
20	Gesaprim 80	2.5 kg
20	2-4-D	2.0 lt
30	Gesaprim 80	2.5 kg
30	2-4-D	2.0 lt
30	2-4-D	1.0 lt
	Testigo absoluto	

(1) Días después de la siembra.

La parcela experimental es la misma que en los ensayos exploratorios. Las variables no experimentales, variedad, densidad de siembra, fertilización, control de insectos, labranza del suelo, etc., corresponden a la práctica del agricultor. Los datos de campo a tomar son iguales a los ya mencionados para los ensayos exploratorios.

### 5.2.2.3 Niveles de nitrógeno y fósforo.

Se planificaron dos ensayos de niveles de nitrógeno y fósforo. El diseño a utilizar es el de bloques completos al azar con arreglo factorial incompleto y tres repeticiones.

Se incluyen 5 niveles de nitrógeno y 6 de fósforo con una densidad de 37,500 plantas/ha. A estos se agrega un tratamiento adicional consistente en los niveles centrales de nitrógeno y fósforo con una densidad de 50,000 plantas/ha.

La unidad experimental es la misma que para los ensayos exploratorios. A diferencia de los casos anteriores no todas las variables no experimentales corresponden a la práctica del agricultor. En este caso en particular, para el control de malezas se emplea Gesaprim 80 a razón de 2.5 kg de material comercial por hectárea. El resto de las variables no experimentales son incorporadas al nivel de la práctica del agricultor. Las variables a calificar en este caso son las mismas que las tomadas en los ensayos exploratorios.

Los tratamientos son:

Número de Tratamientos	Niveles (Kg/ha)		Densidad Plantas/ha
	N	P	
1	0	0	37,500
2	90	0	37,500
3	120	0	37,500
4	60	50	37,500
5	120	50	37,500
6	90	75	37,500
7	120	75	37,500
8	0	100	37,500
9	60	100	37,500
10	90	100	37,500
11	120	100	37,500
12	150	100	37,500
13	120	150	37,500
14	150	150	37,500
15	90	90	37,500
16	90	75	50,000

### 5.3 Análisis agronómico, estadístico y económico de los resultados obtenidos por grupos de ensayos

#### 5.3.1 Ensayos exploratorios

De los seis ensayos realizados uno tuvo que ser eliminado por daño de animales. Para los ensayos restantes se presentan en el Cuadro 33 los rendimientos en grano obtenidos en las diferentes localidades para cada uno de los tratamientos en estudio. Se observa que el menor rendimiento promedio se obtiene con la práctica del agricultor (2.9 ton/ha) mientras que los mayores rendimientos se alcanzan cuando se aplican conjuntamente las alternativas a la práctica del agricultor (6.1 ton/ha).

En el Cuadro 34 se presentan los efectos principales por localidad y el promedio general para el Dominio de Recomendación considerado.

La observación del Cuadro da una idea preliminar del impacto potencial de los factores considerados. Por un lado se tiene con bastante consistencia para todas las localidades un efecto positivo sobre los rendimientos de las alternativas consideradas en herbicidas y densidad (esto habremos de corroborarlo con el análisis estadístico); siendo el impacto promedio para ambos

componentes de 0.9 toneladas por hectárea. Por otro lado, el efecto de nutrientes químicos aparece como prácticamente nulo girando alrededor de valores positivos y negativos cercanos a cero según la localidad.

PROGRAMA DE MAIZ 1979

Cuadro No. 33: Ensayos exploratorios (Factorial 2<sup>4</sup>). Rendimientos promedio por tratamiento<sup>(a)</sup>

No.	Tratamientos H-D-N-P	Rendimientos promedio por localidad					Rendimiento promedio para el Dominio de Recomendación
		I	II	III	IV	V	
1	0-0-0-0	2.9	2.5	3.5	2.3	3.2	2.9
2	1-0-0-0	5.0	3.5	3.0	4.1	5.0	4.1
3	0-1-0-0	5.1	5.4	5.3	4.1	3.7	4.7
4	1-1-0-0	5.9	5.3	4.7	4.1	6.2	5.2
5	0-0-1-0	4.2	3.2	3.4	4.2	4.0	3.8
6	1-0-1-0	4.6	4.5	3.7	5.0	3.0	4.2
7	0-1-1-0	3.2	3.5	3.0	4.0	4.3	3.6
8	1-1-1-0	6.9	5.7	2.8	4.2	8.0	5.5
9	0-0-0-1	3.5	3.6	3.0	7.2	3.0	4.1
10	1-0-0-1	4.8	3.3	4.1	4.4	4.6	4.2
11	0-1-0-1	5.5	4.8	4.1	2.8	3.9	4.2
12	1-1-0-1	6.6	5.8	4.0	5.1	5.1	5.3
13	0-0-1-1	4.8	3.1	3.0	3.3	3.4	3.5
14	1-0-1-1	4.5	3.7	4.8	3.2	4.8	4.2
15	0-1-1-1	4.0	4.5	3.2	4.6	4.5	4.2
16	1-1-1-1	5.2	6.8	5.2	7.4	5.9	6.1

(a) Toneladas por hectáreas en grano al 14% de humedad.

En resumen, el análisis agronómico preliminar indica, con cierta consistencia para el Dominio de Recomendación, la existencia de respuesta para herbicidas y densidad, mientras que ésta no aparece clara para el caso de fertilizantes.

Con consistencia en los resultados obtenidos por localidad, el análisis estadístico fue realizado para el conjunto de ensayos, tratando a localidades como repeticiones. En el Cuadro 35 se presenta el análisis de varianza combinado para las 5 localidades.

## PROGRAMA DE MAIZ 1979

Cuadro 34: Ensayos exploratorios. Efectos principales.

Medias de Tratamientos	Rendimientos promedio por localidad <sup>(a)</sup>					Rendimiento promedio para el Dominio de Recomendación
	I	II	III	IV	V	
H <sub>0</sub>	4.1	3.8	3.5	3.6	4.1	3.9
H <sub>1</sub>	5.4	5.3	4.8	4.0	4.7	4.8
Diferencia	1.3	1.5	1.0	0.4	0.6	0.9
D <sub>0</sub>	4.3	3.8	3.4	3.6	4.2	3.9
D <sub>1</sub>	5.3	5.2	5.2	4.0	4.5	4.8
Diferencia	1.0	1.4	1.8	0.4	0.3	0.9
N <sub>0</sub>	4.9	4.3	4.3	4.0	4.3	4.3
N <sub>1</sub>	4.7	4.7	4.4	3.6	4.5	4.4
Diferencia	-0.2	0.4	0.1	-0.4	0.2	0.1
P <sub>0</sub>	4.7	4.7	4.2	3.7	4.0	4.3
P <sub>1</sub>	4.9	4.4	4.5	3.9	4.7	4.5
Diferencia	0.2	-0.3	0.3	0.2	0.7	0.2

(a) Ton-ladas por hectarea en grano al 14% de humedad.

En primer lugar, se destaca claramente en los resultados obtenidos la alta significación obtenida en los componentes control de malezas y densidad y arreglo espacial de siembra (H y D). Esto va validando, por ahora en forma restringida<sup>(1)</sup> nuestras hipótesis formuladas en la etapa de diseño del programa de investigación.

Se va confirmando consecuentemente lo que parece haber sido una correcta identificación de problemas importantes para el productor del area y al mismo tiempo hemos explorado alternativas tecnológicas que prometen tener impacto de significación en los rendimientos actuales<sup>(2)</sup>.

Relacionado con lo anterior, la interacción HD presenta una significación del 10%; lo que, si bien no es concluyente, indica igualmente un camino de investigación que se debería continuar explorando. Siendo ambos elementos de la interacción, altamente significativos, la explicación agronómica que procede para esta relación, es que un control de malezas más eficiente elimina

(1) Por ahora sólo consideramos impacto en rendimientos, mas adelante completaremos con análisis económico.

(2) No sólo vamos confirmando el diagnostico sino también que podemos desarrollar alternativas de solución a los problemas encontrados.

una mayor parte de la competencia de estas por nutrientes, lo que permite un mejor aprovechamiento por el cultivo (incluyendo una población espacialmente mejor distribuida). El Cuadro 36 y la Figura 1 dan unas relaciones cualitativas y cuantitativamente consistentes con esta situación.

PROGRAMA DE MAIZ 1979

Cuadro 35: Ensayos exploratorios. Anava combinado para las 5 localidades.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. CALC.
Repeticiones	4	8.5571	2.1383	2.2688
Bloquea	5	2.4207	0.4841	0.5136
H	1	19.7011		20.9031*
D	1	19.5031		20.6930*
N	1	0.0211		0.0224
P	1	0.9901		1.0505
HD	1	2.8501		3.0240
HN	1	1.0811		1.1471
HP	1	0.0061		0.0065
DN	1	0.0781		0.0829
DP	1	0.0361		0.0383
NP	1	0.0001		0.0001
HDN	1	2.1451		2.2760
HDP	1	0.5611		0.5953
HNP	1	0.2101		0.2229
DNP	1	3.0031		3.1863
Error	56	52.7798	0.9424	
TOTAL	79	113.9400		

(\*) Significancia al 0.01

CV = 22%

En lo que respecta a los componentes N y P, tal como puede inferirse de la simple observación del Cuadro 33, no presentan impactos de significación en los rendimientos. Consistentemente con esto, el análisis estadístico (Cuadro 35) indica que no hay diferencias significativas en los rendimientos debidas al uso de nutrientes químicos.

De acuerdo con la hipótesis que han llevado a incorporar fertilizantes como componentes del programa de investigación, la explicación agronómica de esta relación puede encontrarse en ciertas características del Dominio de Recomendación hacia el cual se orientó el programa de investigación. Entre otras:

## PROGRAMA DE MAIZ 1979

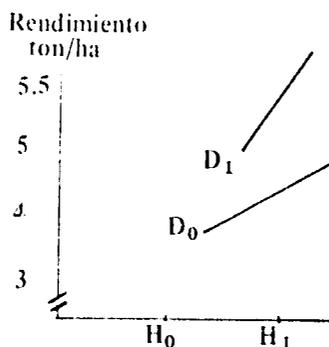
Cuadro 36. Ensayos exploratorios. Interacción de control de malezas y densidad.

	H <sub>0</sub>	H <sub>1</sub>	Promedio
D <sub>0</sub>	3.5	4.2	3.8
D <sub>1</sub>	4.2	5.5	4.8
Promedio	3.8	4.8	

- El área de Caisín, es una zona relativamente nueva incorporada a la producción de granos. Por estas circunstancias, y por la conformación de sus suelos, la situación general es de una alta fertilidad natural.
- De acuerdo con el Dominio de Recomendación definido para la primera etapa de la investigación; las parcelas seleccionadas para los ensayos están ubicadas en suelos con topografía plana (menores de un 5%, las que presentan una mayor fertilidad natural que los terrenos más inclinados<sup>(1)</sup>).
- El sistema de producción en rotación maíz/frijol, y en particular este último cultivo, podría estar contribuyendo a mantener la fertilidad natural del suelo. También podría existir un efecto residual del fósforo aplicado por el agricultor al frijol en la segunda coa (alrededor de 10 kg de N, 40 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 10 kg de K<sub>2</sub>O).

## PROGRAMA DE MAIZ 1979

Figura 1. Ensayos exploratorios. Interacción de control de malezas y densidad.



(1) La mayor parte del área en el sistema de rotación maíz/frijol, se encuentra en terrenos planos (un 53% del área cultivada con este sistema tiene pendientes menores de 5%).

En resumen, en este caso se van validando las hipótesis que orientaron el diseño del programa de investigación. Más adelante, después de integrar estos resultados con el análisis económico, se intentará arivar conclusiones más precisas.

Para analizar la factibilidad económica de las alternativas tecnológicas incorporadas en este ensayo se tuvo en cuenta su impacto agronómico. De esta forma, los componentes que presentaron impacto de significación en rendimientos y sus interacciones de primer orden (control de malezas, densidad), fueron analizadas en su viabilidad económica a partir de las prácticas

#### PROGRAMA DE MAIZ 1979

**Cuadro 37.** Análisis económico de los ensayos exploratorios (viabilidad de las alternativas, control químico y arreglo espacial de siembra y densidad)<sup>(1)</sup>

CONCEPTO	FRATAMIENTOS <sup>(2)</sup>			
	Valores en US Dls. por hectárea			
	H <sub>0</sub> D <sub>0</sub>	H <sub>0</sub> D <sub>1</sub>	H <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	H <sub>1</sub> D <sub>1</sub>
Rendimiento (ton/ha)	3.60	4.20	4.20	5.50
Rendimiento ajustado (10%)	3.24	3.78	3.78	4.95
Beneficio Bruto Pem = \$114/ton	369.36	430.92	429.92	564.30
Costos Variables (CV)	15.23	23.05	31.57	39.39
<b>Herbicidas:</b>				
2-4-D (1 lt x Pc 2-4-D = \$1.63)	1.63	1.63		
Gesaprim (2.5 kg x PcG = \$7.19)			17.97	17.97
<b>Siembra:</b>				
Semilla (kg/ha)	13.00	15.00	13.00	16.00
Costo semilla Pes = \$0.22/kg	2.86	3.52	2.86	3.52
Mano de obra (días/ha)	3.00	5.00	3.00	5.00
Costo mano de obra Pet = \$3.58/día	10.74	17.90	10.74	17.90
<b>Beneficios Netos (BN)</b>	<b>354.13</b>	<b>407.87</b>	<b>399.35</b>	<b>524.91</b>
Incremento en BN		53.74		117.04
Incremento en CV		7.82		16.34
Tasa Marginal de Retorno		687%		716%

(1) Nitrógeno y fósforo no presentan diferencias significativas.

(2) Se incluyen sólo aquellos que han presentado diferencias significativas.

actuales de producción (prácticas prevalecientes en la actualidad para el Dominio de Recomendación). En el Cuadro 37 puede verse que las alternativas no dominadas para H y D ( $H_0D_1$  y  $H_1D_1$ ) presentan un amplio margen de viabilidad económica con tasas marginales de retorno mayores de 700%. Por su parte, en forma consistente con las interacciones detectadas en el análisis agronómico y estadístico de estos componentes, la TMR de  $H_1D_1$  sugiere que ambos componentes deben ser considerados conjuntamente.

Hasta aquí se puede afirmar que la evidencia empírica proveniente del análisis exploratorio en este primer ciclo de ensayos, indica, con amplio margen de seguridad, que existen claras oportunidades de desarrollar en los componentes control de malezas y densidad, alternativas tecnológicas de producción de maíz, viables para los productores representativos del área.

Para el resto de los componentes considerados en el ensayo (nitrógeno y fósforo), no se encontraron diferencias significativas en los rendimientos. Sin necesidad de recurrir al análisis económico<sup>(1)</sup>, se puede inferir en forma preliminar que con las relaciones agronómicas encontradas la práctica del agricultor parece ser la más razonable de las alternativas consideradas. Las implicaciones de estos resultados serán consideradas después que se analicen los resultados de los ensayos de nivel.

### 5.3.2 Ensayos de nivel

#### 5.3.2.1 Tipos de herbicidas por dosis

En el Cuadro 38 se presentan los rendimientos en ton/ha para los ensa-

Cuadro 38. Ensayos de nivel. Tipos de herbicidas por dosis(ton/ha al 14% de humedad).

Tratamiento	Rendimiento (ton/ha)		
	Localidad 1	Localidad 2	Promedio
1	4.2147	4.4675	4.3411
2	4.4367	4.6940	4.5653
3	5.2537	4.4897	4.8627
4	4.3327	4.2460	4.2893
5	5.5232	5.0102	5.2667
6	4.6617	4.3207	4.4912
7	4.9635	4.1935	4.5785
8	4.3497	4.2297	4.2897
9	4.2067	4.1890	4.1978
10	3.2005	2.8200	3.0102

(1) Igualmente si actuáramos "como si" las diferencias fueran significativas y realizáramos el análisis económico; vamos a encontrar que el incremento en los rendimientos está lejos de compensar los costos en que debe incurrirse para la compra y aplicación de las dosis de nutrientes químicos considerados.

tos de herbicidas por dosis de las dos localidades en estudio; en ambas localidades se observa que los rendimientos de la práctica del agricultor (tratamiento 10) son inferiores a los demás tratamientos.

### PROGRAMA MAÍZ 1979

El Cuadro 39 resume el análisis de varianza, para ambas localidades; la prueba de F indica diferencias significativas sólo al 10% en la localidad 1, mientras que en la localidad 2 no se obtuvo diferencias para tratamientos.

Cuadro 39. Anava localidad 1. Tipos de herbicidas por dosis. Distrito Renacimiento, Panamá, 1979.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	FC	FT
Bloques	3	12,4513	4,4838	5,651	**
Tratamientos	9	14,9038	1,6560	2,087	
Error	27	21,4231	0,7934		
Total	39	49,7783			
CV = 19,74 %					
Tratamientos (1-9) vs 10	1	9,5322	9,5322	11,28	**
Herbicidas	2	0,6939	0,3469	0,4372	

Anava localidad 2. Tipos de herbicidas por dosis.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	FC	FT
Bloques	3	1,6257	0,5419	0,641	
Tratamientos	9	11,9429	1,3270	1,570	
Error	27	22,8192	0,8452		
Total	39	36,3878			
CV = 21,46 %					
Tratamientos (1-9) vs 10	1	7,6271			**
Herbicidas	2	1,0998	0,5499	0,6506	

\*\* , significancia al 0,01.

Observada esta poca significancia para el conjunto de tratamientos se procedió a realizar un análisis de contraste empleando comparaciones orto-

gonales entre los tratamientos (1 a 9) vs el tratamiento 10 que es la práctica del agricultor. Los resultados muestran para ambas localidades diferencias altamente significativas, del orden del 1%, entre la práctica del agricultor y las alternativas de control químico consideradas. El análisis por localidad indica en consecuencia que el productor puede aumentar significativamente sus rendimientos con alternativas de control químico distintas a la que está utilizando.

Por su parte, el análisis combinado (Cuadro 40) de ambas localidades resulta (al aumentar los grados de libertad) en diferencias significativas en los tratamientos, confirmándose asimismo la significación del contraste entre la práctica del agricultor y los restantes herbicidas. Esta última diferencia es en última instancia lo que fundamenta la significación encontrada para tratamientos.

Cuadro 40. Anava Combinado. Tipos de herbicida por dosis. Distrito de Renacimiento, Panamá, 1979.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	FC	FT
Experimentos	1	1.2199	1.2199	1.4889	
Bloques de Experimentos	6	15.0770	2.5128	3.0670	*
Tratamientos	9	24.1774	2.6864	3.2728	**
Tratamientos vs Exps.	9	2.6692	0.2966	0.3620	
Error Combinado	54	44.2423	0.8193		
Contraste					
Herbicidas	2	1.3641	0.6820	0.8348	
Tratamientos (1 a 9) vs 10	1	16.8523	16.8523	20.5691	**

\*, \*\*, significancia al 0.05 y 0.01, respectivamente.

CV = 21%.

Con estos resultados se procedió a realizar el análisis económico por localidad y combinado, el cual se resume en el Cuadro 41. Como puede verse, el tratamiento Gesaprim 80 en dosis de 2 kg/ha de producto comercial domina a las restantes alternativas con Tasas Marginales de Retorno superiores al 1250% en ambas localidades y en el análisis combinado. Nótese que esta alternativa de control químico es la misma que fuera utilizada en los ensayos exploratorios (salvo que la dosis fue en este caso levemente superior, 2.5 kg/ha) y que resultara igualmente con alta Tasa Marginal de Retorno. Ambos conjuntos de ensayos dan en consecuencia resultados fuertemente consistentes cualitativa (tipos de herbicidas) y cuantitativamente (dosis) confirmando la viabilidad para el productor de alternativas más eficientes de control químico de malezas.

PROGRAMA MAIZ 1979  
Cuadro 41. Análisis económico por localidad y combinado de experimentos herbicidas por dosis.

EXPERIMENTOS	LOCALIDAD 1			LOCALIDAD 2		COMBINADO	
	Costo variables	Beneficio neto	TRM	Beneficio neto	TRM	Beneficio neto	TRM
2-4-D 1 lt/ha	10.35	333.75		298.26		309.65	
Gesaprim 80 2 kg	23.14	550.36	16.9	468.36	12.50	514.06	15.9
Gesaprim 80 3 kg	30.33	451.37	*	483.97	2.06	472.57	*
Gesaprim 80 4 kg	37.52	421.28	*	453.96	*	431.08	*
Alachlor 4 lt +							
2-4-D 1 lt	39.67	419.13	*	417.53	*	417.53	*
Gesaprim 80 2 kg +							
Prowl 2 lt	41.50	474.70	*	427.10	*	450.00	*
Alachlor 6 lt +							
2-4-D 1.5 lt	50.74	419.56	*	406.46	*	417.86	*
Alachlor 8 lt +							
2-4-D 2 lt	61.82	477.28	*	395.38	*	441.06	*
Gesaprim 80 3 kg +							
Prowl 4 lt	67.05	529.35	*	470.15	*	504.45	*
Gesaprim 80 4 kg +							
Prowl 5 lt	83.42	386.88	*	373.78	*	385.16	*

\* Dominado.

TRM: Taza de retorno marginal.

### 5.3.2.2 Tipos de herbicida por época de aplicación.

El manejo de estos ensayos confrontó fuertes problemas de acame, lo que ha afectado la precisión de los resultados obtenidos. En secciones anteriores hemos analizado la naturaleza de los problemas de acame y su importancia para el agricultor.

Desde el punto de vista del trabajo experimental, la incidencia del problema de acame presenta mayores complejidades que los que pudimos anticipar al comienzo del programa. Por un lado, tenemos la pérdida de parcelas y/o ensayos completos particularmente si la incidencia de los vientos es fuerte y ocurren en épocas tempranas de desarrollo del cultivo (por ejemplo antes de la floración). En este caso, los rendimientos de las parcelas afectadas bajarán sensiblemente (hasta cero en casos extremos); y si las parcelas perdidas son más de las que pueden estimarse como tales, podría dejarse el ensayo sin cosechar. Los problemas de riesgo para el agricultor deben de una u otra forma ser tomados en cuenta antes de formular recomendaciones al productor.

Cuando el acame ocurre en períodos cercanos a la madurez de la planta, en general el impacto en rendimientos es menor (el agricultor cosecha a mano). Sin embargo, desde el punto de vista del manejo del ensayo; la mezcla de las plantas caídas entre y dentro de las unidades experimentales afecta la precisión de los datos agronómicos y de rendimiento a obtener en la cosecha.

De este último tipo han sido los problemas de acame que afectaron a los ensayos de herbicidas por época.

En el Cuadro 42 se presentan los promedios de rendimiento para ambas localidades. Puede observarse que los tratamientos se comportan en forma similar a excepción del testigo absoluto.

El Cuadro 43 presenta el análisis estadístico para ambas localidades. Los tratamientos son sólo levemente significativos (al 10%) sin embargo, gran parte de esta significación se debe a la diferencia entre los tratamientos y el testigo absoluto; tal como puede verse en la significación del contraste entre los tratamientos 1 a 11 y el 12.

En este tema Espinosa ha generado evidencia empírica<sup>(1)</sup> que indica que cuando las malezas compiten con el cultivo de maíz por cuatro semanas el rendimiento se reduce en un 37%, y que cuando este período se extiende por más de cinco semanas el efecto puede alcanzar hasta un 80%. Estos resultados son confirmados sólo parcialmente (por el contraste con el testigo absoluto) en estos ensayos.

(1) E. Espinosa. Ensayos de Competencia de Malezas y Selectividad de Herbicidas en Maíz. En Progresos de Labores de Investigaciones Agropecuarias. Universidad de Panamá, 1970.

## PROGRAMA DE MAIZ 1979

Cuadro 42. Ensayos de tipos de herbicidas por época de aplicación. Rendimiento promedio por localidad. (kg/ha al 14% de humedad).

Tratamientos No. de Entrada	A Epocas de aplicación días	B Herbicidas	DOSIS (M. C./ha)	RENDIMIENTO kg/ha	
				Localidad No. 1	Localidad No. 2
1	0	Gesaprim 80	2.5 kg	5,617.50	3,961.50
2	0	2-4-D	2 lt	5,154.75	4,339.75
3	5	Gesaprim 80	2.5 kg	5,898.00	4,447.75
4	5	2-4-D	2 lt	5,077.00	4,157.75
5	10	Gesaprim 80	2.5 kg	4,867.25	4,761.00
6	10	2-4-D	2 lt	5,001.75	4,878.75
7	20	Gesaprim 80	2.5 kg	4,591.00	4,583.75
8	20	2-4-D	2 lt	5,499.50	3,557.25
9	30	Gesaprim 80	2.5 kg	5,205.25	3,914.75
10	30	2-4-D	2 lt	4,312.50	3,741.75
11	30	2-4-D*	1 lt	4,878.00	4,568.50
12	--	Testigo absoluto	1 lt	4,096.75	3,559.75

\* Práctica del agricultor.

PROGRAMA DE MAIZ 1979

Cuadro 43. Ensayos de tipos de herbicidas por época de aplicación. Anava por localidad.

LOCALIDAD I

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F CALC.	F TAB
Bloques	3	4134272.9	1378090.9	3.294	*
Tratamientos	9	8067349.9	896372.2	2.142	
A (Epoca)	4	3010062.5	752515.5	1.798	
B (Herbicidas)	1	513928.9	513928.9	1.228	
A x B	4	4543358.3	1135839.5	2.715	
Error	27	11297285.1	418417.9		
Total	39	23498907.9			
Contraste					
Trat (1-11) vs 12	1	3692210.73	3692210.73	7.96	**
Error	33	15314761.02	464083.67		

CV = 14.6%

## LOCALIDAD 2

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F CALC.	F TAB
Bloques	3	2948805.6	932935.2	2.441	
Tratamientos	9	7029674.6	779963.8	1.937	
A (Epoca)	4	4370335.8	1092583.9	2.713	
B (Herbicidas)	1	394816.9	394816.9	0.980	
A x B	4	2254521.8	563630.4	1.400	
Error	27	10873195.4	402710.8		
Total	39	20841673.6			
Contraste					
Trat (1-11) vs 12	1	1822542.55	1822542.55	4.99	**
Error	33	12053863.02	365268.58		

\*, \*\*, significancia al 0.05 y 0.01, respectivamente.

CV = comportamiento  $\neq$  en local.

CV = 14.3%

¿Cómo afectan estos resultados las recomendaciones de herbicidas? Tanto los ensayos exploratorios como los de tipos de herbicidas con dosis confirman la viabilidad de Gesaprim 80 en dosis de 2.5 kg/ha. En ambos grupos de ensayos el Gesaprim fue aplicado en pre-emergencia. Visto que las distintas épocas de aplicación no están asociadas con distintos costos de aplicación y como el Gesaprim tiene efecto residual, la totalidad de la información disponible nos permite afirmar que maximizamos la eficiencia agro-económica del insumo al utilizarlo en pre-emergencia (aunque lamentablemente los ensayos de herbicidas por época no permiten por sí derivar esta conclusión).

### 5.3.2.3 Fertilizantes

En el Cuadro 44 se presentan los rendimientos promedio por localidad obtenidos para cada uno de los tratamientos en estudio. En la conducción de estos ensayos se confrontaron ataques de insectos y daños menores de animales que en alguna medida afectan los resultados obtenidos.

#### PROGRAMA DE MAIZ 1979

Cuadro 44. Tratamientos, niveles y rendimientos. Promedio por localidad (kg/ha) al 14% de humedad de los ensayos de fertilización.

Tratamientos	Niveles (kg/ha)		Densidad Plaat/ha	Rendimiento (Kg/ha)	
	N	P		Localidades	
				1	2
1	0	0	37,500	4842	4886
2	90	0	37,500	5220	3766
3	120	0	37,500	4943	3237
4	60	50	37,500	4295	4580
5	120	50	37,500	4592	4401
6	90	75	37,500	4190	4007
7	120	75	37,500	5755	4598
8	0	100	37,500	4219	4584
9	60	100	37,500	5430	4366
10	90	100	37,500	5359	4692
11	120	100	37,500	5533	4691
12	150	100	37,500	5530	4601
13	120	150	37,500	5252	4758
14	150	150	37,500	5955	4885
15	90	90	37,500	5395	4789
16	90	75	50,000	4812	5829

Con esta salvedad, se presenta en el Cuadro 45 el análisis estadístico para ambas localidades. El mismo indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos. Visto los problemas confrontados en la conducción de los ensayos, no se puede tomar estos resultados como concluyentes. Sin embargo, si estos son considerados conjuntamente con las relaciones agronómicas obtenidas en nitrógeno y fósforo de los ensayos exploratorios, se concluye que el balance de la totalidad de la información generada hasta el momento, permite validar (aunque en forma aún preliminar) las hipótesis que sobre estos componentes fueran formuladas en la etapa de planeamiento de la investigación. En la siguiente sección se verá las implicaciones que esto tiene para el futuro de la investigación y para algunas cuestiones operativas de política agrícola en el área.

## PROGRAMA DE MAÍZ 1979

Cuadro 45. Ensayos de niveles de nitrógeno y fósforo. Anava por localidades.

LOCALIDAD 1					
Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F CALC.	F TAB.
Bloques	3	5297996.4	1765998.8	1.306	NS
Tratamientos	15	18961587.4	1264105.8	0.935	NS
Error	45	60831606.8	1351813.3		
Total	63	85091190.6			
CV %	25.6				

NS = No significativo.

LOCALIDAD 2					
Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F CALC.	F TAB.
Bloques	3	3181982.5	1060660.8	0.865	NS
Tratamientos	15	18054436.8	1203629.1	0.982	NS
Error	45	55152178.4	1225603.9		
Total	63				
CV %	21.8				

#### 5.4 Integración global de resultados y derivación de recomendaciones.

El enfoque metodológico del Programa de Caisán implica que después

de cada ciclo se integra la información proveniente de las encuestas con los resultados de los ensayos; se revisa el diagnóstico realizado, las hipótesis formuladas y se definen con estos elementos las líneas de continuidad de la investigación; las recomendaciones para los productores (si éstas procedieran) y las implicaciones de política agropecuaria que pudieran corresponder. A medida que se van encontrando soluciones a los problemas prioritarios y los productores aceptan las alternativas tecnológicas generadas nuevos problemas ocuparán su lugar y nuevos componentes tecnológicos serán incorporados al programa de investigación.

Con este marco de referencia, los resultados del primer ciclo de ensayos de maíz en Caisín permiten validar las hipótesis formuladas en la etapa de diagnóstico y derivar implicaciones en términos de los elementos mencionados precedentemente.

En este sentido, se ha visto que los ensayos exploratorios muestran efectos principales significativos para herbicidas y densidad y arreglo espacial de siembra; y en menor grado interacciones entre ambas variables. Por otra parte, las Fajas Marginales de Retorno para las alternativas consideradas (siembra en hileras con una población de 50,000 plantas/ha y Gesaprim 80 en dosis de 2.5 kg/ha, superan el nivel de 700%). Esto confirma, por un lado, la hipótesis de que existen en estos componentes claras oportunidades de desarrollar alternativas tecnológicas viables para los productores del área, que permitirán aumentar la productividad de la tierra y la mano de obra en la producción maicera del área.

Por otro lado, los ensayos de nivel en herbicidas resultan cualitativa (tipos de herbicidas) y cuantitativamente (dosis -en este caso 2 kg/ha-) consistentes con los resultados de los ensayos exploratorios. Esto unido al alto margen económico revelado para las alternativas consideradas, llevan al IIDIAP a formular recomendaciones para los productores, a pesar de contar sólo con un ciclo de ensayos. Estas recomendaciones son manejadas informalmente y están referidas a siembra manual en hileras con una población de 50,000 plantas/ha y aplicación pre-emergente de Gesaprim 80 en dosis de 2 a 2.5 kg/ha.

En lo que respecta a la orientación futura de la investigación, los resultados para estos componentes, junto con el diagnóstico realizado sugieren las siguientes líneas de trabajo para el futuro inmediato:

- Dado que se van validando las hipótesis sobre el impacto agro-económico de un control adecuado de malezas; y visto los problemas de erosión que se han encontrado en la etapa de diagnóstico, la falta de maquinaria, y el hecho de que parte de las parcelas de maíz/frijol se encuentran en terrenos de ladera; se decide incorporar el sistema de labranza como variable experimental

en el siguiente ciclo: analizando la preparación del suelo típica de los productores representativos frente a una alternativa de cero labranza con control químico de malezas. Esta variable se incorpora en los ensayos exploratorios en lugar de control químico de malezas que queda sólo en los ensayos de nivel.

- Dado el impacto que tuvieron herbicidas y densidad y los indicios de interacción entre ambos componentes; proceden en el próximo ciclo de maíz, ensayos de nivel en herbicidas por dosis para ir precisando cuantitativamente las relaciones entre ambos, como así también confirmando los niveles óptimos de su utilización.
- En relación con los puntos anteriores se incorpora en el programa como complemento (cero labranza, ensayos exploratorios) y/o alternativa (ensayos de nivel) al Gesaprim 80 el herbicida de contacto Gramaxone. Esto se basa en: la eficiencia mostrada en el control de malezas prevalecientes en la zona de acuerdo a las experiencias del ciclo de frijol, y el hecho de que es más barato que el Gesaprim 80 (precio Gesaprim 80 = B/. 7.19/kg, precio del Gramaxone = B/. 5.00/lit).
- Dado el impacto que tuvo el Gesaprim; y como el sistema de producción prevaleciente en el área consiste en una rotación maíz-frijol se decide analizar el efecto residual del herbicida sobre el frijol, utilizando para ello un arreglo factorial (dosis de Gesaprim por días después de su aplicación en que es sembrado el frijol). A los efectos de ganar en eficiencia de tiempo y costos de investigación, este arreglo factorial se desarrolla en los surecos de borde del ensayo de herbicida por densidad. La hipótesis en este caso es que las altas precipitaciones eliminarán todo efecto residual sobre el frijol.
- Por último, el impacto del componente densidad y arreglo espacial de siembra sugiere un control más riguroso de la densidad en el manejo de los experimentos a realizar en el futuro.

En lo que respecta a fertilizantes químicos, tanto en los ensayos exploratorios como en los de nivel, no se encuentran respuestas estadísticamente significativas, confirmando también en este caso las hipótesis formuladas en la etapa de planeamiento. Acorde con esto, tanto la incorporación de nitrógeno y fósforo separadamente, como su utilización conjunta, a partir de la práctica del agricultor, resulta bajo las circunstancias actuales de producción en retornos marginales negativos. Estos resultados se mantienen igualmente si se considera la adición de estos insumos a partir de prácticas mejoradas de control de malezas y densidad.

¿Cuáles son las implicaciones que surgen de estos resultados? En primer lugar sugieren, por lo menos, cierta cautela en el manejo de recomendaciones de fertilizantes hasta tanto se pueda ir confirmando en ciclos siguientes la información obtenida en el primer ciclo. También sugieren revisar el énfasis puesto en fertilizantes por los programas crediticios.

En lo que respecta a la orientación futura de la investigación, estos resultados y el horizonte de mediano plazo para estos componentes, sugieren el uso de ensayos en parcelas continuas donde pueda analizarse el impacto de mediano plazo sobre la fertilidad natural del suelo, de un manejo más intensivo de la rotación maíz frijol, incluyendo prácticas mejoradas de control de malezas y densidad de siembra.

Por último, los rendimientos obtenidos en los ensayos han confirmado el potencial de rendimiento de la variedad local, que fuera utilizada en todos los casos en los ensayos como variable no experimental.

## EL SEGUNDO CICLO DEL PROGRAMA DE MAIZ (1980)

Las conclusiones reseñadas en el capítulo precedente ofrecen una muy buena base de información para orientar el programa de ensayos de 1980. En particular, la validación inicial de la hipótesis sobre control químico de malezas permite incorporar en el programa de ensayos al sistema de labranza como variable experimental; tal como lo habíamos anticipado en la etapa inicial de planeamiento.

Por otra parte, el análisis del primer ciclo de ensayos ha dado alguna evidencia de las bondades de la estrategia experimental utilizada, particularmente, en términos de capacidad que brinda, de articular la información obtenida de distintos grupos de ensayos, de vincular ésta con prácticas y problemas del productor, y de derivar las implicaciones del caso. A orde con ello, la estrategia experimental se mantiene tal como ha sido definida en los inicios del programa (véase cap. 5, 5.1).

### 6.1 Programa de ensayos

#### 6.1.1 Ensayos exploratorios

Este grupo de ensayos se mantiene en este ciclo con las mismas caracte-



*Los progresos del programa son discutidos intensamente en días de campo y reuniones de trabajo.*

terísticas de diseño y manejo que el ciclo anterior (1979). En lo que se refiere a variables experimentales, se incorpora como tal, el sistema de labranza del suelo en lugar de control de malezas. Este último continúa siendo estudiado en los ensayos de nivel.

Las hipótesis que acompañan el estudio de cero labranza como alternativa al sistema de labranza convencional, no están referidas a su impacto potencial en productividad de la tierra (se espera que el impacto en rendimientos no sea de significación), sino más bien a la eficiencia económica en el manejo del cultivo. En particular, esta alternativa implicaría:

- Mantener básicamente los mismos rendimientos por hectárea.
- Bajar los costos de labranza por hectárea, y consecuentemente disminuir los costos medios de producción.
- Moderar en forma significativa los problemas de erosión detectados en la etapa inicial de planeamiento del programa, y de los cuales tienen plena conciencia los productores de la zona.
- Independizar al pequeño productor de la necesidad de contratar un servicio de mecanización para preparación del suelo.
- En relación con el punto anterior se debe permitir mayor flexibilidad en el momento de la siembra, acortando el tiempo de labores necesarias previas a la misma.
- Aumentar la eficiencia agronómica y económica del control químico de malezas en las primeras semanas de desarrollo del cultivo, al bajar los días promedio transcurridos entre culminación de labores de preparación y siembra.

Resumiendo, los ensayos exploratorios en este ciclo incluyen las siguientes variables experimentales: a. Sistema de labranza, b. Densidad y arreglo espacial de siembra, c. Requerimientos de nitrógeno y, d. Requerimientos de fósforo.

La aleatorización de tratamientos dentro de los bloques fue restringida por un corte transversal de éstos, que permitió trabajar en una franja todos los tratamientos involucrando cero labranza, y en la otra los de labranza convencional.

Se sembraron cuatro de estos ensayos con dos repeticiones y los siguientes niveles de variables experimentales:

- a. Sistema de labranza

- L<sub>0</sub>:** Preparación convencional o mecanizada del suelo. Tres pases de rastra pesada.
- L<sub>1</sub>:** Cero labranza. En este caso se realiza una chupia, y posteriormente se aplica Gramoxone a razón de 1 lt. M.C./ha.
- b. Densidad y arreglo espacial de siembra  
**D<sub>0</sub>** = 40,000 plantas/ha. a la siembra en forma mateada y sin raleo.  
**D<sub>1</sub>** = 50,000 plantas/ha en hileras con raleo compensado.
- c. Requerimientos de nitrógeno  
**N<sub>0</sub>** = No se aplica nitrógeno  
**N<sub>1</sub>** = 90 kilos de nitrógeno/ha a la siembra
- d. Requerimientos de Fósforo  
**P<sub>0</sub>** = 25 kilos de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha a la siembra.  
**P<sub>1</sub>** = 75 kilos de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha a la siembra.

El control de malezas se realiza con Gesaprim 80 pre-emergente a razón de 2.5 kg. MC/ha. El resto de las variables no experimentales corresponden a las prácticas del agricultor. Dada la importancia que tuvo la variable densidad el ciclo pasado, se realizará un mayor seguimiento de esta variable, con conteos de plantas al principio y fin del ciclo del cultivo.

### 6.1.2 Ensayos de nivel

Tal como se anticipó en las conclusiones del capítulo precedente, los ensayos de nivel en este ciclo cubrirán: a. Herbicidas (tipo, dosis y época) por densidad. b. Niveles de nitrógeno y fósforo en parcelas continuas, con parcelas satélites exploratorias de niveles de potasio. c. Prueba de efecto residual del Gesaprim 80 sobre el frijol.

#### 6.1.2.1 Herbicidas por densidad

Estos ensayos intentan continuar analizando alternativas de herbicidas, dosis y épocas, y su interacción con densidad. Se incorpora en este caso el herbicida de contacto Gramoxone, para analizar su eficiencia en relación con el Gesaprim 80. Se realizaron dos ensayos de este tipo utilizando un diseño de parcelas divididas en bloques al azar con cuatro repeticiones, donde la densidad ocupa la parcela principal y los herbicidas las subparcelas. Los niveles de las variables experimentales son los siguientes:

Tratamiento No.	Población plantas/ha	Herbicidas y dosis	Epoca de aplicación
1		Gesaprim 80, 1 kg MC/ha	Preemergencia
2	40,000	Gesaprim 80-2.5-kg MC/ha	Preemergencia
3		Gramoxone 1 lt MC/ha	al mes después de la siembra
4		2-4-D, 1 lt MC/ha	al mes después de la siembra
5		Gesaprim 80, 1 kg MC/ha	Preemergencia
6	50,000	Gesaprim 80, 2.5 kg MC/ha	Preemergencia
7		Gramoxone, 1 lt MC/ha	al mes después de la siembra
8		2-4-D 1 lt MC/ha	al mes después de la siembra

#### 6.1.2.2 Fertilizantes

En función de las conclusiones obtenidas en el ciclo precedente, se planificaron ensayos de nitrógeno y fósforo en parcelas continuas (unos tres ciclos) donde se intenta analizar el impacto a mediano plazo sobre la fertilidad del suelo de un manejo más intensivo del cultivo como el sugerido por las nuevas prácticas de control químico de malezas y densidad y arreglo espacial de siembra que van surgiendo del programa de investigación y que se espera que sean adoptadas por los productores del área. También se adicionan parcelas satélites con el objeto de explorar la respuesta a potasio. Se mantienen las hipótesis que inicialmente fundamentaron la incorporación de nutrientes químicos en el programa de investigación. Es decir, no se esperan en el corto plazo respuestas de significación como resultado de la adición de fertilizantes.

El diseño empleado fue de bloques al azar con tres repeticiones, con un subarreglo factorial (NxP) y parcelas satélites de potasio. Se planificaron tres ensayos de este tipo, siendo los niveles de las variables experimentales los siguientes:

#### Nitrógeno

$N_0 = 0$  kg de N/ha

$N_1 = 40$  kg de N/ha

$N_2 = 80$  kg de N/ha

Fósforo

$P_0 = 0$  kg de  $P_2O_5$ /ha.

$P_1 = 50$  kg de  $P_2O_5$ /ha

$P_3 = 100$  kg de  $P_2O_5$ /ha

Tratamientos adicionales:

- Práctica del agricultor, el cual corresponde a 25 kilos de  $P_2O_5$ /ha, a la siembra.
- Parcelas satélites, a niveles de potasio de 0,50 y 100 kg de  $K_2O$ /ha cada uno aplicado al extremo de cada bloque sin repetición, con los niveles máximos de N y P (N = 80 kg; P = 100 kg).

El fertilizante se aplica en un hoyo junto a cada postura de semilla, tapado con azadón. La densidad y arreglo espacial de siembra está en función de los resultados obtenidos en el ciclo anterior, es decir, 50,000 plantas por hectárea. El mismo criterio se aplica para el control de malezas que se realiza con Gesaprim 80, a razón de 2.5 kg de MC por hectárea. Las restantes variables no experimentales corresponden a la práctica del productor.

#### 6.1.2.3 Pruebas del efecto residual del Gesaprim 80 sobre el cultivo de poroto en postrera.

Visto que el Gesaprim 80 aparece como una de las alternativas viables para el control químico de malezas, es importante verificar que si éste es aplicado por el productor en el cultivo de maíz, no existiría efecto residual fitotóxico de las atrazinas en el cultivo de frijol en postrera. Para ello se utilizan los surcos bordes de los ensayos de herbicidas por densidad y se siembra en él con frijol, a distintos períodos después de la aplicación del Gesaprim 80. Se programaron cuatro fechas de siembra del frijol y éstas se ubican en las parcelas de 50,000 plantas por ha que están sembradas en hileras. Los surcos bordes de cada una de éstas, se dividen en cuatro "tratamientos" correspondientes a las diferentes fechas de siembra del frijol a 0, 30, 60 y 90 días después de la aplicación del Gesaprim. En cada parcela superpuesta correspondiente a las distintas fechas de siembra, se distinguen 25 semillas de frijol a 10 cm de distancia en cada una, utilizando la variedad local chileno.

La hipótesis en este caso es que las altas precipitaciones no permitirán que el efecto residual persista por mucho tiempo.

## 6.2 **Análisis agronómico, estadístico y económico de los resultados obtenidos por grupos de ensayos.**

### 6.2.1 **Ensayos exploratorios.**

En el Cuadro 46 se presentan los rendimientos obtenidos en tres de los

cuatro ensayos exploratorios sembrados en este ciclo. Uno de los ensayos fue afectado por problemas de acame que hicieron perder varias de sus parcelas impidiendo su incorporación en este análisis. El rango de rendimientos promedio para las tres localidades analizadas varía de 3.23 toneladas por hectárea, correspondiente a la práctica del agricultor, a 6.20 toneladas por hectárea cuando se incluyen las cuatro alternativas a la práctica del agricultor.

## PROGRAMA DE MAIZ 1980

Cuadro 46. Ensayos exploratorios. Arreglo factorial 2<sup>4</sup>. Rendimientos de los distintos tratamientos. (En ton/ha al 14% de humedad).

TRATAMIENTO	RENDIMIENTOS (ton/ha)			
	LOCALIDADES			PROMEDIO
	L	D	N P	
	2	3	4	
0 0 0 0	3.3	3.1	3.3	3.23
1 0 0 0	3.3	4.6	4.0	3.97
0 1 0 0	5.5	5.7	4.7	5.30
1 1 0 0	5.3	6.2	6.0	5.83
0 0 1 0	4.5	4.0	3.8	4.10
1 0 1 0	3.5	3.6	3.7	3.60
0 1 1 0	5.8	5.4	4.7	5.30
1 1 1 0	5.0	5.6	6.2	5.60
0 0 0 1	4.3	4.1	4.6	4.33
1 0 0 1	3.7	4.1	4.7	4.17
0 1 0 1	6.6	6.0	5.9	6.17
1 1 0 1	5.3	4.4	6.4	5.37
0 0 1 1	4.7	4.0	3.6	4.10
1 0 1 1	3.7	4.2	4.2	4.03
0 1 1 1	5.3	5.4	5.8	5.50
1 1 1 1	5.6	6.3	6.7	6.20
Promedio del Ensayo	4.7	4.8	4.9	4.80

La magnitud de los efectos principales promedio y por localidad es descrita en el Cuadro 47. Al igual que en el ciclo anterior, nuevamente el efecto principal de densidad y arreglo espacial de siembra resulta con valores sistemáticamente positivos en todas las localidades, y con un valor promedio de 1.8 ton/ha.

El efecto principal de cero labranza oscila en valores negativos y peri-

tivos de acuerdo a la localidad, resultando en un promedio cercano a cero. En lo que respecta a fertilizantes, el efecto del nitrógeno parece ser prácticamente nulo; mientras que el fósforo tiene en este caso efectos positivos en todas las localidades, aunque en promedio alcanza a sólo 0.3 toneladas por hectárea.

#### PROGRAMA DE MAIZ 1980

Cuadro 47. Ensayos exploratorios. Arreglo Factorial 2<sup>4</sup>. Efectos principales (En ton/ha al 14% de humedad).

TRATAMIENTO	RENDIMIENTOS (ton/ha)			PROMEDIO
	LOCALIDADES			
	1	2	3	
L <sub>0</sub>	5.0	4.7	4.5	4.7
L <sub>1</sub>	4.4	4.9	5.3	4.8
Diferencia	0.6	0.2	0.8	0.1
D <sub>0</sub>	3.6	4.0	4.0	3.8
D <sub>1</sub>	5.6	5.6	5.8	5.6
Diferencia	2.0	1.6	1.8	1.8
N <sub>0</sub>	4.7	4.8	5.0	4.8
N <sub>1</sub>	4.8	4.8	4.8	4.8
Diferencia	0.1	0	0.2	0
P <sub>0</sub>	4.5	4.7	4.6	4.6
P <sub>1</sub>	4.9	4.8	5.2	4.9
Diferencia	0.4	0.1	0.6	0.3

Esto en gran medida es captado por el análisis estadístico. En el Cuadro 48 se presentan los resultados del anava *p*-; localidad y combinado. En él se observa qué densidad y arreglo espacial de siembra resultan sistemáticamente significativos en todas las localidades y, acorde con ello también en el combinado. Estos resultados son consistentes con los obtenidos en el ciclo anterior. El análisis económico también confirma los resultados del ciclo anterior; el bajo costo de la alternativa considerada frente a la práctica del agricultor, resulta en altas tasas marginales de retorno (Cuadro 49), confirmando la viabilidad de la alternativa de densidad y arreglo espacial de siembra considerada. En el caso de labranza se observa un impacto en rendimientos de significación al cinco por ciento sólo en una de las tres localidades. En este caso el efecto es positivo en el sentido de aumentar los rendimientos frente a la labranza convencional. El análisis combinado no mantiene esta significación para la variable sistema de labranza, y por otra parte, la interacción significativa

PROGRAMA DE MAIZ 1980

Cuadro 48. Ensayos exploratorios (2<sup>4</sup>). Anava por localidad y combinado.

Fuente de Variación	Grados de libertad	LOCALIDAD No. 1		LOCALIDAD No. 2		LOCALIDAD No. 3		COMBINADO		
		Suma de cuadrados	F CALC.	Suma de cuadrados	F CALC.	Suma de cuadrados	F CALC.	Grados de libertad	Suma de cuadrados	F CALC.
Localidad										
Rep. (Loc)	1	3.2130	2.12	0.0002	0.00	0.4257	1.08	2	0.6379	0.47
Labranza (L)	1	2.4903	1.64	0.1534	0.27	3.7843	9.56*	3	3.6390	1.79
Densidad (D)	1	21.7272	14.35**	22.4816	38.95**	26.5412	67.03**	1	0.1920	0.28
Nitrógeno (N)	1	0.1265	0.08	0.0089	0.02	0.0987	0.25	1	70.6116	104.22**
Fósforo (P)	1	1.2512	0.83	0.0247	0.04	3.5632	9.00*	1	0.0062	0.01
L x D	1	0.0392	0.03	0.2212	0.38	1.1223	2.83	1	3.3358	4.92*
L x N	1	0.0249	0.02	0.0353	0.10	0.0136	0.03	1	0.2064	0.30
L x P	1	0.0537	0.04	0.6077	1.05	0.2192	0.55	1	0.0125	0.02
D x N	1	0.8991	0.59	0.0464	0.08	0.3637	0.92	1	0.7298	1.08
D x P	1	0.0256	0.02	0.4309	0.75	0.1223	0.31	1	0.0056	0.01
N x P	1	0.4026	0.27	0.7055	1.22	0.2643	0.67	1	0.0726	0.11
L x D x N	1	0.8027	0.53	1.8529	3.21	0.1268	0.32	1	0.0317	0.05
L x D x P	1	0.0256	0.02	0.0381	0.07	0.3745	0.95	1	2.2763	3.31
L x N x P	1	1.0353	0.68	2.9649	5.14*	0.3899	0.98	1	0.1397	0.21
D x N x P	1	0.0003	0.00	0.5170	0.90	0.2891	0.73	1	3.7718	5.57*
Loc x L								1	0.5113	0.75
Loc x D								2	6.2361	4.60*
Loc x N								2	0.1384	0.10
Loc x P								2	0.2280	0.17
Error	16	24.2253		9.2356		6.3356		2	1.5033	1.11
TOTAL	31	56.3426		39.3446		44.0345		68	46.0734	
								95	140.3596	

\*, \*\*: Significancia al 0.05 y 0.01, respectivamente.

Localidad por labranza refleja el distinto comportamiento observado por localidad. Se tiene en este caso, por un lado, que no hay diferencias significativas en los rendimientos en el análisis combinado, y por otro lado, que en el único caso de un efecto principal negativo (localidad 1) éste no es significativo. Se concluye en consecuencia, que la información disponible afirma que básicamente no se tiene efectos de significación en rendimientos. Sobre esta base se realiza el análisis económico.

#### PROGRAMA DE MAIZ 1980

Cuadro 49. Análisis económico de los ensayos exploratorios. Viabilidad económica de las alternativas de densidad y arreglo espacial de siembra y fósforo.

	TRATAMIENTOS			
	D <sub>0</sub>	D <sub>1</sub>	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>
Rendimiento (ton/ha)	3.8	5.6	4.6	4.9
Rendimiento ajustado (L%)	3.4	5.0	4.1	4.4
Beneficio Bruto (PCM = \$134.7/ton.)	458.0	673.5	552.3	592.7
Costos Variables (C.V.)	16.80	26.13	18.75	56.25
Semilla (kg/ha)	13	16		
Costo semilla (PC = \$0.33/kg)	4.29	5.28		
Mano de obra: Días/ha	3	5		
Costo de mano de obra (\$4.17/día)	12.51	20.85		
Fertilizante (kg/ha)			25	75
Costo Fertilizante (PCF = \$0.75/kg)			18.75	56.25
Beneficio Neto (B.N.)	441.20	647.37	533.55	536.45
Incremento en B.N.	-	206.17	-	2.9
Incremento en C.V.	-	9.33	-	37.50
Tasa Marginal de Retorno (1)	-	2210%	-	8%

(1) Costo de oportunidad del capital (COC) 40%.

El Cuadro 50 presenta el presupuesto parcial de labranza convencional y cero labranza bajo la hipótesis (validada por los ensayos) de que los rendimientos son los mismos para ambas alternativas. Si se considera los costos que varían para ambas alternativas, se nota que sin afectar los beneficios brutos la alternativa de cero labranza implica una reducción de costos del

orden del 44% con relación a la labranza convencional. Esta reducción está referida al contraste de los costos inmediatos de labranza, sin considerar los costos de erosión asociados con la labranza convencional, y que como viéramos en la etapa inicial de diagnóstico son claramente percibidos por el productor (Cuadro 28).

### PROGRAMA DE MAIZ 1980

Cuadro 50. Ensayos exploratorios. Presupuesto parcial de Labranza Convencional versus Cero Labranza<sup>(1)</sup>

Actividad	Cantidad	Costo unitario Balboas	Total costos variables
Labranza Convencional			45.00
Rastra (3 pases)	3 horas	15.00	45.00
Cero Labranza			26.00
Chapia	2 jornales	4.00/día	8.00
Aplicación de herbicidas			
Gramoxone	1.8 litros	5.00/lt.	9.00
Mano de obra	2 jornales	4.00/día	8.00
Uso Bomba-Mochila <sup>(2)</sup>	2 día	1.00/día	1.00

(1) Se incluyen sólo los costos que varían de una alternativa a otra.

(2) Valor de renta de la bomba de espalda.

En lo que respecta a fertilizantes, se observa en nitrógeno un comportamiento similar al observado en el ciclo anterior, es decir, no se encontró diferencias de significación ni en las localidades ni en el combinado. Por otro lado, con respecto a la respuesta a fósforo podemos observar en este grupo de ensayos (a diferencia con los resultados de 1979) diferencias significativas en los rendimientos del análisis combinado (al cinco por ciento), basadas en significación para una localidad (Cuadro 48, localidad 3), y efectos positivos, aunque no significativos en las restantes localidades. Sin embargo, aún suponiendo respuesta significativa, la magnitud de ésta (0.3 toneladas por hectárea como resultado de la adición de 50 kgm del nutriente) resulta reducida para compensar los costos en que deben incurrirse para la compra del insumo adicional requerido. Los resultados del análisis económico respectivo son incluidos en el Cuadro 49, en el cual podemos ver que la tasa marginal del retorno (8%) está bien por debajo del costo de oportunidad del capital (40%). Se mantienen, en consecuencia, las conclusiones obtenidas en el ciclo anterior.

## 6.2.2 Ensayos de nivel

### 6.2.2.1 Herbicidas por densidad

Los ensayos de herbicidas por densidad que se efectuaron en el ciclo de 1980, en 3 localidades fueron severamente afectados por el efecto de acame, debido a vientos huracanados. Este problema ocurrió a fines del mes de junio durante la etapa de floración del cultivo. En algunos casos todo el ensayo sufrió daños de consideración, mientras que en otros éste era localizado afectando secciones de las repeticiones en forma irregular.

Las plantas sanas que quedaron en la parcela del agricultor o en los experimentos se recuperaron, es decir, las plantas no quebradas recuperaron su crecimiento semierecto, sin embargo, el daño limitó en forma definitiva la información que se pudiera generar desde el punto de vista experimental, optándose por no continuar dichos trabajos. Los ensayos de herbicidas por densidad pretendían confirmar el efecto de la interacción herbicida X densidad captada en los exploratorios del 79; aparte se incorporaba en los tratamientos el herbicida Gramoxone, a fin de evaluar su eficiencia en el control de las malezas y compararlo, particularmente en su eficiencia económica con el Gesaprim 80.

En este sentido, las observaciones de campo provenientes de estos ensayos anotadas durante la fase vegetativa del cultivo, indicaban un control de malezas eficiente, tanto por parte del Gesaprim preemergente, como por parte del Gramoxone, que fue aplicado en post-emergencia, dirigido (a los 30 días de la siembra) utilizando pantalla en las boquillas de las bombas como medida de protección para las plantas. No se observó la misma eficiencia en el control para el caso del 2-4-D.

### 6.2.2.2 Fertilizantes.

El Cuadro 51 presenta los rendimientos por tratamiento en las tres localidades y el promedio de las mismas. En una primera aproximación se observa que no se encuentran diferencias marcadas entre el testigo absoluto, la práctica del agricultor y el resto de los tratamientos.

El Cuadro 52 presenta la Anava por localidad y combinado. En él podemos ver diferencias significativas en los tratamientos solamente para nitrógeno en la localidad 3. Mientras que el análisis combinado refleja diferencias significativas para localidades y para repeticiones dentro de la localidad. Este último resultado es en parte un reflejo del comportamiento de la localidad 1, que se vio afectada por daños parciales de animales; hecho que aumentó un tanto el coeficiente de variación para esta última localidad, en relación con las restantes. El diferente comportamiento por localidad, resulta en interacciones significativas en el análisis combinado para localidad por nitrógeno y localidad por fósforo.

## PROGRAMA DE MAIZ 1980

Cuadro 51. Ensayos de nivel en fertilizantes. Rendimientos en ton/ha al 14% de humedad.

Tratamientos	RENDIMIENTO (ton/ha)					
			LOC 1	LOC 2	LOC 3	Promedio
	N	P				
1	0	0	5.36	4.77	5.12	5.08
2	0	50	4.48	3.75	6.06	4.76
3	0	100	4.60	5.51	5.09	5.07
4	40	0	4.87	4.86	5.44	5.06
5	40	50	4.26	5.02	6.51	5.26
6	40	100	5.05	5.45	6.55	5.68
7	80	0	5.69	4.49	5.92	5.37
8	80	50	4.49	5.45	5.03	4.99
9	80	100	5.14	5.28	6.11	5.51
10	0	25 <sup>(a)</sup>	4.88	5.26	5.76	5.30

(a) Práctica del agricultor (PA).

Por último, el análisis combinado muestra una muy leve significación para nitrógeno y para fósforo (al nivel de 10%), la cual interesa considerar (no obstante ser sólo una leve tendencia agregada), con el análisis económico. El Cuadro 53, presenta los resultados de este último análisis que incorpora la práctica del agricultor.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el análisis económico dice que la única adición de fertilizantes con Tasa Marginal del Retorno positiva a partir del testigo absoluto (cero fertilizantes) es la de N=0 y P=25, aunque dicha tasa de retorno es inferior al costo de oportunidad del capital. De todas formas resulta interesante destacar que ésta no es otra que la práctica del agricultor. Las restantes alternativas resultan dominadas por esta última. Se mantienen en consecuencia las conclusiones surgidas del ciclo anterior. El uso de fertilizantes no resulta rentable en el corto plazo dadas las condiciones presentes de alta fertilidad natural del suelo.

Con el fin de explorar la respuesta al potasio, se incluyeron en estos ensayos parcelas satélites con este nutriente a niveles altos de nitrógeno y fósforo (N=80; P=100). El Cuadro 54 reporta los resultados obtenidos por localidad y en promedio. Se observa cierto crecimiento en los rendimientos como resultado de las primeras adiciones de potasio (de 0-50 kg/ha), que en promedio implica un cinco por ciento de aumento sobre el testigo. De 50 a 100 kg, el rendimiento se mantiene constante en dos localidades y baja marca-

PROGRAMA DE MAIZ 1980

Cuadro 52. Ensayos de niveles en fertilizantes. Anava por localidad y combinado.

Fuente de Variación	LOCALIDADES						COMBINADO			
	1		2		3		G.L.	Suma de cuadrados	Fc.	
	G.L.	Suma de cuadrados	Fc.	Suma de cuadrados	Fc.	Suma de cuadrados				Fc.
Localidad							2	12.8231	14.65**	
Rep. (Loc.)							6	21.5392	8.20**	
Repetición	2	20.4861	17.90**	0.8810	0.98	0.1650	0.29	—	—	
Nitrógeno	2	2.8727	2.51	0.9713	1.07	3.6780	5.38**	2	2.3868	2.73
Fósforo	2	1.0441	0.91	2.5655	2.83	0.7059	1.22	1	2.1291	2.43
N x P	4	3.8978	1.70	5.2374	2.89	0.9091	0.79	4	1.3781	0.79
Loc. X N								4	5.1351	2.93*
Loc. X P								4	2.1865	1.25
Loc. X N X P								8	8.6620	2.47*
Error	16	9.1538		7.2495		4.6104		48	21.0138	
TOTAL	26	37.4547		16.9118		10.0683		80	77.2581	
C.V. (%)		15.2600		11.6900		10.99			12.7300	

\*, \*\*: Niveles de significancia al 0.05 y 0.01, respectivamente.

Cuadro 53. Ensayos de nivel en fertilizantes. Análisis económico combinado.

	N: P:	0 0	0 50	0 100	40 0	40 50	40 100	80 0	80 50	80 100	0 25
Rend. Prom. (ton/ha)		5.08	4.76	5.07	5.06	5.26	5.68	5.37	4.99	5.51	5.30
Rend. Ajustado (10%)		4.57	4.28	4.56	4.55	4.73	5.11	4.83	4.49	4.96	4.77
Benef. Bruto de Campo (134.7/km)		615.60	576.50	614.20	612.90	637.10	688.30	650.60	604.80	668.10	642.50
Total Netos											
Variables (\$/ha)		0	41.50	79.00	42.80	80.30	117.80	81.60	119.10	156.60	22.75
Beneficio Neto (\$/ha)		615.60	535.00	535.20	570.10	556.80	570.50	569.00	485.70	511.50	619.75
Tasa de Retorno Marginal(*)		—	—	—	—	—	—	—	—	—	18.2%

(\*) Costo de oportunidad del capital (CO<sub>c</sub>), 40%.

damente en la localidad 1 (que es la localidad que tuvo daños parciales de animales). Como estos resultados no son muy concluyentes, debería esta exploración continuarse en el próximo ciclo, si se quiere tener una idea de la respuesta a potasio.

### PROGRAMA DE MAIZ 1980

Cuadro 54. Ensayos de nivel en fertilizantes. Comportamiento de niveles crecientes de potasio en parcelas satélites, a partir de niveles altos de N y P (N = 80; P = 100)

Localidades	Rendimientos en ton/ha al 14% de humedad		
	K0	K50	K100
Loc 1	5.18	5.42	3.57
Loc 2	6.23	6.36	6.39
Loc 3	6.85	7.46	7.51
Promedio	6.08	6.41	5.82

#### 6.2.2.3 Efecto residual de la atrazina sobre el cultivo de frijol.

La ejecución de estas pruebas resultó difícil en su manejo, ya que la excesiva humedad propia de la época favorecía la incidencia de enfermedades y de insectos que no podían ser controlados sin afectar el manejo de los experimentos de maíz. Por otra parte, la excesiva sombra de las plantas de maíz, especialmente en las últimas fechas de siembra del frijol, limitaba el desarrollo del frijol, haciendo difícil los conteos asociados con fitotoxicidad. A pesar de estas dificultades, los conteos efectuados en las primeras fases del trabajo permiten indicar un efecto prácticamente total (como era de esperar) sobre la población del frijol cuando éste es sembrado inmediatamente después de la aplicación del Gesaprim 80; y una baja de alrededor del 60% en la población, cuando el frijol es sembrado a los 30 días.

A los 60 días aún se observaba efecto fitotóxico, pero la población sólo bajaba en cerca de un 20%. Más allá de este período (a los 90 días) la fitotoxicidad resultaba casi nula. Seguramente la magnitud de las precipitaciones en este período terminan por lavar el producto y su efecto residual. Visto que las siembras de frijol se dan en octubre, el período real que transcurriría entre la aplicación del Gesaprim 80 en maíz (marzo) y las siembras de frijol sería más del doble del máximo considerado en esta prueba. Esto da suficiente margen para confirmar la hipótesis de efecto residual nulo en el período de tiempo relevante.

### 6.3 Integración global de resultados y derivación de recomendaciones.

En función de las hipótesis que orientaron la definición del programa de ensayos en 1980, las conclusiones más importantes que podemos reseñar para este ciclo son las siguientes:

a. Se confirma la viabilidad para el productor, y el potencial para la zona de la alternativa de cero labranza frente al sistema convencional de labranza mecanizada. Los ensayos indican que en el peor de los casos esta alternativa no afecta los rendimientos; mientras que sí permite una reducción significativa (de 44%) de los costos de labranza por hectárea. A estos elementos cuantificables se agregan otros igualmente importantes que harán de esta, una alternativa sumamente atractiva para el productor del área. Estos son, entre otros: moderación del proceso de erosión, independencia de los servicios de mecanización, mayor flexibilidad en la siembra y mayor eficiencia en el control de malezas en las primeras etapas del cultivo.

b. En materia de densidad y arreglo espacial de siembra se confirman en este ciclo los resultados obtenidos en el anterior; la alternativa de siembra en hileras de una población mayor (alrededor de 50,000 plantas) ha probado ser altamente rentable, y junto con un control de malezas eficiente permitiría aumentar significativamente la productividad del suelo y la producción de maíz a bajo costo para el agricultor.

c. Lamentablemente, la pérdida de los ensayos de herbicidas por densidad han impedido confirmar en este ciclo la magnitud de la interacción de ambas variables. Sin embargo, las observaciones de campo en estos ensayos indican una eficiencia agronómica similar en el control provisto por Gesaprim 80 y Gramoxone. El grado de control de este último, se evidenció asimismo en los ensayos exploratorios, a través del uso del Gramoxone en las parcelas de cero labranza.

Consistentemente con esto, se ha observado una reacción muy favorable de los agricultores hacia el uso de Gesaprim y o Gramoxone, particularmente este último por su bajo costo. La eficiencia del 2-4-D en el control no parece comparable con la de estos dos herbicidas<sup>(1)</sup> y se estima que será rápidamente desplazado como alternativa del control químico en la zona.

En lo que se refiere al efecto residual de la atrazina sobre el cultivo de frijol en postrera, las pruebas realizadas indican que a partir de los 90 días de la aplicación del Gesaprim, el efecto residual de fitotoxicidad es prácticamente nulo.

(1) Relación que por otra parte ha sido validada en los ensayos exploratorios y de nivel del primer ciclo.

d. En lo que respecta a fertilizantes químicos, se confirman igualmente las hipótesis y resultados obtenidos hasta el presente. En el corto plazo, dada la fertilidad natural del suelo prevaleciente en el área, la adición de fertilizantes químicos no resulta rentable para los productores representativos de la zona. Estos resultados, junto con la flexibilización de los programas de crédito <sup>(1)</sup> operada después del primer ciclo del programa, indican que podría disminuir (en el corto plazo), el uso de fertilizantes en maíz por parte de los productores, con efecto prácticamente nulo sobre rendimientos.

Las conclusiones precedentes, junto con los elementos de información obtenidos del diagnóstico inicial y del primer ciclo de ensayos, permiten definir las siguientes líneas de trabajo para el futuro inmediato:

a. Incorporar en el programa como variable experimental (en los ensayos exploratorios) el control de insectos del suelo, como un seguro de protección para lograr una adecuada población de plantas. La importancia de esta última variable (impacto en rendimientos) ha sido validado consistentemente en dos ciclos consecutivos de cultivo.

b. Continuar en los ensayos exploratorios con el estudio de las variables, sistema de labranza y densidad y arreglo espacial de siembra. Para esta última variable, vista la incorporación de control de insectos del suelo, se realizarán conteos de plantas más frecuentes, durante el primer mes de desarrollo de cultivo, a los efectos de contribuir a precisar el grado de protección provisto por el insecticida.

c. Mantener el fósforo como variable experimental en los ensayos exploratorios y discontinuar la inclusión de nitrógeno (que continúa igualmente siendo estudiado en los ensayos de nivel). La eliminación del nitrógeno de este grupo de ensayos está justificada por los resultados obtenidos para el nutriente en dos ciclos consecutivos de ensayos y las oportunidades que podría ofrecer la incorporación de la variable control de insectos del suelo. En el caso de losoro, nótese que hubo cierto indicio de respuesta (aunque no concluyente) en el último ciclo de ensayos exploratorios.

d. Repetir los ensayos de nivel en herbicidas por densidad perdidos por acame en el ciclo de 1980. Finalmente, repetir en los surcos bordes las pruebas de fitotoxicidad residual del Gesaprim sobre el cultivo de frijol.

e. Mantener los ensayos en parcelas continuas de fertilizantes (topografía plana - inclinación menor de 5%) y comenzar con ensayos de fertilizantes en tierras de ladera (inclinación mayor a 5%); tal como había sido anticipado en la etapa inicial de planificación del programa (diferenciación

(1) A partir de 1980 disminuye el énfasis puesto en fertilizantes por parte de los programas crediticios que operan con maíz en la zona.

del Dominio de Recomendación No. 2, en términos de topografía de la parcela maíz/frijol. Véase Cap. 4;4.3).

f. En base a la información generada en los dos ciclos de ensayos, conducir parcelas de verificación con alternativa simples de sistema de labranza, densidad y arreglo espacial de siembra, control químico de malezas y fertilizantes.

g. Explorar la posibilidad de interesar a algunos agricultores para que manejen al menos parte de su cultivo de maíz bajo el sistema de cero labranza: asumiendo ellos mismos los costos de la alternativa, bajo la supervisión del técnico del programa.

## EL TERCER CICLO DEL PROGRAMA DE MAIZ (1981)

### 7.1 Programa de ensayos

La información proveniente del diagnóstico y de los dos ciclos de ensayos (1979 y 1980) permitieron definir las líneas de trabajo para el ciclo de 1981 (véase cap. 6:6.3). Dichas líneas de trabajo son asumidas en este ciclo por los ensayos siguientes:

#### 7.1.1 Ensayos exploratorios.

Se establecieron cinco ensayos de este tipo, manteniéndose las mismas características de diseño y manejo que el ciclo anterior. Se incluyen las siguientes variables experimentales y niveles:

##### a. Labranza

$L_0$  = Labranza convencional mecanizada. Tres pases de rastra.

$L_1$  = Cero labranza. Después de la chapía se realizó la aplicación de Gramoxone a razón de 1 litro de M.C./ha.

##### b. Densidad

$D_G$  = 40,000 plantas/ha a la siembra en forma mateada y sin raleo.



*El uso de insecticida representa un seguro para el logro de densidades adecuadas y rendimientos satisfactorios.*

$D_1 = 50,000$  plantas/ha en hileras. Se realizó raleo compensado a los 15 días de la siembra.

c. Control de insectos

$I_0 =$  No se aplicó insecticida al suelo, ni a la semilla.

$I_1 =$  Se aplicó Furadán al 5% al fondo del hoyo, a razón de 30 kg/ha.

d. Fósforo

$P_0 =$  25 kilos de  $P_2O_5$ /ha a la siembra.

$P_1 =$  75 kilos de  $P_2O_5$ /ha a la siembra.

Se realizaron conteos de plantas a la germinación a los 15 y 30 días de la siembra y a la cosecha. En los demás datos a calificar se procedió igual que en los ciclos precedentes.

#### 7.1.2 Herbicidas por densidad.

Se realizaron 4 ensayos de tipos de herbicidas y dosis por densidad. El diseño fue de parcelas divididas en bloques al azar, con tres repeticiones, donde el factor población ocupa las parcelas principales y el factor herbicidas las sub-parcelas. Los tratamientos incluidos han sido los siguientes:

Población Plantas/ha	Herbicida kilos o litros de MC/ha	Epoca de aplicación
1.	Gesaprim 80 1 kg	Pre-emergente
2. 40,000	Gesaprim 80 2 kg	Pre-emergente
3.	Gramoxone 1 lt	30 días después de la siembra
4.	2-4-D 1 lt	30 días después de la siembra
5.	Gesaprim 80 1 kg	Pre-emergente
6. 50,000	Gesaprim 80 2 kg	Pre-emergente
7.	Gramoxone 1 lt	30 días después de la siembra
8.	2-4-D 1 lt	30 días después de la siembra
9.	Gesaprim 80 1 kg	Pre-emergente
10. 62,500	Gesaprim 80 2 kg	Pre-emergente
11.	Gramoxone 1 lt	30 días después de la siembra
12.	2-4-D 1 lt	30 días después de la siembra

Las variables no experimentales, corresponden a la práctica del agricultor. La unidad experimental así como las variables a calificar son las mismas que en el ciclo precedente.

En los surcos bordes de estos ensayos se repitieron las pruebas de efecto residual de la atrazina, sembrando frijol a los cero, treinta, sesenta y noventa días.

#### 7.1.2.1 Fertilizantes

Se mantienen por un lado los ensayos en parcelas continuas, tal cual han sido definidos en el ciclo anterior. Recuérdese que la topografía del terreno en estos ensayos es relativamente plana (menor de 5% -Dominio de Recomendación No. 2). Por otro lado, se comienza a trabajar con fertilizantes en tierras de ladera (pendiente mayor de 5%) con el mismo diseño y variables experimentales, aunque sin utilizar parcelas satélites de potasio. En resumen, tenemos tres ensayos de este tipo en parcelas continuas (planas), a los cuales se adicionan en este ciclo dos ensayos en tierras de ladera; aunque sin implicar parcelas continuas. En lo que se refiere a variables no experimentales, se aplicará insecticida Furadán al suelo a razón de 30 kg/ha a los efectos de asegurar una adecuada densidad de población. Las demás variables no experimentales y datos a calificar serán iguales al ciclo precedente.

#### 7.1.3 Parcelas de verificación

Estas parcelas combinan las mejores alternativas tecnológicas que van surgiendo de los ensayos exploratorios y de nivel, con el objeto de verificar su viabilidad conjunta para el agricultor.

Esta verificación se realiza en parcelas más grandes que las de los ensayos con una participación mayor del agricultor a lo largo de su desarrollo.

De acuerdo con los resultados de los primeros ciclos de ensayos, las parcelas de verificación incorporan alternativas de labranza, control químico de malezas, densidad y arreglo espacial de siembra y fertilizantes. La práctica del agricultor ha sido ajustada en control químico de malezas siguiendo la tendencia observada por parte del agricultor de desplazar el 2-4-D por los nuevos herbicidas probados en el área. Lo que resta de la práctica del agricultor se mantiene tal como fue captado al comienzo del programa, pretendiendo resaltar los contrastes en productividad e ingresos netos asociados con cero labranza, población y arreglo espacial de siembra y uso de fertilizantes químicos. Con estos criterios se sembraron parcelas de verificación (sin repetición) en tres localidades y con las siguientes alternativas tecnológicas.

#### a. Práctica del agricultor

- a.1 Labranza convencional
- a.2 Control de malezas con Gramoxone, 1 litro de MC/ha a los 30 días después de la siembra.
- a.3 2 qq/ha de 10-30-10 en la siembra.
- a.4 Población 40,000 plantas/ha en forma mateada 4 granos por hoyo sin raleo.

b. Alternativa tecnológica 1

- b.1 Cero labranza.
- b.2 Control de malezas con Gesaprim 80; 2 kilos MC/ha después de la siembra.
- b.3 No se aplicará fertilizante.
- b.4 Población; 50,000 plantas/ha; arreglo en hileras, sin raleo.

c. Alternativa tecnológica 2

- c.1 Cero labranza.
- c.2 Control de malezas con Gesaprim 2 kilos/ha después de la siembra.
- c.3 Fertilización 2qq/ha de 10-30-10.
- c.4 Población, 50,000 plantas/ha; arreglo en hileras sin raleo.

Como puede verse, de acuerdo a la información generada en los ensayos, la alternativa I competiría con la práctica del agricultor tanto en rendimientos como en costos; siendo este último el impacto esperado de mayor significación. La alternativa II por su parte, implica costos mayores que la alternativa I, por la aplicación de fertilizantes.

7.1.4 Parcelas demostrativas de cero labranza.

Se intentará interesar a tres agricultores para que manejen parte o todo su cultivo de maíz con el sistema de cero labranza. Estas parcelas serán manejadas totalmente por el propio agricultor con el asesoramiento del técnico del programa. Los agricultores cubrirán el grueso de los costos y asumirán los riesgos asociados con la parcela manejada con esta alternativa. El programa proveerá, sin embargo, algunos insumos asociados con la tecnología, dependiendo de los acuerdos a que se llegue con cada productor. El técnico por su parte, proveerá un seguimiento informal a lo largo del cultivo (particularmente en las labores de labranza) intentando captar las reacciones de los agricultores frente al uso de la alternativa tecnológica considerada. El técnico tratará de no influir en todas las demás prácticas (fuera de cero labranza); quedando éstas enteramente a cargo del agricultor. Por último, se realizarán observaciones de campo registrando las prácticas seguidas por el agricultor y muestreos de número de plantas cosechadas, número de mazorcas cosechadas y rendimientos.

7.2 Análisis agronómico, estadístico y económico de los resultados obtenidos por grupos de ensayos.

Tanto las parcelas comerciales de los agricultores, como los ensayos ubicados en sus fincas, confrontaron en este ciclo la incidencia de factores climáticos adversos (sequía), fuertes ataques de insectos del género *Phyllophaga* sp (gallina ciega) e incidencia de *Helminthosporium* sp. (tizón). Las condiciones climáticas adversas fueron por un lado, un atraso en establecimiento del

período lluvioso, y por otro lado, se verificaron más tarde períodos de fuerte sequía (tipo canícula) durante el ciclo de cultivo (éstos últimos poco comunes en la zona). Informaciones procedentes de los agricultores nos indican que parece haber una asociación entre el atraso en el establecimiento de las lluvias y fuertes ataques de insectos del suelo. Estos ataques se verifican en el período que va entre las primeras lluvias (en este caso escasas e irregulares) y el establecimiento del temporal. A partir de este último, desaparece la incidencia severa de insectos del suelo. Felizmente, los ensayos exploratorios permitieron captar la incidencia de insectos del suelo sobre la población de plantas ya que esto fue incorporado como variable experimental en este ciclo.

El problema mayor, aunque de ocurrencia poco frecuente en el área, se debió al desarrollo de enfermedades fungosas en la planta de maíz antes y durante el período de floración. En las observaciones realizadas durante el ciclo, se destacan los síntomas del tizón (*Helminthosporium* sp), más conocido en el área como "fuego". Este está asociado, en la visión de los agricultores, con la ocurrencia (poco frecuente en la zona) de períodos de sequía durante la estación de lluvia (canículas). En este caso, ligados a períodos de sequía de esta naturaleza, se presentaron en la lamina foliar pequeñas lesiones de color chocolate pálido en las hojas inferiores e intermedias, las cuales al transcurrir el tiempo crecieron y se unieron hasta que el daño se generalizó en toda la planta.

La magnitud del impacto en rendimiento, depende de la etapa de desarrollo del cultivo al momento de incidencia de la enfermedad. Si fuera correcta la apreciación de que el ambiente propicio para la misma está dado por la ocurrencia de períodos de sequía intermedia, la incidencia en rendimientos estará dada por la ubicación de la canícula en el tiempo y las fechas de siembra. La incidencia de la enfermedad en 1981 se dio antes y durante el período de floración, por lo cual, el efecto fue significativo sobre los rendimientos.

Resulta interesante destacar que el agricultor prefiere en general sembrar lo antes posible; ya que esto le permite un empalme más eficiente con las siembras de frijol en el segundo ciclo.

El Cuadro 55 da una idea de la incidencia de esta enfermedad. En él podemos ver los rendimientos promedio por grupos de ensayos en los distintos ciclos del programa. La baja en rendimientos ha sido dramática para el ciclo de 1981, implicando una reducción del 55% con relación a los rendimientos promedio obtenidos en los dos ciclos precedentes (1979-1980).

Como es de suponer, esto ha afectado en general los coeficientes de variación de los ensayos y la confiabilidad de la información obtenida en este ciclo. Con estas calificaciones se procede, no obstante, a realizar el análisis de los ensayos para rescatar lo que sea posible de la información obtenida bajo estas circunstancias.

## PROGRAMA DE MAIZ

Cuadro 55. Promedios de rendimientos por grupos de ensayos para los tres ciclos implementados en Caisán. (ton/ha al 14% de humedad).

GRUPOS DE ENSAYOS	CICLOS		
	1979	1980	1981(b)
Ensayos exploratorios	4363	4750	1813
Ensayos de nivel			
- Herbicidas	4500	(a)	1875
- Fertilizantes	4812	5290	2774
Promedio General	4558	5020	2154

(a) Perdidos por acame.

(b) En este ciclo se verificó un atraso en las lluvias en la época de siembra (asociado con fuertes ataques de insectos del suelo) y un período de sequía en la época de la floración (asociado con tizón - *Helminthosporium* sp).

## 7.2.1 Ensayos exploratorios

En el Cuadro 56 se presentan los rendimientos obtenidos en tres de los cinco ensayos sembrados. Los dos restantes tuvieron fuertes daños de animales y no fueron cosechados. Lo que se destaca claramente en la información del Cuadro 56, es el nivel bajo de rendimientos, que como se ha mencionado en la sección precedente, se debe a la incidencia de *Helminthosporium* sp. antes y durante el período de floración. Esto afectó asimismo la validez de las relaciones agronómicas y estadísticas que surgen de los ensayos. En el cuadro 57, se presenta el anava por localidad y combinado para este grupo de ensayos. Lo primero que debemos destacar son los altos coeficientes de variación resultantes de la incidencia de la enfermedad, los cuales van de un 23% a un 44% en los análisis por localidad, siendo de 37% en el combinado.

Con estas calificaciones, los efectos principales que resultaron estadísticamente significativos en el análisis combinado fueron densidad y arreglo espacial de siembra y control de insectos del suelo. Por su parte, la alternativa de cero labranza no afecta significativamente los rendimientos. La validez de estos resultados para el caso de densidad no nos ofrece problemas, ya que la misma variable ha sido consistentemente validada como un factor de significación en los dos ciclos anteriores en forma similar con respecto a cero labranza, en cuyo caso los mismos resultados han sido obtenidos en el ciclo anterior.

En lo que se refiere a control de insectos del suelo, éste se incorpora recién en este ciclo como variable experimental. La aplicación del insecticida al suelo es visualizada como un "seguro" para garantizar una buena

población de plantas en la etapa inicial de desarrollo del cultivo, en el caso de que se produzcan ataques de insectos del suelo. Tal como se ha mencionado precedentemente, la incidencia de insectos del suelo fue bastante generalizada en este ciclo.

### PROGRAMA DE MAIZ 1981

Cuadro 56. Ensayos exploratorios. Arreglo factorial 2<sup>4</sup>. Rendimientos por Tratamiento. (ton/ha al 14% de humedad).

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO ton/ha			PROMEDIO	
	LOCALIDADES				
No.	L - D - N - P	1	2	3	
1	1 0 0 0	1.54	0.97	0.06	0.86
2	1 0 1 1	3.06	2.73	0.61	2.13
3	0 0 0 1	2.37	1.49	1.33	1.73
4	0 1 0 0	1.61	2.62	0.96	1.73
5	1 1 0 1	2.66	2.86	1.09	2.20
6	1 1 1 0	2.29	2.19	0.24	1.57
7	0 1 1 1	2.20	3.10	1.53	2.98
8	0 0 1 0	2.55	0.60	0.38	1.18
9	0 0 0 0	2.00	1.30	0.43	1.24
10	0 0 1 1	2.19	2.14	1.18	1.84
11	1 1 0 0	1.61	1.01	0.48	1.03
12	1 1 1 1	2.79	3.85	0.84	2.49
13	1 0 1 0	2.48	1.02	0.30	1.27
14	0 1 1 0	2.27	3.27	1.02	2.19
15	1 0 0 1	3.59	2.34	0.97	2.30
16	0 1 0 1	2.64	3.72	1.38	2.58
Promedio por ensayo		2.36	2.20	0.80	1.83

Indudablemente el efecto de la protección provista por el insecticida no se traduce en este caso plenamente en rendimientos, por la mediación del *Helminthosporium* sp., sin embargo, se puede ver en el Cuadro 58, que a pesar de la mediación del *Helminthosporium* sp., los efectos principales para insecticidas son consistentemente positivos en todas las localidades; aunque los niveles absolutos son relativamente bajos por los bajos rendimientos resultantes de la enfermedad. Visto que la ocurrencia de ésta es poco frecuente en la zona, los resultados obtenidos estarían subestimando el impacto normal del insecticida sobre rendimientos cuando se verifican ataques de insectos del suelo.

## PROGRAMA DE MAIZ 1981

Cuadro 57. Ensayos exploratorios. Anava por localidad y combinado.

CONCEPTO	LOCALIDAD			COMBINADO
	1	2	3	
Localidad				**
Repetición			**	
Bloques x repetición			**	
Repetición (localidad)				
L			**	
D		**	**	**
P				
I		**	**	**
L x D		**		
L x P				
L x I		**		*
D x P				
D x I				
P x I				
Loc x L				
Loc x D				**
Loc x P				
Loc x I				
L x D x P				
L x D x I				
L x P x I				
D x P x I		*		
C.V.	44%	23%	30%	37%

\*, \*\*: Niveles de significancia de 0.05 y 0.01, respectivamente.

## PROGRAMA DE MAIZ 1981

Cuadro 58. Ensayos exploratorios. Efectos principales de insecticidas por localidad y combinado (ton/ha al 14% de humedad)

TRATAMIENTOS	LOCALIDADES			PROMEDIO
	1	2	3	
I <sub>0</sub>	2.04	1.62	0.48	1.38
I <sub>1</sub>	2.68	2.77	1.11	2.19
Diferencia	0.64	1.15	0.63	0.81

I<sub>0</sub>: Sin insecticida.

I<sub>1</sub>: 30 kg/ha de Furadán granulado en el hoyo de siembra.

Felizmente, sin embargo, los conteos de plantas realizados en distintas etapas del primer mes de desarrollo del cultivo, dan igualmente, una clara indicación del grado de protección que ofrece el insecticida para poder mantener una población adecuada.

En el Cuadro 59 se presenta la evolución de la población durante el primer mes de cultivo con y sin incidencia, a partir de dos poblaciones iniciales alternativas (40,000 plantas con arreglo espacial mateado y 50,000 plantas con arreglo espacial en hileras).

El Cuadro 59 observa que la mayor pérdida de población frente al ataque de insectos se produce en el caso de densidad y arreglo espacial del productor sin insecticida (D 1). La población a los 30 días con insecticida supera en este caso en casi 10,000 plantas por hectárea a la que no tiene la protección de este insumo. Cuando la población inicial es de 50,000 plantas con siembra en hileras la diferencia no es tan dramática (cerca de 6,000 plantas más por hectárea con la protección del insecticida).

Estas diferencias no se manifiestan plenamente en diferencias en rendimientos por la mediación (poco normal) del ataque del *Helminthosporium* sp. A pesar de la subestimación resultante del impacto en rendimiento, nos interesa realizar el análisis económico para verificar si aún bajo estas circunstancias es viable el uso del insecticida al suelo. Los resultados del análisis se presentan en el Cuadro 60. Nótese que no se han incluido requerimientos de mano de obra en el presupuesto parcial. La razón de ello es que dicho requerimiento sería mínimo ya que se supone que el agricultor realizaría una preparación de la semilla previa a la siembra, mezclándola con agua e insecticida. La otra cosa a tener en cuenta para calificar los resultados, es que la dosis utilizada (30 kg de Furadán por hectárea) ha sido fijada a un nivel relativamente alto (para detectar efectos e interacciones, si éstos existieran) sin mayores consideraciones económicas.

A pesar de lo anterior, la Tasa Marginal de Retorno (232%) para el uso de insecticida al suelo cuando se producen ataques de insectos, por las circunstancias anteriormente explicadas, estimamos que será sustancialmente mayor bajo condiciones normales de producción (sin enfermedades), siempre que se produzcan ataques de insectos del suelo. Pero por otro lado, se debe también considerar que no en todos los ciclos se va a verificar esta última circunstancia (ataques de insectos). De esta forma, el uso de insecticidas al suelo puede considerarse como un seguro de protección de la población (stand) adecuada de plantas cuya importancia (beneficios) para el productor será mayor cuanto mayor sea la frecuencia (probabilidad) de ataques de insectos del suelo y cuanto mayor sea el efecto de protección del insecticida, en el caso en que dichos ataques se verifiquen. Sobre la base de los resultados obtenidos en este ciclo, se continuará estudiando el comportamiento de esta variable en el programa de ensayos del próximo ciclo; a la vez que se intentará

## PROGRAMA DE MAIZ 1981

Cuadro 59. Ensayos exploratorios. Evolución de la población de plantas frente a ataques de insectos con y sin protección de insecticida al suelo.

TRATAMIENTOS	POBLACION INICIAL		POBLACION A LA GERMINACION			POBLACION A LOS 15 DIAS			POBLACION A LOS 30 DIAS		
	Parcela útil	Equivalente en ha	Parcela útil	Equivalente en ha	% (1)	Parcela útil	Equivalente en ha	% (1)	Parcela útil	Equivalente en ha	% (1)
Número de plantas											
D <sub>0</sub> 1 <sub>0</sub>	64	40,000	50	31,250	22	44	27,500	31	41	25,623	36
D <sub>0</sub> 1 <sub>1</sub>	64	40,000	57	35,625	11	56	35,000	12	56	35,000	12
D <sub>1</sub> 1 <sub>0</sub>	40	50,000	39	48,750	2	38	47,500	5	34	42,500	15
D <sub>1</sub> 1 <sub>1</sub>	40	50,000	40	50,000	0	39	48,750	2	39	48,750	2

(1) % de pérdida de plantas en relación a la población inicial.

tener una mejor idea de la frecuencia con que ocurren ataques de insectos del suelo en maíz.

### PROGRAMA DE MAIZ 1981

**Cuadro 60. Ensayos exploratorios. Viabilidad económica del uso de insecticidas al suelo cuando se confronta ataques de insectos.**

CONCEPTO	TRATAMIENTOS	
	I <sub>0</sub>	I <sub>1</sub>
Rendimiento Bruto	1.38	2.19
Rendimiento Ajustado al 10%	1.24	1.97
<b>Beneficio Bruto</b> (Pcm = 0.1936/kilo)	<b>240.06</b>	<b>381.39</b>
<b>Costos Variables</b>		<b>48.6</b>
Dosis 30 kg/ha (Pci = 1.62 kg)		
<b>Beneficio Neto</b>	<b>240.06</b>	<b>353.04</b>
Incremento Beneficio Neto		112.96
Incremento Costos Variables		48.6
TMR		232%

#### 7.2.2 Ensayos de nivel

##### 7.2.2.1 Herbicidas por densidad

Al margen de la incidencia del tizón, los cuatro ensayos sembrados pudieron ser cosechados en este ciclo (a diferencia de lo ocurrido en el ciclo anterior, donde se perdieron por acame). Los rendimientos por localidad y promedio se presentan en el Cuadro 61. Se puede observar en primer lugar los niveles bajos de rendimiento y las pequeñas diferencias entre tratamientos, ambos en gran parte explicados por la incidencia del tizón. Como resultado de ello, la anava por localidades y combinado (Cuadro 62) muestra en general diferencias de significación; salvo para localidades y densidad en el combinado; esta última particularmente como resultado del comportamiento que tuvo la variable en la localidad 4.

Aceptando la no significación estadística para herbicidas, el ordenamiento de rendimientos y tratamientos es similar al obtenido en el primer ciclo, asociándose el 2-4-D con los rendimientos más bajos (véase Cuadro 63). Indudablemente el nivel general de rendimientos y la magnitud de las diferencias entre tratamientos han sido afectados por la incidencia de la

PROGRAMA DE MAIZ 1981

Cuadro 61. Ensayo de nivel. Herbicidas y dosis por densidad. Rendimiento ton/ha (al 14% de humedad).

Tratamientos Herbicida y Dosis	Población <sup>(1)</sup>	RENDIMIENTOS ton/ha				PROMEDIO
		LOCALIDADES				
		1	2	3	4	
Gesaprim 80 - 1 kg/ha Preemergente	40.0	2.08	2.74	2.21	1.31	2.08
Gesaprim 80 - 2 kg/ha Preemergente	40.0	1.84	2.51	2.43	1.14	1.98
Gramoxone - 1 lt/ha a los 30 días	40.0	1.99	2.34	1.79	1.10	1.80
2-4-D 1 lt/ha a los 30 días	40.0	1.71	2.05	2.17	1.13	1.76
Gesaprim 80 1 kg/ha Preemergente	50.0	1.90	1.86	2.44	2.06	2.06
Gesaprim 80 - 2 kg/ha Preemergente	50.0	1.81	2.56	2.58	2.21	2.29
Gramoxone - 1 lt/ha A los 30 días	50.0	1.73	2.47	2.41	1.57	2.04
2-4-D 1 lt/ha A los 30 días	50.0	1.97	2.56	1.92	1.64	2.02
Gesaprim 80 - 1 kg/ha Preemergente	62.5	1.89	2.82	2.39	2.11	2.30
Gesaprim 80 - 2 kg/ha Preemergente	62.5	1.90	2.84	2.81	1.87	2.35
Gramoxone 1 lt/ha A los 30 días	62.5	1.95	2.75	2.83	1.84	2.34
2-4-D 1 lt/ha A los 30 días	62.5	1.63	2.29	2.79	1.91	2.15

(1) Miles de plantas/ha.

## PROGRAMA DE MAIZ 1981

Cuadro 62. Ensayo de niveles, herbicidas y dosis por densidad. Anava por localidad y combinado.

Fuente de Variación	LOCALIDAD				COMBINADO
	1	2	3	4	
Localidad					**
Repetic. x Loc.					
Loc. x Herb. y Dosis					
Loc. x Densidad					*
Herbicidas y Dosis					
Densidad				**	**
Herbic. y Dosis x Densidad					
Coef. de Variación	14	17	35	22	24

\*, \*\*: Significancia al 0.05 y 0.01, respectivamente.

enfermedad y bajo condiciones normales debemos esperar diferencias mayores, particularmente entre el 2-4-D y las restantes alternativas. Pero aún suponiendo que estas pequeñas diferencias fueran las esperadas bajo condiciones normales de producción, serían igualmente suficientes para fundamentar la superioridad de las alternativas al 2-4-D. El Cuadro 64 muestra que las tasas de retorno para pasar del 2-4-D a cualquiera de las alternativas consideradas resultan en todos los casos superiores al costo de oportunidad del capital.

## PROGRAMA DE MAIZ 1981

Cuadro 63. Ensayo de nivel herbicidas y dosis por densidad. Efectos principales. ton/ha.

	D <sub>40</sub>	D <sub>50</sub>	D <sub>62.5</sub>	PROMEDIO
Gesaprim 80 - 2 kg	1.98	2.29	2.35	2.20
Gesaprim 80 - 1 kg	2.08	2.06	2.30	2.14
Gramoxone - 1 H.	1.80	2.04	2.34	2.06
2-4-D 1 lt	1.76	2.02	2.15	1.97
	1.90	2.10	2.28	

Por último, las pruebas de fitotoxicidad residual de la atrazina sobre el frijol, realizadas en los surcos bordes de los ensayos de herbicidas, han

confirmado que ésta prácticamente no existe a partir de los 90 días de aplicación del Gesaprim.

**Cuadro 64. Análisis económico. Herbicidas y dosis por densidad.**

	2-4-D - 1 lt.	Gramoxone 1 lt	Gesaprim 1 kg	Gesaprim 2 kg
Rto. Bruto ton/ha	1.98	2.06	2.15	2.21
Rto. Ajustado - 10%	1.78	1.85	1.93	1.91
<b>Beneficio Bruto</b> (PCM = 193.6 ton)	<b>344.6</b>	<b>358.2</b>	<b>373.6</b>	<b>369.7</b>
Costos Variables	2.58	5.50	8.13	16.20
Gesap. 80 - 1 kg-\$8.13			8.13	16.26
Gramoxone - 1 lt \$5.50		5.50		
2-4-D - 1 lt = \$2.58	2.58			
<b>Beneficio Neto</b>	<b>342.02</b>	<b>352.70</b>	<b>365.47</b>	<b>353.45</b>
Tasa Marginal de Retorno		366%	423%	81%

#### 7.2.2.2 Fertilizantes

Tres de los cinco ensayos sembrados se perdieron por acame o daño de animales; quedando sólo un ensayo en topografía plana (pendiente menor de 5%- parcelas continuas), y uno en topografía inclinada (pendiente mayor de 5%).

El Cuadro 65 presenta los rendimientos obtenidos en ambas localidades. Una primera observación indica diferencias marcadas para nitrógeno en la localidad 1 (parcelas continuas - topografía plana), mientras que no ocurre lo mismo en la localidad 2.

Esto es confirmado por el análisis estadístico. El Cuadro 66 presenta la anava por localidad para el subarreglo factorial de ambos ensayos. Los coeficientes de variación son relativamente altos, confirmando el patrón general de los ensayos de este ciclo. Se observan diferencias significativas para nitrógeno en la localidad 1 que corresponde a los ensayos de parcelas continuas. Lamentablemente, no se puede generalizar estos resultados para el dominio de recomendación con sólo un ensayo ni tampoco inferir, bajo estas circunstancias, que comienza ya a manifestarse el agotamiento esperado en la fertilidad natural del suelo. Esto deberá dilucidarse continuando con estos ensayos de parcelas continuas en los próximos ciclos. Si entonces se confirmara esta respuesta como "representativa" de lo que va a ocurrir con los productores del Dominio de Recomendación en un futuro

## PROGRAMA DE MAIZ 1981

Cuadro 65. Ensayos de nivel. Fertilizantes. Rendimientos en ton/ha al 14% de humedad.

No	TRATAMIENTOS kilos ma/ha		LOCALIDADES	
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1(a)	2(b)
1	0	0	1.72	3.16
2	0	50	1.56	2.15
3	0	100	1.45	2.97
4	40	0	3.02	3.18
5	40	50	2.30	2.93
6	40	100	3.33	2.83
7	80	0	3.12	2.60
8	80	50	4.06	3.01
9	80	100	3.09	3.45
10	0	25	1.87	2.49

(a) Ensayos de parcelas continuas; topografía plana (menos del 5% de declive).

(b) Ensayo en laderas (más del 5% de declive).

no muy lejano<sup>(1)</sup>, estaríamos en condiciones de anticipar requerimientos y viabilidad de nutrientes químicos como resultado del proceso de desarrollo tecnológico seguido por la región en la producción de maíz. En el caso particular del ensayo considerado, el Cuadro 67 indica que resultaría viable una aplicación de 80 kg de nitrógeno con una tasa marginal de retorno de 125%. En lo que respecta al ensayo en tierras de ladera (localidad 2), el Cuadro 66 indica que no presenta diferencias significativas. Siendo el único ensayo de este ciclo y el primero de su naturaleza (en topografía inclinada) no nos permite aún sacar conclusiones.

Por último, los resultados de las parcelas satélites de potasio reportados en el Cuadro 68 no indican ninguna tendencia de respuesta a este nutriente.

### 7.2.2.3 Parcelas de verificación

Los rendimientos, beneficios y costos asociados con las alternativas consideradas son reportados en el Cuadro 69; en éstos los rendimientos han

(1) Recuérdese que estamos trabajando con los ensayos de parcelas continuas, de simular el proceso de agotamiento de la fertilidad natural del suelo que sufriría el productor en el futuro al realizar un manejo más intensivo del cultivo con la eventual adopción de las alternativas tecnológicas que van surgiendo del programa.

## PROGRAMA DE MAIZ 1981

Cuadro 66. Ensayo de nivel. Fertilizantes. Anava por localidad.

Fuente de Variación	GL	LOCALIDAD - 1		LOCALIDAD - 2	
		Suma de cuadrados	F.c.	Suma de cuadrados	F.c.
Nitrógeno	2	16.1967	25.07**	0.3552	0.26
Fósforo	2	0.0017	0.00	0.7203	0.52
N X P	4	3.6118	2.80	2.2825	0.83
Error	18	5.8146		12.3744	
TOTAL	26	25.6247		15.7325	
CV		22%		28%	

\*\* Significativo al 0.01.

## PROGRAMA DE MAIZ 1981

Cuadro 67. Análisis económico. Fertilizantes (Viabilidad del efecto del nitrógeno en la localidad 1).

CONCEPTO	TRATAMIENTOS		
	No	N <sub>40</sub>	N <sub>80</sub>
Rendimiento Bruto (ton/ha)	1.65	2.88	3.42
Rendimiento Ajustado (10%)	1.48	2.59	3.08
Beneficio Bruto (Pcm = \$192.6/ton)	286.53	501.42	596.29
Costos Variables (CV) Fertilizantes	—	47.40	89.80
Nitrógeno			
Pe N = \$1.06/kg	—	42.40	84.80
Mano de Obra 1 día	—	5.00	5.00
Beneficios Netos (BN)	286.53	454.02	507.10
Incremento en BN		167.49	53.08
Incremento en CV		47.40	42.40
TMR		353%	125%

variado por localidad, particularmente en función del distinto grado de incidencia de la enfermedad. El análisis económico combinado, indica superioridad económica para la alternativa I, que domina a las otras dos. Si se excluyera de este análisis combinado la localidad 1 que tuvo mayor incidencia del tizón, ésto no haría más que aumentar la dominancia de la alternativa I. Tal como se han dado los resultados de estas parcelas, la superioridad de la alternativa I con relación a PA está más asociada con reducciones de costos por hectárea (cero labranza, sin fertilización) que con el impacto observado en rendimientos.

#### PROGRAMA DE MAIZ 1981

Cuadro 68. Ensayo de nivel fertilizantes. Rendimiento de tratamientos satélites con niveles de potasio y aplicaciones máximas de nitrógeno y fósforo constante.

	K <sub>0</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>
Parcela continua menos -5% de pendiente	4.53	3.26	4.42
Parcelas con pendiente mayor 5%	3.12	4.42	2.60

En lo que respecta a la alternativa II, al incorporar fertilizante sin mayor respuesta resulta en costos mayores y beneficios netos menores que la alternativa I.

#### 7.2.2.4 Parcelas demostrativas de cero labranza

De acuerdo a lo planificado, no resultó difícil interesar a tres agricultores para que manejaran parte de su parcela de maíz con cero labranza. En realidad, otros agricultores lo hicieron por cuenta propia, sin la supervisión directa del técnico del programa. El tamaño de las parcelas manejadas osciló entre una y dos hectáreas. La práctica de cero labranza presentó pequeñas variaciones en los tres casos en función del manejo previo de la parcela (con o sin pastoreo de animales) y la cantidad de malezas existente. Sólo en la localidad 1 se realizó una chapia previa a la aplicación del herbicida. En la localidad 2 el productor había utilizado el terreno para pastoreo de animales después de la cosecha del frijol. La dosis utilizada de Gramoxone osciló entre 1 y 2 litros por hectárea. Como resultado de estas diferencias, el costo de labranza osciló entre \$19.25 y \$26.50 por hectárea, estando en promedio por debajo de los costos estimados en el ciclo 1980 (\$26/ha) para el análisis de los ensayos. (Cuadro 70).

En lo que se refiere a las prácticas restantes, los tres agricultores sembraron manualmente en hileras, utilizaron Gramoxone o Gesaprim para el control de malezas y ninguno aplicó fertilizantes ni insecticidas. Los rendi-

## PROGRAMA DE MAIZ 1981

Cuadro 69. Análisis económico de las parcelas de verificación.

CONCEPTO	Alternativas Tecnológicas		
	PA <sup>(a)</sup>	I	II
Rendimientos (ton/ha)			
LOCALIDAD 1 - Enfermedad fuerte	1.91	1.42	2.93
LOCALIDAD 2 - Enfermedad leve	4.25	4.24	3.89
LOCALIDAD 3 - Enfermedad leve	2.86	4.02	3.34
PROMEDIO	3.01	3.23	3.39
Rendimiento Ajustado (10%)	2.71	2.91	3.05
Beneficio Bruto (Pcm = S 193.6/ton)	524.7	563.4	590.5
Costos Variables	126.7	65.6	129.5
Preparación de Tierra	48.0	29.3	29.3
PA. Rastreo 3 pases 16.0 c/u	48.00		
I, II. Gramoxone 1.5 lt. 5.5 S/lt		8.3	8.3
Mano de obra aplicación			
2 días \$ 5.00/día		10.00	10.00
Valor de Renta de Mochila			
1 día		1.00	1.00
Chapia 2 días \$ 5.00/día		10.00	10.00
Siembra	19.3	30.3	30.3
Semilla kg/ha	13.0	16.0	16.0
Costo/ha 0.33/kg	4.3	5.3	5.3
Mano de Obra. Días	3	5	5
Mano de Obra - Costo \$ 5.00/día	15	25	25
Control de Malezas	5.5	16.0	16.0
Gramoxone 1 lt/ha 5.5	5.5	--	--
Gesaprim 80. 2 kg/ha \$ 8/kg	--	16.0	16.0
Fertilizantes	53.9	--	53.9
2 qq 10-30-10 \$ 21.94 c/u	43.9	--	43.9
Mano de Obra 2 h x \$ 5/día	10.0	--	10.0
Beneficio Neto	398.0	497.8	461.0
	(b)		(b)

(a) La práctica del agricultor ha sido ajustada en control químico de malezas siguiendo la tendencia observada por parte del agricultor, de desplazar el 2-4, D por los nuevos herbicidas probados en el área.

(b) Alternativas dominadas.

nientos variaron fundamentalmente con la incidencia del tizón; en particular, la localidad I tuvo fuertes ataques de *Helminthosporium* sp. Por último, las reacciones de los agricultores frente a esta alternativa son bastante consistentes con las hipótesis formuladas en torno a la alternativa, percibiéndose claramente la magnitud de reducción de costos de labranza y el impacto moderador del proceso de erosión.

### PROGRAMA DE MAIZ 1981

Cuadro 70. Parcelas demostrativas de cero labranza.

CONCEPTO	LOCALIDADES		
	I	II	III
Area de parcela (ha)	1	2	2
Preparación del suelo			
- Pastoreo de ganado	no	si	no
Chupia (jornales)	2	—	—
Dosis de Gramoxone (lt)	1	2	1.5
Mano de obra aplicación (jorn.)	2	2	2
Costo de cero labranza (\$/ha)	26.50	22	19.25
Control de malezas <sup>(1)</sup>	GRAM	GES	GRAM
Plantas cosechadas (miles/ha)	26.3	30.0	31.0
Mazorcas cosechadas por ha	23.8	23.5	26.8
Incidencia del tizón	fuerte	leve	leve
Rendimientos (ton/ha)	1.3	2.8	2.8

(1) GRAM: Gramoxone 1-1.5 lt/ha. GES: Gesaprim 2 kg/ha. Los tres agricultores sembraron a mano en hileras. Ninguno aplicó fertilizantes ni insecticidas.

### 7.3 Integración global de resultados y derivación de recomendaciones.

La característica general de los resultados de este ciclo de ensayos está dada por el bajo nivel de rendimientos y la alta variabilidad de los mismos, reflejada en los niveles de coeficientes de variación. Esta circunstancia, fundamentalmente asociada a la mediación (muy poco usual) de fuertes ataques de *Helminthosporium* sp., ha afectado en alguna medida la confiabilidad de la información obtenida en este ciclo. A pesar de ello, se ha intentado, considerando esta circunstancia, rescatar, a través del análisis de los ensayos, toda la información que ha sido posible, para integrarla con la ya disponible de los ciclos precedentes. En primer lugar, los ensayos exploratorios nos han permitido cuantificar el papel que le cabe al insecticida en la "protección" de un nivel adecuado de población de plantas (recordemos que densidad y

arreglo espacial de siembra han sido en todos los ciclos una variable de impacto significativo en el nivel de rendimientos).

Esta cuantificación ha sido posible por dos circunstancias:

- a. Se han verificado en este ciclo fuertes ataques de insectos.
- b. El manejo y captación de datos de los ensayos, ha permitido "aislar" el efecto de la protección del insecticida al suelo de la incidencia del *Helminthosporium* sp., manifestado en el nivel de rendimientos. Esto se ha dado a través de conteos frecuentes de la población de plantas durante la primera etapa del desarrollo del cultivo (antes de la incidencia del *Helminthosporium*).

Si bien el efecto de protección del insecticida no ha podido manifestarse plenamente en rendimientos; b.1 se han detectado igualmente efectos significativos sobre estos últimos y b.2 se ha verificado con el análisis económico la viabilidad del uso de este insumo. Siendo ambos aspectos válidos sólo en el caso de que efectivamente se verifique el ataque de insectos. La probabilidad de que esto último ocurra no se conoce aún, sólo se tiene la indicación por parte de los productores de que este hecho aparece frecuentemente asociado con atrasos en el establecimiento del período de lluvias. La conclusión de lo precedente, es que se abren, con estos resultados, nuevos horizontes de investigación para el Programa, que continuarán siendo explorados en los ciclos venideros.

En lo que se refiere a cero labranza y densidad y arreglo espacial de siembra, los ensayos de este ciclo confirman las relaciones encontradas en los ciclos precedentes. Para el caso de herbicidas los resultados no fueron tan concluyentes, ya que no pudieron detectarse en este ciclo diferencias de significación. A pesar de ello, la información nos indica:

- a. El ordenamiento de los rendimientos resultante, es el esperado; correspondiendo al 2-4-D los rendimientos más bajos.
- b. El análisis económico indica que a pesar de las pequeñas diferencias de rendimientos para las distintas alternativas, la tasa marginal de retorno para pasar del 2-4-D a cualquiera de las alternativas (Gramoxone o Gesaprim) resulta superior al costo de oportunidad del capital, confirmando en este sentido la superioridad de los nuevos herbicidas sobre el 2-4-D.
- c. Consistentemente con lo precedente, el proceso de desplazamiento del 2-4-D por parte de los productores (que están adoptando Gramoxone y Gesaprim) se encuentra bastante avanzado dentro del Dominio de Recomendación.

Por su parte, las pruebas de fitotoxicidad del Gesaprin sobre el cultivo del frijol, nos indican nuevamente que no hay efectos en este sentido a partir de los 90 días de su aplicación.

Por último, los ensayos perdidos en el caso de fertilizantes, nos dejan con sólo un ensayo en parcelas continuas (Dominio de Recomendación No. 2 -inclinación menor a 5%) y otro en topografía de ladera (inclinación mayor de 5%); lo que no permite en este caso contribuir con inferencias concluyentes para la región como un todo, a partir de la información de este ciclo. Consecuentemente, el margen de las clarificaciones que arrojen los ciclos venideros en este tema, se mantienen al presente las conclusiones basadas en la información proveniente de los ciclos precedentes.

## PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE MAIZ, 1978-1982

Uno de los problemas que afectan la producción de maíz en la zona de Caisín, está dado por el excesivo desarrollo vegetativo de la variedad empleada por el agricultor del área. Si bien es cierto, dicha variedad local alcanza rendimientos experimentales mayores a las 4 toneladas por hectárea y presenta algunas características agronómicas deseables tales como, resistencia aceptable a pudrición de la mazorca, tamaño de mazorca, grano amarillo cristalino, etc., también es cierto que su desarrollo vegetativo supera generalmente los 3.0 metros de altura, característica que limita su potencial de rendimiento al exponer dicha variedad a ser susceptible a problemas de acame.

Por otro lado, a pesar de que en el área se han probado variedades que alcanzan alturas menores, entre otras Tocuemen 7428, dichas variedades no han sido aceptadas por los agricultores, ya que según reportes de ellos, estas variedades introducidas, no resisten bien el exceso de humedad característica del área, las mazorcas se pudren, el capullo (espantos) no cierra bien, y sus rendimientos no superan a la variedad local.

Esta situación ligada al hecho de no contar hasta el presente con varie-



*El objetivo central del programa de mejoramiento es lograr reducir la altura de la variedad local y disminuir el problema de acame.*

dades promisorias que pudieran ser incorporadas a la tecnología del agricultor, ha promovido el interés del Programa para emprender un modelo de trabajo de mejoramiento. El objetivo principal de este programa es bajar la altura de la variedad local. Teniendo en cuenta este objetivo central, se intentará obtener variedades de alto rendimiento, conservando o mejorando las características ventajosas de la variedad local, tales como el tipo y calidad de grano, así como su relativa resistencia a pudrición de mazorca.

Con estos fines, el Programa utiliza las siguientes poblaciones:

- a. Población Caisán. La población es la variedad Caisán, muy generalizada entre los agricultores del área adaptada a regímenes de alta precipitación pluvial, planta alta (3.5 metros de altura) grano amarillo.
- b. Población Caisán x Tuxpeño C17. La variedad Caisán fue cruzada el decimoséptimo ciclo para reducción de altura de la población Tuxpeño-I.

Tuxpeño C17 tiene un buen potencial de rendimiento, con una altura de planta que oscila alrededor de 1.70 metros, es de grano blanco dentado. La población segregante Caisán x Tuxpeño C17, tiene una altura intermedia entre los progenitores.

## 8.1 Metodología

### 8.1.1 Población Caisán

El programa de selección intrapoblacional para reducir la altura de planta, utiliza el sistema de selección de mazorca por surco modificado.

Doscientas cincuenta mazorecas provenientes de plantas previamente seleccionadas de material local (Caisán) en 1979 constituyeron el material parental. Las mazorecas fueron seleccionadas de plantas con altura no mayor de 3.0 metros, altura de mazorca no mayor de 1.60 metros, buena cobertura de mazorca y excelente calidad de grano.

Las mazorecas fueron desgranadas independientemente y sembradas en un lote aislado de recombinación como surcos hembras (familias de medios hermanos). Un compuesto balanceado de todas las mazorecas fue sembrado como surcos machos en la relación de 2 surcos hembras por un surco macho. La siembra se efectuó en surcos de 5 m de largo, depositando 3 semillas en golpes separados 0.50 m del surco y con una distancia de 0.80 m centímetros entre surco y surco. Cada golpe se raleó al momento apropiado, dejando 2 plantas por golpe. Se usaron fertilizantes en el lote de recombinación al nivel de 35-40-13kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente.

El control de malezas se realizó con Gesaprim 80 en preemergencia a razón de 2 kilos MC/ha, para el control de plagas se utilizó el insecticida Diazinon a 1 litro MC/ha.

Los surcos hembras fueron despanojados antes de la antesis, y hasta donde fue posible se tomaron medidas para evitar contaminación del lote aislado sembrado con parcelas vecinas de maíz. El lote aislado fue sembrado en parcelas de un agricultor de la localidad de Caisán. La selección de planta baja se efectuó entre y dentro de cada familia.

Para efectuar la selección final se tomaron en consideración la altura de la planta, altura de mazorca, sanidad del follaje, acame, cobertura de mazorca y sanidad de grano; el rendimiento se estimó visualmente. Doscientas cincuenta mazorcas fueron seleccionadas, constituyendo éstas el resultado del primer ciclo de selección. Este sistema de selección se continuó en los años de 1980 y 1982, habiéndose concluido el tercer ciclo de selección.

En el curso de 1982 se evaluarán los tres ciclos de selección obtenidos hasta la fecha, especialmente en función de la respuesta de selección a altura de planta. Por otra parte, en este año se continuará el proceso de selección introduciendo modificaciones pertinentes. En primer lugar se dará mayor atención al rendimiento, para ello la selección se efectuará entre y dentro de familias seleccionadas, aplicando 20% de presión de selección entre familias y 25-23% de presión de selección dentro de familias.

La selección entre familias se efectuará en términos de diferencias relativas de rendimiento de cada surco hembra en función del promedio de rendimiento de los dos surcos machos adyacentes (método de selección entre progenies en función del comportamiento promedio de surcos machos adyacentes<sup>(1)</sup>). Estas diferencias son expresadas en términos de porcentaje. La presión de selección será de 20% entre familias y 23% dentro de familias.

### 8.1.2 Población Caisán x Tuxpeño C17

La población tuxpeño tiene un amplio rango de adaptación a la vez que posee un alto grado de habilidad combinatoria general.

En el Programa de Maíz de CIMMYT, se considera de importancia la reducción de altura de planta en poblaciones tropicales. La población Tuxpeño ha sido sometida a selección para altura de planta. El ciclo C17 de esta población tiene una altura no mayor de 1.70 metros. Cruzas de Tuxpeño C17 con poblaciones de planta alta reducen en la  $F_1$  a la mitad de la diferencia de altura de planta entre Tuxpeño C17 y las variedades locales de

(1) Villena, Willy. 1982. Selección de progenies de maíz en función del comportamiento promedio de surcos machos adyacentes. Reunión Anual XXVIII del PCCMCA, San José, Costa Rica.

planta alta. La altura de planta se mantiene estable en generaciones posteriores. Las etapas del programa con esta población son las siguientes:

Primera: 1979. Se efectuó la cruce de la población Caisán (grano amarillo) con Tuxpeño C17 (grano blanco). La cruce se efectuó en un lote aislado utilizando Tuxpeño como surcos hembras. Tuxpeño C17 fue sembrado 15 días después que el macho (Caisán), por ser aquella más precoz que la variedad local.

Postrera: 1979. La cruce Caisán x Tuxpeño C17 fue sembrado en un lote aislado del cruzamiento con objeto de lograr mayor recombinación de la población. Doscientas cincuenta mazorecas (familias de medios hermanos) fueron seleccionadas en este lote. Se hizo especial énfasis para separar granos segregantes  $F_2$  de color amarillo.

1980. Un compuesto balanceado procedente de doscientas cincuenta mazorecas seleccionadas el ciclo de siembra anterior fue sembrado con objeto de continuar con la recombinación y selección. Dos mil mazorecas fueron seleccionadas, tomando en consideración altura de planta, altura de mazorca, cobertura de mazorca, sanidad y calidad de la planta y color de grano.

1981. El compuesto de las dos mil mazorecas seleccionadas se sembraron en Caisán. El objetivo fue el de autofecundar plantas seleccionadas, con objeto de seleccionar al momento de la cosecha sólo aquellas mazorecas provenientes de plantas homocigotes para el carácter endosperma amarillo (YY). Es decir, se seleccionaron mazorecas autofecundas que no segregaban grano blanco. Una selección adicional permitió separar mazorecas de grano amarillo dentado y amarillo cristalino. Se han seleccionado alrededor de 500 como población base del presente programa. El promedio de altura de planta de esta población fue estimada en 2.50 metros.

En el año 1982 comienza el programa de mejoramiento por selección recurrente "Selección entre y dentro de familias de medios hermanos". Este método de selección se efectúa en función del comportamiento promedio de los surcos machos adyacentes en un lote aislado de desespigamiento. Las mazorecas seleccionadas serán sembradas como surcos hembras y desespigados antes de la antesis. Los surcos machos están formados por un compuesto balanceado de las 80 mejores mazorecas (mazorecas élites).

La selección para rendimiento, se efectuarán en función del comportamiento promedio de los surcos machos adyacentes. Estas diferencias se transformarán en porcentajes. Otras características que se tomarán en consideración son: altura de planta, altura de mazorca, sanidad de mazorca y caracte-

rísticas de grano. La presión de selección será de 20% entre familias y de 23% dentro de familias.

Superimpuesta a esta selección se efectuará otra, aplicando una mayor presión de selección de 3%. Es decir, solamente 10 de las mejores familias probadas serán seleccionadas. La semilla remanente de estas familias se recombinará para reconstituir una primera variedad experimental. El Programa de selección se efectuará en forma continua en la forma descrita.

Por último, la respuesta a selección en esta población podrá ser estimada en forma preliminar en 1983 en ensayos comparativos del ciclo C<sub>0</sub>, C<sub>1</sub> y los progenitores variedad Caisán y Fuxpeño C17.

## BIBLIOGRAFIA

1. ARAUZ, J.R. Resultados preliminares de ensayos demostrativos simples en maíz. En: Vigésimo Cuarta Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, San Salvador, El Salvador, 1978.
2. BYERLEE, C. et al. Planning technologies appropriate to farmers: concepts and procedures. México, CIMMYT, 1980.
3. Comisión Nacional del Atlas de Panamá. Atlas Nacional de Panamá. Panamá, Instituto Geográfico Tomary Guardia, 1975. 71p.
4. Estadística Panamena. Serie Meteorológica. Años 1973, 1974, 1975, 1976, 1977 y 1978.
5. Gaceta Oficial No. 16,687. Decreto de Gabinete No. 296, Septiembre 9 de 1970.
6. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Plan para la generación y transferencia de tecnología apropiada; documento de consulta. Panamá, IDIAP, 1979. 271p.
7. VILLENA, W. Selección de progenies de maíz en función del comportamiento promedio de surcos machos adyacentes. En: Vigésima Octava Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. San José, Costa Rica, 1982.

Esta publicación fue elaborada por el Departamento de Publicaciones de la Dirección de Transferencia de Tecnología, del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), apartado 6-4391, El Dorado, Panamá, República de Panamá.

*Edición*

Ing. Jaime López  
Ing. Sandra de Millán

*Diseño de portada:*  
Francisco Bustavino

Tiraje: 500 ejemplares