

Ministerio de Agricultura y Ganadería
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

Centro Interamericano de
Documentación e Información
Agrícola

13 NOV 1986

C I D I A
Turrialba, Costa Rica

PROYECTO COOPERATIVO MAG-CATIE
INFORME ANUAL DE ACTIVIDADES, 1981

✓
A. PALENCIA O.
Responsable

DIRECCION DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS (MAG)
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL (CATIE)

Costa Rica, Abril de 1982

CONTENIDO

| | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| Personal Participante | i |
| 1. ANTECEDENTES | 1 |
| 2. INVESTIGACION A NIVEL DE FINCA | 2 |
| 2.1 Región Pococi-Guácimo | 2 |
| 2.1.1 Sistema Maíz-Maíz | 2 |
| a. Efecto de dos manejos de suelo y cuatro arreglos espaciales de siembra sobre el rendimiento de dos variedades de maíz. | 2 |
| b. Evaluación de la respuesta de dos variedades de maíz a la fertilización con dos fuentes de N. | 10 |
| c. Evaluación de la respuesta de un maíz mejorado a la fertilización con N, P, K y S. | 10 |
| d. Evaluación de la sensibilidad del sistema de producción de maíz al cambio de cuatro componentes tecnológicos de manejo. | 26 |
| e. Diseño de ALTERNATIVAS | 35 |
| 2.1.2 Sistema MAIZ-YUCA | 37 |
| a. Efecto de tres épocas de siembra de dos variedades de yuca en asociación con dos variedades de maíz sobre la productividad del sistema. | 37 |
| b. Efecto del distanciamiento de siembra de la yuca y el maíz en una asociación dispuesta en fajas sobre la productividad del sistema. | 41 |
| 2.1.3 Sistema MAIZ-FRIJOL | 45 |
| a. Evaluación de cuatro variedades de frijol trepador para vainica en asociación con dos variedades de maíz. | 45 |
| 2.1.4 Sistemas de Producción de Raíces y Tubérculos | 50 |
| 2.1.4.1 Sistema de Producción de yuca (<u>Manihot esculenta</u>) | 50 |
| a. Efecto de cuatro arreglos espaciales de siembra sobre el rendimiento de dos variedades de yuca. | 50 |
| b. Efecto de dos distanciamientos y dos modalidades de siembra y dos manejos de la planta sobre el rendimiento de la yuca | 51 |

| | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| c. Evaluación del efecto de la fecha de siembra sobre el rendimiento de la yuca. | 51 |
| d. Evaluación de once cultivares promisorios de yuca bajo las condiciones del trópico húmedo. | 52 |
| 2.1.4.2 Sistema de Producción de Malanga (<u>Colocasia esculenta</u>) | 54 |
| a. Evaluación de doce cultivares de malanga bajo las condiciones de Guápiles | 54 |
| 2.1.4.3 Sistema de Producción de Ñame (<u>Dioscorea spp</u>) | 57 |
| a. Evaluación agroeconómica de variaciones en el soporte para la producción de ñame (<u>D.alata</u>), bajo condiciones de dos niveles de fertilización. | 59 |
| 2.2 Región Puriscal | 64 |
| 2.2.1 Sistema de Producción de MAIZ | 65 |
| a. Efecto del cambio de cuatro componentes tecnológicos de manejo sobre la productividad del sistema maíz en monocultivo. | 65 |
| b. Evaluación de la respuesta del maíz a la fertilización con nitrógeno, fósforo y azufre. | 69 |
| c. Diseño de ALTERNATIVAS | 73 |
| 2.2.2 Sistema de FRIJOL TAPADO | 75 |
| a. Evaluación de la respuesta del frijol tapado a la fertilización con N, P y K en dos formas y tres niveles de aplicación. | 75 |
| b. Evaluación de tres variedades de frijol bajo condiciones del sistema tapado y sembrado con espeque. | 75 |
| c. Efecto del tratamiento de la semilla y de la densidad de siembra sobre el rendimiento del frijol en el sistema tapado. | 76 |
| 3. CAPACITACION | 76 |
| 4. EXTRAPOLACION Y TRANSFERENCIA | 76 |
| 5. VISITANTES | 76 |

| | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| 6. DISTRIBUCION DEL TIEMPO | 77 |
| 7. ACTIVIDADES PROGRAMADAS PARA 1982 | 77 |
| 8. ACTIVIDADES CONEXAS | 77 |
| 8.1 Operación y Administración del Proyecto | 77 |
| 8.2 Participación de técnicos nacionales | 78 |
| 8.3 Cambios en la Estrategia | 79 |

PERSONAL PARTICIPANTE

Dirección de Investigaciones Agrícolas

a. Departamento de Sistemas de Cultivos y Mecanización Agrícola

Mauro Molina U.

Franklin Herrera

Manuel Chacón

b. Departamento de Agronomía

Leopoldo Pixley

Adrian Morales

Manuel Rodríguez

Dirección de Desarrollo Agropecuario

Centro Agrícola Regional Central (Puriscal)

Centro Agrícola Regional del Atlántico

Fernando Araya

Alfonso Vargas

Escuela de Agronomía, C.U.A.

Universidad de Costa Rica

Manuel Berrío G.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

Departamento de Producción Vegetal

Luis Angel Quirós

Enrique Salazar

Roger Meneses

Julio Henao

Pedro Oñoro

Anibal Palencia O.

1. ANTECEDENTES

En base al convenio de cooperación técnica celebrado entre el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), la Dirección de Investigaciones Agrícolas del MAG y el Departamento de Producción Vegetal de CATIE, desarrollan un proyecto de investigaciones en sistemas de producción para fincas pequeñas.

Este proyecto, que es financiado por AID-ROCAP mediante el Contrato 596-0083, persigue, fundamentalmente, definir una metodología para diseñar, evaluar y validar a nivel de finca, alternativas tecnológicas adecuadas a las necesidades y posibilidades del productor agrícola de recursos limitados.

Dentro de este marco de referencia el Proyecto desarrolla actividades en dos regiones geográficas del país. Estas regiones corresponden a los cantones de Pococí y Guácimo en la zona atlántica, donde prevalecen condiciones de topografía plana, clima cálido y una precipitación pluvial de aproximadamente 3500mm distribuidos todo el año; y al cantón de Puriscal en la región centro-occidental, donde la topografía es fuertemente accidentada, el clima es cálido-templado y la precipitación pluvial oscila alrededor de los 2500mm anuales distribuidos entre abril y noviembre.

De acuerdo con el plan anual de trabajo, durante 1981 se llevaron a cabo actividades que cubrieron aspectos relacionados, principalmente, con investigación a nivel de finca y con capacitación de personal técnico.

2. INVESTIGACION A NIVEL DE FINCA

Con el propósito de hacer acopio de la información experimental requerida para el diseño de alternativas tecnológicas, las actividades de investigación a nivel de finca fueron referidas al estudio y evaluación de componentes tecnológicos de manejo en los principales sistemas de producción. En tal sentido, se llevaron a cabo los siguientes proyectos experimentales:

2.1 Región Pococí-Guácimo

En esta región del Atlántico de Costa Rica fueron considerados los sistemas de producción Maíz-Maíz, Maíz-Yuca, Maíz-Frijol, Yuca, Malanga y Ñame.

2.1.1 Sistema Maíz-Maíz

Experimento No.C11181

Efecto de dos manejos de suelos y cuatro arreglos espaciales de siembra sobre el rendimiento de dos variedades de maíz.

Objetivo

Determinar el arreglo espacial de siembra más adecuado para maíces de porte alto y bajo, en condiciones de suelo roturado y no roturado.

Justificación

Los agricultores que cultivan maíz en la región usan distanciamientos de siembra variables; sin embargo, el distanciamiento más frecuente es 1mx1m con 5 semillas por golpe equivalente a una densidad potencial de 50000 plantas por hectárea^{1/}. A nivel de asistencia técnica se recomienda la misma densidad de siembra, pero con un

^{1/} MAG-CAR Atlántica. Encuesta de nivel tecnológico entre productores de maíz. Sistema C y V para transferencia de tecnología. Guápiles, 1981.

del agricultor, que usa espeque para la siembra, necesita dar con su sistema 10000 golpes/hectárea, con el distanciamiento recomendado tendría que dar 25000. Esto implica un costo 2.5 veces mayor y no hay evidencia experimental con respecto a que ese cambio en el arreglo espacial de la siembra eleve los rendimientos a un nivel que compense el gasto adicional.

Si bien el distanciamiento de siembra recomendado es aparentemente más adecuado para variedades de porte bajo y el distanciamiento del agricultor es usado con la variedad local (porte alto), no se conoce el comportamiento de ambos tipos de maíz al ser plantados a distanciamientos diferentes.

Se ha logrado alguna evidencia experimental sobre el mejor comportamiento del maíz bajo condiciones de suelo no roturado en comparación con suelo roturado, debido aparentemente a una menor incidencia de plagas tanto del suelo como del follaje^{3/}. En vista de que tal evidencia se logró con una variedad de porte bajo y un distanciamiento de siembra específico, se juzgó necesario determinar si dicho efecto es independiente del tipo de material genético y del arreglo espacial de siembra.

Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo durante el período comprendido entre el 6 de febrero y el 6 de junio de 1981. Fue ubicado en el

2/ Bonilla, N. El cultivo del maíz. San José, Costa Rica, CAFESA, 1980. 47 p.

3/ Saunders, J.L. y M.D. Shenk. Relación entre el tipo de labranza y la incidencia de las plagas en los sistemas de producción de cultivos de pequeños agricultores. Ibid, 1979.

campo Las Guineas de la Estación Experimental Los Diamantes (Guápiles, Pococí), a 150m.s.n.m., en suelos del subgrupo Typic Distrandept, los cuales se caracterizan por ser oscuros, profundos, de textura media, derivados de cenizas volcánicas, con baja saturación de bases y húmedos todo el año^{4/}. De acuerdo con el análisis de muestras tomadas a .2m de profundidad, el suelo mostró características de fertilidad adecuada (pH 5.7; 18.5 y 19.0 ug/ml de P y S; y .35, 4.8 y 1.2meq/100 ml de K, Ca y Mg respectivamente).

Registros de la finca El Prado, ubicada en la vecindad, señalan para 1980 una precipitación pluvial de 3843 mm y una distribución de 326, 334, 193, 396, 336 y 338mm mensuales durante el primer semestre de 1981 cuando se realizó la prueba.

Para los efectos del experimento fueron seleccionados los siguientes tratamientos:

- A. Suelo no roturado
- B. Suelo roturado
 - a. Maíz de parte alto (variedad local)
 - b. Maíz de parte bajo (Tico V-5)
 - 1. Distancia de siembra 1mx1m, 5 semillas/golpe
 - 2. Distancia de siembra 1mx.8m, 4 semillas/golpe
 - 3. Distancia de siembra 1mx.6m, 3 semilla/golpe
 - 4. Distancia de siembra .8mx.5m, 2 semilla/golpe

Todos los distanciamientos considerados equivalen a una densidad de siembra potencial de 50000 plantas/hectárea.

Estos tratamientos fueron evaluados mediante un diseño experimental

^{4/} Pérez, S. et al. Asociación de subgrupos de suelos de Costa Rica. Mapa preliminar. San José, Costa Rica, OPSA, 1978.

de Parcelas Subdivididas con 3 repeticiones iniciales y 2 finales debido a la pérdida de una de ellas por robo. El tamaño de la parcela útil varió en función del distanciamiento de siembra, siendo de 12m^2 para los tratamientos donde dicho distanciamiento fue de $1\text{m} \times 1\text{m}$ y $1\text{m} \times .8\text{m}$; de 12.6m^2 donde fue de $1\text{m} \times .6\text{m}$; y de 14.4m^2 donde la siembra se hizo a $.8\text{m} \times .5\text{m}$.

La preparación de tierras para la siembra se realizó con una aradura a $.2\text{m}$ de profundidad y dos pasadas de rastra, en las parcelas correspondientes al tratamiento de suelo roturado; y con una chapia a ras del suelo en las del tratamiento de suelo no roturado. Ambas operaciones fueron hechas 30 días antes de la siembra. La preparación de tierras fue completada con una aplicación de Paraquat, a razón de 2 litros pc/ha, 2 días antes de la siembra.

El régimen de fertilización consistió en dos aplicaciones de 100 kg/ha de nitrato de amonio, las cuales se llevaron a cabo 6 y 40 días después de la siembra. Quince días antes de la última aplicación de fertilizante se efectuó una segunda aplicación de Paraquat a razón de 2 litros pc/ha. El maíz fue doblado 90 días después de la siembra y cosechado 30 días más tarde.

Resultados y Discusión

Las variables de respuesta consideradas en el presente experimento fueron: población final, acame, mazorcas podridas y rendimiento en grano corregido al 12% de humedad. En los cuadros 1, 2, 3 y 4 se anotan los resultados obtenidos en cada una de las variables aludidas.

Población final

La población de plantas cosechadas varió, en general, de 30.417 a 40.873 plantas/ha. En relación a la población potencial (50.000 plantas/ha), la pérdida de plantas osciló entonces entre el 18 y el 39%. A nivel del promedio de cada uno de los tratamientos considerados, esta variación fue menor (35.833-38.986 plantas/ha); y las diferencias observadas entre sí no alcanzaron niveles de significación estadística. Consecuentemente, se infiere que cualquier diferencia entre las medias de rendimiento no puede ser atribuido al número de plantas cosechadas. La pérdida de plantas, sin embargo, sí fue considerable.

Acame

De acuerdo con el análisis de varianza, no se detectaron diferencias significativas entre las medias del número de plantas volcadas por el viento de ninguno de los tratamientos evaluados. Sin embargo, fue evidente el alto grado de acame observado en ambas variedades bajo condiciones de suelo roturado, y muy superior al que se observó en las parcelas donde el suelo no fue roturado. Aparentemente la gran diferencia entre las medias correspondientes no fue significativa al 5% de probabilidad, debido a que con esta fuente de variación se trabajó sólo con un grado de libertad.

En relación al efecto de los arreglos espaciales de siembra sobre el volcamiento, tampoco se detectaron diferencias significativas; no obstante, se observó una marcada tendencia de incremento a medida que se estrechó el distanciamiento de siembra.

Vale hacer notar que el acame se produjo antes de la floración del maíz; y que las plantas volcadas se recuperaron alcanzando su madurez normal.

Cuadro 1: Población final de maíz, expresado en términos del número de plantas cosechadas por hectárea. Guápiles, Enero-Junio, 1981.

| TRATAMIENTO | Arreglo espacial de siembra* | | | | \bar{X} |
|--------------------------|------------------------------|-----------|-----------|---------|-----------|
| | (1mx1m)5 | (1mx.8m)4 | (1mx.6m)3 | (.8x.5) | |
| Suelo no roturado | | | | | |
| Maíz alto (v.local) | 35.000 | 40.833 | 40.873 | 39.236 | 38.986 |
| Maíz bajo (Tico V-5) | 38.333 | 30.417 | 40.873 | 35.416 | 36.260 |
| \bar{X} | 36.667 | 36.625 | 40.873 | 37.326 | 37.623 |
| Suelo roturado | | | | | |
| Maíz alto (v.local) | 37.083 | 34.583 | 35.714 | 38.889 | 36.567 |
| Maíz bajo (Tico V-5) | 34.583 | 37.500 | 36.905 | 38.194 | 36.796 |
| \bar{X} | 35.833 | 36.042 | 36.310 | 38.542 | 36.681 |
| \bar{X} General | 36.250 | 35.834 | 38.592 | 37.934 | |

* 5,4,3,y 2 plantas por golpe para 50.000 plantas/ha potenciales.

Cuadro 2: Población acamada expresada en miles de plantas volcadas por hectárea. Guápiles, Enero-Junio, 1981.

| TRATAMIENTO | Arreglo espacial de siembra* | | | | \bar{X} |
|--------------------------|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | (1mx1m)5 | (1mx.8m)4 | (1mx.6m)3 | (.8mx5m)2 | |
| Suelo no roturado | | | | | |
| Maíz alto (v.local) | 0.000 | 0.000 | 0.794 | 0.694 | 0.372 |
| Maíz bajo (Tico V-5) | 1.667 | 0.000 | 1.984 | 0.000 | 0.913 |
| \bar{X} | 0.834 | 0.000 | 1.389 | 0.347 | 0.643 |
| Suelo roturado | | | | | |
| Maíz alto (v.local) | 11.250 | 17.917 | 22.222 | 27.736 | 19.781 |
| Maíz bajo (Tico V-5) | 12.500 | 23.333 | 30.555 | 25.347 | 22.934 |
| \bar{X} | 11.875 | 20.635 | 26.389 | 26.542 | 21.360 |
| \bar{X} General | 6.355 | 10.313 | 13.889 | 13.444 | |

* 5,4,3 y 2 plantas/golpe para 50.000 plantas/ha potenciales.

Cuadro 3: Mazorcas afectadas por *Gibberella* y *Diplodia* (miles/ha)...
Guápiles, Enero-Junio, 1981.

| TRATAMIENTO | Arreglo espacial de siembra | | | | \bar{X} |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------|
| | (1mx1m) ⁵ | (1mx.8m) ⁴ | (1mx.6m) ³ | (.8mx.5m) ² | |
| Suelo no roturado | | | | | |
| Mafz alto (v.local) | 0.417 | 2.083 | 2.778 | 0.000 | 1.320 |
| Mafz bajo (Tivo V-5) | 3.333 | 0.000 | 3.175 | 1.042 | 1.888 |
| \bar{X} | 1.875 | 1.042 | 2.977 | 0.521 | 1.604 |
| Suelo roturado | | | | | |
| Mafz alto (v.local) | 0.833 | 0.000 | 0.794 | 0.000 | 0.407 |
| Mafz bajo (Tico V-5) | 0.000 | 0.000 | 0.397 | 2.778 | 1.588 |
| \bar{X} | 0.417 | 0.000 | 0.596 | 1.389 | 0.998 |
| \bar{X} General | 1.146 | 0.521 | 1.787 | 0.955 | |

Mazorcas Podridas

Como mazorcas podridas fueron consideradas todas aquellas que se mostraron afectadas por el complejo fungoso *Gibberella-Diplodia*. La incidencia de esta pudrición varió desde cero hasta 3.333 mazorcas por hectárea, pero sin mostrar consistencia en relación a los tratamientos evaluados.

De acuerdo con los resultados del análisis estadístico, las diferencias entre las medias de los distintos tratamientos no fueron significativas al nivel del 5% de probabilidad.

Rendimiento

El rendimiento, como variable de respuesta, fue considerado en términos de grano con humedad corregida al 12%, procedente de mazorcas sanas. En general, los rendimientos observados (Cuadro 4) fueron

altos, a pesar de la merma de plantas a la cosecha.

De acuerdo con el análisis estadístico, únicamente se detectaron diferencias significativas entre las medias de los arreglos espaciales de siembra.

Cuadro 4: Rendimiento de maíz en grano al 12% H. (kg/ha). Guápiles, Enero-junio, 1981.

| TRATAMIENTO | Arreglo espacial de siembra | | | | \bar{X} |
|----------------------|-----------------------------|----------|----------|----------|-----------|
| | (1x1m)5 | (1x.8m)4 | (1x.6m)3 | (.8x.5)2 | |
| Suelo no roturado | | | | | |
| Maíz alto (v.local) | 3511 | 3567 | 3939 | 4028 | 3961 |
| Maíz bajo (Tico V-5) | 3461 | 4872 | 4551 | 4316 | 4300 |
| \bar{X} | 3486 | 4220 | 4245 | 4572 | 4351 |
| Suelo roturado | | | | | |
| Maíz alto (v.local) | 3587 | 3625 | 4687 | 3902 | 3950 |
| Maíz bajo (Tico V-5) | 3410 | 3632 | 3208 | 4193 | 3611 |
| \bar{X} | 3499 | 3629 | 3948 | 4048 | 3781 |
| \bar{X} General | 3492b | 3924a | 4096a | 4310a | |

* 5,4,3 y 2 plantas por golpe para 50.000 plantas/ha.

MDS 5%= 445.7

CV= 11%

El efecto que sobre el rendimiento mostraron los arreglos espaciales de siembra correspondientes a (.8x.5m)2, (1x.6m)3 y (1x.8m)4 fue superior al de (1x1m)5 utilizado por el agricultor de la región. Este efecto, cuya diferencia entre si no fue significativa, fue mayor bajo condiciones de suelo no roturado, especialmente con el maíz de porte bajo (Tico V-5).

De acuerdo con estos resultados, es evidente la posibilidad de

ofrecer al pequeño agricultor que siembra con espeque, una alternativa para mejorar su rendimiento, más atractiva que la recomendada hasta el momento (.8x.5m)², pues le permitiría bajar de 25000 a 16600 o menos el número de golpes de siembra por hectárea.

Experimento No. C11281

Evaluación de la respuesta de dos variedades de maíz a la fertilización con dos fuentes de nitrógeno.

Objetivos:

- a. Definir el comportamiento de la variedad de maíz local y de una variedad mejorada (Tico V-5) con respecto a la fertilización nitrogenada.
- b. Definir la respuesta del maíz a la fertilización con azufre usando sulfato de amonio como fuente de este nutrimento.

Experimento No. C11381

Evaluación de la respuesta de un maíz mejorado a la fertilización con nitrógeno, potasio, fósforo y azufre.

Objetivos:

- a. Determinar los niveles óptimos de N, P₂O₅, K₂O y S requeridos por un maíz mejorado en inceptisoles de la región Pococi-Guatemala.
- b. Correlacionar la respuesta biológica observada en el campo con el análisis de suelo para revisar los niveles críticos usados actualmente.

Justificación

Una encuesta realizada recientemente en la región ^{5/}, indica

5/ MAG-CAR Atlántico. Encuesta de nivel tecnológico entre productores de maíz. Sistema C y V para transferencia de tecnología. Guápiles, 1981.

que el 65% de los productores de maíz entrevistados no usa fertilizante. El 35% restante lo usa pero aplicando regímenes de fertilización aparentemente inadecuados.

Entre los agricultores que no fertilizan se observa la tendencia de usar tierras nuevas o "descansadas" para evitar el gasto en fertilizante. Sin embargo, este ahorro resulta a la postre ficticio, debido a que los costos de producción se incrementan por concepto de control de malezas. En tales tierras las malas hierbas crecen abundantemente y su control puede representar hasta el 69% del costo total de producción ^{6/}.

El régimen de fertilización en el sistema de producción de maíz se presenta, entonces, como un componente de grandes posibilidades en la alternativa requerida para mejorar la tecnología usada por el productor de maíz en la zona. Este régimen de fertilización, sin embargo, aún no ha sido definido con la claridad y precisión deseadas.

Mientras el resultado de dos pruebas realizadas durante 1979 en fincas del cantón Pococí indicaron que el maíz respondía significativamente a la aplicación de 60 y 100kg de N/ha ^{7/}, los obtenidos en 1980 de 5 ensayos llevados a cabo tanto en Pococí como en Guácimo, revelaron falta de respuesta a la aplicación de N, P y K ^{8/}. En este último caso, la no respuesta a P y K pudo explicarse en base a los niveles adecuados de estos nutrimentos en el suelo según el análisis correspondiente; pero con respecto a la falta de respuesta a la fertilización

^{6/} SHENK, M. Informe de avance del Proyecto MAG-CATIE. In. Evaluación 1979 y Programa nacional de investigación agrícola para la producción 1980. MAG-DIA, San José, 1980.

^{7/} BEJARANO, W. y MENESES, R. Informe anual 1979 del Proyecto CATIE-RQCAP. Programa de Cultivos Anuales, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1980.

^{8/} PALENCIA, A. Informe Anual 1980 del Proyecto CATIE-ROCAP. Programa de Cultivos Anuales, CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1981.

nitrogenada, sólo pudo considerarse alguna relación con la posible baja capacidad de respuesta de la variedad local usada en las pruebas y con la aparente deficiencia de azufre que pudo haberse manifestado como factor limitante.

En consideración a la problemática planteada, se proyectó la ejecución de los dos experimentos antes señalados.

Materiales y Métodos

En total se llevaron a cabo 8 pruebas, de las cuales una fue localizada en el campo Las Guineas de la Estación Experimental Los Diamantes en Guápiles (Experimento No. C11281) y siete en fincas de agricultores de Pococí y Guácimo (Experimento No. C11381). El primer experimento se desarrolló durante el período comprendido entre enero y junio de 1981 y el segundo durante agosto-diciembre del mismo año, cuando las condiciones de precipitación pluvial son regularmente más severas. En ambos experimentos, la respuesta del maíz al abonamiento fue evaluado de acuerdo con la metodología de los Modelos Discontinuos propuesta por Waugh et al^{9/}.

Experimento No. C11281

Las características de altitud, suelo y clima del sitio donde tuvo lugar esta prueba, corresponden a las ya descritas en el Experimento No. C11181 anterior.

Los tratamientos seleccionados fueron los siguientes:

- A. Maíz local (Variedad Maicenón)
- B. Maíz mejorado (Variedad Tico V-5)

^{9/} WAUGH, D.L., CATE, R.B. y NELSON, L.A. Modelos discontinuos para una rápida correlación, interpretación y utilización de los datos de análisis de suelos y las respuestas a los fertilizantes. Boletín Técnico No. 7. ISFEI, N.C. State University at Raleigh, 1973. 106 p.

| | | | | | |
|----|-----|----|----|----|--|
| 1. | 0 | 0 | 0 | 0 | Kg/ha de N, P ₂ O ₅ , K ₂ O y S |
| 2. | 30 | 0 | 0 | 0 | " |
| 3. | 60 | 0 | 0 | 0 | " |
| 4. | 90 | 0 | 0 | 0 | " |
| 5. | 120 | 0 | 0 | 0 | " |
| 6. | 90 | 60 | 0 | 0 | " |
| 7. | 90 | 0 | 60 | 0 | " |
| 8. | 90 | 0 | 0 | 97 | " |

Estos tratamientos fueron distribuidos en el campo de acuerdo a un diseño experimental de Parcelas Divididas con 3 repeticiones y unidades experimentales de 4 hileras de 5.5m de longitud, donde el maíz fue plantado a 0.8m x 0.5m con 2 plantas/golpe (50.000 plantas/ha). La parcela útil fue definida con dos hileras de 4.5m de longitud (1.6m x 4.5m = 7.2m²).

El suelo para la siembra fue preparado con una aradura a 0.2m de profundidad y dos pasadas de rastra de discos. Veinte días más se llevó a cabo la siembra, haciendo previamente una aplicación de Paraquat a razón de 2 litros pc/ha. Inmediatamente después se aplicó en cada golpe de siembra, superficialmente, 1g de carbofuran 5G para el control de insectos del suelo y del follaje en la primera etapa de crecimiento del maíz.

El fertilizante fue aplicado en dos momentos. La dosis total de fósforo y potasio y la mitad de la dosis de nitrógeno y azufre fueron aplicadas 8 días después de la siembra cuando todas las plantas habían emergido; la otra media dosis de nitrógeno y azufre se aplicó 40 días después de la siembra cuando el maíz estaba próximo a florecer.

La aplicación del fertilizante en el primer momento se hizo incorporando al suelo con espeque al lado de cada golpe de siembra, y el correspondiente a la aplicación complementaria, en banda superficial al lado de las plantas. Las fuentes de N, P, K y S fueron urea (46%), superfosfato triple (46%), muriato de potasio (63%) y sulfato de amonio (21% N, 24% S), respectivamente.

Debido al escaso crecimiento de malezas no fue necesario ningún control adicional. El maíz fue doblado 90 días después de la siembra y cosechado 30 días más tarde.

Experimento No. C11381

Este experimento se llevó a cabo en dos localidades de Pococí (Cariari) y 5 localidades de Guácimo. En todas las localidades la altitud fue de aproximadamente 90 msnm y los suelos correspondieron al orden inceptisoles con características como las descritas en el Experimento No. C11181. En el cuadro siguiente se anotan las condiciones de fertilidad prevalecientes en los sitios experimentales considerados.

Cuadro 5: Análisis de muestras representativas de suelos

| | (H ₂ O) | meq/100ml | | | ug/ml* | | | | |
|-------------------|--------------------|-----------|------|------|--------|-----|-----|------|-----|
| | | K** | Ca** | Mg** | P | Cu | Zn | Mn | Fe |
| <u>Pococí</u> | | | | | | | | | |
| Lorenzo Jiménez | 5.7 | .59 | 14.0 | 1.6 | 15.3 | 6.0 | 2.5 | 15.3 | 100 |
| Odilón Juárez | 5.8 | .40 | 9.0 | 1.3 | 9.1 | 4.9 | 2.4 | 8.6 | 87 |
| <u>Guácimo</u> | | | | | | | | | |
| Enrique Chavarría | 5.8 | .21 | 4.7 | 1.1 | 5.4 | 2.6 | 2.0 | 4.0 | 78 |
| Hernán Castro | 5.7 | .48 | 8.8 | 3.6 | 14.8 | 6.5 | 6.3 | 13.1 | 121 |
| Edwin Espinoza | 5.8 | .35 | 4.0 | 1.4 | 9.4 | 3.6 | 1.5 | 4.2 | 73 |
| José Espinoza | 6.0 | .37 | 7.9 | 2.3 | 5.0 | 3.7 | 2.7 | 3.4 | 81 |
| Miguel González | 5.7 | .19 | 12.5 | 3.2 | 4.1 | 7.7 | 5.0 | 17.6 | 128 |

* Olsen modificado (1:10)

** KCL 1N (1:10)

De acuerdo con estos resultados analíticos, todos los suelos mostraron niveles de pH y contenidos de Ca, Mg, Cu, Mn y Fe adecuados. En relación al potasio, únicamente en las fincas de Enrique Chavarría y de Miguel González se detectaron contenidos muy cercanos al nivel crítico (0.20meq/100ml). Con respecto a fósforo, mostraron deficiencia los suelos de las fincas de Odilón Juárez, Edwin Espinoza, Enrique Chavarría, José Espinoza y Miguel González. A excepción de los suelos correspondientes a las fincas de Hernán Castro y Miguel González todos los suelos mostraron contenidos de Zn ligeramente inferiores al nivel crítico (3ug/ml). En función del contenido de fósforo y potasio, los cuales fueron agrupados en tres categorías donde el nitrógeno se consideró siempre deficiente.

a. Suelos deficientes en N (adecuados en P y K)

Lorenzo Jiménez

Hernán Castro

b. Suelos deficientes en N y P (adecuado en K)

Odilón Juárez

Edwin Espinoza

José Espinoza

c. Suelos deficientes en N, P y K

Enrique Chavarría

Miguel González

Los tratamientos fueron seleccionados para cada una de las categorías de suelos establecidas, considerando niveles crecientes de aplicación de aquellos nutrimentos calificados como deficientes. Con el propósito de confirmar la no deficiencia de P y K indicada por el análisis de suelos y para explorar la posible respuesta del maíz a la aplicación de azufre, fueron incluidos tratamientos adicionales median te los cuales se pudiera establecer el contraste requerido.

a. Para suelos deficientes solo en N

| | N | P | K | S (kg/ha) |
|-----|-----|----|----|-----------|
| 1. | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2. | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 3. | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 4. | 120 | 0 | 0 | 0 |
| 5. | 80 | 60 | 0 | 0 |
| 6. | 80 | 0 | 60 | 0 |
| 7. | 80 | 60 | 60 | 0 |
| 8. | 40 | 0 | 0 | 45 |
| 9. | 80 | 0 | 0 | 90 |
| 10. | 120 | 0 | 0 | 135 |

b. Para suelos deficientes en N y P.

| | N | P | K | S (kg/ha) |
|-----|-----|----|----|-----------|
| 1. | 0 | 60 | 0 | 0 |
| 2. | 40 | 60 | 0 | 0 |
| 3. | 80 | 60 | 0 | 0 |
| 4. | 120 | 60 | 0 | 0 |
| 5. | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 6. | 80 | 30 | 0 | 0 |
| 7. | 80 | 90 | 60 | 0 |
| 8. | 80 | 60 | 60 | 0 |
| 9. | 80 | 60 | 0 | 90 |
| 10. | 0 | 0 | 0 | 0 |

c. Para suelos deficientes en N, P y K

| | N | P | K |
|-----|-----|----|----|
| 1. | 0 | 60 | 60 |
| 2. | 40 | 60 | 60 |
| 3. | 80 | 60 | 60 |
| 4. | 120 | 60 | 60 |
| 5. | 80 | 0 | 60 |
| 6. | 80 | 30 | 60 |
| 7. | 80 | 90 | 60 |
| 8. | 80 | 60 | 0 |
| 9. | 80 | 60 | 30 |
| 10. | 80 | 60 | 90 |

La evaluación de estos tratamientos se llevó a cabo mediante un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones y parcelas de 4 hileras de 6.6m de longitud donde el maíz

fue plantado a 1.0x0.6m y 3 plantas por golpe (50.000 plantas/ha).

Las dos hileras centrales constituyeron la parcela neta ($2 \times 5.4 = 10.8\text{m}^2$).

La preparación de tierras se realizó cortando la maleza con machete (chapia) a ras del suelo. Tres semanas más tarde se efectuó la siembra con espeque, aplicando previamente 2 litros pc/ha de Paraquat para eliminar malezas recién emergidas. En la superficie de cada golpe de siembra se aplicó 1g de carbofuran 5G para el control de plagas del suelo y del follaje en la primera etapa de crecimiento del maíz.

El fertilizante, cuyas fuentes fueron nitrato de amonio, superfosfato triple, muriato de potasio y sulfato de amonio, fue aplicado en dos momentos. La dosis total de fósforo, potasio y la mitad de la dosis de nitrógeno y azufre, se aplicaron 8 días después de la siembra, incorporando el fertilizante con espeque al lado de las plantitas de maíz. La restante mitad de la dosis de N y S fue aplicada 30 días más tarde, en banda superficial al lado de cada golpe de siembra.

Para completar el control de malas hierbas se hizo una segunda aplicación de paraquat a razón de 2 litros pc/ha, 30 días después de la siembra. En esta aplicación las plantas de maíz fueron protegidas usando una pantalla de aluminio adaptada alrededor de la boquilla de salida de la bomba de aspersión. El maíz fue doblado 90 días después de la siembra y cosechado 30 días más tarde.

Resultados y Discusión

Experimento No. C11281

Cuadro 6: Rendimiento de maíz en grano al 12% H(kg/ha), Guápiles, Enero-Junio 1981.

| Tratamiento | | | | Var.local | Var. mejorada |
|--------------------|----|----|-----------|-------------|---------------|
| N | P | K | S (kg/ha) | (Maicenón) | (Tico V-5) |
| (Nitrógeno) | | | | (NS) | (*) |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 3577 | 3295a |
| 30 | 0 | 0 | 0 | 3717 | 4160b |
| 60 | 0 | 0 | 0 | 3811 | 3787b |
| 90 | 0 | 0 | 0 | 4145 | 4434b |
| 120 | 0 | 0 | 0 | 3734 | 4333b |
| (Fósforo) | | | | (NS) | (NS) |
| 90 | 0 | 0 | 0 | 4145 | 44434 |
| 90 | 60 | 0 | 0 | 4148 | 3962 |
| (Potasio) | | | | (NS) | (NS) |
| 90 | 0 | 0 | 0 | 4145 | 4434 |
| 90 | 0 | 60 | 0 | 4560 | 4419 |
| (Azufre) | | | | (NS) | (NS) |
| 90 | 0 | 0 | 0 | 4145 | 4434 |
| 90 | 0 | 0 | 97 | 4150 | 4106 |

De acuerdo con estos resultados, solamente se detectó respuesta significativa a la fertilización con nitrógeno. Esta respuesta, sin embargo, fue observada con la variedad mejorada Tico V-5 y no así con la variedad local (Maicenón). Este comportamiento del maíz local es coincidente con el observado en experimentos de fertilización realizados en 1980, en los cuales tampoco se observó respuesta a la aplicación de niveles crecientes de nitrógeno. La falta de respuesta a la

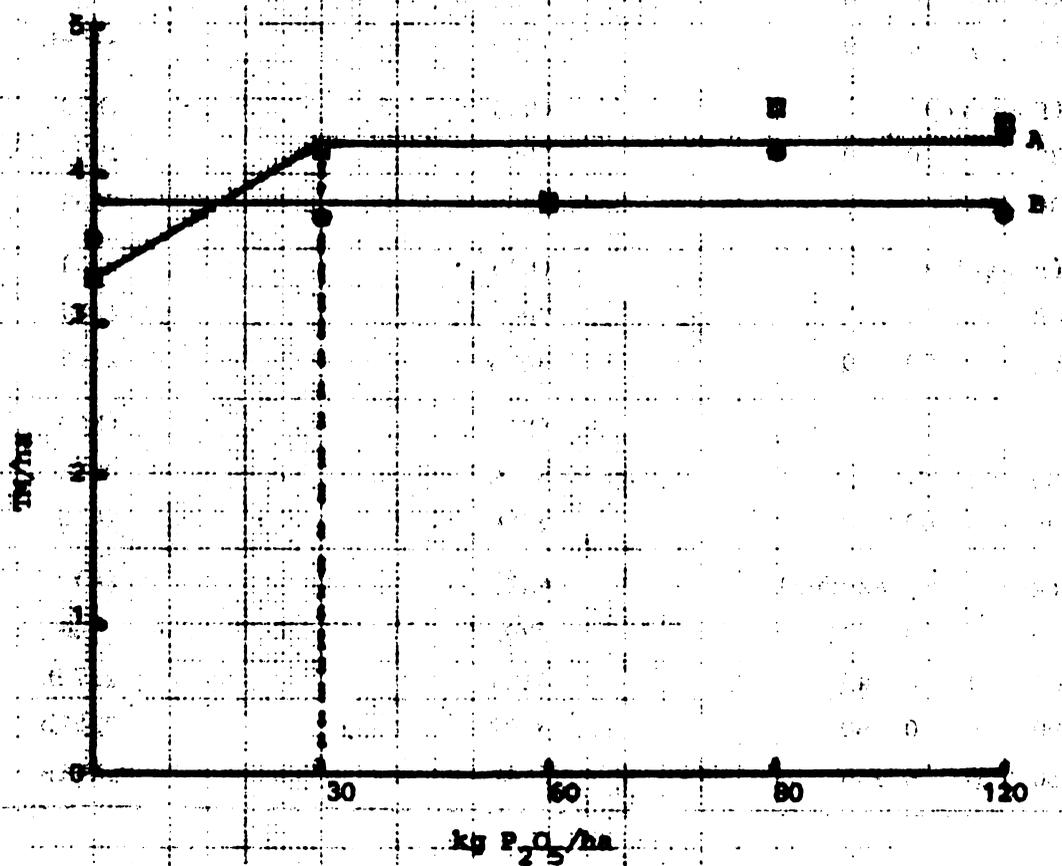
fertilización con P, K y S puede ser explicada en términos del nivel adecuado de estos nutrimentos en el suelo según el análisis de laboratorio correspondiente.

La respuesta de la variedad mejorada Tico V-5 fue estimada en 30 kg de N/ha de acuerdo a la función de respuesta $Y(4178) = 3295 + 29.45X$, donde puede observarse que la tasa de dicha respuesta es de 29.45 kg de maíz producido por kg de N aplicado. Esta función de respuesta se ilustra en la Fig. 1

Experimento No. C11281

En los cuadros siguientes se anotan los resultados obtenidos en cada uno de los sitios experimentales. De acuerdo con estos resultados, que se expresan en términos del rendimiento en kg/ha de grano al 12% de humedad, se detectó respuesta significativa al abonamiento en cinco de las siete localidades consideradas en el estudio. Esta respuesta correspondió a la aplicación de nitrógeno en cuatro fincas y a la aplicación de fósforo en dos.

Figura 1. Respuesta de dos variedades de maíz a la fertilización nitrogenada en Guápiles, 1981.



A: Tipo V-3 $Y(4178) = 3298 + 2945x$
 $X = 30 \text{ kg N/ha}$

B: Var. Local (Malicón): Respuesta no significativa

Cuadro 7: Rendimiento de maíz en grano al 12% (kg/ha). Pococi-Guácimo, 1981.

| TRATAMIENTO | | | | LOCALIDAD | |
|--------------------|----|----|----------|-----------------------|----------------------|
| N | P | K | S(kg/ha) | L. Jiménez Cariari | H. Castro Guácimo |
| (Nitrógeno) | | | | (NS) | (*) |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 2892 | 966a |
| 40 | 0 | 0 | 0 | 3107 | 1877b |
| 80 | 0 | 0 | 0 | 3059 | 1947b |
| 120 | 0 | 0 | 0 | 2725 | 3138b |
| (Fósforo) | | | | (NS) | (NS) |
| 80 | 0 | 0 | 0 | 3059 | 1947 |
| 80 | 60 | 0 | 0 | 3099 | 2161 |
| (Potasio) | | | | (NS) | (NS) |
| 80 | 0 | 0 | 0 | 3059 | 1947 |
| 80 | 0 | 60 | 0 | 3043 | 2361 |
| | | | | (NS) | (NS) |
| 80 | 60 | 0 | 0 | 3099 | 2161 |
| 80 | 60 | 60 | 0 | 3358 | 2418 |
| (Nitrógeno-Azufre) | | | | (NS) | (*) |
| 0 | 0 | 0 | 00 | 2892 | 966a |
| 40 | 0 | 0 | 45 | 3114 | 2179b |
| 80 | 0 | 0 | 90 | 3302 | 2151b |
| 120 | 0 | 0 | 135 | 2984 | 1941b |

Cuadro 8: Rendimiento de maíz en grano al 12% H (kg/ha). Pococi-Guácimo, 1981.

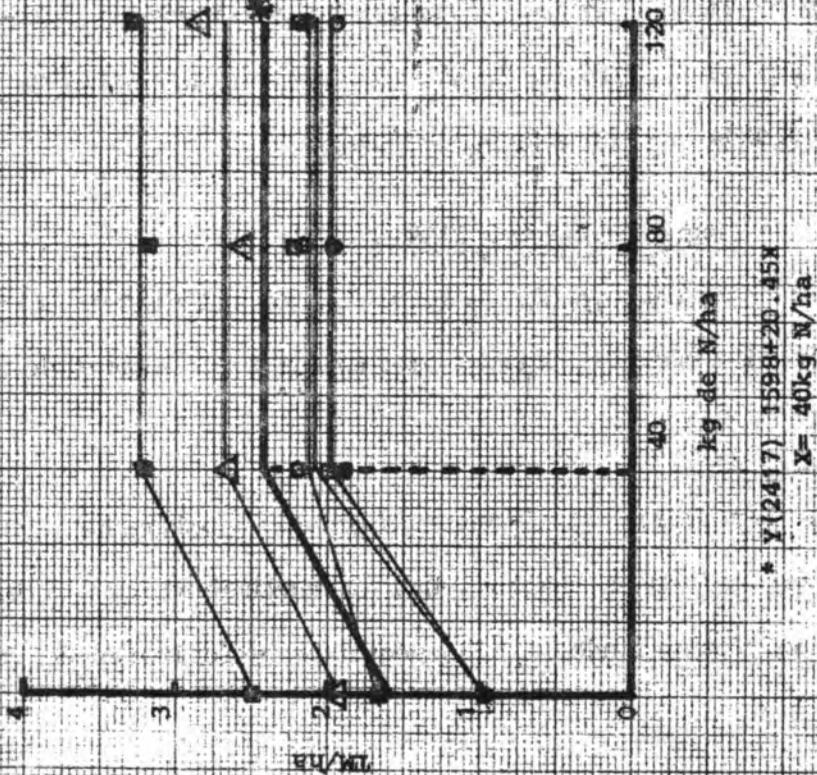
| TRATAMIENTO | | | | LOCALIDAD | | |
|--------------------|----|---|----------|-------------|-------------|-------------|
| N | P | K | S(Kg/ha) | O. Juárez | E. Espinoza | J. Espinoza |
| | | | | Cariari | Guácimo | Guácimo |
| (Nitrógeno) | | | | (NS) | (*) | (NS) |
| 0 | 60 | 0 | 0 | 1660a | 2475a | 2559 |
| 40 | 60 | 0 | 0 | 1929 | 3198b | 2728 |
| 80 | 60 | 0 | 0 | 2630 | 3167b | 2577 |
| 120 | 60 | 0 | 0 | 2309 | 3284b | 2889 |
| (Fósforo) | | | | (NS) | (*) | (NS) |
| 80 | 0 | 0 | 0 | 2423 | 2500a | 2959 |
| 80 | 0 | 0 | 0 | 2438 | 2157b | 2506 |
| 80 | 60 | 0 | 0 | 2630 | 3167b | 2577 |
| 80 | 90 | 0 | 0 | 2015 | 3068b | 2873 |
| (Potasio) | | | | (NS) | (NS) | (NS) |
| 80 | 60 | 0 | 0 | 2630 | 3167 | 2577 |
| 80 | 60 | 0 | 0 | 2506 | 3537 | 2534 |
| (Azufre) | | | | (NS) | (NS) | (NS) |
| 80 | 60 | 0 | 0 | 2630 | 3167 | 2577 |
| 80 | 60 | 0 | 90 | 2457 | 2707 | 2700 |

Cuadro 9: Rendimiento en maíz en grano al 12% H (kg/ha). Guácimo, 1981.

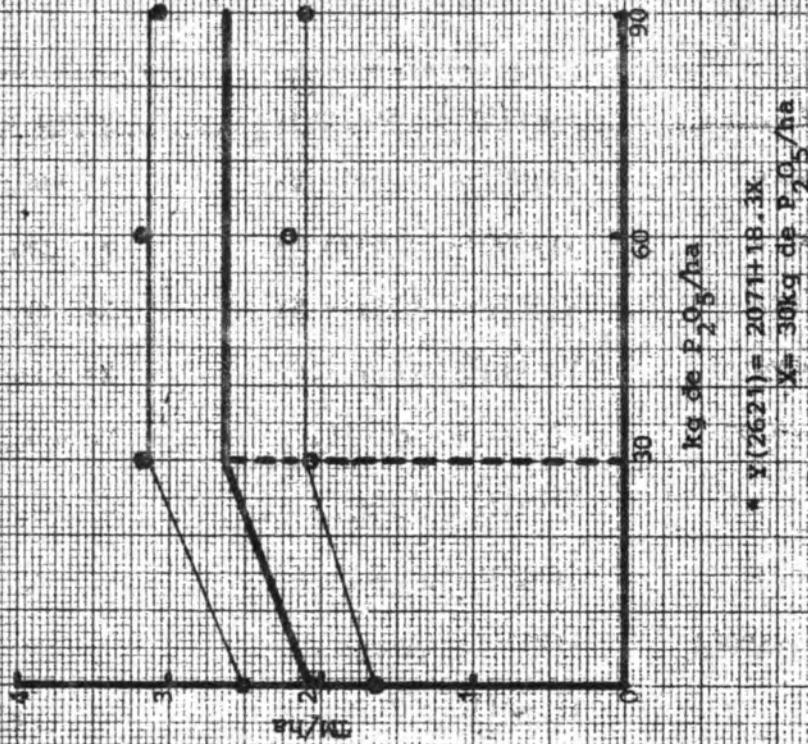
| TRATAMIENTO | | | LOCALIDAD | |
|--------------------|----|----------|------------------------|-----------------------|
| N | P | K(kg/ha) | E.Chavarría Guácimo | M.González Guácimo |
| (Nitrógeno) | | | (*) | (*) |
| 0 | 60 | 60 | 1660a | 1926a |
| 40 | 60 | 60 | 1984b | 2644b |
| 80 | 60 | 60 | 2194b | 2542b |
| 120 | 60 | 60 | 2179b | 2837b |
| (Fósforo) | | | (*) | (NS) |
| 80 | 0 | 60 | 1642a | 2532 |
| 80 | 30 | 60 | 2046b | 2832 |
| 80 | 60 | 60 | 2194b | 2542 |
| 80 | 90 | 60 | 2089b | 2912 |
| (Potasio) | | | (NS) | (NS) |
| 80 | 60 | 0 | 2034 | 2880 |
| 80 | 60 | 30 | 1728 | 2736 |
| 80 | 60 | 60 | 2184 | 2542 |
| 80 | 60 | 90 | 2127 | 2445 |

La respuesta observada en todos los casos fue a 40kg de N/ha y 30kg de P_2O_5 /ha, niveles óptimos de aplicación que fueron estimados en base a las funciones que aparecen en el Cuadro 10 y se ilustran en la Figura 2.

Figura 2. Funciones de respuesta del maíz a la aplicación de nitrógeno y fósforo.
 Guácimo, 1981.



- Edwin Espinoza, Guácimo
- Enrique Chavarría, Guácimo
- Bernán Castro, Guácimo
- Hernán Castro, Guácimo
- △ Miguel González, Guácimo



- Edwin Espinoza, Guácimo
- Enrique Chavarría, Guácimo

Cuadro 10: Funciones de respuesta a la aplicación de N y P₂O₅

| Finca | Función de Respuesta | Nivel de aplicación |
|-------------------|----------------------|---|
| Hernán Castro | Y(1987)= 966+25.5x | X= 40kg N/ha |
| Hernán Castro | Y(2090)= 966+28.1X | X= 40kg N/ha |
| Edwin Espinoza | Y(3216)= 2475+18.5X | X= 40kg N/ha |
| Enrique Chavarría | Y(2119)= 1660+11.5X | X= 40kg N/ha |
| Miguel González | Y(2674)+ 1926+18.8X | X= 40kg N/ha |
| \bar{X} | Y(2417)= 1599+20.45X | X= 40kg N/ha |
| Edwin Espinoza | Y(3131)= 2500+21.0X | X= 30kg P ₂ O ₅ /ha |
| Enrique Chavarría | Y(2110)= 1642+15.6X | X= 30kg P ₂ O ₅ /ha |
| \bar{X} | Y(2621)= 2071+18.3X | X= 30kg P ₂ O ₅ /ha |

La tasa de respuesta a nitrógeno varió de 11.5 a 25.5, con una media de 20.45 kg de maíz producido por kg de nitrógeno aplicado; y la tasa de respuesta a fósforo, de 15.6 a 21.0 con una media de 18.3 kg de maíz producido por kg de P₂O₅ aplicado.

Experimento No. C11481

Evaluación de la sensibilidad del sistema de producción de maíz al cambio de cuatro componentes tecnológicos de manejo.

Objetivos

a. Determinar el efecto individual y combinado de cuatro componentes tecnológicos de manejo sobre el rendimiento del sistema de producción de maíz practicado por los pequeños agricultores de la región Pococí-Guácimo.

b. Definir criterios para la selección de los componentes de manejo que habrán de integrar la alternativa tecnológica que más se adecue a las necesidades y posibilidades del productor de maíz en la región.

Justificación

La magnitud de los esfuerzos que se han venido haciendo para generar y transferir tecnología tendiente al mejoramiento de los sistemas de producción practicados por agricultores de recursos escasos, no es congruente con la pobreza de los logros alcanzados. Esta falta de congruencia parece ser debida, entre otras causas, al tratamiento individualizado que se hace tanto de los distintos componentes que integran la tecnología identificada para dichos sistemas productivos, como de las acciones que conforman los servicios de asistencia técnica. Mientras que por un lado se sigue considerando independientemente la generación y la transferencia de tecnología, en lugar de hacerlo como un conjunto donde el proceso "generación - transferencia" sea tratado como un todo; por otro, en la actividad de investigación se continúa con el tratamiento, también independiente, de los componentes tecnológicos de manejo de los sistemas de producción.

Esto último ha conducido a dos situaciones inconvenientes. Una, la de integrar alternativas tecnológicas con un número muy elevado de componentes que la hacen compleja y consecuentemente de difícil adopción; y la otra, de aceptar como válido el efecto aditivo de los factores que intervienen en la función de producción.

En regiones donde no se ha hecho investigación es usual que los programas de transferencia se diseñen con información generada en otras

áreas geográficas, con resultados que muy raramente son positivos. Los programas de investigación que se inician, por otro lado, requieren elementos de juicio para tomar las mejores decisiones sobre los aspectos que deben ser estudiados.

En la búsqueda de alternativas adecuadas a las posibilidades del pequeño productor, es evidente entonces, la necesidad de conocer que de la mejor experiencia acumulada es aplicable y cuales aspectos del proceso de producción requieren más investigación. De tal manera, las alternativas tecnológicas se diseñarían con el menor número posible de componentes y preferiblemente, con aquellos cuyo efecto de interacción haya sido probado bajo las condiciones de la región, y finalmente, los proyectos experimentales se ajustarían más a la realidad.

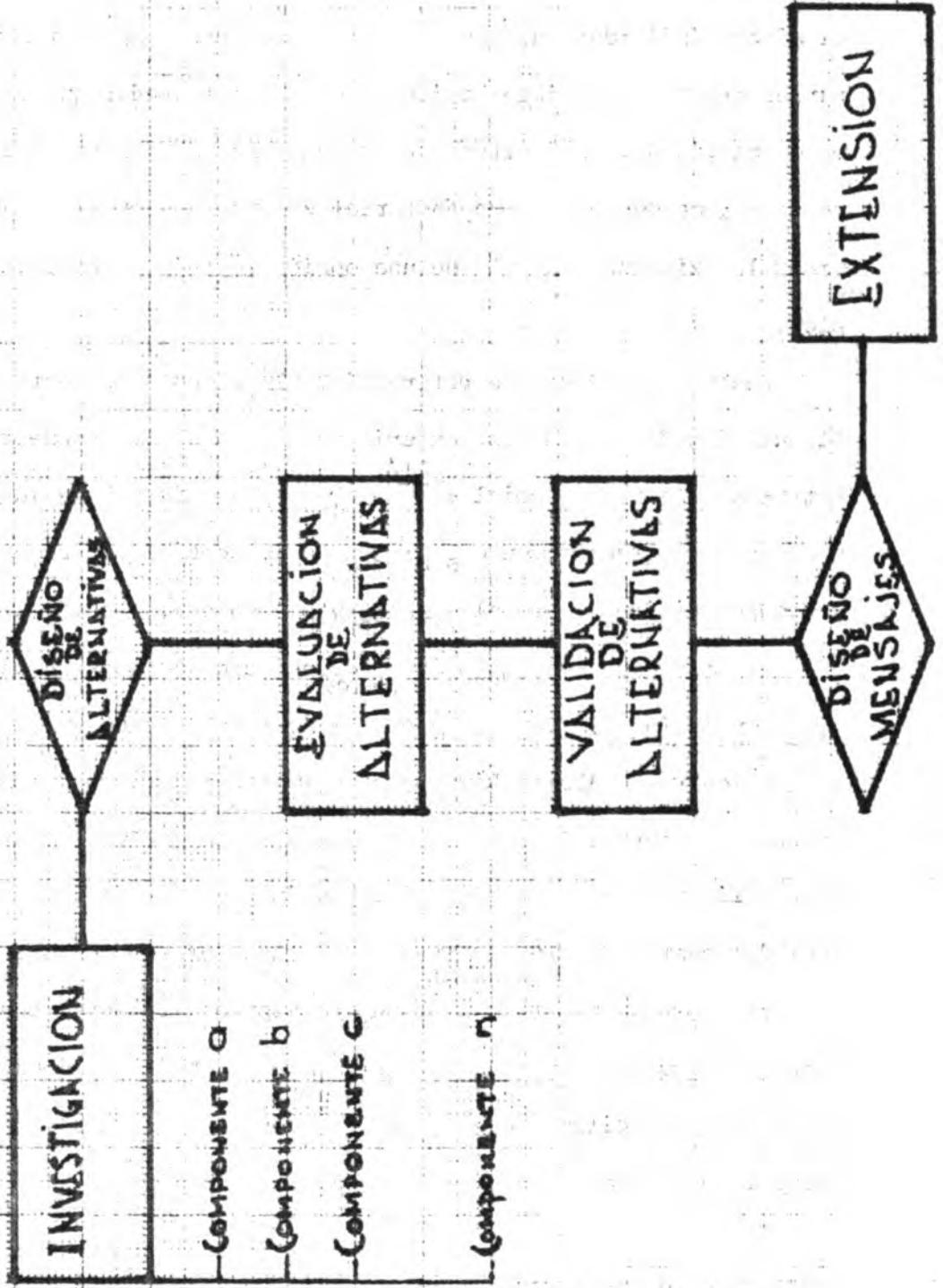
Materiales y Métodos

Además de la consecución de los objetivos ya declarados, con el presente proyecto experimental se pretende definir una forma, relativamente fácil, de llenar el vacío que en el proceso generación-transferencia de tecnología se ha comenzado a detectar entre las fases de evaluación de componentes y de validación. En tal sentido, la evaluación de alternativas se integraría al proceso como una fase obligada para dar más precisión y confiabilidad a las opciones tecnológicas que habrán de validarse. En el flujograma siguiente (Fig. 3) se ilustra la presencia de esta fase en el proceso generación-transferencia de tecnología apropiada.

En base a la experiencia derivada de los resultados obtenidos en las pruebas realizadas sobre el arreglo espacial de siembra y el régimen de fertilización (Experimento No. C11181, C11281 y C11381),

Fig. 3

FASES INTERMEDIAS DEL PROCESO GENERACION-TRANSFERENCIA



unida a la anteriormente lograda por Shenk y Saunders^{10/} en relación al control de malezas y de plagas, se diseñó una alternativa para mejorar la tecnología de manejo del sistema de producción de maíz en la región. Su evaluación integral se hace necesaria para verificar el efecto individual de cada uno de sus cuatro componentes y determinar el efecto de su interacción, sobre el comparador que es el sistema de manejo del agricultor. De tal manera, se definen dos niveles en cada componente para un factorial 2^4 cuyo desarrollo podría determinar la existencia de más de una opción ventajosa entre las 16 posibles.

Dentro este marco de referencia, el presente proyecto se desarrolló utilizando como diseño experimental el Plan F3 propuesto por R.G. Peterson para un factorial $2^{4 \frac{11/}{}}$. Este plan distribuye las 16 combinaciones resultantes, en dos bloques de 8 combinaciones por repetición y dos repeticiones para el experimento completo. Debido a que, por efectos de confusión, tanto repeticiones como bloques pueden ser ubicados en sitios distintos, la prueba se llevó a cabo en las fincas de los agricultores Albino Rivera, Miguel González, José Espinoza y Enrique Chavarría, instalando un bloque en cada finca. Estas fincas se localizan en una comunidad del cantón Pococí (Campo 4, Cariari) y tres del cantón Guácimo (Cartagena, El Aguacate y El Bosque).

Tal como se muestra en el cuadro siguiente, fueron considerados como factores los componentes variedad, distancia de siembra, control de plagas y fertilización; y como niveles, la tecnología del agricultor y la mejorada.

^{10/} Shenk, M., Carballo, M. y Saunders, J. Interacción entre sistemas de manipulación de malezas y combate de plagas en maíz. In XXVI Reunión Anual del PCCMA. Guatemala, 1980.

^{11/} Peterson, R.G. Experimental designs for agricultural research in developing areas. Oregon State University, Corvallis, 1976. 173 p.

Cuadro 11: Componentes y niveles de tecnológicos.

| Componente (Factor) | Nivel 0 (Tecnología del Agric.) | Nivel 1 (Tecn. Alternativa) |
|------------------------|------------------------------------|--|
| a. Variedad | Local (Maicenón) | B-666 |
| b. Dist. de siembra | 1mx1m, 5 plantas/golpe | 1mx.6m, 3 plantas/golpe |
| c. Control de plagas | sin control | Carbofuran 5G, 1g/golpe |
| d. Fertilización | 100kg/ha 33-0-0, 22DDS* | 100kg/ha, 15-39-10, DDS 100kg/ha, 33-0-0, 25DDS |

* DDS= Días después de la siembra.

En lugar del factor "control de malezas", fue considerado el componente variedad para aumentar la probabilidad de un mayor efecto contrastante del factor fertilización al estar presente un material mejorado de maíz, que como ya se vio es el único que ha mostrado mejor capacidad de respuesta al abonamiento.

La preparación de tierras se hizo con una chapia a ras del suelo y una aplicación de Paraquat a razón de 2 litros pc/ha, 21 y 2 días antes de la siembra respectivamente. Para la siembra se utilizó espeque. El carbofuran fue aplicado en la superficie del golpe de siembra, inmediatamente después de efectuada esta operación. El fertilizante compuesto (fórmula) fue aplicado incorporándolo con espeque al lado de las plantas; y el correspondiente a la fuente nitrogenada, en banda superficial también al lado de las plantas. El control de malezas se completó con una segunda aplicación de paraquat usando la misma dosis. En ambos casos, el herbicida fue aplicado con una bomba manual de espalda. Esta bomba estuvo provista de una pantalla de aluminio colocado alrededor de la boquilla de descarga, para proteger el maíz cuando

se hizo la segunda aplicación.

El maíz fue doblado 90 días después de la siembra y cosechado 30 días más tarde.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 12 se anotan los resultados obtenidos en relación a la variable rendimiento que se expresa en términos de kg/ha de maíz en grano con la humedad corregida al 12%.

Al considerar cada una de las 16 combinaciones resultantes del factorial 2^4 como tratamientos independientes, y comparar 15 de ellos con el representativo de la tecnología completa del agricultor (tratamiento 1), se advierte que los tratamientos 9, 6 y 16 produjeron los mayores incrementos en relación a dicho tratamiento testigo. De acuerdo con la prueba de Dunnett^{12/} (D.S. 5% = 991 kg/ha), se determinó que únicamente estos tratamientos observaron un comportamiento significativamente superior al testigo, lo cual implica que el sistema de manejo del agricultor se mostró particularmente sensible al cambio simultáneo de los factores arreglo espacial de siembra y control de plagas (factores b y c-tratamiento 9), variedad y control de plagas (factores a y c-tratamiento 6) y variedad, arreglo espacial de siembra, control de plagas y fertilización (factores a, b, c y d-tratamiento 16). Cabe destacar que, en los tres tratamientos, el factor c (control de plagas) estuvo presente, posiblemente como factor determinante del incremento observado en los rendimientos.

^{12/} Steel, R.G. & Torrie, J.H. Principles and procedures of statistics, with special reference to the biological sciences. New York, McGraw Hill, 1960. 481 p.

Cuadro 12. Rendimientos de maíz en grano al 12% H observados en la prueba de componentes tecnológicos de manejo. Pococí-Guácimo, 1981.

| TRATAMIENTO | | | | | kg/ha | | Incremento | |
|-------------|---|---|---|------|-------|------|------------|-----|
| | | | | | I | II | \bar{X} | % |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2507 | 1150 | 1828 | 100 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | a | 1623 | 1953 | 1788 | 98 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | b | 2187 | 1808 | 1998 | 109 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | c | 1764 | 2331 | 2048 | 112 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | d | 2328 | 2252 | 2290 | 121 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | ab | 2440 | 1369 | 1904 | 104 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | ac | 3214 | 2556 | 2885* | 158 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | ad | 2250 | 1853 | 2052 | 112 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | bc | 3869 | 2249 | 3059* | 167 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | bd | 2440 | 2190 | 2315 | 127 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | cd | 2314 | 2429 | 2372 | 130 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | abc | 1894 | 1740 | 1817 | 99 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | abd | 1196 | 1225 | 1200 | 66 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | acd | 1481 | 1701 | 1591 | 87 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | bcd | 2417 | 1750 | 2083 | 114 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | abcd | 3214 | 2426 | 2820* | 154 |

D.S. (Dunnett) = 991 kg/ha

* Significativo al 5% de probabilidad.

Cuando el análisis de los resultados experimentales se hizo considerando en forma global las 16 combinaciones del factorial para conocer el comportamiento individual y combinado de cada factor (análisis de efectos), se observó que solamente fueron estadísticamente significativos, el efecto del factor c (control de plagas) y el efecto de los factores a, b y d (variedad x arreglo espacial de siembra x fertilización), tal como se muestra en los cuadros 13 y 14.

Cuadro 13: Componentes de variancia.

| F.de Variación | G.L. | C.M. | F |
|----------------|------|----------|---------|
| Efecto de: | | | |
| a | 1 | 46.8028 | 3.79 |
| b | 1 | 1.4792 | 0.12 |
| c | 1 | 136.0430 | 11.01** |
| d | 1 | 4.5602 | 0.37 |
| ab | 1 | 27.7885 | 2.25 |
| ac | 1 | 13.4861 | 1.09 |
| ad | 1 | 9.2235 | 0.75 |
| bc | 1 | 25.3828 | 2.06 |
| bd | 1 | 0.1625 | 0.01 |
| cd | 1 | 20.5126 | 1.66 |
| abc | 1 | 1.6744 | 0.14 |
| abd | 1 | 96.1191 | 7.78* |
| acd | 1 | 31.2050 | 2.53 |
| bcd | 1 | 55.5985 | 4.50 |
| Bloques | 3 | 471.2350 | 38.15** |
| Error | 14 | 12.3527 | |
| TOTAL | 31 | | |

F0.05= 4.60

F0.01= 8.86

Estos resultados permiten inferir por un lado, que los incrementos en el rendimiento medio observados en los tratamientos 9, 6 y 16 pueden ser atribuidos al control de plagas considerado como factor de cambio en la alternativa propuesta; y por otro, que el efecto de los factores variedad (a), arreglo espacial de siembra (b) y fertilización (d), varió recíprocamente; es decir que el efecto de cada

uno de estos factores fue dependiente del nivel en que estuvieron presentes los otros dos, tal como se ilustra en la Figura 4.

DISEÑO DE ALTERNATIVAS

La experiencia derivada de los resultados obtenidos en las pruebas realizadas sobre el arreglo espacial de siembra, el régimen de fertilización y evaluación de componentes, unida a la anteriormente lograda por Shenk, Saunders y Carballo en relación al control de malezas y plagas, permitió el diseño de una alternativa que habrá de proponerse para mejorar la tecnología de manejo del sistema de producción de maíz en la región. Esta alternativa, que se presenta en el Cuadro 15, está siendo utilizada en la etapa de validación actualmente en marcha.

Cuadro 15: Alternativa Tecnológica para el Manejo del Sistema de Producción de Maíz Practicado por los Pequeños Agricultores de Pococí y Guácimo, Costa Rica.

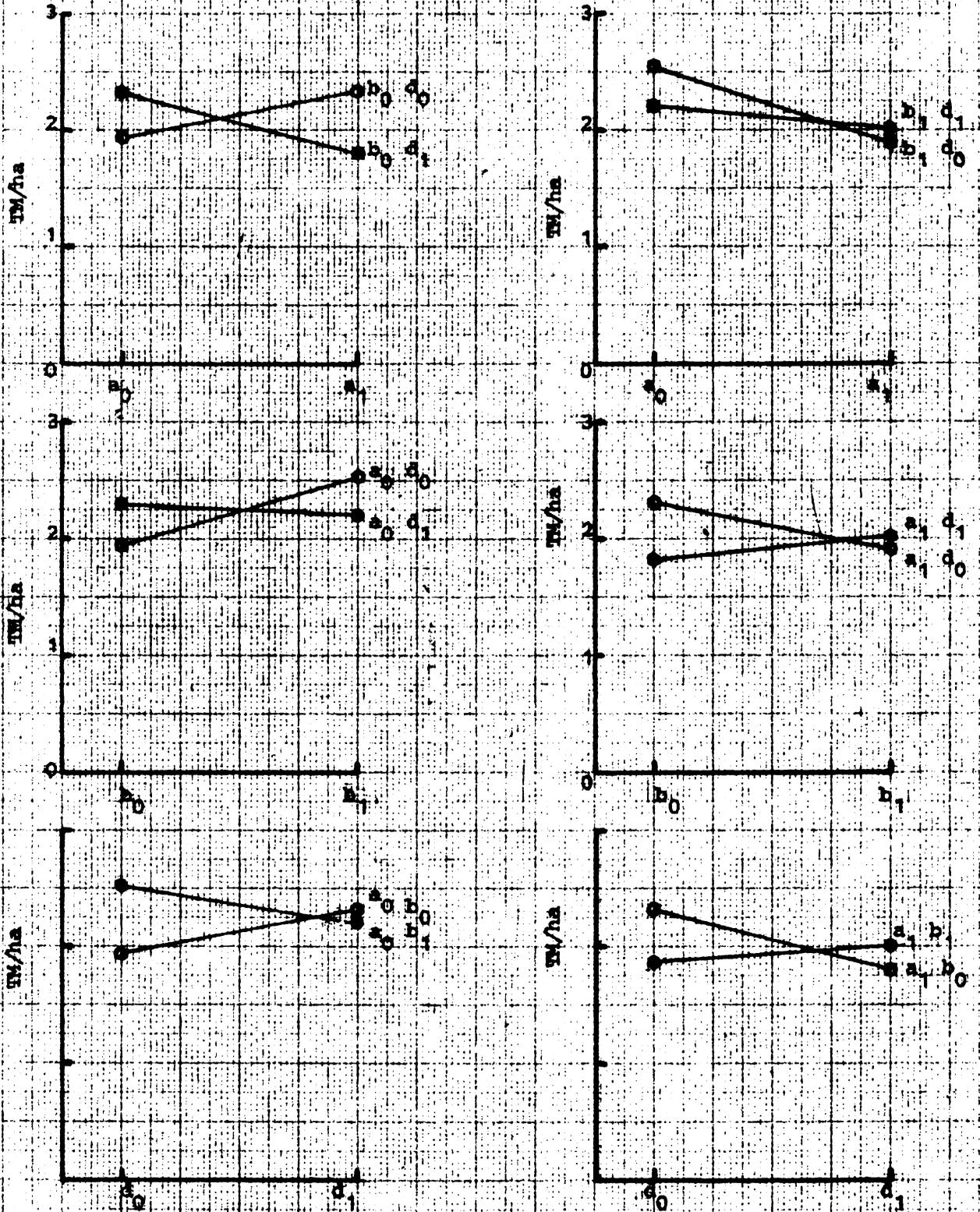
| A C T I V I D A D | FORMA DE EJECUCION |
|----------------------------|--|
| 1. Control de malezas | |
| Preparación de tierras | Chapia(o rastra), 20-25 DAS [*] Aplic.Paraquat, 2lit.pc/ha, 1DAS |
| Limpieza del cultivo | Aplic.Paraquat, 2lit.pc/ha, 25DDS [*] |
| 2. Distanciamiento siembra | 1mx0.6m, 3 plantas/golpe |
| 3. Control de plagas | Aplic.Carbofuran 5G, 1g/golpe C.S ^{***} |
| 4. Fertilización | Aplic.10-30-10, 100kg/ha, 6-8DDS Aplic.Nit.Amonio, 100kg/ha, 25DDS |

* Días antes de la siembra

** Días después de la siembra

***Con la siembra

Figura 4. Interacción de los factores variedad (a), distancia de siembra (b) y fertilización (d).



2.1.2 Sistema Maíz-Yuca

Para el diseño de una alternativa, mediante la cual se pretende mejorar el sistema maíz-yuca en relevo practicado por los agricultores de la región, han sido hechas las siguientes consideraciones:

- a. Aprovechar la información derivada de las experiencias logradas en el sistema de producción de maíz, debido a que el comportamiento agronómico de ambos cultivos en el sistema de relevo es independiente.
- b. Aprovechar igualmente y por la misma razón, la experiencia que pueda lograrse en el sistema de producción de yuca en monocultivo.
- c. Procurar información que permita definir la posibilidad de producir estos cultivos en asociación para ayudar a resolver problemas relacionados en el costo de producción y con la ampliación del período de cosecha.

En tal sentido fueron desarrollados los siguientes proyectos experimentales:

Experimento C. 12181

Efecto de tres épocas de siembra de dos variedades de yuca en asociación con dos variedades de maíz sobre la productividad del sistema.

Objetivos

- a. Determinar el efecto de competencia entre maíces de porte alto y bajo y yucas de crecimiento tardío y precoz sembrados en asociación
- b. Determinar la posibilidad de escalonar la siembra de yuca para prolongar el período de cosecha de la yuca

Materiales y Métodos

El presente experimento fue ubicado en el campo Las guineas de la Estación Experimental Los Diamantes, bajo condiciones de suelo y clima idénticas a las ya descritas en los experimentos de maíz anteriores que fueron localizados en el mismo campo.

Para su desarrollo fueron seleccionaron los siguientes tratamientos:

- 1 Ma Yt 0
- 2 Ma Yt 45
- 3 Ma Tt 90
- 4 Ma Yp 0
- 5 Ma Yp 45
- 6 Ma Yp 90
- 7 Mb Yt 0
- 8 Mb Yt 45
- 9 Mb Yt 90
- 10 Mb Yp 0
- 11 Mb Yp 45
- 12 Mb Yp 90

Ma= Maíz de porte alto (Variedad local)

Mb= Maíz de porte bajo (Tico V-5)

Yt= Yuca tardía (12 meses a la cosecha) (Valencia)

Yp= Yuca precoz (9 meses a la cosecha) (Zamorano)

0= Siembra de la Yuca simultáneamente con el maíz

45= Siembra de la Yuca 45 días después del maíz

90= Siembra de la Yuca 90 días después del maíz

Estos tratamientos fueron manejados mediante un diseño experimental de Parcelas Divididas con tres repeticiones. En las parcelas grandes se ubicaron las 4 combinaciones de ambos tipos de maíz y de Yuca; y en las parcelas chicas los 3 momentos en que se efectuó la

siembra de yuca. Estas últimas parcelas fueron definidas con cuatro hileras de maíz (yuca) de 5.5m de longitud; y la parcela útil, con las dos hileras centrales eliminando las plantas de cada extremo ($2 \times 3 = 8\text{m}^2$ para maíz y $2 \times 2 = 6\text{m}^2$ para la yuca).

El terreno fue preparado con una chapia a ras del suelo y una aplicación de paraquat (2lit.pc/ha), 20 y 2 días antes de la siembra respectivamente.

La siembra del maíz se llevó a cabo con espeque, a $1\text{m} \times 1\text{m}$ y cinco semillas por golpe para una población potencial de 50000 plantas/ha. La yuca fue sembrada con el mismo distanciamiento, sobre la hilera de maíz y usando estacas de 30 cm que fueron insertadas en el suelo 10cm en forma inclinada.

Inmediatamente después de la siembra, el maíz recibió una aplicación de Carbofuran 5G a razón de 1g/golpe, para el control de plagas del suelo y del follaje en la primera etapa de crecimiento; 8 y 40 días después fue abonado con urea a razón de 90kg/ha por aplicación; y deshierbado con una aplicación dirigida de paraquat (2lit pc/ha) cuando tenía 3 semanas de edad. Fue doblado 90 días después de la siembra y cosechado 30 días más tarde.

La yuca no recibió insecticida ni fertilizante. Solamente fue mantenido sin malezas con dos limpiezas posteriores a la del maíz. La planta se dejó a libre crecimiento.

Resultados y Discusión

Este experimento fue iniciado en enero de 1981 y será concluido en abril de 1982. Sin embargo, se adelantan los resultados correspondientes a la cosecha de maíz, tal como se consignan en el cuadro 16

donde se expresados en términos del rendimiento observado en cada tratamiento.

Cuadro 16: Rendimientos de maíz expresados en kg/ha de grano al 12% de humedad. Guápiles, Enero-mayo, 1981.

| TRATAMIENTOS | SIEMBRA DE YUCA DIAS DESPUES DE MAIZ | | | \bar{X} |
|-----------------------------|--------------------------------------|------|------|-----------|
| | 0 | 45 | 90 | |
| Maíz alto (V.local) | | | | |
| Yuca tardía (Valencia) | 2405 | 2543 | 2692 | 2547 |
| Yuca precoz (Zamorano) | 2498 | 3007 | 3677 | 3061 |
| \bar{X} | 2451 | 2775 | 3184 | 2804 |
| Maíz bajo (Tico V-5) | | | | |
| Yuca tardía (Valencia) | 2322 | 2493 | 2699 | 2505 |
| Yuca precoz (Zamorano) | 2553 | 2619 | 2424 | 2532 |
| \bar{X} | 2437 | 2556 | 2561 | 2518 |
| \bar{X} General | 2444 | 2665 | 2873 | |

Los rendimientos de ambas variedades de maíz fueron estadísticamente iguales en presencia de los dos tipos de yuca.

Estos rendimientos tendieron, en general, a ser mayores a medida que la siembra de yuca fue más tardía, especialmente los de maíz de porte alto cuando estuvo asociado con yuca precoz. Esta tendencia indicaría un efecto de competencia; sin embargo, las diferencias observadas no alcanzaron el nivel de significación estadística.

Se espera conocer el efecto de estos tratamientos sobre el rendimiento de la yuca.

Experimento No. C12281

Efecto del distanciamiento de siembra de la yuca y del maíz en una asociación dispuesta en fajas sobre la productividad del sistema.

Objetivos

- a. Determinar el efecto de competencia entre la yuca y el maíz sembrados en asocio a 4 y 3 densidades respectivamente.
- b. Determinar la posibilidad de producir yuca y maíz asociados en fajas alternas, como alternativa para mejorar el sistema maíz-yuca en relevo.

Materiales y Métodos

Este experimento se llevó a cabo en la finca del señor Jorge Lavermore ubicado en San Luis de Guácimo a 90 msnm, durante el período comprendido entre febrero de 1981 y enero de 1982. En esta finca los suelos corresponden al subgrupo Typic Distrandept ya descrito en el experimento No. C11181. De acuerdo con el análisis de muestras representativas, el suelo del sitio experimental mostró características adecuadas de fertilidad, excepto en fósforo cuyo contenido fue deficiente (pH 5.6, 6.5 ug/ml de P y 0.48, 13.4 y 4.3 meq/100 ml de K, Ca y Mg respectivamente).

Durante el período de crecimiento de la yuca, la precipitación pluvial fue de 3291 mm distribuidos casi uniformemente entre febrero y septiembre (8 mensual=196 mm), con una baja a 66mm en octubre, y una alza a 773 y 402mm en noviembre y diciembre respectivamente. Durante el período comprendido entre la siembra y cosecha del maíz (febrero-

junio), la precipitación pluvial fue de 1151mm con una media mensual de 230m.

Para el logro de los objetivos señalados fueron seleccionados los siguientes tratamientos:

1. $M_1 Y_1$ $M_1 = 1$ hilera de maíz ($0m \times 1m$) 5 plantas/golpe (1666 plantas/ha)
2. $M_1 Y_2$ $M_2 = 2$ hileras de maíz ($.8m \times 1m$) 4 plantas/golpe (2666 plantas/ha)
3. $M_1 Y_3$ $M_3 = 3$ hileras de maíz ($.6m \times 1m$) 3 plantas/golpe (2997 plantas/ha)
4. $M_1 Y_4$
5. $M_2 Y_1$ $Y_1 =$ Yuca a $1m \times 1m$ (6666 plantas/ha)
6. $M_2 Y_2$ $Y_2 =$ Yuca a $1m \times .8m$ (8330 plantas/ha)
7. $M_2 Y_3$ $Y_2 =$ Yuca a $1m \times .6m$ (11111 plantas/ha)
8. $M_2 Y_4$ $Y_4 =$ Yuca a $1m \times .6m$ (16667 plantas/ha)
9. $M_3 Y_1$
10. $M_3 Y_2$
11. $M_3 Y_3$
12. $M_3 Y_4$

La yuca fue sembrada en hileras distanciadas entre si 1m. cada dos hileras de yuca se dejó una sin sembrar para definir una calle de 2m de ancho donde fue sembrado el maíz. De tal manera, las unidades experimentales se integraron con 4 hileras de yuca, de 5m de largo, y el espacio intermedio de 2m con 1, 2 ó 3 hileras de maíz de acuerdo al tratamiento correspondiente. La parcela útil se definió con 2 hileras de yuca y el espacio ocupado por el maíz, formando un rectángulo de 3m de ancho y una longitud que varió en función del distanciamiento de siembra de la yuca sobre la hilera. Para las distancias de $1m \times 0.8m$,

el área de la parcela útil fue de $3m \times 4m = 12m^2$; (y para los distanciamientos de .6m y .4m, de $3m \times 4.2m = 12.6m^2$), y para los distanciamientos de .6m y .4m, de $3m \times 4.2m = 12.6m^2$ y $3m \times 4.4m = 13.2m^2$, respectivamente. Las unidades experimentales (parcela total) fueron separadas entre sí con una calle de 2m de ancho.

Para los efectos de la evaluación, los tratamientos fueron distribuidos en el campo de acuerdo con un diseño experimental de bloques completos al azar con 3 repeticiones.

La preparación de tierras se hizo con una chapia a ras del suelo, y una aplicación de paraquat a razón de 2 litros pc./ha, 22 y 2 días antes de la siembra respectivamente.

El maíz fue sembrado con espeque y la yuca usando estacas de 30cm que fuera insertadas al suelo en forma inclinada.

Para el control de plagas del suelo y del follaje en el maíz, se aplicó sobre cada golpe de siembra 1g de Carbofuran 5G. Ocho y 40 días después, el maíz recibió aplicaciones de 100kg/ha de nitrato de amonio.

Las malas hierbas fueron controladas con aplicaciones dirigidas de paraquat a razón de 2 litros pc/ha, 25, 90 y 130 días después de la siembra. La yuca no recibió ningún tratamiento adicional, excepto que sedeshijó para dejarla crecer a un solo eje.

El maíz fue doblado 90 días después de la siembra y cosechado 30 días más tarde. La yuca se cosechó a los 11 meses de sembrado.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 17 se consignan los resultados del presente estudio. Corresponden a la variable rendimiento, observado en cada uno de los tratamientos considerados, tanto de maíz (kg/ha de grano), como de yuca

(TM/ha de raíces comerciales).

Cuadro 17: Rendimientos de maíz en kg/ha de grano al 12% H y de yuca en TM/ha de raíces comerciales. San Luis, Guácimo, 1981.

| TRATAMIENTOS | YUCA 1x1m (6.600p/h) | YUCA 1x.8m (8.250p/h) | YUCA 1x.6m (11.000p/h) | YUCA 1x.4m (16.500p/h) | X |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------|
| Maíz, 1 hilera (16.500 pls/ha) | 1224 12.5 | 1416 10.1 | 1324 12.1 | 1394 12.8 | 1340 11.9 |
| Maíz, 2 hileras (16.400pls/ha) | 2472 12.3 | 1867 11.9 | 1749 5.1 | 2396 5.7 | 2121b 8.7 |
| Maíz, 3 hileras (29.700pls/ha) | 2619 9.5 | 2904 8.1 | 3054 8.8 | 2259 9.2 | 2709a 8.9 |
| X | 2105 11.5 | 2062 10.0 | 2042 8.7 | 2016 9.3 | |

Tal como se muestra en el cuadro que antecede, la presencia de yuca no afectó el rendimiento de maíz en ninguna de las densidades de siembra consideradas, como tampoco la presencia de maíz afectó el rendimiento de la yuca.

Los rendimientos de maíz se incrementaron en función del aumento en su densidad de siembra. Este efecto fue lineal ($Y = -134 + 0.98x$), lo cual significa que la asociación maíz-yuca considerada puede soportar una densidad de maíz aun más alto sin afectar el rendimiento de este cultivo.

Aun cuando los rendimientos de yuca mostraron una ligera tendencia a bajar con el incremento en la densidad de siembra, la diferencia entre las medias de estos rendimientos no fue estadísticamente significativa. Este resultado indica que los distanciamientos de siembra considerados, mostraron igual comportamiento.

2.1.3 Sistema Maíz-Frijol

El frijol, cuya producción está en manos de pequeños agricultores, continúa siendo la fuente de proteína más accesible en la dieta de la población de recursos económicos limitados.

En la región atlántica los productores de frijol afrontan dificultades derivadas especialmente de la severa incidencia de enfermedades. Este problema parece estar relacionado con el tipo de las variedades usadas, pues son de baja tolerancia y de hábito arbustivo creciendo bajo condiciones de alta humedad ambiental, y en tal sentido, se considera que la prueba de genotipos de hábito trepador pueda ofrecer alguna solución a la problemática planteada.

Debido a que la producción de este tipo de frijol requiere el uso de tutores, lo cual implica un incremento en el costo de producción, se consideró la posibilidad de utilizar el maíz en un sistema de asocio para escapar a dicho incremento y aprovechar las ventajas inherentes de este sistema de cultivo.

Dentro este marco de referencia se iniciaron acciones que incluyen la introducción de materiales promisorios para su evaluación y el desarrollo del siguiente proyecto experimental.

Experimento No. C13181

Evaluación de cuatro variedades de frijol trepador para vainica en asociación con dos variedades de maíz.

Objetivos

- a. Determinar la competitividad entre el frijol y el maíz sembrados simultáneamente.
- b. Seleccionar los materiales de frijol y maíz de mayor rendimiento en la asociación.

- c. Diseñar una alternativa para mejorar los sistemas de frijol y maíz en monocultivo.

Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en el campo Las Guineas de la Estación Experimental Los Diamantes en Guápiles, durante el periodo comprendido entre 29 de enero y el 30 de mayo de 1981. Las características de suelo y clima corresponden a las ya descritas en el experimento C11181.

Para el estudio fueron considerados cuatro variedades de frijol trepador para vainica, 2 variedades de maíz y dos arreglos espaciales de siembra. En base a estas variables se definieron los siguientes tratamientos:

1. $M_1 D_1 F_1$
2. $M_1 D_1 F_2$
3. $M_1 D_1 F_3$
4. $M_1 D_1 F_4$
5. $M_1 D_2 F_1$
6. $M_1 D_2 F_2$
7. $M_1 D_2 F_3$
8. $M_1 D_2 F_3$
9. $M_2 D_1 F_1$
10. $M_2 F_1 F_2$
11. $M_2 D_1 F_3$
12. $M_2 D_1 F_4$
13. $M_2 D_2 F_1$
14. $M_2 D_2 F_2$
15. $M_2 D_2 F_3$
16. $M_2 D_2 F_4$

M_1 = Maíz de porte alto (variedad local)

M_2 = Maíz de porte bajo (Tico V-5)

D_1 = Distancia de siembra 1x1m, 5 plantas de maíz/golpe

D_2 = Distancia de siembra 1x.6m, 3 plantas de maíz/golpe

F_1 = Frijol variedad Blue Kake

F_2 = Frijol variedad Kentucky Wonder

F_3 = Frijol variedad Tendergreen

F_4 = Frijol variedad Alajuela 1

Estos tratamientos fueron evaluados utilizando un diseño experimental de Parcelas Sub-subdivididas con 3 repeticiones. Las parcelas principales fueron asignadas a la variable tipo de maíz, las subparcelas al arreglo espacial de siembra y las sub-subparcelas a las variedades de frijol. Las subparcelas fueron definidas con 4 hileras de 5.0 y 5.4m de longitud según el distanciamiento de siembra correspondiente. La parcela neta se definió con las dos hileras centrales, eliminando un golpe de siembra en cada extremo. De tal manera, el área de dicha parcela útil fue de $2m \times 4 = 8m^2$ en aquellas donde la distancia de siembra fue de 1m x 1m; y de $2m \times 4.2 = 8.4m^2$ en las de distanciamiento 1m x 0.6m.

Para la siembra, el suelo fue preparado con una aradura a 20cm de profundidad y dos pasadas con rastra de discos. El maíz fue sembrado con espeque y el frijol 8 días más tarde, también con espeque, al pie de las plantas de maíz ya emergidas para entonces. La densidad de siembra del frijol fue de 2 plantas por golpe.

Al momento de la siembra del maíz se hizo una aplicación de 10-30-10 y urea a razón de 90 y 50kg/ha respectivamente. El fertilizante fue aplicado con espeque al lado de cada golpe de siembra. Treinta días más tarde se hizo una segunda aplicación de urea en una dosis equivalente a 90kg/ha.

Las malezas fueron controladas con una deshierba manual efectuada 45 días después de la siembra.

Las vainicas fueron cosechadas en 4 cortes cada 8 días a partir de cuando las plantas habían alcanzado 60 días de edad. El maíz se cosechó 120 días después de la siembra.

Resultados y Discusión

Todas las variedades de frijol mostraron un desarrollo y rendimiento pobres. Dentro de este bajo nivel de rendimiento, sin embargo, la variedad Tendergreen se mostró significativamente superior al resto de variedades en ambos tipos de maíz (Cuadro 18), especialmente bajo las condiciones del arreglo espacial de siembra correspondiente a 1mx0.6m.

Cuadro 18: Rendimientos de vainica fresca (kg/ha). Guápiles, 1981.

| VARIEDAD | Maíz bajo(Tico V-5) | | Maíz alto(V.local) | | \bar{X} |
|-----------------|---------------------|-----------|--------------------|-----------|-----------|
| | (1x1m)5* | (1x.6m)3* | (1x1m)5* | (1x.6m)3* | |
| Blue Lake | 376 | 737 | 490 | 535 | 534b |
| Kentucky Wonder | 318 | 460 | 453 | 620 | 463b |
| Tendergreen | 655 | 1340 | 592 | 998 | 896a |
| Alajuela 1 | 375 | 685 | 376 | 459 | 473b |
| \bar{X} | 431b | 806a | 478b | 653a | |

* 5 y 3 plantas de maíz/golpe (50000 plantas/ha).

En relación al maíz (Cuadro 19), se observó lo siguiente:

- La presencia de frijol no afectó los rendimientos de maíz en ninguno de los arreglos espaciales de siembra, en vista de que no fue significativo el efecto de la interacción variedad de frijol x distancia de siembra.

- b. Los rendimientos de maíz fueron significativamente superiores en el arreglo espacial de siembra correspondiente a 1mx0.6m con 3 plantas por golpe, a nivel de promedio general y especialmente en el maíz de porte bajo. En este arreglo espacial de siembra ambos tipos de maíz se mostraron igualmente productivos.
- c. El resultado anterior es coincidente con el obtenido en el Experimento No. C11181, donde este arreglo espacial de siembra también se mostró significativamente superior al de 1mx1m y 5 plantas/golpe de uso común entre los agricultores de la región.

Cuadro 19: Rendimiento de maíz en grano al 12% H (kg/ha). Guápiles, 1981.

| TRATAMIENTO | Arreglo Espacial de Siembra | | \bar{X} General |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------|
| | (1mx1m)5* | (1mx0.6m)3* | |
| Maíz bajo (Tico V-5) | | | |
| Blue Lake | 2623 | 3046 | |
| Kentucky Wonder | 2228 | 3335 | |
| Tendergreen | 2158 | 2815 | |
| Alajuela | 2043 | 3365 | |
| \bar{X} | 2263 | 3140 | 2702 |
| Maíz alto (V. local) | | | |
| Blue Lake | 3320 | 3265 | |
| Kentucky Wonder | 2860 | 2803 | |
| Tendergreen | 2298 | 3755 | |
| Alajuela 1 | 2550 | 2648 | |
| \bar{X} | 2757 | 3118 | 2819 |
| \bar{X} General | 2510b | 3129a | |

* 5 y 3 plantas/golpe de siembra.

2.1.4 Sistemas de Producción de Raíces y Tubérculos

2.1.4.1 Sistema de producción de yuca (Manihot esculenta)

La producción de yuca es una actividad importante entre los pequeños agricultores de la región atlántica. Esta actividad se ha venido incrementando en vista de que el mercado ha comenzado a ampliarse mediante proyectos de exportación ya en funcionamiento. Otros proyectos, como la probable instalación en la zona de una planta productora de alcohol carburante a partir de la yuca, hacen prever que la actividad de producción crecerá aún más.

Ante la perspectiva presentada por esa ampliación del mercado, se hace necesario mejorar la tecnología de producción, pues la usada actualmente parece no ser la más adecuada en vista de los bajos rendimientos que se están obteniendo.

Con el fin de generar la información requerida para el mejoramiento de dicha tecnología, se proyectó la ejecución de una serie de experimentos mediante los cuales se espera definir la posibilidad de cambios en algunos componentes tecnológicos de manejo tales como variedad, distancia y épocas de siembra. En la serie de experimentos mencionados se incluyeron los siguientes:

Experimento No. C14181

Efecto de cuatro arreglos espaciales de siembra sobre el rendimiento de dos variedades de yuca.

Objetivos

- a. Determinar el efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento de dos variedades de yuca con hábito de crecimiento distinto.

- b. Seleccionar un arreglo espacial de siembra capaz de superar substancialmente los rendimientos tradicionales.

Experimento No. C14281

Efecto de dos distanciamientos y dos modalidades de siembra y de dos manejos de la planta, sobre el rendimiento de la yuca.

Objetivos

- a. Determinar el efecto de la densidad de siembra, dada por cambios en el espaciamento y el número de plantas por sitio, sobre el rendimiento de la yuca.
- b. Determinar el efecto de la poda a un eje sobre el rendimiento de la yuca en función de la densidad de siembra.

Resultados

Ambos experimentos, que fueron instalados en la finca del señor Jorge Lavermore, localizada en San Luis de Guácimo, se llevaron hasta el final; sin embargo, se malograron debido a una pérdida cuantiosa de la población provocada por robo y especialmente por daños de tultuza. No fue posible rescatar ninguna información confiable.

Experimento No. C14381

Evaluación del efecto de la fecha de siembra sobre el rendimiento de la yuca.

Objetivos

- a. Determinar el efecto de seis fechas de siembra sobre el rendimiento de la yuca.

- b. Determinar la posibilidad de escalonar la siembra de la yuca para ampliar el período de cosecha.

Este experimento se encuentra actualmente en marcha. Fue instalado el 23 de abril de 1981 en el campo Las Guineas de la Estación Experimental Los Diamantes. Debido a que los tratamientos (fechas de siembra) fueron definidos por siembra cada 60 días, tendrá una duración que llegará hasta febrero de 1983.

Experimento No. C14481

Evaluación de once cultivares promisorios de yuca bajo las condiciones del trópico húmedo bajo.

Objetivos

Seleccionar los cultivares que muestren mejor adaptabilidad y mayor potencial de rendimiento.

Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en el campo Las Guineas, el cual se localiza en la Estación Experimental Los Diamantes, Guápiles, a 150 msnm.

Las condiciones de suelo y clima, corresponden a las ya descritas en el Experimento No. C11181.

Los cultivares considerados se evaluaron utilizando un diseño experimental de bloques completos al azar con 3 repeticiones. La unidades experimentales se integraron con 5 hileras de 9m de longitud separadas entre sí 1m ($5 \times 9m = 45m^2$); y la parcela útil, con las 3 hileras centrales en una longitud de 6m al eliminar una planta en los extremos de cada hilera ($3 \times 6m = 18m^2$).

Para la siembra, que se efectuó el 15 de enero de 1981, se utilizaron estacas de 30cm con un promedio de 5 yemas, las cuales se insertaron en el suelo en posición inclinada, a un distanciamiento de 1mx1m.

El suelo fue preparado con una aradura a 20cm de profundidad y 2 pasadas de rastra de discos. Las malezas se controlaron con una aplicación de alaclor y diuron mezclados a razón de 2+1 kg i.a/ha respectivamente, 40 días después de la siembra; y otra de paraquat a razón de 2 litros pc/ha, 60 días después.

La yuca se dejó a libre crecimiento y se cosechó cuando alcanzó 12 meses de edad.

Resultados y Discusión

Cuadro 20: Rendimiento de once cultivares de yuca expresado en porcentaje y TM/ha de raíces comerciales.

| CULTIVAR | RAICES % | COMERCIALES TM/ha |
|----------------|-------------|----------------------|
| 1- CMC-76 | 56 | 44.54 a |
| 2- Col 1684 | 77 | 43.42 ab |
| 3- Japonesa | 60 | 38.75 abc |
| 4- CMC-323-375 | 52 | 33.42 bcd |
| 5- CMC-309-163 | 53 | 31.69 bcd |
| 6- CMC-40 | 54 | 29.67 cde |
| 7- Y tn. | 60 | 29.54 cde |
| 8- Zamorano | 52 | 22.89 def |
| 9- Valencia | 59 | 20.91 f |
| 10- CMC-84 | 37 | 19.20 f |
| 11- Méx 59 | 46 | 16.36 f |

De acuerdo con estos resultados, los rendimientos medios más altos correspondieron a los cultivares CMC-76 (44.54 TM/ha), Col 1684 (43.43 TM/ha) y Japonesa (38.75 TM/ha). Estos cultivares no mostraron entre sí diferencia estadísticamente significativa; sin embargo, solo el cultivar CMC-74 observó un comportamiento absolutamente superior al resto. Los cultivares CMC-76, Col 1684 y Japonesa superaron el usado por el agricultor de la región (Valencia) en 113, 107 y 85% respectivamente.

Esta experiencia define la posibilidad de usar los cultivares CMC-76 y Japonesa como componente de la alternativa que se pretende diseñar para mejorar el sistema maíz-yuca en relevo. Por ahora no se considera esta misma posibilidad para el cultivar Col 1684 por ser una yuca de tipo amargo.

2.1.4.2 Sistema de Producción de Malanga (Colocasia esculenta)

Entre las actividades programadas para la investigación en raíces y tubérculos, se incluyó la malanga. Esta especie comienza a cobrar importancia entre los agricultores de la región, debido a que sus posibilidades de exportación se han hecho más promisorias últimamente.

Comunmente se distinguen dos tipos de malanga, el EDDOE y el DASHEEN conocidos en Costa Rica con los nombres de Nampí y Malanga respectivamente. El tipo Eddoe se caracteriza por presentar un corno pequeño y numerosos cormelos, ambos comestibles, y el tipo Dasheen por un corno grande comestible y pocos cormelos no comestibles. El mercado internacional ofrece buenas posibilidades para los cormelos del tipo Eddoe.

El estudio del sistema de producción de Malanga, se inició con la evaluación de doce cultivares procedentes del Programa de Recursos Genéticos de CATIE. De estos cultivares, que fueron seleccionados de material evaluado preliminarmente en Turrialba, siete corresponden al tipo Eddoe y cinco al tipo Dasheen.

Materialés y Métodos

El ensayo se realizó en el campo Las Guineas de la Estación Experimental Los Diamantes del Ministerio de Agricultura y Ganadería, ubicada en Pococí, Limón (10°13' latitud Norte y 83°46' longitud Oeste). La altura del lugar es de 150 msnm. El clima es caliente y húmedo, con una precipitación promedio anual de 4261 mm distribuidos en los 12 meses. De acuerdo a Holdridge el área experimental se encuentra dentro de la zona de vida denominada bosque muy húmedo tropical.

Los suelos del área experimental son aluviales de origen volcánico, clasificados como inceptisoles. El análisis de muestras tomadas de 0-20 y de 20-40 cm nos indicó una disponibilidad de los elementos principales mayor al nivel crítico.

El manejo dado a la plantación se inició con una preparación de suelo que culminó con una alomillada a 1.0 m y sobre cada lomillo las plantas se sembraron a 1m, lo que dio un total de 10000 plantas ha/ha.

Para la primera y segunda fertilización se usaron 200 kg ha/ha de la fórmula 12-24-12. La primera se efectuó a los 60 días de la siembra y la segunda a los 120 días. Se controlaron las malas hierbas en preemergencia con Diuron a razón de 3.5 kg ha/ha de producto comercial.

Durante el cultivo se hicieron aplicaciones de paraquat cada 60 días aproximadamente. Como preventivo para el control de plagas, se aplicaron 2g por planta de carbofuran (Furadan 5% G) al momento de la siembra.

Resultados y Discusión

En los cuadros 21 y 22 se anota el comportamiento de dichos cultivares, expresados en términos de su rendimientos en kg/ha de cormos y cormelos.

Cuadro 21: Rendimiento en TM/ha observado en siete cultivares de Malanga tipo Eddoe.

| Nó. CULTIVAR | CORMOS | CORMELOS COMERC. | CORMELOS NO COMERC. | TOTAL |
|--------------|---------|------------------|---------------------|--------|
| 6314 | 13.38a | 10.01cd | 9.24a | 32.6a |
| 6116 | 9.59bc | 12.54a | 9.94a | 32.1a |
| 6315 | 9.31bc | 12.30bc | 9.81a | 31.1a |
| 6117 | 9.40bc | 12.26b | 6.69ab | 28.4ab |
| 7377 | 12.10ab | 8.96cde | 4.97b | 26.1b |
| 7436 | 10.50b | 9.86bcd | 5.24b | 25.1b |
| 7040 | 8.81bc | 8.87cde | 7.23ab | 24.9b |

Cuadro 22: Rendimiento en TM/ha observado en cinco cultivares de manlanga tipo Dasheen.

| No. DEL CULTIVAR | CORMOS | CORMELOS | TOTAL |
|------------------|----------|----------|---------|
| 7361 | 38.96 a | 27.66 | 66.6 a |
| 7367 | 30.54 b | 26.54 | 57.1 ab |
| 6561 | 26.06 b | 30.14 | 56.2 ab |
| 7364 | 24.06 bc | 26.23 | 50.3 ab |
| 7239 | 22.22 bc | 23.27 | 45.5 b |

De acuerdo con estos resultados, los cultivares del tipo Eddoe 6314, 6116 y 6315 observaron un comportamiento superior en términos de rendimiento total, y entre estos el cultivar 1116 se destacó como el mejor debido su mayor rendimiento de cormelos comerciales. Entre los cultivares del tipo Dasheen el No. 7361 fue el que mostró las mejores características de rendimiento.

2.1.4.3 Sistema de Producción de Ñame (Dioscorea spp.)

En las regiones lluviosas del trópico, el género Dioscorea se encuentra representado por muchas especies entre las que se destacan algunas por su importancia económica. Montaldo^{13/} y Waitt^{14/} indican que actualmente diversos cultivares de las especies D. alata ocupan la mayor superficie cultivada en estas regiones. En la zona atlántica de Costa Rica la especie D. trifida es común y muy apreciada para el consumo doméstico.

La demanda de ñame de la especie D. alata en el mercado internacional, principalmente de Estados Unidos e Inglaterra, está dando lugar a la promoción de su cultivo en regiones del trópico húmedo de ^{13/} Montaldo, A. Cultivo de raíces y tubérculos. Lima, Perú, IICA, 1972.

^{14/} Waitt, A.W. Yams. Report of Department of Agricultura Research of Nigeria. 1959-60.

Costa Rica. Se ha iniciado la producción a nivel comercial, pero con tecnología basada en información procedente de países que, aunque con mayor experiencia y tradición, difieren en mayor o menor grado con respecto a las condiciones del ambiente físico, económico y social. Es evidente entonces, la necesidad de generar información localmente para aumentar la precisión y confiabilidad de la tecnología a utilizarse en el proceso de producción. Pero además de precisa y confiable, esta tecnología debe propiciar una alta eficiencia productiva para poder participar en dicho mercado dentro del marco de la competitividad de los precios.

En base a estas consideraciones, el Proyecto MAG-CATIE ha venido desarrollando actividades de investigación, tendientes al logro de la información requerida para definir un sistema de manejo del cultivo adecuado a las condiciones de la región atlántica de Costa Rica. A la fecha, estas actividades han permitido la selección de cultivares tales como el SEA-190 y SEA-241 procedentes de Puerto Rico, que son muy promisorios debido a sus características de aceptabilidad en el mercado, de rendimiento y de tolerancia a enfermedades como la antracnisis cuya incidencia es alta en la zona ^{15/}. Con estos materiales se han continuado las actividades de investigación, considerando aspectos de mejoramiento agronómico.

Tanto a nivel experimental como de producción comercial, el flame está siendo cultivado bajo condiciones de espalderas formales construidas con postes de madera o bambú y alambre tensado. Son estructuras de alto costo que pudieran no ser las más indicadas.

^{15/} CATIE. Informe Anual 1980. Programa de Cultivos Anuales. Turrialba, Costa Rica, 1981.

Motivados por la experiencia de otros países, donde no se usan tutores ^{16/}, se utilizan soportes individuales ^{17/} o bien otras estructuras más sencillas, durante 1981 se llevó a cabo una prueba para explorar la posibilidad de producir a un costo menor. Esta prueba se realizó mediante el siguiente experimento.

Experimento No. C15181

Evaluación agroeconómica de variaciones en el soporte para la producción de ñame, bajo condiciones de dos niveles de fertilización.

Objetivos

- a. Determinar el efecto de seis modalidades de soporte sobre el rendimiento del ñame.
- b. Comparar las modalidades de soporte en función del costo de los materiales requeridos para su construcción.

Materiales y Métodos

El presente estudio fue desarrollado durante el período comprendido entre el 22 de mayo de 1981 y el 20 de enero de 1981, en el campo Las Guineas de la Estación Experimental Los Diamantes, bajo condiciones de suelo y clima similares a las ya descritas en los experimentos realizados en el mismo campo.

Para el estudio fueron considerados los siguientes tratamientos:

Niveles de fertilización

F_0 = Sin aplicación de fertilizante

F_1 = Aplicación de 85-38-88kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O

Modalidades de soporte

S_0 = Sin soporte. Las plantas se dejaron a libre crecimiento

S_1 = Soporte individual. Se usó un tallo de caña brava, de 2.5m de longitud, insertado al suelo en posición vertical.

S_2 = Soporte piramidal. Al pie de cada planta se insertó una caña inclinada hacia el centro de la calle y de dos plantas consecutivas. Las cañas de 4 plantas vecinas se ataron al extremo superior formando una pirámide de base rectangular.

S_3 = Espaldera de dos alambres. En los extremos de cada hilera de siembra se colocó un poste de bambú. Entre éstos se tendieron dos hilos de alambre calibre 12, a una altura de 1.25 y 2.5m sobre la superficie del suelo. Las plantas fueron guiadas con cuerdas de plástico atados a los alambres y a la base de cada planta.

S_4 = Caballete con guía de caña. Estructura similar a la anterior, pero con un solo hilo de alambre del mismo calibre tensado a 2.5m de la superficie del suelo, y ubicada al centro del espacio comprendido entre dos hileras de plantas. Al pie de cada planta se insertó un tallo de caña brava, el cual, en posición inclinada, se ató al alambre en su extremo superior formando un triángulo con la caña colocada en la planta de la hilera vecina. Estas cañas sirvieron de guía a las plantas.

S_5 = Caballete con guía de cuerda. Estructura igual a la anterior, excepto que en lugar de caña se utilizó cuerda de plástico atada en la base de cada planta y en el alambre.

Estos tratamientos fueron evaluados mediante un diseño experimental de Parcelas divididas con 3 repeticiones, ubicando los niveles

de fertilización en las parcelas principales y las modalidades de soporte en las subparcelas. Estas últimas se integraron con cuatro hileras de 9.6m de longitud distanciadas entre sí 1.2m. La parcela útil se definió con las dos hileras centrales en una longitud de 8m ($2.4 \times 8m = 19.2m^2$).

La preparación de tierras para la siembra se llevó a cabo con una aradura a 20cm de profundidad y dos pasadas de rastra; luego se hicieron lomillos de 20 a 25cm de alto. Para la siembra se utilizaron trozos de rizoma del cultivar SEA-241. El distanciamiento de siembra fue de 1.2m entre lomillos y 0.8m entre plantas (10417 plantas/ha). Inmediatamente después de la siembra se instalaron los correspondientes soportes. Las malezas fueron controladas con aplicaciones dirigidas de Paraquat a razón de 2 litros pc/ha y dos aporques a los 75 y 150 días después de la siembra.

La fertilización se realizó en dos momentos. Se aplicaron 100kg/ha de 10-30-10 cuando las plantas emergieron; y una mezcla de 250 kg/ha de 15-3-31 más 82 kg/ha de urea, 75 días después de la siembra cuando se efectuó el primer aporque.

No se presentaron plagas y la incidencia de Curvularia y Colletotrichum fue muy leve. La cosecha se llevó a cabo el 23 de enero de 1982.

Resultados y Discusión

En los cuadros siguientes se anotan los resultados obtenidos en el presente experimento. Se refieren al rendimiento medio de raíces comerciales observado en cada tratamiento (Cuadro 23); y a los costos del material utilizado en cada modalidad de soporte (Cuadro 24).

De acuerdo con el análisis de varianza practicado, se detectaron diferencias significativas entre las medias de los niveles de fertilización; y altamente significativas entre las medias de las diferentes modalidades de soporte. El rendimiento medio de las parcelas que recibieron fertilizante, fue superior en un 73% al de las que no fueron abonadas. Las mejores modalidades de soporte fueron la de soporte individual (S_1) y la de caballete con guía de caña (S_4). El rendimiento más bajo (13.45 TM/ha) se observó en el tratamiento sin soporte, de los tratamientos S_1 y S_4 , pero no al del resto de las modalidades de soporte, entre las cuales tampoco se detectaron diferencias estadísticamente significativas.

Entre las variables evaluadas no fue significativa la interacción, cual indica que los efectos de la fertilización y las modalidades de soporte sobre el rendimiento, fueron independientes.

Cuadro 23: Efecto de cinco modalidades de soporte y dos niveles de fertilización sobre el rendimiento del ñame (TM/ha de raíces comerciales)

| TRATAMIENTO | Sin fertilizante | Con fertilizante | \bar{X} |
|-----------------------------------|------------------|------------------|-----------|
| | (F0) | (F1) | |
| Soporte individual (S_1) | 17.80 | 33.59 | 25.70a |
| Caballete con caña (S_4) | 21.61 | 28.99 | 25.30a |
| Espaldera de 2 alambres (S_3) | 17.73 | 29.26 | 23.50ab |
| Soporte piramidal (S_2) | 18.07 | 26.93 | 22.50ab |
| Caballete con cuerda (S_5) | 13.37 | 24.62 | 19.00ab |
| Sin soporte (S_0) | 5.97 | 20.94 | 13.45 |
| \bar{X} | 15.76b | 27.39a | |

Cuadro 24: Costo de cada modalidad de soporte considerando solamente los materiales utilizados (Colones).

| Material | Sin soporte | Soporte Individ. | Soporte Piramidal | Espaldera de dos alambres | Caballote c/caña | Caballote c/cuerda |
|-------------------------------|-------------|------------------|-------------------|---------------------------|------------------|--------------------|
| Caña brava | - | 15.00 | 15.00 | - | 15.00 | - |
| Cuerda de plástico | - | - | 0.15 | 2.15 | 0.15 | 2.15 |
| Bambú | - | - | - | 24.00 | 12.00 | 12.00 |
| Alambre No.12 | - | - | - | 18.30 | 9.15 | 9.15 |
| Total/parc.19.2m ² | - | 15.00 | 15.15 | 44.45 | 36.30 | 23.30 |
| Total/ha | - | 7812.50 | 7890.62 | 23151.04 | 18,906.25 | 12135.42 |

El costo por concepto de los materiales utilizados en cada modalidad de soporte varió de ₡7,812.50 en el tratamiento S_1 (Soporte individual) a ₡23,151.04 en el tratamiento S_3 (Espaldera de dos alambres), tal como se anota en el Cuadro 24.

En función de los rendimientos medios observados, cualesquiera de las modalidades de soporte evaluados produjo un retorno a la inversión bastante considerable, especialmente en aquellas modalidades donde se obtuvieron los rendimientos más altos (S_1 y S_4).

En el Cuadro 25 se anota una estimación del beneficio obtenido en cada modalidad de soporte. La estimación se hizo en base a la diferencia con respecto al tratamiento S_0 (Sin soporte), tanto del rendimiento como del costo de los materiales utilizados. Este beneficio varió de ₡21,164.58 con el tratamiento S_5 (Caballote con guía de cuerda) a ₡65,687.50 con el tratamiento S_1 (Soporte individual). Evidentemente, los mayores beneficios se alcanzan con las modalidades de soporte individual (S_1) y caballote con guía de caña (S_4), tratamientos éstos cuyo rendimiento medio fue absolutamente superior al resto de las modalidades de soporte estudiadas.

Cuadro 25: Beneficio en colones/ha; observado en cada modalidad de soporte.

| Modalidad de soporte | Diferencia con respecto al testigo(S0) | | Beneficio (A-B) |
|--|--|---------------------|-----------------|
| | Ingreso Bruto* (A) | Costo Materiales(B) | |
| Soporte individual (X ₁) | 73,500.00 | 7,812.50 | 65,687.50 |
| Caballote con caña (S ₄) | 71,100.00 | 18,906.25 | 52,193.75 |
| Espaldera 2 alamb. (S ₃) | 60,300.00 | 23,151.04 | 37,148.96 |
| Soporte piramidal (S ₂) | 54,300.00 | 7,890.62 | 46,409.38 |
| Caballote con cuerda (S ₅) | 33,300.00 | 12,135.42 | 21,164.58 |

* Estimado en base al precio actual de ¢6.00/kg.

2.2 Región Puriscal

En consideración a las necesidades planteadas por la implementación del Sistema C y V que el MAG está aplicando en la Región Central para transferencia de tecnología a productores de recursos limitados, el Proyecto MAG-CATIE se viene constituyendo como núcleo del componente de investigación que dicho sistema requiere. Dentro de este contexto, fue programado la ejecución de una serie de experimentos en los principales sistemas de cultivos anuales practicados por los pequeños agricultores de la región. Estos sistemas de cultivo, que corresponden a maíz en monocultivo y frijol tapado, fueron identificados en base a los resultados de las encuestas realizadas como fase inicial en el desarrollo del Sistema C y V^{18/}. Las mismas encuestas y la información secundaria recopilada, permitieron establecer que la productividad de los sistemas de cultivo era baja, que la tecnología de producción era deficiente y que existían dudas razonables respecto a la efectividad de la tecnología mejorada disponible en razón de haber

^{18/} MAG-CAR Central. Encuestas general y de nivel tecnológico realizada entre los agricultores de la región. Sistema C y V para transferencia de tecnología. Puriscal, 1981.

sido generado fuera de la región.

2.2.1 Sistema de Producción de Maíz

Experimento No. C21181

Efecto del cambio de cuatro componentes tecnológicos de manejo sobre la productividad del sistema maíz en monocultivo.

Objetivos

- a. Determinar la sensibilidad del sistema de manejo del agricultor en la producción de maíz al cambio de cuatro componentes tecnológicos.
- b. Definir criterios para la selección de los componentes tecnológicos de manejo que habrán de integrar la alternativa que más se adecúe a las necesidades y posibilidades del pequeño productor de maíz en la región.

Materiales y Métodos

La prueba se llevó a cabo en Mastatal, una comunidad del Distrito Mercedes Sur, Cantón Puriscal, localizado en la región centro-occidental del país. En esta región la topografía es muy occidentada; el clima varía de cálido a cálido templado, con una temperatura promedio de 25°C y una precipitación media anual de 2500 mm distribuidos entre abril y noviembre. La altitud sobre el nivel del mar entre valles y cimas va de 200 a 500m. Los suelos son de textura franco-arcillosa, de color pardo rojizo, poco profundos y con diversos grados de erosión; pertenecen a los subgrupos taxonómicos Ustic tropohumult y Ustic humitropept según Pérez et al^{19/}. De acuerdo con el análisis practicado a muestras de suelo recolectadas en los sitios experimentales

^{19/} Pérez, S. et al. Asociación de subgrupos de suelos de Costa Rica. Mapa preliminar. San José-Costa Rica, OPSA, 1978.

(Cuadro 26) los suelos presentan problemas relacionados con el bajo contenido de fósforo.

Cuadro 26: Características de fertilidad en suelos de Mastatal.

| | pH | meq/100ml | | | P | ug/ml | | | |
|------------|-----|-----------|-----|------|-----|-------|-----|------|----|
| | | Ca | Mg | K | | Cu | Zn | Mn | Fe |
| Mastatal 1 | 6.3 | 12.7 | 3.9 | 0.74 | 3.0 | 10.0 | 3.7 | 7.0 | 30 |
| Mastatal 2 | 5.0 | 3.0 | 2.2 | 0.35 | 5.5 | 6.3 | 4.9 | 10.8 | 87 |
| Mastatal 3 | 5.5 | 12.6 | 7.9 | 0.37 | 3.0 | 6.8 | 6.7 | 10.2 | 40 |

Los tratamientos fueron seleccionados considerando 2 niveles de los factores variedad, distancia de siembra, control de malezas y regimen de fertilización. Los niveles que correspondieron a la práctica del agricultor (Nivel 1) y a la práctica mejorada como alternativa (Nivel 2), fueron definidos en base a la caracterización del sistema de producción de maíz hecho con los resultados de la encuesta de nivel tecnológico ya referida; y de acuerdo con la información técnica disponible. En el cuadro 27 se describen las características de cada uno de los factores estudiados.

Cuadro 27: Factores y niveles tecnológicos considerados.

| Factor | Nivel 0 | Nivel 1 |
|--------------------|------------------------|---------------------------|
| a. Variedad | Local(maicenón) | Tico V-5 |
| b. Dist.Siembra | 1x.8m, 3 plantas/golpe | 0.8x0.5m, 2 plantas/golpe |
| c. Control Malezas | Chapia 2 DAS * | Paraquat 2lt.pc/ha 14ZAS |
| | Chapia 25 DDS ** | Paraquat 2lit.pc/ha. 1DDS |
| | Chapia 45 DDS | Paraquat 2lit.pc/ha 25DDS |
| d. Fertilización | N-Amo 200kg/ha, 25DDS | 10-30-10, 200kg/ha, 8DDS |
| | | N-Amo, 179kg/ha, 45 DDS |

* Días antes de la siembra; ** Días después de la siembra.

Los factores en los dos niveles considerados fueron evaluados en un factorial 2^4 de acuerdo al Plan F-3 propuesto por R.G. Petersen ^{20/}. En este Plan, las 16 combinaciones resultantes son distribuidos en dos bloques de 8 por repetición y dos repeticiones para el experimento completo. Debido a que como en este diseño experimental por efectos de confusión, tanto repeticiones como bloques pueden ser ubicados en sitios distintos, el presente experimento se desarrolló en las fincas de los agricultores Alberto García (Mastatal 1), Marcelo Herrera (Mastatal 2) y Franco Aguilar (Mastatal 3).

Las unidades experimentales fueron definidas con 5 hileras de maíz de 5.6m de longitud ($5.6 \times 5m = 28m^2$) en aquellas donde el distanciamiento fue de 1m entre hileras y 0.8m entre plantas; y con 6 hileras de 5.5m de largo, donde el distanciamiento correspondió a 0.8m entre hileras y 0.5m entre plantas ($5.5 \times 4.8 = 26.40m^2$). Como parcela útil se consideraron, respectivamente, las 3 y 4 hileras centrales, eliminando una

^{20/} Petersen, R.G. Experimental designs for agricultural research in developing areas. Oregon State University, Corvallis, 1976. 173 p.

planta en cada extremo ($4 \times 3 = 12m^2$ y $4.5 \times 3.2 = 14.4m^2$)

Resultados y Discusión

Un fuerte daño causado por pájaros motivó la pérdida de las repeticiones localizadas en las fincas de los agricultores Franco Aguilar y Marcelo Herrera. De tal manera, los resultados que se anotan a continuación (Cuadro 28) corresponden a una sola repetición (Finca del Sr. Alberto García).

Cuadro 28: Rendimientos de maíz en grano al 12% H(kg/ha)

| TRATAMIENTO | | | | | KG/HA | INCREMENTO | |
|-------------|---|---|---|---|---------------------------|------------|------------|
| 1. | 0 | 0 | 0 | 0 | (Tec.agricultor completa) | 2325 | 100 |
| 2. | 1 | 0 | 0 | 0 | a | 3742 | <u>161</u> |
| 3. | 0 | 1 | 0 | 0 | b | 2409 | 104 |
| 4. | 0 | 0 | 1 | 0 | c | 2042 | 88 |
| 5. | 0 | 0 | 0 | 1 | d | 3141 | 135 |
| 6. | 1 | 1 | 0 | 0 | ab | 3742 | <u>161</u> |
| 7. | 1 | 0 | 1 | 0 | ac | 2591 | 112 |
| 8. | 1 | 0 | 0 | 1 | ad | 2189 | 94 |
| 9. | 0 | 1 | 1 | 0 | be | 2618 | 113 |
| 10. | 0 | 1 | 0 | 1 | bd | 2173 | 93 |
| 11. | 0 | 0 | 1 | 1 | cd | 2325 | 100 |
| 12. | 1 | 1 | 1 | 0 | abc | 3598 | <u>155</u> |
| 13. | 1 | 1 | 0 | 1 | abd | 4030 | <u>173</u> |
| 14. | 1 | 0 | 1 | 1 | acd | 2879 | 124 |
| 15. | 0 | 1 | 1 | 1 | bcd | 3613 | <u>155</u> |
| 16. | 1 | 1 | 1 | 1 | (Tec.Altern.completa) | 3215 | 138 |

Dentro de la precisión que pueda ser asignada a los resultados de una sola repetición, los rendimientos consignados en el cuadro anterior indican que los incrementos mayores del 50% fueron observados por el efecto del factor variedad (61%) de las interacciones distancia de siembra x control de plagas (55%), variedad x distancia de siembra x fertilización (73%) y variedad por control de plagas por fertilización (55%).

De acuerdo con estos resultados es evidente que la tecnología de manejo del agricultor en el sistema de producción de maíz, mostró su mayor sensibilidad al cambio simultáneo de los factores variedad, distancia de siembra y fertilización. Sin embargo, cabe señalar que dicha tecnología también se mostró significativamente sensible al cambio simultáneo de los factores variedad y distancia de siembra y aún al cambio simple del factor variedad.

Experimento No. C21281

Evaluación de la respuesta del maíz a la fertilización con nitrógeno, fósforo y azufre.

Objetivos

Determinar la dosis óptima de nitrógeno y fósforo requerido por el maíz para maximizar su rendimiento y explorar la posible respuesta a la fertilización con azufre.

Materiales y Métodos

El presente estudio se llevó a cabo en tres fincas del cantón Puriscal localizadas en Mastatal (2) y en San Antonio (1). Se evaluaron cuatro niveles de nitrógeno (0,40,80 y 120kg/ha) en presencia de un nivel constante de fósforo (80kg/ha); 4 niveles de fósforo

(0,40,80 y 120kg/ha) en presencia de un nivel constante de nitrógeno (80kg/ha).

Para explorar la respuesta del maíz a la fertilización con azufre, fueron considerados dos niveles de este nutrimento (0 y 90kg/ha) en presencia de niveles constantes de nitrógeno y fósforo (80kg/ha).

La dosis total de fósforo y la mitad de la dosis de nitrógeno y azufre fue aplicada ocho días después de la siembra, utilizando espada para incorporar el fertilizante al suelo al lado de cada golpe de siembra.

La otra mitad de la dosis de N y S fue aplicada cuarenta y cinco días después de la siembra en banda superficial al pie de las plantas.

Las condiciones de suelo y clima de los sitios experimentales corresponden a las ya descritas en el experimento anterior.

En el Cuadro 29 se anotan los resultados del análisis practicado a muestras del suelo de cada una de las localidades donde se llevó a cabo la prueba. De acuerdo a estos resultados únicamente el fósforo se mostró deficiente.

Cuadro 29: Características de fertilidad en los suelos de tres localidades del cantón Puriscal, 1981.

| Localidad | (H ₂ O) | meq/100ml | | | ug/ml* | | | | |
|-------------|--------------------|-----------|------|------|--------|------|-----|------|-----|
| | | Ca* | Mg** | K** | P | Cu | Zn | Mn | Fe |
| Mastatal 1 | 5.4 | 13.2 | 6.7 | 0.38 | 3.0 | 11.1 | 4.2 | 62.6 | 29 |
| Mastatal 2 | 5.1 | 4.5 | 2.3 | 0.49 | 2.5 | 7.6 | 5.7 | 62.0 | 43 |
| San Antonio | 5.0 | 11.8 | 4.2 | 0.24 | 1.7 | 12.9 | 4.6 | 30.2 | 107 |

* Olsen modificado (1:10)

** KCL 1N (1:10)

Los tratamientos seleccionados se evaluaron utilizando un diseño de Bloques Completos al azar con 3 repeticiones para su instalación en el campo; y mediante el Modelo discontinuo-rectilineo para el análisis e interpretación de los resultados. Las parcelas experimentales fueron definidas con 4 hileras de 5.5m de longitud donde el maíz se plantó a 0.8m entre hileras y 0.5m entre plantas con 2 semillas por golpe para una población potencial de 50.000 plantas/ha. La parcela útil se integró con las dos hileras centrales, excluyendo un golpe de siembra a los extremos de cada hilera ($4.5 \times 1.6m = 7.2m^2$).

La preparación de tierras para la siembra, se llevó a cabo con una chapia a ras del suelo 3 días antes. Inmediatamente después de la siembra efectuada con espeque, se aplicó Carbofuran 5G a razón de 1g/golpe, para el control de las plagas del suelo y del follaje en la primera etapa de crecimiento del maíz.

La malezas se controlaron con una aplicación de Paraquat a razón de 2 litros pc/ha, 2 días después de la siembra; y una limpia con machete 28 días más tarde.

El maíz fue doblado y cosechado, 90 y 120 días después de la siembra.

Resultados y Discusión

En el siguiente cuadro se anotan los rendimientos de maíz correspondientes a cada tratamiento, observados en cada uno de los sitios experimentales considerados.

Cuadro 30: Rendimientos en kg/ha de grano al 12% de humedad. Puriscal, 1981.

| Tratamiento | | | MASTATAL 1 | MASTATAL 2 | S. ANTONIO |
|-------------|-----|----|------------|------------|------------|
| N | P | S | | | |
| Nitrógeno | | | (8) | (*) | (*) |
| 0 | 80 | 0 | 2543 | 1419 | 1587 |
| 40 | 80 | 0 | 3135 | 2137 | 2547 |
| 80 | 80 | 0 | 3630 | 1898 | 2313 |
| 120 | 80 | 0 | 4222 | 2488 | 2618 |
| Fósforo | | | (*) | (NS) | (NS) |
| 80 | 0 | 0 | 2687 | 1850 | 2317 |
| 80 | 40 | 0 | 3790 | 2106 | 2039 |
| 80 | 80 | 0 | 3630 | 1898 | 2313 |
| 80 | 120 | 0 | 3663 | 2058 | 2253 |
| Azufre | | | (NS) | (*) | (NS) |
| 80 | 80 | 0 | 3630 | 1898 | 2313 |
| 80 | 80 | 90 | 3806 | 3079 | 2088 |

(*) Respuesta significativa

(NS) Ninguna respuesta

La respuesta del maíz a la fertilización con dosis crecientes de nitrógeno, fósforo y azufre fue variable.

En Mastatal 1 se observó respuesta a la aplicación de 80kg/ha de N/ha y de 40kg de P₂O₅. Aun cuando el rendimiento que incluyó azufre fue el más alto, la diferencia con respecto al comparador no fue significativa.

En Mastatal 2 el maíz no respondió a la fertilización con fósforo pero sí a la aplicación de 40 kg de N/ha y a la aplicación de 90kg de S/ha.

En San Antonio (Finca El Estero) únicamente se observó respuesta a la aplicación de 40 kg de N/ha.

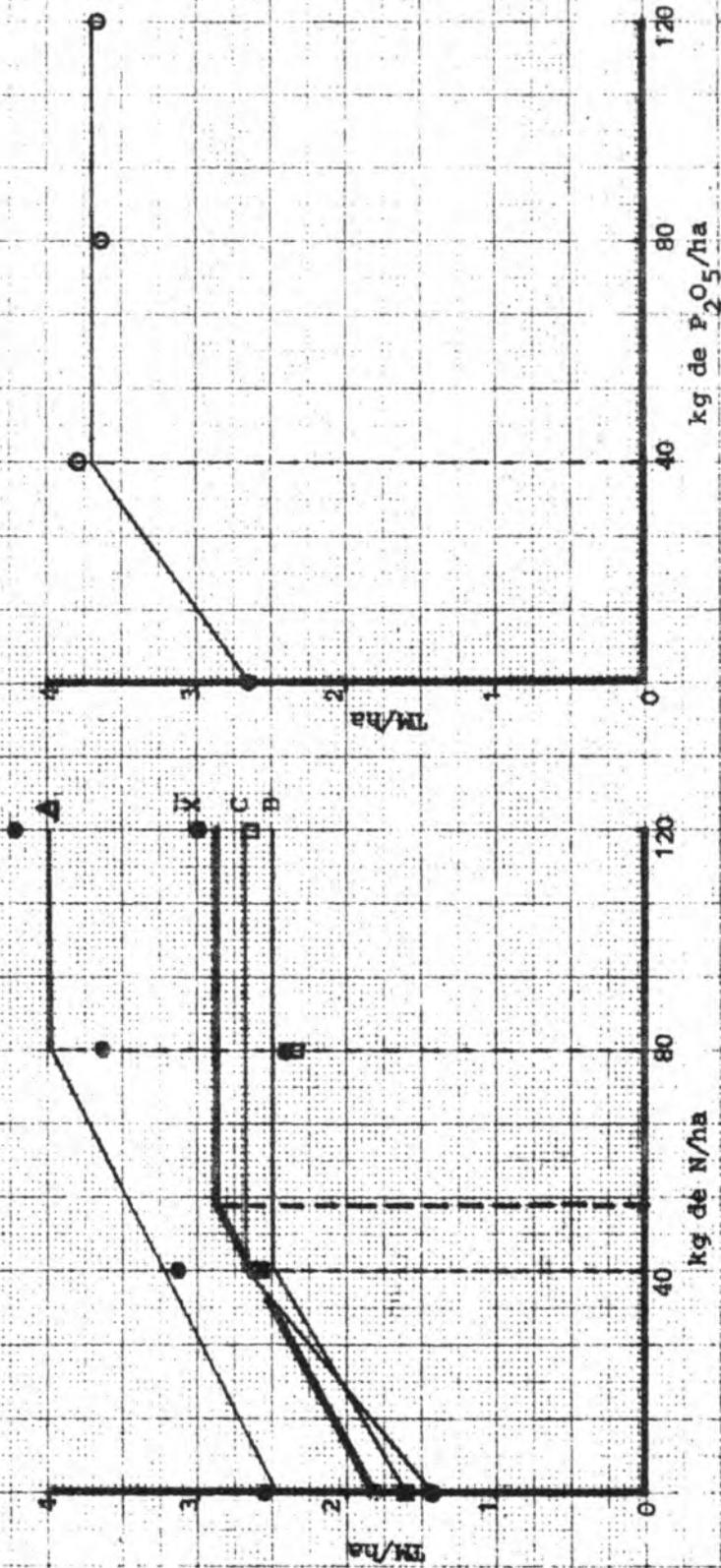
En promedio (Gráfico 2), la función de respuesta a N observada en los tres sitios fue $Y(2864) = 182.8 + 19.88X$ donde $X = 52.11$ kg de N/ha. De acuerdo a esta función, la tasa de respuesta fue de 19.88kg de maíz producido por cada kg de N aplicado.

La función de respuesta a la aplicación de fósforo fue $Y(3694) = 2687 + 25.17X$, donde $X = 40$ kg P_2O_5 /ha. En este caso la tasa de respuesta fue de 25.17 kg de maíz producido por kg de P_2O_5 aplicado.

DISEÑO DE ALTERNATIVAS

La experiencia lograda en base a los resultados de las pruebas realizadas, indica la necesidad y posibilidad de rectificar la alternativa evaluada en el Experimento No. C21181. De acuerdo a dichos resultados experimentales, la rectificación incluiría cambios en algunos de los factores ó componentes tecnológicos de manejo considerados, para el diseño de una alternativa mejorada que, como segunda aproximación, deberá ser sometida a evaluación y validación antes de pasar a la fase de difusión. En el Cuadro 31 se describe la nueva alternativa.

Figura 5: Funciones de respuesta del maíz a la aplicación de nitrógeno y fósforo. Puriscal, 1981.



\bar{X} Y 2864 = 1828 + 19.88X
 $X = 52.11 \text{ kg N/ha}$

A Y 3926 = 2477 + 18.12X
 $X = 80 \text{ kg N/ha}$

B Y 2179 = 1419 + 18.88X
 $X = 40 \text{ kg N/ha}$

C Y 2492 = 1587 + 22.64X
 $X = 40 \text{ kg N/ha}$

(A) Y 3694 = 2697 + 25.17X
 $X = 60 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$

Cuadro 31: Alternativa para el manejo del sistema de producción de maíz en el Distrito Mercedes Sur, Puriscal.

| ACTIVIDAD | FORMA DE EJECUCION |
|------------------------|--|
| 1. Control de Malezas | |
| Preparación de tierras | Aplic.de Paraquat, 3ltpc/ha, 15-20DAS* |
| | Aplic.de Paraquat, 1ltpc/ha, 1DAS |
| Deshierba | Aplic.de Paraquat, 2ltpc/ha, 25DDS** |
| 2. Siembra | |
| Variedad | Tico V-5 |
| Distanciamiento | 1m x 0.6m, 3 plantas/golpe |
| 3. Control de Plagas | Aplic.de Carbofuran 5G, 1g/golpeCS*** |
| 4. Fertilización | Aplic. de: |
| | 10-30-10, 150kg/ha 1-8 DDS |
| | N-Amonio, 50kg/ha 1-8 DDS |
| | N-Amonio, 75kg/ha 25-30DDS |

* Días antes de la siembra

** Días después de la siembra

2.2.2 Sistema de Frijol Tapado

Durante la segunda época de siembra fueron instalados los siguientes experimentos:

- a. Evaluación de la respuesta del frijol tapado a la fertilización con N, P y K en dos formas y tres niveles de aplicación.
- b. Evaluación de tres variedades de frijol bajo condiciones del sistema tapado y sembrado con espeque.
- c. Efecto del tratamiento de la semilla y de la densidad de siembra sobre el rendimiento del frijol en el sistema tapado.

Ninguno de estos experimentos pudo llevarse hasta el final. Todos se malograron porque el agricultor los cosechó sin control alguno.

3. Capacitación

Dentro de las actividades de capacitación programadas por CATIE para 1981, durante el período comprendido entre el 18 de octubre y el 27 de noviembre se llevó a cabo el curso "Producción Moderna de Hortalizas" en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

A este curso asistieron por Costa Rica, los Ing. Agr. Franklin Herrera y Mario A. Molina, técnicos de la Dirección de Investigaciones Agrícolas del MAG.

4. Extrapolación y Transferencia

En Costa Rica no se desarrollaron actividades relacionadas con estos elementos del Proyecto.

5. Visitantes

| Nombre | Procedencia | Motivo de la visita |
|------------------|-------------------|---|
| Peter Jewell | U.de Cornell, USA | Conocer pormenores del Proyecto en la región atlántica para relacionarlos con su trabajo de tesis en Yucatan, Mexico |
| Guillermo Veliz | UCR-CATIE | Determinar las posibilidades de extender a la región la experiencia lograda con el desarrollo de su tesis sobre chile picante |
| Evaristo Morales | DIA/MAG | Conocer con más detalle el desarrollo del Proyecto para mejorar las relaciones de cooperación |
| Edgar Solis | " | |
| Carlos Bianchini | " | |
| Robert McColaugh | ROCAP | Ampliar su conocimiento sobre las actividades desarrolladas por el Proyecto en la región |

| | |
|----------------------------|---------|
| 6. Distribución del tiempo | |
| Turrialba | 27 días |
| Costa Rica | 219 " |
| El Salvador | 3 " |
| Vacaciones | 11 " |

7. Actividades programadas para 1982

(Ver Plan Anual de Trabajo 1982)

8. Actividades Conexas

8.1 Operación y Administración del Proyecto

Los requerimientos de personal técnico para implementar el plan de trabajo propuesto en las dos áreas geográficas de trabajo, fueron considerados en base a la disponibilidad de recursos tanto en CATIE y en la entidad nacional de contraparte, como en otras instituciones del sector.

Por parte de CATIE se contrataron los servicios profesionales del Ing. Luis Angel Quirós, para trabajar en la región de Pococí-Guácimo. Esta contratación permitió al Residente dar mayor atención a la región de Puriscal. Con el mismo propósito, se logró la auencia del coordinador del Proyecto CATIE-GTZ para que el Agrónomo asignado a ese proyecto en la región, colaborara en el desarrollo de las actividades experimentales programadas por el Proyecto MAG-CATIE/ROCAP. Sin embargo, esta colaboración no pudo darse, aparentemente por falta de tiempo del agrónomo mencionado.

Por parte del MAG se consideró la posibilidad de encausar la participación de técnicos nacionales mediante la asignación

de tiempo parcial para el desarrollo del proyecto cooperativo. En tal sentido, el Director de Investigaciones Agrícolas solicitó la colaboración de un técnico de cada uno de los Programas y Departamentos de dicha Dirección. Por otro lado, fue motivada la participación de algunos técnicos de los Centros Agrícolas de las regiones Central (Puriscal) y Atlántica.

Por parte de la Universidad de Costa Rica, algunos miembros se mostraron interesados en participar. Tal es el caso del técnico responsable de las investigaciones en frijol de la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno y el de un estudiante de último año de la Escuela de Agronomía del Atlántico.

8.2 Participación de Técnicos Nacionales

La participación de técnicos nacionales en la ejecución de las actividades programadas por el Proyecto, se concretó en las siguientes acciones:

- a. El Ing. Franklin Herrera y el Señor Manuel Chacón, ambos del personal técnico asignado al Proyecto AID-T027 que desarrolla el Departamento de Sistemas de Cultivos, desarrollan experimentos en los sistemas maíz-frijol y de raíces y tubérculos.
- b. El Ing. Alfonso Vargas, Especialista en Granos Básicos del Centro Agrícola Regional del Atlántico, participó en el desarrollo de los experimentos realizados con el sistema maíz-maíz.
- c. El Ing. Fernando Araya, Especialista en Granos Básicos del Centro Agrícola Regional Central, participó en la ejecución de los experimentos realizados en los sistemas de producción de maíz y de frijol tapado.

- d. El Ing. Ovidio Vargas, técnico del Departamento de Entomología de la Dirección de Investigaciones Agrícolas, condujo un experimento para el control de babosas en el sistema de frijol tapado. Desafortunadamente esta prueba no tuvo éxito por falta de incidencia de la plaga.
- e. Los Ingenieros Leopoldo Pixley del Programa de Maíz, Adrián Morales del Programa de Leguminosas. y Manuel Rodríguez del Programa de Semillas, proporcionaron materiales de siembra requeridos por el Proyecto.
- f. El estudiante Manuel Berrío, de la Escuela de Agronomía del Atlántico, participó en el desarrollo de un experimento realizado en el sistema de producción de maíz, el cual le servirá para elaborar su tesis de Ingeniero Agrónomo.

8.3 Cambios en la Estrategia

En la estrategia seguida para desarrollar el proceso generación-transferencia de tecnología, se desarrolló una actividad identificada como EVALUACION DE ALTERNATIVAS, la cual se considera necesaria como etapa previa a la fase de validación. En el Experimento No. C11481 del presente informe, se dan detalles sobre el particular.