

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
GUATEMALA, C. A.

**BIBLIOTECA CENTRAL-USAC  
DEPOSITO LEGAL  
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO**

EVALUACION DEL EFECTO DE NITROGENO Y FOSFORO SOBRE  
LOS SISTEMAS MAIZ-FRIJOL-SORGO Y FRIJOL-SORGO, EN EL  
SUR-ORIENTE DEL PAIS.

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Agronomía de la  
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Por

FLORENCIO ROLANDO CIFUENTES VELASQUEZ

Al conferirsele el título de  
INGENIERO AGRONOMO  
En el grado académico de  
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Octubre de 1984.

D.L.  
01  
T(774)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. Eduardo Meyer Maldonado

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

|             |                               |
|-------------|-------------------------------|
| DECANO      | Ing. Agr. César Castañeda     |
| VOCAL I:    | Ing. Agr. Oscar René Leiva    |
| VOCAL II:   | Ing. Gustavo Méndez G.        |
| VOCAL III:  | Ing. Agr. Rolando Lara Alecio |
| VOCAL IV:   | Prof. Heber Arana             |
| VOCAL V:    | Prof. Francisco Muñoz M.      |
| SECRETARIO: | Ing. Agr. Carlos Fernández    |

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

|             |                                   |
|-------------|-----------------------------------|
| Decano:     | Dr. Antonio A. Sandoval S.        |
| Examinador: | Ing. Agr. Gustavo Méndez G.       |
| Examinador: | Ing. Agr. Jorge Santos Arana      |
| Examinador: | Ing. Agr. Jorge Sandoval Illescas |
| Secretario: | Ing. Agr. Carlos R. Fernández P.  |

Guatemala,  
24 de septiembre de 1984.-

Señor Ingeniero Agrónomo  
César A. Castañeda S.  
Decano, Facultad de Agronomía  
Presente.

Señor Decano:

De acuerdo a la designación emanada de su decanato, procedía a asesorar al estudiante F. Rolando Cifuentes Velásquez en la elaboración de su trabajo de tesis intitulado: "Evaluación del efecto de nitrógeno y fósforo sobre los sistemas MAIZ-FRIJOL-SORGO y FRIJOL-SORGO, en el sur-oriente del país", a presentarse como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo.

Habiendo concluido la asesoría y revisado el texto final, me permito indicar al Señor Decano que considero de gran importancia para el país el trabajo presentado por su aporte científico al conocimiento de la fertilización a sistemas de cultivos, por lo que es merecedor de su aprobación.

Sin otro particular, me suscribo del Señor Decano.

Deferentemente,



Luis A. Estrada Vigorria  
Ingeniero Agrónomo  
Col. 140

Jutiapa, septiembre de 1984.-

Ing. Agr. César Castañeda S.,  
Decano de la Facultad de Agronomía,  
Universidad de San Carlos,  
Guatemala, ciudad.

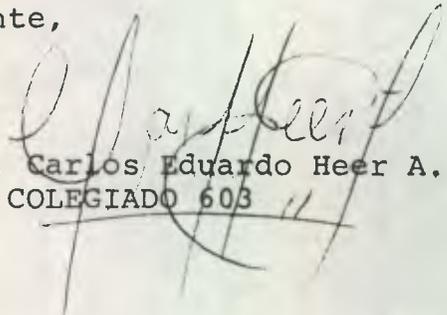
Señor Decano:

Atentamente le comunico que he concluido el asesoramiento y revisión del trabajo de tesis realizada por el -  
Bachiller F. Rolando Cifuentes V., intitulado:

"EVALUACION DEL EFECTO DE NITROGENO Y FOSFORO  
SOBRE LOS SISTEMAS MAIZ-FRIJOL-SORGO Y FRIJOL-  
SORGO, EN EL SUR-ORIENTE DEL PAIS".

Este trabajo constituye un valioso aporte de investi  
gación, por lo que recomiendo su aprobación.

Atentamente,

  
Ing. Agr. Carlos Eduardo Heer A.  
COLEGIADO 603

CEHA/mele

Jutiapa, septiembre de 1984.

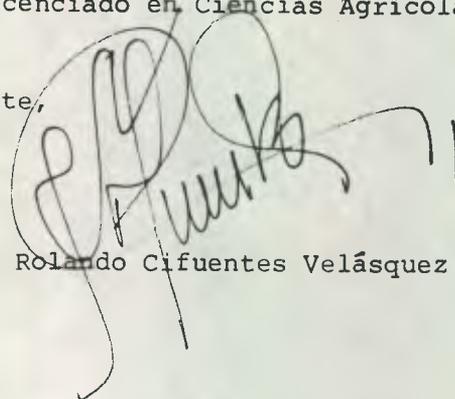
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"EVALUACION DEL EFECTO DE NITROGENO Y FOSFORO SOBRE LOS SISTEMAS MAIZ-FRIJOL-SORGO Y FRIJOL-SORGO EN EL SURORIENTE DEL PAIS".

Presentándolo como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,



Florencio Rolando Cifuentes Velásquez

FRCV/mele



TESIS QUE DEDICO

A MI PATRIA GUATEMALA

A "SAN PEDRO SOLOMA", HUEHUETENANGO, CUNA DE MI ORIGEN

A LA ESCUELA PARROQUIAL "MARIA AUXILIADORA"

AL INSTITUTO NACIONAL MIXTO "BERNARDO ALVÁRADO TELLO" (INMBAT)

AL INSTITUTO NACIONAL CENTRAL PARA VARONES (INCV)

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

AL INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS (ICTA)

AL CENTRO DE PRODUCCION AGRICOLA DE ORIENTE DEL ICTA EN JUTIAPA

A LA DISCIPLINA DE SUELOS DEL ICTA Y AL EQUIPO DE PRUEBA DE TECNOLOGIA  
DE LA REGION VI-1

A TODAS LAS PERSONAS E INSTITUCIONES QUE CON SU ESFUERZO DIARIO HACEN  
GRANDE A GUATEMALA

## AGRADECIMIENTO

Deseo patentizar mi humilde reconocimiento a las siguientes personas:

A mi hermano P.C. Juan Daniel Cifuentes Velásquez; que la culminación de mis estudios en la Facultad de Agronomía, sirva para retribuirle en mínima parte la ayuda de diferente índole que me brindara a lo largo de todos mis estudios.

A mi hermano Lic. Reynaldo Cifuentes Velásquez, por influir en mi persona con sus incalculables bondades para mi superación y formación profesional.

A mi asesor Ing. Agr. Luis Estrada Ligorría, por su desinteresada colaboración en la culminación del presente trabajo, y su apoyo en mi constante preparación para poder realizarme en la vida profesional.

A mi asesor Ing. Agr. Carlos Eduardo Heer Arana, por sus valiosos aportes para realizar este trabajo.

Al Ing. Agr. Héctor Leonel Pineda Martínez, por brindarme la oportunidad de participar ampliamente en diferentes trabajos de campo, que servirán como base de sustentación en mi formación de agrónomo.

Al señor Mario Efraín López Esquivel, por su colaboración en la transcripción mecanográfica del presente trabajo.

NOTA: Los siguientes datos fueron recabados mediante la utilización de recursos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, por lo que la publicación parcial o total de los mismos únicamente pueden hacerse con previa autorización de dicha institución.

# C O N T E N I D O

Página

|         |   |
|---------|---|
| RESUMEN |   |
| 1.      | INTRODUCCION ..... 1  |
| 2.      | REVISION DE LITERATURA ..... 4  |
| 2.1     | Aspectos conceptuales ..... 4   |
| 2.1.1   | Conceptos generales sobre sistemas ..... 4                            |
| 2.1.2   | Conceptos específicos sobre sistemas ..... 5                          |
| 2.2     | Sistemas de cultivo en Guatemala ..... 5                              |
| 2.2.1   | Estudios iniciales en Guatemala ..... 5                               |
| 2.2.2   | Estudios sobre sistemas en el suroriente del país ..... 5             |
| 2.2.2.1 | Estudios agrosocioeconómicos en el suroriente del país ..... 5        |
| 2.2.2.2 | Experimentos sobre sistemas en asocio en el suroriente del país. 10   |
| 2.2.2.3 | Ultimos estudios en sistemas de cultivo en el suroriente del país. 10 |
| 3.      | MATERIALES Y METODOS ..... 11   |
| 3.1     | Materiales experimentales ..... 11                                    |
| 3.2     | Descripción del área donde se llevó a cabo la investigación ..... 12  |
| 3.3     | Descripción del trabajo de investigación ..... 13                     |
| 3.4     | Técnicas de campo ..... 18  |
| 3.4.1   | Diseño experimental ..... 18  |
| 3.4.2   | Tratamientos seleccionados ..... 19                                   |
| 3.5     | Análisis de la información ..... 20                                   |
| 3.5.1   | Análisis de varianza ..... 21   |
| 3.5.2   | Análisis económico ..... 27   |
| 4.      | RESULTADOS Y DISCUSION ..... 28                                       |
| 4.1     | Conversión de rendimiento a peso equivalente ..... 28                 |
| 4.2     | Sistema maíz-frijol-sorgo ..... 28                                    |
| 4.2.1   | Rendimiento en peso equivalente ..... 28                              |
| 4.2.2   | Análisis de varianza para el sistema ..... maíz-frijol-sorgo ..... 31 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.2.3 | Gráfico y modelos estadísticos con base a resultado del análisis de varianza. ;..... | 34 |
| 4.2.4 | Análisis económico.....  | 37 |
| 4.3   | Sistema frijol-sorgo .....   | 43 |
| 4.3.1 | Rendimiento en peso equivalente.....   | 43 |
| 4.3.2 | Análisis de varianza para el sistema frijol-sorgo.....                               | 46 |
| 4.3.3 | Gráficos y modelos estadísticos con base a resultados del análisis de varianza ....  | 48 |
| 4.3.4 | Análisis económico.....  | 52 |
| 5.    | CONCLUSIONES.....  | 58 |
| 5.1   | Sistema maíz-frijol-sorgo.....   | 58 |
| 5.2   | Sistema frijol-sorgo .....   | 59 |
| 6.    | RECOMENDACIONES .....  | 60 |
| 7.    | BIBLIOGRAFIA   |    |

ANEXO I

ANEXO II

## RESUMEN

=====

El presente trabajo fué desarrollado en el área piloto de la Sub-región - VI-I, correspondiente a los municipios de Quesada y Jutiapa del Departamento - de Jutiapa.

Para el efecto, se instalaron tres experimentos en Quesada para el sistema frijol-sorgo y tres experimentos en Jutiapa para el sistema maíz-frijol-sor go. En ambos sistemas se evaluaron niveles de Nitrógeno y Fósforo, que oscilan entre 50 - 150 Kg de nitrógeno/ha, 0 - 90 Kg/ha de Fósforo para el sistema - maíz-frijol-sorgo y 30 - 120 Kg/ha de nitrógeno, 0 - 90 Kg/ha de fósforo para el sistema frijol-sorgo.

Para el municipio de Jutiapa se utilizó el arreglo factorial 3x4 y para - el municipio de Quesada un 4x4 ambos con un tratamiento adicional que correspon de a la fertilización usual del agricultor.

En todas las localidades el Diseño Experimental utilizado fué el de Bloques al azar, con tres repeticiones.

El procesamiento de la información se realizó con base al peso equivalen- te referido al cultivo de maíz para el sistema maíz-frijol-sorgo y al cultivo - frijol para el sistema frijol-sorgo, habiendo encontrado que para ambos siste- mas dentro del espacio de exploración estudiado no se define el nivel óptimo - fisiológico.

Así mismo, para el sistema maíz-frijol-sorgo, la dosis óptima económico - promedio para capital ilimitado (DOECI) corresponde a 115 - 45 Kg/ha de nitró- geno-fósforo, la dosis óptima económica promedio para capital limitado (DOECL) corresponde a 83 - 30 Kg/ha de nitrógeno y fósforo. Para el sistema frijol-sor go, la dosis óptima económica promedio para capital ilimitado (DOECI) correspon de a 90 - 90 Kg/ha de nitrógeno-fósforo y la dosis óptima económica promedio - para capital limitado (DOECL) corresponde a 30 - 0 Kg/ha de nitrógeno y fósforo.

## 1. INTRODUCCION

El Sur-Oriente de Guatemala está habitado en su mayor parte por pequeños y medianos agricultores, quienes se dedican a la siembra de granos básicos en forma tradicional, y con fines de mercadeo, llegan a cubrir conjuntamente con el resto de minifundistas del país un 65.7 por ciento de la demanda del mercado interno. ( 4 )

Esta región se ha caracterizado por las variaciones en cuanto a la mala distribución de las lluvias, heterogeneidad de los suelos (pedregosidad, baja fertilidad, texturas inadecuadas para algunos cultivos, así como problemas de erosión, etc.), problemas de plagas y enfermedades con materiales -- criollos, falta de vías de acceso y escasos recursos económicos.

Los agricultores de esta región se han visto en la necesidad de crear sistemas de cultivo, que les permitan evadir en parte algunos de los aspectos mencionados anteriormente, lo cual se evidencia en el reporte del III Censo Agropecuario Nacional ( 6 ), en donde más del 75 por ciento del número de fincas sembradas con granos básicos asociables (Maíz, Frijol y Sorgo) en el departamento de Jutiapa utilizan la asociación de cultivos como sistema de producción, y a nivel del área objeto de estudio (municipios de Jutiapa y Quesada) más del 60 por ciento del número de fincas cultivadas lo realizan de igual forma.

En cuanto a los rendimientos medios, tanto a nivel de departamento (Jutiapa) como a nivel de municipio (Jutiapa y Quesada), se observa el contraste monocultivo-asocio, es decir, mayores rendimientos en monocultivo y menores en una asociación para un cultivo determinado, con la ventaja que un sistema de producción en asocio, les permite hacer uso en forma intensiva de las parcelas que poseen, el uso contínuo de la mano de obra familiar y en última instancia, evitar pérdidas totales por efectos adversos del clima (sequía y/o temporales).

Con base en lo anterior y bajo el principio que una investigación encaminada para sistemas en monocultivo a nivel comercial o semi-comercial, jamás podrá adaptarse a un sistema en asocio, ya que ambos tienen características diametralmente opuestas, tales como: formas de realizar las labores (manual o mecanizada), calidad de las tierras, inversión en insumos, costos de producción y tipo de mano de obra utilizada (familiar o contratada), Técnicos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA- de la Región VI-1 que corresponde al departamento de Jutiapa, realizaron durante el mes de marzo de 1983 un sondeo-encuesta ( 13 ) para caracterizar los sistemas de cultivo predominantes en los municipios del área (Jutiapa y Quesada), para tipificar y conocer su nivel tecnológico, determinando que los sistemas más utilizados son: para Jutiapa, Maíz-Frijol-Sorgo criollo y para Quesada, Frijol-Sorgo criollo.

El presente estudio constituye la primera fase de seguimiento al análisis agrosocioeconómico de los sistemas, para lo cual se ha considerado necesario evaluar diferentes niveles de Nitrógeno y Fósforo en los sistemas Maíz-Frijol-Sorgo criollo y Frijol-Sorgo criollo respectivamente, ya que basados en los resultados del sondeo-encuesta ( 13 ) se deduce que los agricultores utilizan una amplia gama de fuentes y dosis de fertilizantes, que en un momento dado pudieran no ser los apropiados a los cultivos en asocio.

El estudio se realizó en tres localidades de los municipios de Jutiapa (Las Impresiones, Amayo Sitio y San Antonio) y Quesada (La Brea, El Retiro y El Jícaro), con un tiempo de ocho meses de duración el manejo de los experimentos, lo cual estuvo en función del ciclo de producción de los cultivos involucrados en los sistemas.

Objetivos:

1. Determinar el nivel óptimo fisiológico de Nitrógeno y Fósforo en los sistemas de cultivo bajo estudio.
2. Determinar el nivel óptimo económico de Nitrógeno - Fósforo y compararlo con la fertilización del agricultor, para determinar la Tasa Marginal de Retorno al Capital (TMRC).

Hipótesis:

1. Existe un nivel óptimo de fertilización con Nitrógeno y Fósforo al cual responde fisiológicamente cada sistema de cultivo.
2. Existe un nivel óptimo económico de Nitrógeno y Fósforo, a través del cual se obtiene un mayor retorno de capital.
3. El nivel óptimo fisiológico y económico se encuentra entre los espacios de exploración estudiados.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 ASPECTOS CONCEPTUALES

#### 2.1.1 Conceptos generales sobre sistemas:

Según Tunent (1977) citado por Ortíz ( 16 ) define el agrosistema o sistema de producción como "un cultivo en el que los factores de diagnóstico (inmodificables: clima y suelo) fluctúan dentro de un ámbito establecido por conveniencia y que dentro de éste, cualquier fluctuación geográfica o sobre el tiempo, en la función de respuesta a los factores controlables de la producción (variedad y manejo), será considerada como debida al azar en el proceso de generación de tecnología de producción".

Ortíz ( 16 ) considera que para las condiciones prevalecientes en Guatemala, como en muchos países en vías de desarrollo, se hace necesario que el enfoque y metodología de investigación a utilizar sean de fácil aplicabilidad e interpretación, con el objeto de diseñar recomendaciones precisas que sean adecuadas a los sistemas de producción actuales y que sean fácilmente aceptadas por los agricultores, es decir, basar los proyectos de investigación en la tecnología tradicional y recursos con que cuenta el agricultor, con la idea de complementar su tecnología con el uso de insumos modernos.

Mientras tanto Ruano ( 19 ) establece que los sistemas de cultivo están interrelacionados con la vida cultural y socioeconómica de los agricultores, de esta manera un sistema de cultivo en particular, está relacionado a un estrato socioeconómicamente específico. También considera que la variabilidad de los sistemas de cultivo, depende de los factores: suelo, clima, manejo; éste último (manejo) depende de los factores políticos, socioeconómicos y culturales, que en un momento dado vienen a crear un descontento social y antagonismos de orden político.

### 2.1.2 Conceptos específicos sobre sistemas:

Hart (11 ) en su forma más simple define un sistema "como un arreglo de componentes que funciona como una unidad". Para Melivjin (1963) citado por Castañeda ( 2 ) sistema es "un conjunto íntegro de elementos en el - cual todos éstos se encuentran tan estrechamente vinculados entre sí, que - el sistema dado, con relación a las condiciones circundantes y a otros sistemas, se presenta como algo único".

Lépiz citado por del Valle ( 23 ) define como sistemas asociados "al ecosistema agrícola donde participan en tiempo y espacio dos o más especies de plantas, tratándose generalmente de una gramínea y una leguminosa". Mientras tanto Aguirre ( 1 ) define como asocio "aquellos en que dos o más cultivos ocupan simultáneamente una superficie de suelo, compitiendo por - luz, nutrientes y agua".

## 2.2 SISTEMAS DE CULTIVO EN GUATEMALA

### 2.2.1 Estudios iniciales en Guatemala:

L. Kass ( 14 ) identificó un total de 40 sistemas de producción de -- cultivos anuales practicados en Guatemala y a través de los datos del Censo Agropecuario Nacional de 1964, fue posible identificar las áreas donde cada sistema predomina. En unos casos, por ejemplo, para asociaciones Maíz-Frijol; Maíz-Sorgo y Frijol-Sorgo, fue posible determinar la superficie ocupada por cada sistema en diversas áreas del país.

### 2.2.2 Estudios sobre sistemas en el Sur-Oriente del país:

#### 2.2.2.1 Estudios agro-socioeconómicos en el Sur-Oriente del país:

De León, T. Wyld e Hildebrand ( 15 ) realizaron un estudio en la parte nor-oriental de Jutiapa, en donde identificaron los siguientes sistemas de -

cultivo: Maíz, frijol, sorgo, arroz, maíz-sorgo, maíz-frijol-sorgo, maíz-frijol y otros sistemas. En su orden, la distribución de estos sistemas de cultivo en el área piloto del ICTA en función del número de hectáreas del total cultivado (35.2 por ciento) es como sigue: maíz 4,964 hectáreas, frijol 3,187 hectáreas, sorgo 1,308 hectáreas, arroz 2,970 hectáreas, maíz-sorgo 18,234, maíz-frijol-sorgo 8,574 hectáreas, maíz-frijol 7,567 hectáreas y otros cultivos 5,458 hectáreas, para un total de 52,162 hectáreas cultivadas y el área no cultivada corresponde a 96,156 hectáreas, equivalentes al 64.2 por ciento del área piloto, así mismo y como puede apreciarse en los datos arriba indicados solo una pequeña porción de los principales cultivos (maíz, frijol, sorgo y arroz) son producidos en monocultivo.

De acuerdo a los datos obtenidos del III Censo Agropecuario Nacional de 1978-79 ( 6 ), se extractaron los cuadros 1 y 2 a nivel departamental y municipal respectivamente. En su orden, de los datos obtenidos a nivel departamental se observa que el cultivo con menor porcentaje de asociación es el maíz con un 75.37 por ciento y el cultivo de mayor asociación es el frijol para un 84.30 por ciento. A nivel municipal (Quesada y Jutiapa), el cultivo de menor asociación vuelve a ser el maíz para un 60.53 por ciento en el municipio de Quesada y el cultivo de mayor asociación es el sorgo con un 96.20 por ciento en el municipio de Jutiapa. En cuanto al cultivo del arroz existe un reporte de 2.64 por ciento en asociación a nivel departamental, un 6.09 por ciento para el municipio de Jutiapa y 0 por ciento para Quesada, lo cual es despreciable si se considera que ese cultivo es típico de monocultivos.

Por su parte Peláez ( 17 ) describiendo agro-socioeconómicamente cinco sistemas de cultivo que existen en Jutiapa, concluye para maíz-frijol-sorgo, maíz-frijol y maíz-sorgo respecto a los monocultivos maíz y frijol, lo siguiente:

- a. Las fincas en donde se practican las asociaciones son atendidas en su mayor parte por propietarios (85 por ciento de mano de obra familiar), siendo tierras de baja calidad, mientras que las fincas con monocultivos son atendidas por un 35 por ciento de mano de obra familiar y con buenos suelos.

CUADRO 1 DATOS POR SISTEMA DE PRODUCCION PARA EL DEPARTAMENTO DE JUTIAPA, AÑO 1978-79

| S I S T E M A         | NUMERO DE<br>FINCAS | % NUMERO DE<br>FINCAS | SUPERFICIE<br>COSECHADA(Mz) | PRODUCCION EN<br>QUINTALES | RENDIMIENTO $\bar{X}$ EN<br>QUINTALES/MANZANA |
|-----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------------|---|
| MAIZ EN MONOCULTIVO   | 6584                | 24.63                 | 15522.7                     | 378807.4                   | 24.4  |
| MAIZ EN ASOCIO        | 20150               | 75.37                 | 47520.5                     | 772327.6                   | 16.3  |
| FRIJOL EN MONOCULTIVO | 2377                | 15.70                 | 3436.0                      | 37558.9                    | 10.9  |
| FRIJOL EN ASOCIO      | 12764               | 84.30                 | 28731.7                     | 160811.4                   | 5.6   |
| ARROZ EN MONOCULTIVO  | 994                 | 97.36                 | 1880.3                      | 40380.2                    | 21.4  |
| ARROZ EN ASOCIO       | 27                  | 2.64                  | 63.3                        | 408.0                      | 6.5   |
| SORGO EN MONOCULTIVO  | 917                 | 18.84                 | 2552.9                      | 49852.9                    | 19.5  |
| SORGO EN ASOCIO       | 3950                | 81.161                | 8777.7                      | 107092.9                   | 12.2  |

FUENTE: III Censo Agropecuario Nacional 1978-79. Tomo II, Volumen I, Dirección General de Estadística, Guatemala, Guatemala.

CUADRO 2 DATOS POR SISTEMA DE PRODUCCION PARA LOS MUNICIPIOS DE JUTIAPA Y QUESADA,  
AÑO 1978-79

| MUNICIPIO | SISTEMA            | NUMERO DE FINCAS | % NUMERO DE FINCAS | SUPERFICIE COSECHADA (Mz) | PRODUCCION EN QUINTALES | RENDIMIENTO $\bar{X}$ QUINTALES/Mz. |
|-----------|--------------------|------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| JUTIAPA   | MAIZ MONOCULTIVO   | 1038             | 18.51              | 2431.94                   | 33,347.56               | 13.71                               |
|           | MAIZ EN ASOCIO     | 4569             | 81.49              | 10237.42                  | 104,704.36              | 10.23                               |
| QUESADA   | MAIZ MONOCULTIVO   | 594              | 39.47              | 1116.38                   | 28,707.00               | 25.71                               |
|           | MAIZ EN ASOCIO     | 911              | 60.53              | 1808.24                   | 23,204.46               | 12.83                               |
| JUTIAPA   | FRIJOL MONOCULTIVO | 236              | 6.22               | 295.36                    | 2,581.00                | 8.74                                |
|           | FRIJOL EN ASOCIO   | 3556             | 93.78              | 8469.51                   | 43,895.12               | 5.18                                |
| QUESADA   | FRIJOL MONOCULTIVO | 235              | 19.97              | 314.79                    | 4,737.14                | 15.05                               |
|           | FRIJOL EN ASOCIO   | 942              | 80.03              | 1814.09                   | 15,945.40               | 8.79                                |
| JUTIAPA   | SORGO MONOCULTIVO  | 156              | 3.80               | 696.00                    | 14,590.25               | 20.96                               |
|           | SORGO EN ASOCIO    | 3950             | 96.20              | 8777.65                   | 107,092.90              | 12.20                               |
| QUESADA   | SORGO MONOCULTIVO  | 83               | 8.02               | 119.98                    | 2,666.00                | 22.22                               |
|           | SORGO EN ASOCIO    | 952              | 91.98              | 1789.10                   | 23,721.75               | 13.26                               |
| JUTIAPA   | ARROZ MONOCULTIVO  | 416              | 93.91              | 908.60                    | 19,029.59               | 20.94                               |
|           | ARROZ EN ASOCIO    | 27               | 6.09               | 63.29                     | 408.00                  | 6.45                                |
| QUESADA   | ARROZ MONOCULTIVO  | 13               | 100.00             | 12.89                     | 100.00                  | 7.76                                |
|           | ARROZ EN ASOCIO    | --               | --                 | --                        | --                      | --                                  |

FUENTE: III Censo Agropecuario Nacional 1978-79, Tomo II, Volumen I, Dirección General de Estadística, Guatemala, Guatemala.

- b. Por su naturaleza de cultivos de subsistencia, las asociaciones -- son prácticadas por propietarios con poco capital, a lo que obedece la poca inversión efectiva, que está correlacionada con el poco uso de insumos (11 por ciento de los costos directos) y abundancia de mano de obra familiar. En contraste los monocultivos se caracterizan por tener suficiente disponibilidad de capital, por lo que hay bastante inversión en insumos, equivalente al 25 por ciento de los costos directos.
  
- c. Las asociaciones de cultivos son más estables y presentan menos - riesgos económicos que los monocultivos, el sistema más estable resultó ser maíz-sorgo y el más inestable (con mayor riesgo económico) lo representa el frijol en monocultivo.

Heer Arana ( 12 ) determinando las causas por las cuales los agricultores realizan las asociaciones de cultivos, concluyó en lo siguiente:

- a. Poca extensión de terreno (86,67 por ciento) con una media de dos manzanas por agricultor.
  
- b. Por tener dos o tres cosechas (80 por ciento), con el fin de explotar al máximo la parcela.
  
- c. Ahorro de mano de obra (72,2 por ciento) ya que al tener dos o tres cosechas y ligado al poco terreno, la mano de obra es eminentemente familiar.
  
- d. Por seguridad (57,8 por ciento) enfocado en cuanto a factores adversos del clima y enemigos naturales.

2.2.2.2 Experimentos sobre sistemas en asocio en el sur-oriente del país:

Del Valle ( 23 ) evaluando 18 tratamientos de NPK en el municipio de -- Monjas, Jalapa, sobre el sistema maíz-frijol, concluye que el efecto de la - aplicación de NPK fue significativo para el Nitrógeno y el Potasio, no así - para el Fósforo lo cual está correlacionado con el nivel de Fósforo en el sue- lo, ya que éste estaba por encima del nivel crítico.

Por otra parte Solís ( 22 ) evaluando 12 tratamientos de Nitrógeno-Fós- foro en el sistema maíz-frijol, concluye que en siembras de primera, el maíz respondió mejor en rendimiento a las altas fertilizaciones, mientras el fri- jol mostró bajo rendimiento a la más alta fertilización y más alto rendimien- to a la más baja fertilización. Así mismo el mayor beneficio costo (Q. 1.44) y la mayor tasa marginal de retorno al capital (Q. 5.38) se obtuvieron con la más baja fertilización.

2.2.2.3 Ultimos estudios en sistemas de cultivo en el sur-oriente del país:

Heer Arana y Viana Ruano ( 13 ) del sondeo-encuesta realizado en marzo de 1983 por técnicos de ICTA, concluyen lo siguiente: los sistemas de culti- vo más utilizados en la zona son: para el municipio de Jutiapa, maíz-frijol- sorgo criollo y para el municipio de Quesada, frijol-sorgo criollo, Además - el nivel tecnológico con que son llevados a cabo dichos sistemas, es conside- rado hasta cierto punto deficiente para la obtención de un rendimiento poten- cial por sistema.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 MATERIALES EXPERIMENTALES

##### 3.1.1 Semilla:

##### 3.1.1.1 Maíz: ICTA B-5

Es una variedad precoz de 90-100 días a la cosecha, la baja altura de la planta y el poco follaje, le permite al frijol que se siembra como cultivo asociado desarrollarse mejor.

Las plantas miden dos metros de la base del talle y la posición de la mazorca en la parte media hace que resista al acame o volcamiento.

Se adapta a la zona tropical hasta los 1000 metros sobre el nivel del mar, y la mazorca tiene de 14 a 16 hileras de grano blanco, semicristalino y de buen peso, para un rendimiento en monocultivo bajo buenas condiciones de 55 quintales por manzana. ( 8 )

##### 3.1.1.2 Frijol: ICTA-Tamazulapa

Planta vigorosa de 80 centímetros de alto, hojas pequeñas con guía mediana, grano corto con bordes angulares color negro, el peso de 100 semillas (tamaño promedio) es de 20.8 gramos, es tolerante al volcamiento, tiene un período vegetativo de 72 días a partir de la germinación, se adapta muy bien al asocio o intercalado, tiene un promedio de 13 vainas por planta, promedio de 6 granos por vaina, tolerante al Mosaico Dorado y un rendimiento medio de 1-1.2 toneladas métricas por hectárea, su hábito de crecimiento es indeterminado arbustivo con guías. ( 17 )

3.1.1.3 Sorgo:

3.1.1.3.1 Paquete (criollo)

Es un material fotosensitivo que tiene una altura de 2.45 metros, florea a los 158 días, tiene una panoja compacta de 12 centímetros de largo, el color del grano es blanco y el de las glumas negro, tiene una excersión muy buena, un 20 por ciento de acame y es resistente a sequía.

3.1.1.3.2 Riñón (criollo)

Es un material fotosensitivo de 2.50 metros de altura, florea a los 155 días, tiene panoja compacta de 12 centímetros de largo, el color del grano es blanco con glumas negras, tiene una excersión aceptable, tolerante a sequía y con un 26 por ciento de acame. ( 9 )

3.1.2 Pesticidas:

| Tipo aplicación | Nombre comercial         | P. activo   | Tipo pesticida         |
|-----------------|--------------------------|-------------|------------------------|
| Al suelo        | Curater granulado al 5 % | Carbofurano | Insecticida nematocida |
| Follaje         | Metasystox               | Dimeton     | Insecticida acaricida  |

3.2 DESCRIPCION DEL AREA DONDE SE LLEVO A CABO LA INVESTIGACION

El presente estudio se realizó en tres localidades de los municipios de Jutiapa (Las Impresiones, Amayo Sitio y San Antonio) y Quesada (La Brea, El Retiro y El Jícaro) respectivamente.

En su orden, estos municipios se encuentran en las coordenadas geográficas 14° 17' 49" de latitud Norte y 89° 53' 4" de longitud Oeste; 14° 16' latitud Norte y 90° 02' longitud Oeste, con temperaturas medias de 24,5°C y 22.24°C, mínimas de 19.5°C y 19°C, temperaturas máximas de 31°C y 24°C respectivamente. ( 10 )

En ambos municipios la distribución de las lluvias es irregular y alcanzan precipitaciones medias anuales de 1,250 milímetros para Jutiapa y 1,073 milímetros para Quesada. En general la altura varía de 900 metros sobre el nivel del mar en Jutiapa y 980 metros sobre el nivel del mar en Quesada. De acuerdo al mapa de zonas de vida de Guatemala ( 5 ), ambas localidades se registran como bosque húmedo sub-tropical (templado) "bh-S(t)". Los suelos en las localidades estudiadas son variables y una ligera descripción de ellos según Simmons et al ( 20 ) se registra en el cuadro 3.

En cuanto al nivel de fertilidad de cada suelo donde fue instalado cada experimento, puede observarse en el cuadro 4.

### 3.3 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

#### 3.3.1 Período de conducción de la investigación:

Por ser una agricultura de temporal (período lluvioso) la prevaleciente en el área, las siembras para cualquier cultivo se inician regularmente a mediados de mayo, por lo que el período de conducción del presente estudio comprendió los meses de mayo a diciembre de 1983 y parte de enero de 1984, dependiendo esto último de lo tardío del sorgo utilizado.

#### 3.3.2 Manejo del material experimental:

Para los sistemas en estudio se utilizaron los siguientes materiales; - sistema maíz-frijol-sorgo: maíz ICTA B-5, frijol: ICTA Tamazulapa, sorgo: Paquete (criollo) y para el sistema frijol-sorgo, frijol: ICTA Tamazulapa, sorgo: Riñón (criollo). El hecho de utilizar sorgo criollo es debido a que es un material fotosensitivo (tardío) lo cual permite adecuarse a una asociación y además porque los agricultores de la región lo utilizan como alimento para el ganado.

CUADRO 3 DESCRIPCION DE LOS SITIOS EXPERIMENTALES POR LOCALIDAD, MUNICIPIO, SISTEMA DE CULTIVO, ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR Y SERIE DE SUELOS.

| LOCALIDAD       | MUNICIPIO | SISTEMA | ALTITUD(m.s.n.m) | SERIE SUELOS | DESCRIPCION |
|-----------------|-----------|---------|------------------|--------------|-------------|
| LAS IMPRESIONES | JUTIAPA   | M-F-S*  | 1000             | CULMA        | VER ANEXO I |
| SAN ANTONIO     | JUTIAPA   | M-F-S   | 900              | CULMA        | "           |
| AMAYO SITIO     | JUTIAPA   | M-F-S   | 1000             | MONGOY       | "           |
| LA BREA         | QUESADA   | F-S**   | 1250             | MONGOY       | "           |
| EL JICARO       | QUESADA   | F-S     | 1100             | QUESADA      | "           |
| EL RETIRO       | QUESADA   | F-S     | 1000             | QUESADA      | "           |

FUENTE: Simmons et al ( 20 ), Heer Arana y Viana Ruano ( 13 )

\* = Maíz-Frijol-Sorgo

\*\* = Frijol-Sorgo

CUADRO 4 DESCRIPCION DEL NIVEL DE FERTILIDAD DE LOS SUELOS DONDE SE INSTALARON LOS EXPERIMENTOS DE SISTEMAS

| LOCALIDAD       | SISTEMA | pH  | g/ml                          |                  | meq/100 ml |      | ANALISIS DE CARACTERIZACION |    |
|-----------------|---------|-----|-------------------------------|------------------|------------|------|-----------------------------|----|
|                 |         |     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | Ca         | Mg   |                             |    |
| LAS IMPRESIONES | M-F-S   | 6.1 | 2.88                          | 108              | 9.84       | 2.46 | VER ANEXO                   | II |
| SAN ANTONIO     | M-F-S   | 6.2 | 6.25                          | 345              | 12.09      | 6.72 | "                           | "  |
| AMAYO SITIO     | M-F-S   | 6.0 | 4.17                          | 185              | 3.75       | 1.68 | "                           | "  |
| LA BREA         | F-S     | 5.6 | 4.17                          | 310              | 7.86       | 2.10 | "                           | "  |
| EL JICARO       | F-S     | 5.8 | 3.00                          | 353              | 8.10       | 3.42 | "                           | "  |
| EL RETIRO       | F-S     | 5.7 | 7.50                          | 133              | 9.48       | 4.65 | "                           | "  |

FUENTE: Laboratorio de Suelos, ICTA.

3.3.2.1 Siembra:

La siembra de cada material por sistema se realizó en forma simultánea y su distribución en el campo se aprecia en el cuadro 5.

CUADRO 5 DISTANCIAMIENTOS Y NUMERO DE GRANOS POR POSTURA PARA CADA CULTIVO INVOLUCRADO EN LOS SISTEMAS EN ESTUDIO.

| SISTEMA           | CULTIVO | DIST. ENTRE SURCOS (m) | DIST. ENTRE POSTURAS(m) | GRANOS POR POSTURA |
|-------------------|---------|------------------------|-------------------------|--------------------|
| Maíz-Frijol-Sorgo | Maíz    | 0.90                   | 0.80                    | 2-3                |
| Maíz-Frijol-Sorgo | Frijol  | 0.45                   | 0.30                    | 2-3                |
| Maíz-Frijol-Sorgo | Sorgo   | 0.90                   | 0.80                    | 6-8                |
| Frijol-Sorgo      | Frijol  | 0.45                   | 0.30                    | 2-3                |
| Frijol-Sorgo      | Sorgo   | 0.90                   | 0.60                    | 6-8                |

3.3.2.2 Fertilización:

La distribución del fertilizante por cultivo en cada sistema, puede apreciarse en el cuadro 6, en donde también se incluye la fuente del elemento estudiado y época de aplicación de fertilizante. En ambos sistemas, la primera aplicación se realizó en banda incorporado y la segunda aplicación se realizó mateado con suficiente humedad en el suelo. Como se observa en el cuadro 6, para el sistema Maíz-Frijol-Sorgo, el sorgo no es fertilizado en este sistema, pues se supone que el mismo se mantiene con el fertilizante residual del maíz y frijol, dada la posición que ocupa en el sistema.

Así mismo, en ambos sistemas se incluye un tratamiento llamado "del agricultor", el cual se obtuvo del sondeo-encuesta realizado, y que consiste en una fertilización equivalente a 80 y 26 kilogramos por hectárea de nitrógeno y fósforo respectivamente, para lo cual se aplicaron dos quintales por

CUADRO 6 DISTRIBUCION DEL FERTILIZANTE POR CULTIVO PARA CADA SISTEMA EN ESTUDIO

| SISTEMA           | CULTIVO | DISTRIBUCION DEL FERTILIZANTE |             |                |                |               |             |                    |
|-------------------|---------|-------------------------------|-------------|----------------|----------------|---------------|-------------|--------------------|
|                   |         | N I T R O G E N O             |             |                |                | F O S F O R O |             |                    |
|                   |         | FUENTE                        | % DEL NIVEL | 1a. APLICACION | 2a. APLICACION | FUENTE        | % DEL NIVEL | 1a. APLICACION (%) |
| MAIZ-FRIJOL-SORGO | MAIZ    | 46-0-0                        | 75          | 50 *           | 50 **          | 0-46-0        | 75          | 100 *              |
| MAIZ-FRIJOL-SORGO | FRIJOL  | 46-0-0                        | 25          | 100 *          | --             | --            | 25          | 100 *              |
| MAIZ-FRIJOL-SORGO | SORGO   | --                            | --          | --             | --             | --            | --          | --                 |
| FRIJOL-SORGO      | FRIJOL  | 46-0-0                        | 50          | 100 *          | --             | 0-46-0        | 50          | 100 *              |
| FRIJOL-SORGO      | SORGO   | 46-0-0                        | 50          | 100 ***        | --             | 0-46-0        | 50          | 100 *              |

REFERENCIAS: \* = Con la siembra  
 \*\* = 40 días después de la siembra  
 \*\*\* = Al cosechar el frijol

manzana de la fórmula 16-20-0 al momento de la siembra y dos quintales por manzana de Urea a los 40 días después de la siembra, ambas aplicaciones fueron realizadas al sistema en conjunto.

### 3.3.2.3 Control fitosanitario:

El control de malezas se realizó uniformemente, haciendo una limpia inicial a los 15 días después de la siembra y una segunda a los 20-25 días después de la primera. Para la prevención de plagas, se aplicaron 30 kilogramos por hectárea de Curater granulado al 5 por ciento al momento de la siembra para el frijol en ambos sistemas y Metasystox al sistema, como prevención de daño al área foliar a cualquiera de los cultivos involucrados.

## 3.4 Técnicas de campo:

### 3.4.1 Diseño experimental:

El diseño experimental seleccionado para el presente estudio es el correspondiente al modelo estadístico:  $Y_{ijk} = U + R_i + A_j + B_k + AB_{jk} + E_{ijk}$  de donde:

$$i = 1, 2, \dots$$

$$j, k = 1, 2, \dots$$

$Y_{ijk}$  = variable de respuesta en la  $ijk$ -ésima unidad experimental

$U$  = efecto de la media general

$R_i$  = efecto del  $i$ -ésimo bloque

$A_j$  = efecto del  $j$ -ésimo nivel del factor A,

$B_k$  = efecto del  $k$ -ésimo nivel del factor B,

$AB_{jk}$  = efecto del  $jk$ -ésimo nivel de la interacción de los factores AB

$E_{ijk}$  = error experimental asociado a la  $ijk$ -ésima unidad experimental

Este modelo, en la nomenclatura estadística se conoce como "arreglo combinatorio con distribución en bloques al azar". ( 3 )

Para el efecto, se utilizaron tres repeticiones por localidad (n=3) debido al número de tratamientos, con unidades experimentales para el sistema maíz-frijol-sorgo de cuatro surcos de maíz-sorgo a las distancias ya descritas y seis surcos de frijol, con un largo de seis metros cada surco. La parcela neta consistió de dos surcos de maíz-sorgo y cuatro surcos de frijol, dejando 25 centímetros de cabecera, tal como se muestra en la figura 1.

Para el sistema frijol-sorgo, las unidades experimentales consistieron de seis surcos de frijol y cuatro surcos de sorgo, con parcelas netas de 4 y 2 surcos respectivamente, con un largo de 6 metros cada surco y dejando 25 centímetros de cabecera, tal como se muestra en la figura 2.

#### 3.4.2 Tratamientos seleccionados:

Los factores estudiados fueron Nitrógeno y Fósforo, con los siguientes espacios de exploración:

| FACTOR       | NIVELES Kg/Ha      | SISTEMA           |
|--------------|--------------------|-------------------|
| 1. Nitrógeno | 50 - 100 - 150     | Maíz-frijol-sorgo |
|              | 30 - 60 - 90 - 120 | Frijol-sorgo      |
| 2. Fósforo   | 0 - 30 - 60 - 90   | Maíz-frijol-sorgo |
|              | 0 - 30 - 60 - 90   | Frijol-sorgo      |

Los tratamientos seleccionados corresponden a la combinación factorial 3 x 4 para los niveles de Nitrógeno y Fósforo del sistema maíz-frijol-sorgo y al factorial 4 x 4 para los niveles de Nitrógeno y Fósforo del sistema frijol-sorgo, más un tratamiento adicional para ambos sistemas y que corresponde a la fertilización usual del agricultor. Vale la pena mencionar que para ambas combinaciones de los tratamientos (3x4 y 4x4), se ajusta el mismo modelo estadístico mencionado en lo referente a Diseño Experimental. Asimismo al tratamiento del agricultor, únicamente se utilizó como un comparador económico.

Los tratamientos evaluados se describen a continuación:





SISTEMA MAIZ-FRIJOL-SORGO

SISTEMA FRIJOL-SORGO

| <u>TRATAMIENTOS</u> |            |                                   | <u>TRATAMIENTO</u> |            |                                   |
|---------------------|------------|-----------------------------------|--------------------|------------|-----------------------------------|
| (Kg/Ha)             |            |                                   | (Kg/Ha)            |            |                                   |
| <u>ENTRADA</u>      | <u>N</u>   | <u>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></u> | <u>ENTRADA</u>     | <u>N</u>   | <u>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></u> |
| 1                   | 50         | 0                                 | 1                  | 30         | 0                                 |
| 2                   | 100        | 0                                 | 2                  | 60         | 0                                 |
| 3                   | 150        | 0                                 | 3                  | 90         | 0                                 |
| 4                   | 50         | 30                                | 4                  | 120        | 0                                 |
| 5                   | 100        | 30                                | 5                  | 30         | 30                                |
| 6                   | 150        | 30                                | 6                  | 60         | 30                                |
| 7                   | 50         | 60                                | 7                  | 90         | 30                                |
| 8                   | 100        | 60                                | 8                  | 120        | 30                                |
| 9                   | 150        | 60                                | 9                  | 30         | 60                                |
| 10                  | 50         | 60                                | 10                 | 60         | 60                                |
| 11                  | 100        | 90                                | 11                 | 90         | 60                                |
| 12                  | 150        | 90                                | 12                 | 120        | 60                                |
| 13                  | AGRICULTOR |                                   | 13                 | 30         | 90                                |
|                     |            |                                   | 14                 | 60         | 90                                |
|                     |            |                                   | 15                 | 90         | 90                                |
|                     |            |                                   | 16                 | 120        | 90                                |
|                     |            |                                   | 17                 | AGRICULTOR |                                   |

Los tratamientos fueron aleatorizados por localidad para evitar tendencias en la distribución de los tratamientos y su instalación en el campo se puede observar en las figuras 3 y 4

3.5 Análisis de la información:

Variables de respuesta: rendimiento en kilogramos por hectárea de los cultivos involucrados en los sistemas en estudio, transformados a peso equivalente en base a la ecuación:

$$\text{Peso equivalente referido a cultivo}(x) = \frac{\text{Precio de 1 Kg}(x)}{\text{Precio de 1 Kg}(x)} \times \text{Kg/Ha}(x) +$$

$$\frac{\text{Precio 1 Kg/cultivo}(y)}{\text{Precio 1 Kg/cultivo}(x)} \times \text{Kg/Ha}(y) + \frac{\text{Precio 1 Kg/cultivo}(z)}{\text{Precio 1 Kg/cultivo}(x)} \times \text{Kg/Ha}(z).$$

DISEÑO DE CAMPO PARA EL SISTEMA MAIZ-FRIJOL-SORGO. JUTIAPA 1983

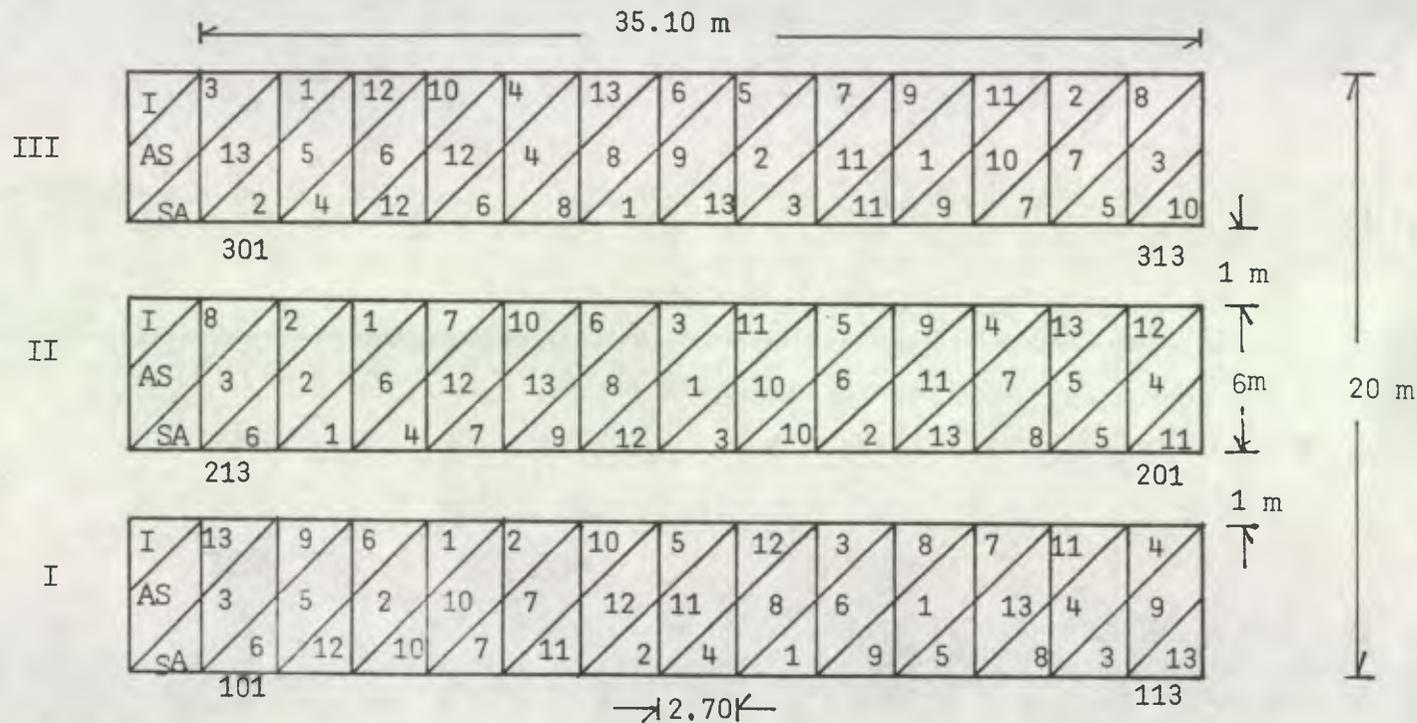


FIGURA 3 ALEATORIZACION POR LOCALIDAD PARA EL SISTEMA MAIZ-FRIJOL-SORGO.

REFERENCIAS: I = Las Impresiones  
AS = Amayo Sitio  
SA = San Antonio

DISEÑO DE CAMPO PARA EL SISTEMA FRIJOL-SORGO, QUESADA, JUTIAPA 1983.

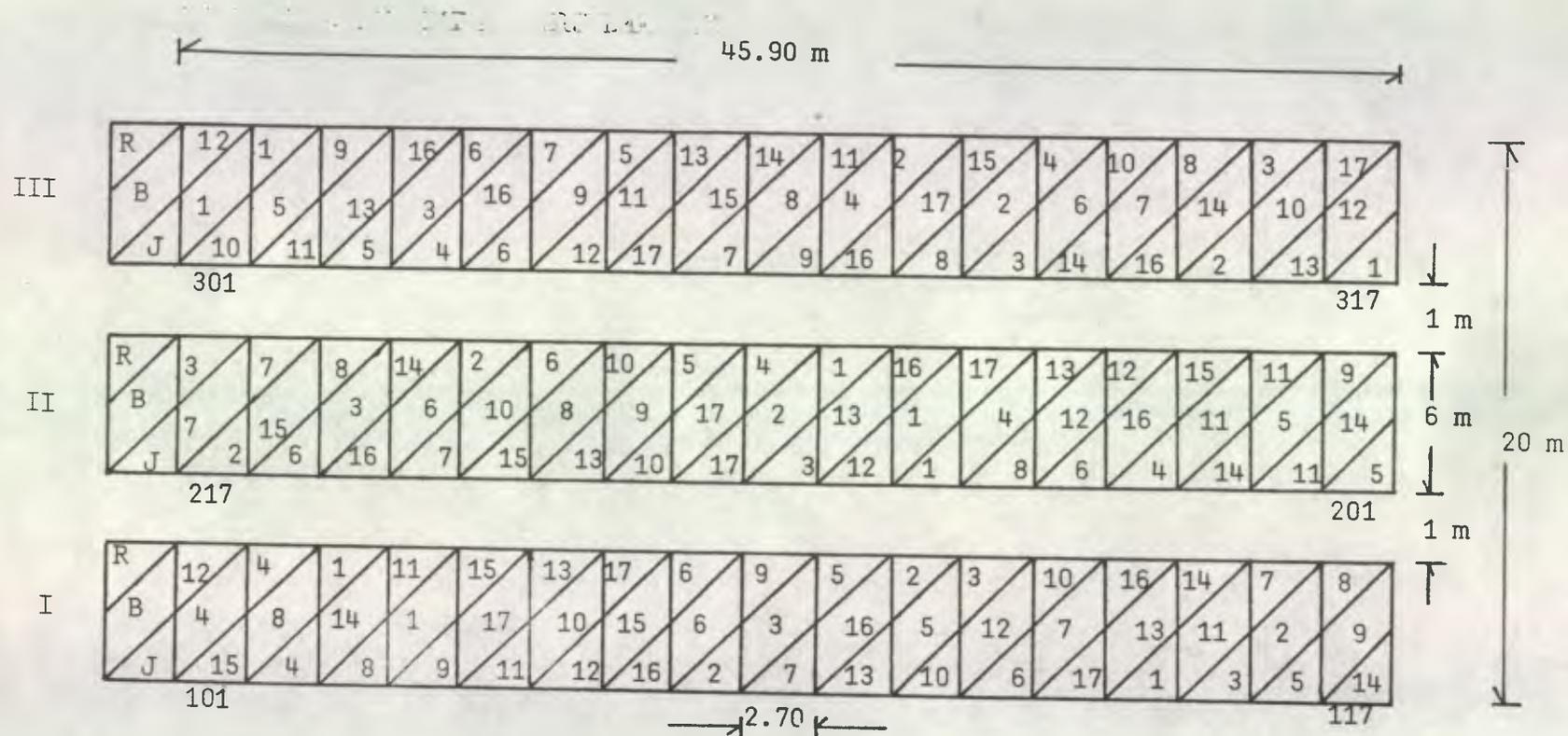


FIGURA 4 ALEATORIZACION POR LOCALIDAD PARA EL SISTEMA FRIJOL-SORGO.

REFERENCIAS: R = Retiro  
 B = La Brea  
 J = Júcaro

3.5.1 Análisis de varianza para el Modelo Estadístico descrito:

Para el efecto, en el cuadro 7 se presentan las fuentes de variación, grados de libertad, suma de cuadrados, cuadrado medio y F calculada del modelo estadístico involucrado en el análisis de la información y en base a las significancias se utilizó la técnica de los polinomios ortogonales (21), a través de los cuales se definen curvas de respuesta a un elemento en particular o bien a determinada interacción de nitrógeno-Fósforo y poder definir la ecuación matemática que da origen a dicha curva. Lo anterior se detalla de acuerdo al siguiente esquema estadístico:

| FUENTES DE VARIACION                      | GL 3 x 4 | GL 4 x 4 |
|---|----------|----------|
| Tratamientos                              | 11       | 15       |
| Nitrógeno                                 | 2        | 3        |
| Lineal                                    | 1        | 1        |
| Cuadrático                                | 1        | 1        |
| Cúbico                                    | 0        | 1        |
| Fósforo                                   | 3        | 3        |
| Lineal                                    | 1        | 1        |
| Cuadrático                                | 1        | 1        |
| Cúbico                                    | 1        | 1        |
| Nitrógeno x Fósforo                       | 6        | 9        |
| Nitrógeno lineal x Fósforo lineal         | 1        | 1        |
| Nitrógeno lineal x Fósforo cuadrático     | 1        | 1        |
| Nitrógeno lineal x Fósforo cúbico         | 1        | 1        |
| Nitrógeno cuadrático x Fósforo lineal     | 1        | 1        |
| Nitrógeno cuadrático x Fósforo cuadrático | 1        | 1        |
| Nitrógeno cuadrático x Fósforo cúbico     | 1        | 1        |
| Nitrógeno cúbico x Fósforo lineal         | -        | 1        |
| Nitrógeno cúbico x Fósforo cuadrático     | -        | 1        |
| Nitrógeno cúbico x Fósforo cúbico         | -        | 1        |
| Error                                     | 22       | 30       |

CUADRO 7 DESCRIPCION DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA UN ARREGLO FACTORIAL 3x4 y 4x4

| FUENTES DE VARIACION | GRADOS DE LIBERTAD (3x4) | GRADOS DE LIBERTAD(4x4) | SUMA DE CUADRADOS  | CUADRADO MEDIO                 | F. ° CALCULADA                  |
|----------------------|--------------------------|-------------------------|--|--------------------------------|---------------------------------|
| REPETICIONES         | r-1                      | r-1                     | $\sum_{i=1}^r \frac{Y_{i..}^2}{ab} - \frac{Y_{...}^2}{rab}$                | $\frac{SC REP.}{r-1}$          | $\frac{C.M. REP.}{C.M. ERROR}$  |
| TRATAMIENTOS         | ab-1                     | ab-1                    | $\sum_{j=1}^a \sum_{k=1}^b \frac{Y_{.jk}^2}{r} - \frac{Y_{...}^2}{rab}$    | $\frac{SC TRATS}{ab-1}$        | $\frac{CM. TRATS}{C.M. ERROR}$  |
| NITROGENO (A)        | a-1                      | a-1                     | $\sum_{j=1}^a \frac{Y_{.j.}^2}{rb} - \frac{Y_{...}^2}{rab}$                | $\frac{SC NIT}{a-1}$           | $\frac{C.M. NIT}{C.M. ERROR}$   |
| FOSFORO (B)          | b-1                      | b-1                     | $\sum_{k=1}^b \frac{Y_{.k.}^2}{ra} - \frac{Y_{...}^2}{rab}$                | $\frac{SC FOS.}{b-1}$          | $\frac{C.M. FOSE.}{C.M. ERROR}$ |
| A x B                | (a-1)(b-1)               | (a-1)(b-1)              | SC TRATS-SCA-SCB   | $\frac{SC AB}{(a-1)(b-1)}$     | $\frac{C.M. AB}{C.M. ERROR}$    |
| ERROR                | (r-1)(ab-1)              | (r-1)(ab-1)             | SCTOT-SCREP-SCT  | $\frac{SC ERROR}{(r-1)(ab-1)}$ |                                 |
| TOTAL                | rab-1                    | rab-1                   | $\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^a \sum_{k=1}^b Y_{ijk}^2 - \frac{Y_{...}^2}{rab}$ |                                |                                 |

FUENTE: COCHRAN Y COX ( 3 )

Al modelo estadístico obtenido se le sacó la primera derivada con respecto a N y P respectivamente, y ésta se igualó a cero para definir la dosis fisiológica por sistema.

### 3.5.2 Análisis económico:

Al modelo de regresión empleado se le determinó la primera derivada - con respecto a N y P respectivamente, y ésta se igualó a la relación insumo/producto para definir la Dosis Optima Económica de Capital Ilimitado (DOECI).

Para determinar la máxima tasa de retorno a capital se siguió el método propuesto por Perrin et al (18 ).

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1 Conversión de los rendimientos de maíz-frijol y sorgo a peso equivalente:

Como se mencionó anteriormente, el análisis de la información fue en base al peso equivalente de los cultivos involucrados, respecto al cultivo de mayor importancia dentro del sistema, siendo para los sistemas maíz-frijol-sorgo y frijol-sorgo, el maíz y el frijol los cultivos de mayor importancia respectivamente. Para ambos sistemas se consideraron los siguientes precios promedio: maíz Q.0.1804 el kilogramo, frijol: Q.0.44 el kilogramo y sorgo Q. 0.1520 el kilogramo.

##### 4.2 Sistema maíz-frijol-sorgo:

###### 4.2.1 Rendimientos en peso equivalente:

En el cuadro 8 se presentan los rendimientos por localidad referido al peso equivalente de maíz, haciendo ver que únicamente en la localidad de San Antonio pudo ser cosechado y cuantificado el sorgo, ya que tanto en Las Impresiones como en Amayo Sitio, el sorgo fue cosechado por los agricultores propietarios de los terrenos donde se llevaron a cabo los ensayos de finca.

Como puede apreciarse en el cuadro 8, para la localidad de Impresiones, el máximo rendimiento promedio se obtiene con 150 kilogramos de Nitrógeno y 90 kilogramos de Fósforo, mientras el menor lo presenta el tratamiento correspondiente a 100 y 30 kilogramos de Nitrógeno y Fósforo respectivamente, cuyo rendimiento está abajo del obtenido con el tratamiento del agricultor (80 y 26 kilogramos de Nitrógeno y Fósforo). Así mismo, la diferencia entre el mejor rendimiento y el rendimiento obtenido con el tratamiento del agricultor corresponde a 1803.72 kilogramos de maíz por hectárea, que en cifras económicas equivale a Q.325.39 por hectárea, mientras al comparar el mejor rendimiento y el menor rendimiento se obtiene una diferencia de 2073.22 kilogramos de maíz

CUADRO 8 RENDIMIENTO POR LOCALIDAD EN KILOGRAMOS POR HECTAREA REFERIDO AL PESO EQUIVALENTE DE MAIZ PARA EL SISTEMA MAIZ-FRIJOL-SORGO. JUTIAPA, 1983

| TRATAMIENTO |         | I M P R E S I O N E S   |         |         |         | A M A Y O               |         |         |         | S I T I O               |         |         |         | S A N A N T O N I O |  |  |  |
|-------------|---------|-------------------------|---------|---------|---------|-------------------------|---------|---------|---------|-------------------------|---------|---------|---------|---------------------|--|--|--|
| Kg/Ha       |         | R E P E T I C I O N E S |         |         |         | R E P E T I C I O N E S |         |         |         | R E P E T I C I O N E S |         |         |         |                     |  |  |  |
| NITROGENO   | FOSFORO | I                       | II      | III     | MEDIA   | I                       | II      | III     | MEDIA   | I                       | II      | III     | MEDIA   |                     |  |  |  |
| 50          | 0       | 3891.45                 | 4501.76 | 5045.21 | 4479.47 | 2114.74                 | 1254.13 | 2507.78 | 1958.88 | 6690.75                 | 4751.69 | 4378.46 | 5273.63 |                     |  |  |  |
| 100         | 0       | 4109.21                 | 3637.08 | 4359.64 | 4035.31 | 1739.48                 | 1177.09 | 1453.40 | 1456.32 | 5273.34                 | 5379.88 | 4356.77 | 5003.33 |                     |  |  |  |
| 150         | 0       | 3068.67                 | 4358.98 | 4419.91 | 3949.19 | 1074.14                 | 812.35  | 1032.46 | 972.98  | 7120.30                 | 6399.73 | 3669.17 | 5729.73 |                     |  |  |  |
| 50          | 30      | 4518.96                 | 4579.46 | 4145.23 | 4148.23 | 2746.10                 | 2862.56 | 3266.94 | 2958.53 | 4336.89                 | 5835.66 | 5548.14 | 5240.23 |                     |  |  |  |
| 100         | 30      | 3726.89                 | 4139.89 | 3291.64 | 3719.47 | 3774.33                 | 2999.72 | 4215.52 | 3663.19 | 5847.61                 | 5953.36 | 5683.95 | 5828.31 |                     |  |  |  |
| 150         | 30      | 5117.45                 | 6181.78 | 5332.66 | 5543.96 | 4252.17                 | 3102.32 | 4357.82 | 3904.10 | 6518.94                 | 6941.44 | 6040.53 | 6500.30 |                     |  |  |  |
| 50          | 60      | 4288.12                 | 5156.10 | 3445.18 | 4296.47 | 4116.86                 | 3944.75 | 4528.19 | 4196.60 | 6959.79                 | 6174.96 | 5691.25 | 6275.33 |                     |  |  |  |
| 100         | 60      | 4239.98                 | 3617.63 | 5877.79 | 4578.47 | 3833.76                 | 3476.42 | 3663.71 | 3657.96 | 5983.46                 | 5591.27 | 3880.17 | 5151.63 |                     |  |  |  |
| 150         | 60      | 4843.05                 | 6378.22 | 4577.68 | 5266.32 | 4212.16                 | 3952.70 | 2981.17 | 3715.34 | 7409.12                 | 6032.56 | 6891.55 | 6777.74 |                     |  |  |  |
| 50          | 90      | 4332.37                 | 4750.28 | 4117.64 | 4400.10 | 4012.69                 | 3125.96 | 5131.03 | 4089.89 | 6592.78                 | 6747.08 | 5590.69 | 6310.18 |                     |  |  |  |
| 100         | 90      | 5180.15                 | 4684.11 | 5603.96 | 5156.07 | 3392.16                 | 3836.73 | 4658.96 | 3962.62 | 6013.60                 | 6401.60 | 6106.72 | 6173.97 |                     |  |  |  |
| 150         | 90      | 6026.76                 | 5464.85 | 5886.47 | 5792.69 | 3577.61                 | 4547.19 | 4570.30 | 4231.70 | 6641.68                 | 4639.29 | 5703.65 | 5661.54 |                     |  |  |  |
| AGRICULTOR  |         | 4378.48                 | 3741.81 | 3846.61 | 3988.97 | 2273.18                 | 3300.28 | 2836.89 | 2803.45 | 5095.43                 | 6318.83 | 3984.98 | 5133.08 |                     |  |  |  |
| M E D I A   |         |                         |         |         | 4636.01 |                         |         |         | 3230.71 |                         |         |         | 5827.16 |                     |  |  |  |
| TUKEY       |         |                         |         |         | *       |                         |         |         | *       |                         |         |         | NS      |                     |  |  |  |

Referencias: MEDIA: correspondiente al factorial TUKEY: comparación múltiple de medias. \*: significativo al 10 por ciento.

por hectárea, que en cifras económicas corresponde a Q.374.01 por hectárea. Al comparar el rendimiento obtenido con el tratamiento del agricultor con el menor rendimiento obtenido con el tratamiento proveniente del factorial, se tiene una diferencia de 269.50 kilogramos de maíz por hectárea, que en cifras económicas equivale a Q.48.62 por hectárea, a favor del agricultor. Al realizar una comparación múltiple de medias (Tuckey) existe diferencia significativa entre tratamientos con la probabilidad de cometer error tipo I de 10 por ciento.

En la localidad de Amayo Sitio puede apreciarse que nuevamente el máximo rendimiento promedio se obtiene con las altas dosis de Nitrógeno y Fósforo (150 y 90 kilogramos por hectárea), mientras que el menor rendimiento se obtiene con el máximo nivel de Nitrógeno y cero de Fósforo (150 y 0 kilogramos por hectárea); el rendimiento obtenido con este tratamiento también está abajo del nivel de Nitrógeno-Fósforo utilizado por el agricultor. En cuanto a la diferencia de rendimiento entre el mejor tratamiento del factorial respecto al tratamiento del agricultor, corresponde a 1428.25 kilogramos de maíz por hectárea y que en cifras económicas corresponde a Q. 257.66 por hectárea. En cuanto a la comparación de los tratamientos del factorial se tiene que, la diferencia entre el mejor rendimiento y el menor rendimiento corresponde a 3558.72 kilogramos de maíz por hectárea y en cifras económicas equivale a Q.587.87 por hectárea, mientras tanto, al comparar el tratamiento del agricultor con el menor rendimiento obtenido se tiene una diferencia de 1830.47 kilogramos de maíz por hectárea a favor del agricultor, y que en términos económicos corresponde a Q.330.22 por hectárea. Así mismo, al realizar una comparación múltiple de medias (Tukey) existe diferencia significativa entre tratamientos con la probabilidad de cometer errores tipo I de 10 por ciento.

Para la localidad de San Antonio que fue la única en la que se cosechó sorgo, el máximo rendimiento promedio se obtuvo con 150 y 60 kilogramos de Nitrógeno y Fósforo, mientras el menor rendimiento se obtuvo con 100 kilogramos de Nitrógeno y cero de Fósforo, el cual está abajo del rendimiento obtenido con el tratamiento del agricultor.

Al comparar el máximo rendimiento con el menor rendimiento proveniente de los tratamientos del factorial, se obtiene una diferencia de 1774.41 kilo

gramos de maíz por hectárea, equivalente a Q.320.10 por hectárea, mientras al comparar el mejor rendimiento y el del agricultor se tiene una diferencia de 1644.66 kilogramos de maíz por hectárea, equivalentes a Q.296.70 - por hectárea. Cuando se compara el tratamiento del agricultor y el menor rendimiento proveniente del factorial se tiene una diferencia de 129.75 kilogramos de maíz por hectárea, equivalentes a Q.23.41 por hectárea a favor del agricultor. De la comparación múltiple de media (Tukey) no se obtuvo diferencia significativa entre tratamientos con la probabilidad de cometer error tipo I de 10 por ciento.

Al comparar las tres localidades en conjunto, se observa que los mayores rendimientos promedio, se obtuvieron con el nivel más alto de Nitrógeno (150 kilogramos por hectárea) y en dos de las localidades se obtuvo el rendimiento máximo con 90 kilogramos por hectárea de Fósforo y únicamente en - San Antonio se obtuvo el máximo rendimiento con 60 kilogramos por hectárea de Fósforo. Así mismo, en las tres localidades hay al menos un rendimiento de los tratamientos del factorial que está por abajo del rendimiento obtenido con el tratamiento del agricultor, y el retorno de capital es mayor con el tratamiento de mayor rendimiento que con el tratamiento del agricultor.

#### 4.2.2 Análisis de varianza para el sistema maíz-frijol-sorgo:

En el cuadro 9 se presenta el análisis de varianza por localidad, en donde se involucra el factorial y el desglosamiento del mismo a través de - los polinomios ortogonales para encontrar curvas de respuesta y determinar los máximos económico y fisiológico.

En el cuadro 9 puede apreciarse que estadísticamente con la probabilidad de cometer error tipo I de 10 por ciento, existe diferencia significativa entre tratamientos para las localidades Las Impresiones y Amayo Sitio. En lo que a Las Impresiones se refiere, no existe significancia entre repeticiones, lo cual indica que un diseño completamente al azar también hubiera sido efectivo; así mismo hay respuesta a Nitrógeno y Fósforo, tanto a nivel individual como en interacción, lo cual correlaciona con el análisis de suelo reportado por el Laboratorio de Suelos de ICTA, en donde el Fósforo - para esa localidad es bajo (2.88 partes por millón), tomando como base un - nivel crítico de Fósforo para granos básicos en monocultivo equivalente a - siete partes por millón.

CUADRO 9 ANALISIS DE VARIANZA POR LOCALIDAD REFERIDO AL PESO EQUIVALENTE DE MAIZ PARA EL SISTEMA  
 MAIZ-FRIJOL-SORGO. JUTIAPA, 1983

| FUENTES DE VARIACION          | GRADOS DE<br>LIBERTAD | IMPRESIONES | SIGN | CUADRADOS MEDIOS |      |             |      |
|-------------------------------|-----------------------|-------------|------|------------------|------|-------------|------|
|                               |                       |             |      | AMAYO SITIO      | SIGN | SAN ANTONIO | SIGN |
| REPETICIONES                  | 2                     | 365280.42   | NS   | 1103103.98       | *    | 2977288.00  | *    |
| TRATAMIENTOS                  | 11                    | 1295579.59  | *    | 3873528.65       | *    | 1018367.70  | NS   |
| NITROGENO                     | 2                     | 2270267.43  | *    | 45757.00         | NS   | 1207857.67  | NS   |
| EFEECTO LINEAL                | 1                     | 3289093.73  | *    |                  |      |             |      |
| EFEECTO CUADRATICO            | 1                     | 1251441.10  | NS   |                  |      |             |      |
| FOSFORO                       | 3                     | 1422873.83  | *    | 13022739.25      | *    | 1048954.27  | NS   |
| EFEECTO LINEAL                | 1                     | 4156844.53  | *    | 30581464.28      | *    |             |      |
| EFEECTO CUADRATICO            | 1                     | 10.25       | NS   | 7352232.25       | *    |             |      |
| EFEECTO CUBICO                | 1                     | 111766.70   | NS   | 1134521.21       | *    |             |      |
| NITROGENO X FOSFORO           | 6                     | 907035.16   | *    | 574847.24        | *    | 939911.09   | NS   |
| N. LINEAL X P. LINEAL         | 1                     | 2359638.99  | *    | 287031.27        | NS   |             |      |
| N. LINEAL X P. CUADRATICO     | 1                     | 573770.08   | NS   | 641973.00        | NS   |             |      |
| N. LINEAL X P. CUBICO         | 1                     | 432566.59   | NS   | 2193636.23       | *    |             |      |
| N. CUADRATICO X P. LINEAL     | 1                     | 314336.35   | NS   | 120250.96        | NS   |             |      |
| N. CUADRATICO X P. CUADRATICO | 1                     | 902317.00   | NS   | 9985.67          | NS   |             |      |
| N. CUADRATICO X P. CUBICO     | 1                     | 859590.08   | NS   | 196206.32        | NS   |             |      |
| ERROR                         | 22                    | 425232.66   |      | 239263.35        |      | 602887.74   |      |
| T O T A L                     | 35                    | 695344.42   |      | 1430823.34       |      | 869147.17   |      |

REFERENCIAS: SIGN = Significancia al 10%. \* = Significativo. NS = No significativo.

Como se puede apreciar, la tendencia de respuesta de Nitrógeno y Fósforo a nivel individual se mantiene en la interacción, es decir Lineal-Lineal para Nitrógeno-Fósforo respectivamente. La contribución relativa de las fuentes de variación respecto a la suma de cuadrados total es como a continuación se mencionan: repeticiones 3 por ciento, tratamientos: 58.56 por ciento y error 38.44 por ciento, para un total de 100 por ciento, para un total de 100 por ciento. El 58.56 por ciento de contribución de tratamientos, nos indica realmente que sí existe un efecto de éstos. En cuanto a la magnitud del error, éste nos provoca un coeficiente de variación de 14.06 por ciento, el cual es un índice de un manejo adecuado del experimento de campo. El desglosamiento de la interacción produce una tendencia Lineal-Lineal, lo cual se comprobaría tanto gráfica como estadísticamente a través del siguiente modelo de regresión múltiple:  $Y = b_0 + b_1N + b_2P + b_{12}NP$ .

Para la localidad de Amayo Sitio, hay significancia entre repeticiones lo cual indica que el diseño utilizado (bloques al azar) fue el adecuado, así mismo, se aprecia respuesta a fósforo en forma individual y a la interacción Nitrógeno-Fósforo como unidad, lo cual correlaciona con el análisis de suelo, ya que éste reporta 4.17 partes por millón, el cual está abajo del nivel crítico de 7 partes por millón para granos básicos. En cuanto a la contribución relativa de las fuentes de variación respecto a la suma de cuadrados total, es como sigue: repeticiones 4.41 por ciento, tratamientos 85.08 por ciento y error 10.51 por ciento; para un total de 100 por ciento, el 85.08 por ciento de contribución de tratamientos hace que exista un alto efecto de tratamientos y buen manejo, ya que la magnitud del error es baja, contribuyendo con un coeficiente de variación de 15.14 por ciento en campo de agricultores. En el desglosamiento de la interacción se mantiene el efecto cúbico que reporta el fósforo individualmente, cuya respuesta se comprobaría gráfica y matemáticamente a través del modelo  $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$ .

Para la localidad de SanAntonio, estadísticamente con la probabilidad de cometer error tipo I de 10 por ciento, no existe diferencia significativa entre tratamientos, al igual que Nitrógeno y Fósforo en forma individual y en interacción; lo anterior posiblemente se deba al contenido de fósforo en el suelo (6.25 partes por millón) y que al igual que Nitrógeno hayan actuado en

forma residual. En cuanto al efecto de repeticiones sí hay significancia, lo que hace notar la efectividad del diseño utilizado, la contribución de las fuentes de variación respecto a la suma de cuadrados totales como sigue: repeticiones 19.57 por ciento, tratamientos 36.82 por ciento y error 43.60 por ciento, para un total de 100 por ciento. Analizando las cifras anteriores se aprecia que contribuye más el error a la suma de cuadrados total que el efecto de tratamientos, lo cual se refleja en la no significancia de éstos. Así mismo, al realizar un análisis de varianza por cultivo para esta localidad, se observó que únicamente el frijol reportó significancia al 10 por ciento para tratamientos y la interacción Nitrógeno-Fósforo, en el maíz no se reporta significancia de tratamientos y si agregamos que el sorgo no fue fertilizado y al analizarlo reporta no significancia de tratamientos, al pasar a peso equivalente, impone mayor peso el maíz y el sorgo que el frijol, por lo cual al realizar un análisis en conjunto se desprecia la significancia entre tratamientos del frijol.

#### 4.2.3 Gráficas y modelos estadísticos con base a resultado del análisis de varianza.

##### 4.2.3.1 Las Impresiones:

De acuerdo a la figura 5 podemos observar que los rendimientos son superiores cuando el Fósforo tiene un valor de 90 kilogramos por hectárea, y Nitrógeno 150 kilogramos por hectárea, el modelo estadístico y sus respectivos coeficientes es como sigue:  $Y = 4.31 - 0.0016N - 0.0105 P + 0.000204 NP$ .

##### 4.2.3.2 Amayo Sitio:

De acuerdo a la figura 6 se observa que realmente se confirma el análisis estadístico, ya que existe un efecto cúbico del Fósforo y que el máximo rendimiento lo define la dosis de 150 kilogramos por hectárea de Nitrógeno, el cual de acuerdo al modelo estadístico descrito determinará el nivel de Fósforo, dicho modelo y sus coeficientes se presentan a continuación:

$$Y = 0.0043 X^3 - 0.16 X^2 + 41.11 X + 972.98.$$

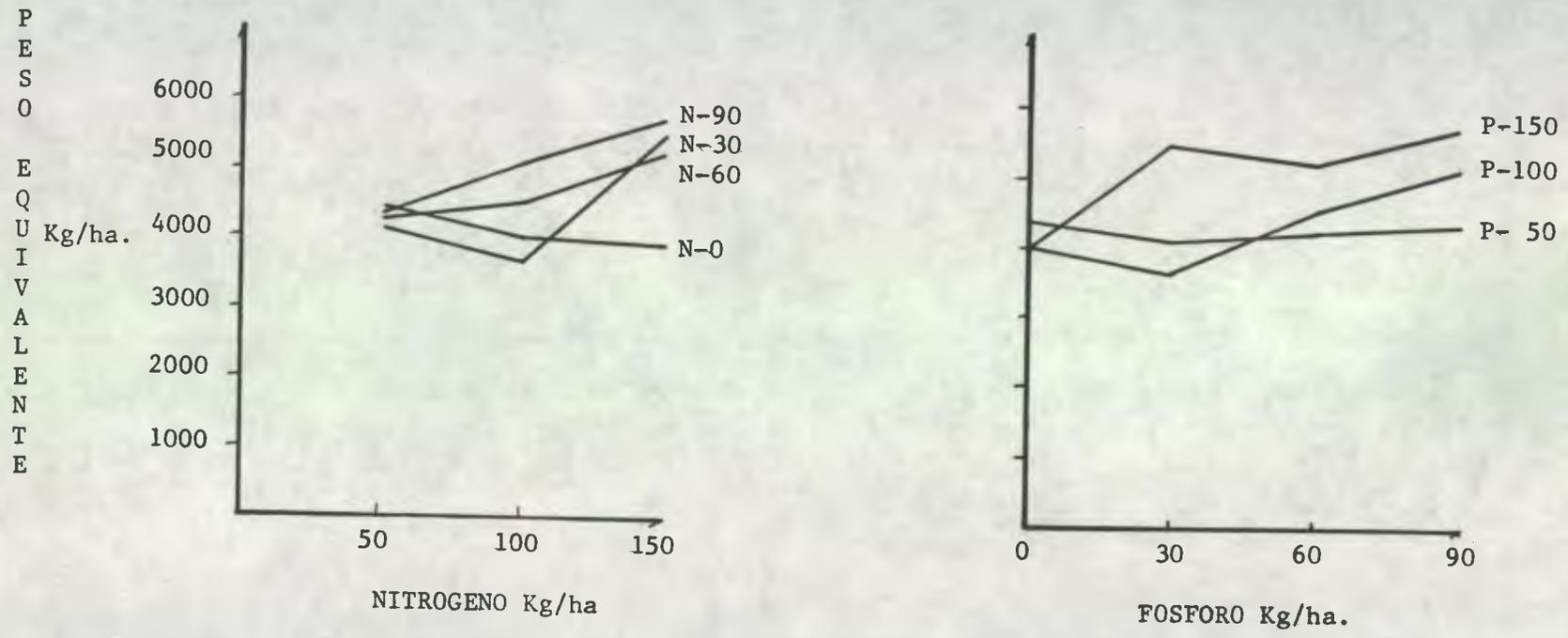


FIGURA 5. GRAFICOS DE MEDIAS DE RENDIMIENTO EN FUNCION DE PESO EQUIVALENTE, IMPRESIONES, JUTIAPA 1983

P  
E  
S  
O  
  
E  
Q  
U  
I  
V  
A  
L  
E  
N  
T  
E

Kg/ha.

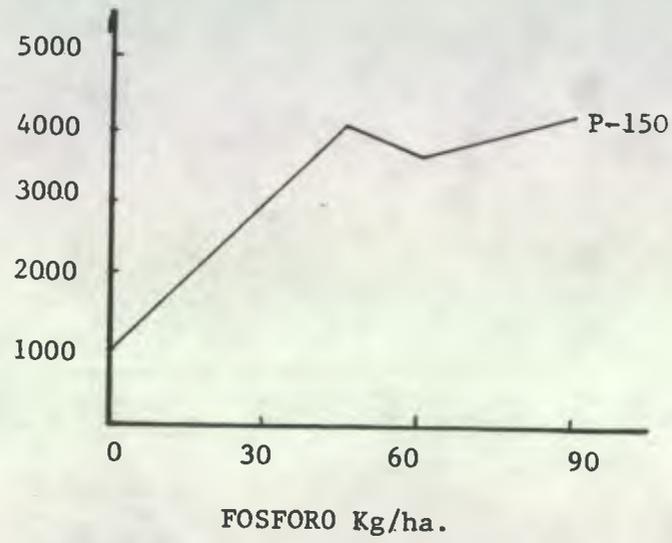


FIGURA 6. GRAFICO DE MEDIAS DE RENDIMIENTO EN FUNCION DE PESO EQUIVALENTE, AMAYO SITIO, JUTIAPA 1983.

#### 4.2.3.3 San Antonio:

De acuerdo al análisis estadístico y a las gráficas observadas en la figura 7, no hay significancia entre tratamientos, lo cual puede corroborarse al promediar el rendimiento en cada nivel de Nitrógeno y/o Fósforo y definir así una sola gráfica de acuerdo a la figura 8, en donde se observa que los niveles a seleccionar son los mismos estudiados equivalentes a 50 kilogramos por hectárea de Nitrógeno y 0 kilogramos de Fósforo por hectárea.

#### 4.2.4 Análisis económico:

Este se realizó para dos tipos de capital y así poder definir una dosis óptima para capital ilimitado (DOECI) y una dosis óptima para capital limitado (DOECL); en el primer caso (DOECI) con base al modelo estadístico y para el segundo (DOECL) la dosis óptima se definió con base a la metodología propuesta por Perrin et al.

##### 4.2.4.1 Dosis óptima económica para capital ilimitado (DOECI)

Para la localidad de Las Impresiones, la dosis óptima económica coincide con la interacción lineal-lineal para Nitrógeno y Fósforo respectivamente, la cual equivale a 150 kilogramos y 90 kilogramos por hectárea de Nitrógeno y Fósforo. Los puntos coinciden debido a que en el espacio de exploración estudiado no se define el óptimo fisiológico en la curva y ambos tienen el mismo modelo estadístico.

Para la localidad de Amayo Sitio, la dosis óptima económica también la define la interacción de Nitrógeno-Fósforo, la cual corresponde a 150 kilogramos por hectárea de Nitrógeno y 45 kilogramos por hectárea de Fósforo, los 150 kilogramos por hectárea de Nitrógeno coinciden con el extremo de la curva, debido a que tampoco se define el óptimo fisiológico; en el caso del Fósforo éste tiene un efecto cúbico y la dosis óptima coincide con el óptimo fisiológico (45 kilogramos por hectárea), ambos óptimos están definidos por el mismo modelo estadístico.

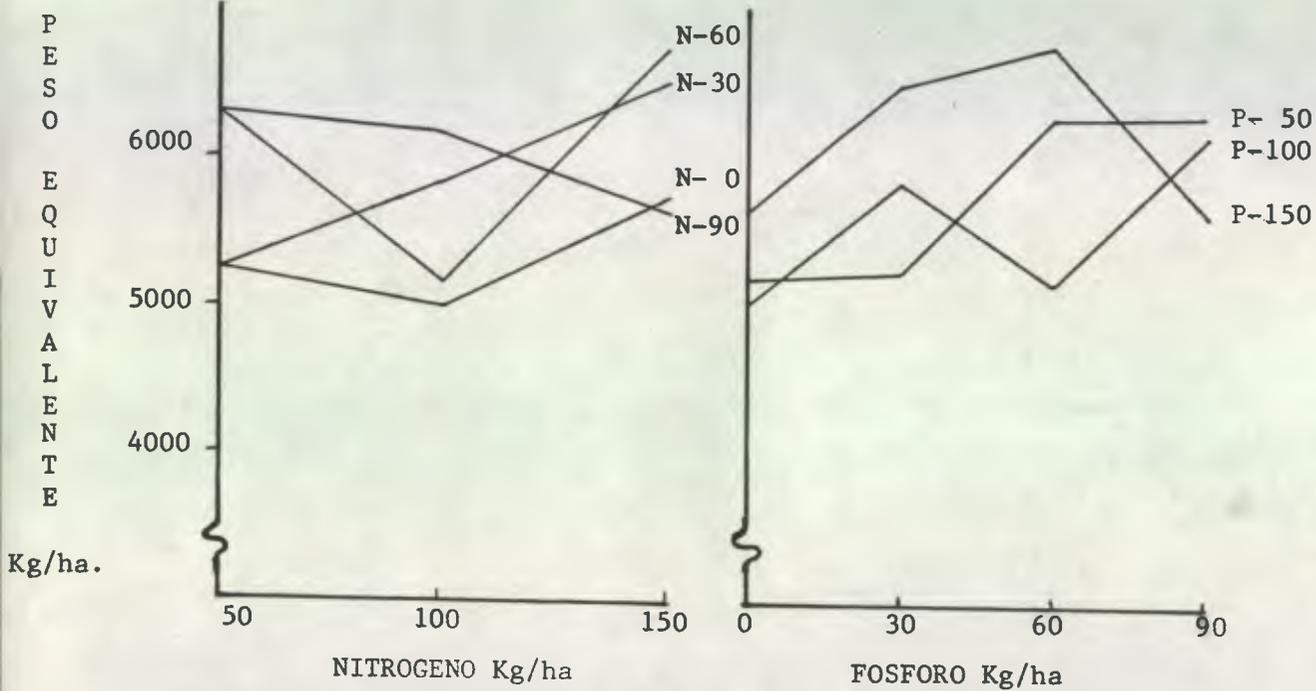


FIGURA 7. GRAFICOS DE MEDIAS DE RENDIMIENTO EN FUNCION DEL PESO EQUIVALENTE, SAN ANTONIO, JUTIAPA, 1983 .

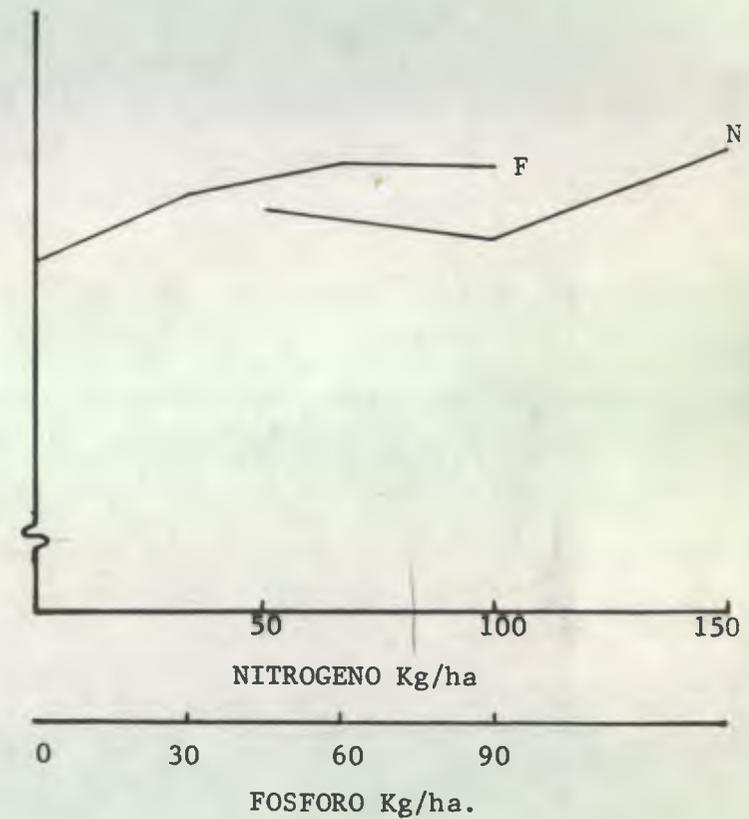


FIGURA 8. PROMEDIO DE RENDIMIENTO POR NIVEL DE APLICACION DE NITROGENO Y FOSFORO EN FUNCION DEL PESO EQUIVALENTE, SAN ANTONIO, JUTIAPA, 1983.

En el caso de la localidad San Antonio, por no haber significancia en tre tratamientos evaluados, se considera que tanto el nivel óptimo económico para capital ilimitado como para capital limitado, coinciden con el mismo nivel estudiado (50-0 kilogramos por hectárea de Nitrógeno y Fósforo res pectivamente). Al realizar un análisis en conjunto para definir una sola - DOECI, se tienen los niveles promedio de 116 - 45 kilogramos por hectárea de Nitrógeno y Fósforo.

Con base en la metodología para análisis económico propuesta por Perrin et al y de acuerdo al cuadro 10 se tiene que para Las Impresiones, la dosis óptima económica la define el nivel 150-30 kilogramos por hectárea de Nitrógeno-Fósforo, con una Tasa Marginal de Retorno de Capital del 91.00 por ciento. En el caso de Amayo Sitio de acuerdo al cuadro 11 la dosis óptima económica la define el nivel 50-60 kilogramos por hectárea de Fósforo, con un Retorno de Capital de 934 por ciento. En San Antonio, de acuerdo al cuadro de varianza, no existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo cual la DOECL corresponde al mismo nivel estudiado: 50-0 kilogramos por hectárea de Nitrógeno y Fósforo respectivamente).

Al realizar un análisis en conjunto para definir una sola COECL, se - tienen los niveles promedio de: 83-30 kilogramos por hectárea de Nitrógeno Fósforo respectivamente, lo cual indica que con ese nivel se obtiene el mayor beneficio neto promedio y un menor costo variable promedio respecto a - los tratamientos dominados. Así mismo, siguiendo la metodología de Perrin et al, para cada localidad con diferencia significativa de tratamientos se aprecia la curva de beneficios netos, los cuales se presentan en la figura 9.

CUADRO 10 ANALISIS DE DOMINANCIAS Y ANALISIS MARGINAL DE TRATAMIENTOS NO DOMINADOS PARA LAS IMPRESIONES JUTIAPA

1 9 8 3

| INGRESO<br>NETO<br>Q/Ha. | ANALISIS DE DOMINANCIAS |                  |                           |   | ANALISIS MARGINAL DE TRATAMIENTOS NO DOMINADOS |           |         |                   |                               |                                 |      |
|--------------------------|-------------------------|------------------|---------------------------|---|--|-----------|---------|-------------------|-------------------------------|---------------------------------|------|
|                          | NITROGENO<br>Kg/Ha      | FOSFORO<br>Kg/Ha | COSTO<br>VARIABLE<br>Q/Ha | D | INGRESO<br>NETO                                | NITROGENO | FOSFORO | COSTO<br>VARIABLE | INCREMENTO<br>INGRESO<br>NETO | INCREMENTO<br>COSTO<br>VARIABLE | TMRC |
| 768.60                   | 50                      | 0                | 39.50                     | * | 861.70   | 150       | 90      | 183.30            | 1.67                          | 43.20                           | 0.04 |
| 648.97                   | 100                     | 0                | 79.00                     | d | 860.03   | 150       | 30      | 140.10            | 91.43                         | 100.60                          | 0.91 |
| 593.93                   | 150                     | 0                | 118.50                    | d | 768.60   | 50        | 0       | 39.5              |                               |                                 |      |
| 687.24                   | 50                      | 30               | 61.10                     | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 570.39                   | 100                     | 30               | 100.60                    | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 860.03                   | 150                     | 30               | 140.10                    | * |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 692.38                   | 50                      | 60               | 82.70                     | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 703.76                   | 100                     | 60               | 122.20                    | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 788.34                   | 150                     | 60               | 161.70                    | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 689.48                   | 50                      | 90               | 104.30                    | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 786.35                   | 100                     | 90               | 143.80                    | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 861.70                   | 150                     | 90               | 183.30                    | * |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 637.69                   | 80                      | 26               | 81.92                     | D |  |           |         |                   |                               |                                 |      |

Referencias: D= Dominancia, d= dominado, \* = no dominado, TMRC = Tasa Marginal de Retorno de Capital.

CUADRO 11 ANALISIS DE DOMINANCIA Y ANALISIS MARGINAL DE TRATAMIENTOS NO DOMINADOS PARA AMAYO SITIO, JUTIAPA.

1 9 8 3

| INGRESO<br>NETO<br>Q/Ha | ANALISIS DE DOMINANCIA |                  |                           |   | ANALISIS MARGINAL DE TRATAMIENTOS NO DOMINADOS |           |         |                   |                               |                                 |      |
|-------------------------|------------------------|------------------|---------------------------|---|--|-----------|---------|-------------------|-------------------------------|---------------------------------|------|
|                         | NITROGENO<br>Kg/Ha     | FOSFORO<br>Kg/Ha | COSTO<br>VARIABLE<br>Q/Ha | D | INGRESO<br>NETO                                | NITROGENO | FOSFORO | COSTO<br>VARIABLE | INCREMENTO<br>INGRESO<br>NETO | INCREMENTO<br>COSTO<br>VARIABLE | TMRC |
| 313.88                  | 50                     | 0                | 39.50                     | * | 674.37   | 50        | 50      | 82.70             | 201.75                        | 21.60                           | 9.34 |
| 183.72                  | 100                    | 0                | 79.00                     | d | 472.62   | 50        | 30      | 61.10             | 158.74                        | 21.60                           | 7.35 |
| 57.03                   | 150                    | 0                | 118.50                    | d | 313.88   | 50        | 0       | 39.50             |                               |                                 |      |
| 472.62                  | 50                     | 30               | 61.10                     | * |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 560.24                  | 100                    | 30               | 100.60                    | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 564.20                  | 150                    | 30               | 140.10                    | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 674.37                  | 50                     | 60               | 82.70                     | * |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 537.70                  | 100                    | 60               | 122.20                    | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 508.55                  | 150                    | 60               | 161.70                    | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 633.52                  | 50                     | 90               | 104.30                    | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 571.06                  | 100                    | 90               | 143.80                    | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 580.10                  | 150                    | 90               | 183.30                    | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 423.82                  | 80                     | 26               | 81.92                     | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |

Referencias: D= Dominancia, d= dominado, \* = no dominado, TMRC = Tasa Marginal de Retorno de Capital.

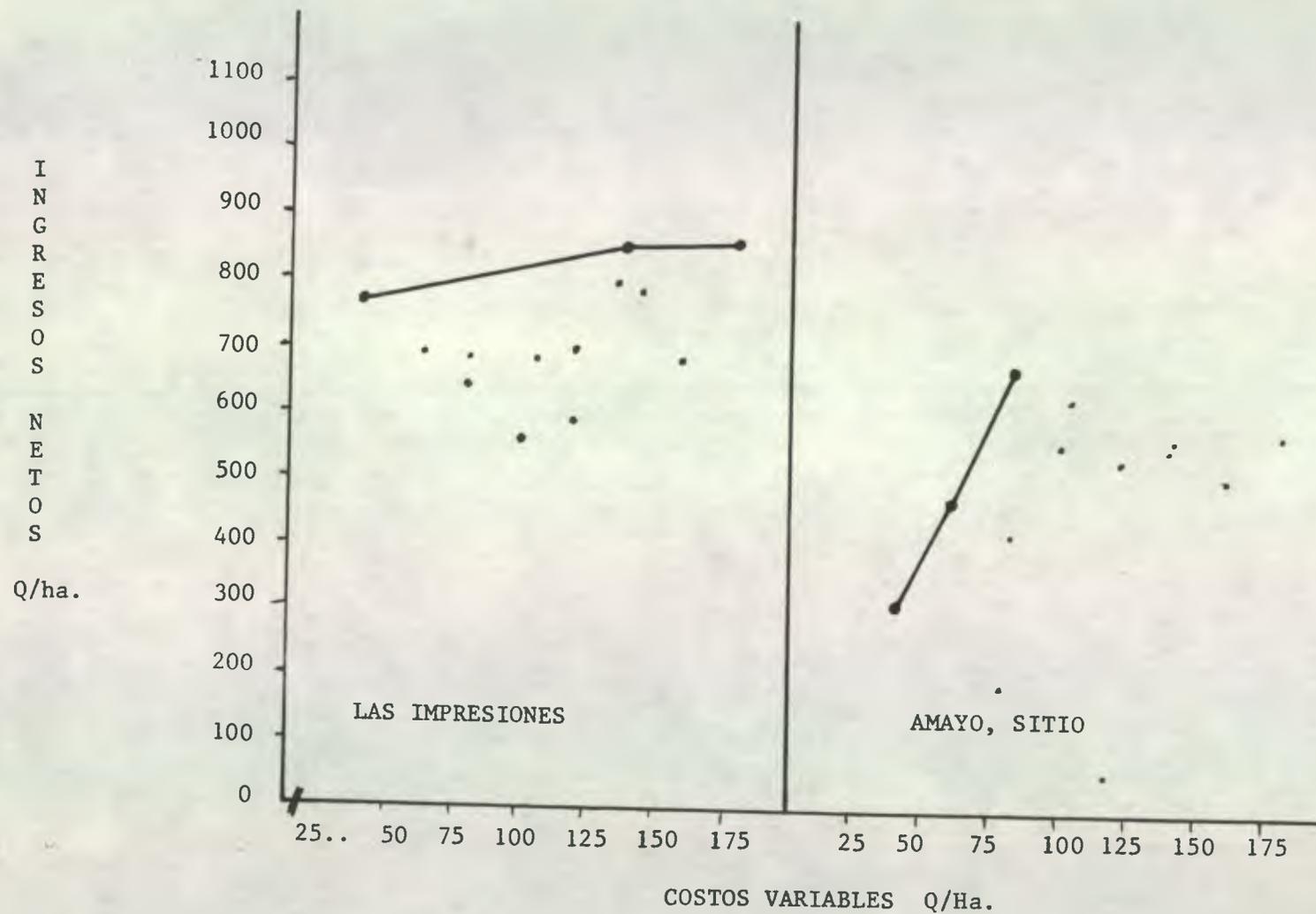


FIGURA 9. CURVA DE BENEFICIOS NETOS POR LOCALIDAD PARA EL SISTEMA MAIZ-FRIJOL-SORGO, JUTIAPA 1983.

#### 4.3 Sistema frijol-sorgo:

##### 4.3.1 Rendimiento en peso equivalente:

En el cuadro 12 se presentan los rendimientos por localidad referido al peso equivalente de frijol, como puede apreciarse en dicho cuadro, en la localidad El Retiro, el máximo rendimiento medio se alcanza con 120 kilogramos por hectárea de Nitrógeno y 90 kilogramos por hectárea de Fósforo, mientras el menor rendimiento lo presenta el tratamiento correspondiente a 30 kilogramos por hectárea de Nitrógeno y 30 kilogramos por hectárea de Fósforo, el cual está abajo del rendimiento obtenido con el tratamiento del agricultor (80 y 26 kilogramos por hectárea de nitrógeno y Fósforo). La diferencia de rendimiento (Máximo y mínimo) entre los tratamientos del factorial es de 714.70 kilogramos de frijol por hectárea, equivalente a Q. 314.47 por hectárea, a su vez, la diferencia entre el máximo rendimiento y el proveniente con el tratamiento del agricultor es de 416.83 kilogramos de frijol por hectárea, equivalente a Q. 183.41 por hectárea.

Al comparar el rendimiento obtenido con el tratamiento del agricultor y el menor rendimiento proveniente del factorial, se tiene una diferencia de 297.87 kilogramos por hectárea, equivalente a Q. 131.06 por hectárea a favor del agricultor. Al realizar una comparación múltiple de medias (Tukey), se tiene que existe diferencia significativa entre tratamientos con la posibilidad de cometer error tipo I de 10 por ciento.

En la localidad La Brea, el máximo rendimiento medio se alcanza nuevamente con 120 y 90 kilogramos por hectárea de Nitrógeno y Fósforo respectivamente, el mismo rendimiento medio se alcanza con 30 kilogramos de Nitrógeno por hectárea y 90 kilogramos de Fósforo por hectárea, el cual también está abajo del rendimiento obtenido con el tratamiento del agricultor. Al realizar la comparación entre los tratamientos del factorial correspondiente al rendimiento máximo y mínimo, se tiene una diferencia de 698.21 kilogramos de frijol por hectárea, equivalente a Q. 307.21 por hectárea; al comparar el máximo rendimiento con el rendimiento obtenido con el tratamiento del agricultor se tiene una diferencia de 349.87 kilogramos de frijol por hectárea,

CUADRO 12 RENDIMIENTO POR LOCALIDAD EN KILOGRAMOS POR HECTAREA REFERIDO AL PESO EQUIVALENTE DE FRIJOL PARA EL SISTEMA FRIJOL-SORGO QUESADA, JUTIAPA, 1983

| TRATAMIENTO | Kg/Ha                         | EL RETIRO    |         |         |         | LA BREA      |         |         |         | EL JICARO    |         |         |         |
|-------------|-------------------------------|--------------|---------|---------|---------|--------------|---------|---------|---------|--------------|---------|---------|---------|
|             |                               | REPETICIONES |         |         |         | REPETICIONES |         |         |         | REPETICIONES |         |         |         |
|             |                               | I            | II      | III     | MEDIA   | I            | II      | III     | MEDIA   | I            | II      | III     | MEDIA   |
| NIT         | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |              |         |         |         |              |         |         |         |              |         |         |         |
| 30          | 0                             | 1752.83      | 2019.40 | 1519.86 | 1764.03 | 2490.92      | 2328.39 | 2180.36 | 2333.22 | 3309.56      | 2873.94 | 3519.70 | 3234.40 |
| 60          | 0                             | 155.87       | 1515.86 | 1709.44 | 1593.72 | 1984.96      | 1975.41 | 1796.31 | 1918.89 | 2756.22      | 2270.30 | 3129.13 | 2718.58 |
| 90          | 0                             | 1743.80      | 2372.58 | 1998.07 | 2034.82 | 1844.51      | 1903.06 | 1931.60 | 1893.06 | 3267.18      | 4310.16 | 3158.82 | 3578.72 |
| 120         | 0                             | 1476.40      | 2031.04 | 1634.77 | 1714.07 | 2172.66      | 2226.56 | 2565.83 | 2321.68 | 2543.99      | 2705.04 | 3187.19 | 2812.07 |
| 30          | 30                            | 1711.02      | 1381.38 | 1322.67 | 1471.69 | 2001.66      | 2379.71 | 2270.28 | 2247.22 | 3654.93      | 3342.14 | 2962.68 | 3319.92 |
| 60          | 30                            | 2060.68      | 1782.34 | 1645.47 | 1829.50 | 1871.92      | 2027.40 | 2248.26 | 2049.19 | 2187.82      | 3239.65 | 2768.30 | 2731.92 |
| 90          | 30                            | 2010.12      | 2138.94 | 1749.24 | 1966.10 | 2384.41      | 2367.00 | 2204.17 | 2318.53 | 3754.74      | 2831.16 | 2788.00 | 3124.63 |
| 120         | 30                            | 1732.45      | 2081.84 | 1910.16 | 1908.15 | 1900.04      | 2450.02 | 2179.95 | 2176.67 | 3929.29      | 3415.86 | 3259.26 | 3534.80 |
| 30          | 60                            | 1068.80      | 1814.76 | 1811.41 | 1564.99 | 2062.05      | 2247.72 | 2091.66 | 2133.81 | 2608.85      | 2587.74 | 2737.73 | 2644.76 |
| 60          | 60                            | 2032.14      | 2130.87 | 1255.20 | 1806.07 | 2170.61      | 2414.62 | 2603.82 | 2396.35 | 2602.01      | 2285.47 | 2951.36 | 2612.95 |
| 90          | 60                            | 2072.77      | 2204.28 | 2073.12 | 2116.72 | 1902.75      | 2470.54 | 2164.56 | 2179.28 | 3640.60      | 3242.58 | 2979.54 | 3287.57 |
| 120         | 60                            | 1958.55      | 1930.61 | 2085.48 | 1991.55 | 2045.63      | 2213.50 | 2313.16 | 2190.76 | 2813.22      | 2289.25 | 2747.08 | 2616.52 |
| 30          | 90                            | 1677.49      | 1509.80 | 1366.66 | 1517.98 | 1788.77      | 1988.43 | 1714.99 | 1830.73 | 3133.51      | 3151.32 | 2929.58 | 3071.47 |
| 60          | 90                            | 1804.04      | 1638.87 | 1677.54 | 1706.82 | 2479.70      | 2355.49 | 1525.60 | 2120.26 | 3197.54      | 3346.29 | 2522.54 | 3022.12 |
| 90          | 90                            | 1692.51      | 1715.29 | 1991.08 | 1799.63 | 1654.57      | 2800.12 | 2137.84 | 2197.51 | 3134.47      | 3071.46 | 2922.35 | 3042.76 |
| 120         | 90                            | 2255.23      | 2284.91 | 2019.04 | 2186.39 | 2703.46      | 2527.76 | 2355.60 | 2528.94 | 4127.16      | 2689.78 | 2819.63 | 3212.19 |
| AGRICULTOR  |                               | 1578.42      | 1638.82 | 2091.45 | 1769.56 | 2375.52      | 2089.56 | 2072.12 | 2179.07 | 3286.04      | 2805.42 | 2780.71 | 2857.39 |
| MEDIA       |                               |              |         |         | 1810.76 |              |         |         | 2175.17 |              |         |         | 3035.34 |
| TUKEY       |                               |              |         |         | *       |              |         |         | *       |              |         |         | *       |

Referencias: MEDIA: correspondiente al factorial, TUKEY: comparación múltiple de medias. \*: Significativo al 10 por ciento.

equivalentes a Q. 153.94 por hectárea; cuando se compara el tratamiento del agricultor con el mínimo rendimiento se obtiene una diferencia de 348.34 kilogramos de frijol por hectárea, equivalente a Q. 153.27 por hectárea a favor del agricultor. Al realizar una comparación múltiple de medias (Tukey) se tiene diferencia significativa entre tratamientos con la probabilidad de cometer error tipo I de 100 por ciento.

En la localidad El Jícaro, el máximo rendimiento medio se alcanza con 90 kilogramos de Nitrógeno por hectárea y cero kilogramos de Fósforo por hectárea, el mínimo rendimiento medio se obtiene con 60 y 60 kilogramos por hectárea de Nitrógeno y Fósforo respectivamente, el cual está abajo del rendimiento obtenido con el tratamiento del agricultor. Cuando se comparan los rendimientos máximo y mínimo, se tiene una diferencia de 965.77 kilogramos de frijol por hectárea, equivalente a Q. 424.94 por hectárea, mientras al comparar el máximo rendimiento con el del agricultor se tiene una diferencia de 621.33 kilogramos de frijol por hectárea, equivalente a Q. 273.39 por hectárea, cuando se compara el tratamiento del agricultor con el tratamiento que da origen al mínimo rendimiento medio se tiene una diferencia de 344.44 kilogramos de frijol por hectárea, equivalente a Q. 151.55 por hectárea a favor del agricultor. Al realizar una comparación múltiple de medias (Tukey), se tiene significancia entre tratamientos con la probabilidad de cometer error tipo I de 10 por ciento.

Al comparar las tres localidades en conjunto, se observa que tanto en El Retiro como en La Brea el máximo rendimiento medio se alcanza con 120 y 90 kilogramos por hectárea de Nitrógeno-Fósforo, en el Jícaro el máximo rendimiento se alcanza con 90 y 0 kilogramos por hectárea de nitrógeno-Fósforo. Así mismo en las tres localidades hay al menos un rendimiento de los tratamientos del factorial que está por abajo del rendimiento obtenido con el tratamiento del agricultor y el retorno de capital es mayor con el tratamiento de mayor rendimiento que con el tratamiento del agricultor.

#### 4.3.2 Análisis de varianza:

En el cuadro 13 se presenta el análisis de varianza por localidad, en donde se involucra el factorial y el desglosamiento del mismo a través de los polinomios ortogonales para encontrar curvas de respuesta y determinar los máximos económico y fisiológico.

En el cuadro 13 puede apreciarse que estadísticamente con la probabilidad de cometer error tipo I de 10 por ciento, existe diferencia significativa entre tratamientos para las tres localidades. En lo que a El Retiro se refiere no existe significancia entre repeticiones, lo cual indica que un diseño completamente al azar también hubiera sido funcional, así mismo únicamente existe significancia para Nitrógeno, teniendo una respuesta tipo lineal, en cuanto a Fósforo éste no reporta significancia, lo cual correlaciona con el análisis de suelo, reportando 7,5 partes por millón, el cual está arriba del nivel crítico para granos básicos. La contribución relativa de las fuentes de variación a la suma de cuadrados total, es como a continuación sigue: repeticiones 6.53 por ciento, tratamientos 52.72 por ciento y error 40,75 por ciento, para un total de 100 por ciento. Como puede observarse, la contribución de los tratamientos es mayor que el error, por lo cual existe diferencia entre tratamientos, la magnitud del error produce un coeficiente de variación de 12.68 por ciento, el cual indica buen manejo del experimento de campo.

En La Brea existe diferencia significativa entre repeticiones, lo cual indica que el diseño utilizado fue el adecuado, así mismo existe respuesta a Nitrógeno y Fósforo únicamente a nivel de interacción, lo cual correlaciona con el análisis de suelo, ya que éste está abajo del nivel crítico (4.17 partes por millón). En el desglosamiento de la interacción existe la tendencia de respuesta lineal-lineal a Nitrógeno-Fósforo, lo cual se comprobará tanto gráfica como estadísticamente a través del modelo de regresión múltiple:  $Y = b_0 + b_1N + b_2P + B_{12}NP$ . La contribución relativa de las fuentes de variación es como a continuación sigue: repeticiones 9,41 por ciento, tratamientos 43.09 por ciento y error 47.50 por ciento para un 100 por ciento. La magnitud del error produce un coeficiente de variación de 11,09 por

CUADRO 13 ANALISIS DE VARIANZA POR LOCALIDAD REFERIDO AL PESO EQUIVALENTE DE FRIJOL PARA EL SISTEMA MAIZ-SORGO, QUESADA, JUTIAPA, 1983

| FUENTES DE VARIACION          | GRADOS DE LIBERTAD | CUADRADOS  |      | MEDIOS               |      |                        |      |
|-------------------------------|--------------------|------------|------|----------------------|------|------------------------|------|
|                               |                    | EL RETIRO  | SIGN | LA BREA              | SIGN | EL JICARO              | SIGN |
| REPETICIONES                  | 2                  | 126529.12  | NS   | 173327.87            | *    | 207006.81              | NS   |
| TRATAMIENTOS                  | 15                 | 136448.57  | *    | 105566.44            | *    | 303674.15              | *    |
| NITROGENO                     | 3                  | 428397.29  | *    | 90667.92             | NS   | 482199.97              | *    |
| EFFECTO LINEAL                | 1                  | 1103876.30 | *    |                      |      | 103737.11              |      |
| EFFECTO CUADRATICO            | 1                  | 101159.93  | NS   |                      |      | 20033.66               |      |
| EFFECTO CUBICO                | 1                  | 80155.61   | NS   |                      |      | 1322829.11             | *    |
| FOSFORO                       | 3                  | 20011.58   | NS   | 24585.31             | NS   | 342061.03              | NS   |
| EFFECTO LINEAL                | 1                  |            |      |                      |      |                        |      |
| EFFECTO CUADRATICO            | 1                  |            |      |                      |      |                        |      |
| EFFECTO CUBICO                | 1                  |            |      |                      |      |                        |      |
| NITROGENO X FOSFORO           | 9                  | 77944.66   | NS   | 137526.32            | *    | 231369.91              | NS   |
| N. LINEAL X P. LINEAL         | 1                  |            |      | 316202.61            | *    |                        |      |
| N. LINEAL X P. CUADRATICO     | 1                  |            |      | 149990.00            | NS   |                        |      |
| N. LINEAL X P. CUBICO         | 1                  |            |      | 60663.94             | NS   |                        |      |
| N. CUADRATICO X P. LINEAL     | 1                  |            |      | 268752.06            | NS   |                        |      |
| N. CUADRATICO X P. CUADRATICO | 1                  |            |      | 232302.58            | NS   |                        |      |
| N. CUADRATICO X P. CUBICO     | 1                  |            |      | 15.95                | NS   |                        |      |
| N. CUBICO x P. LINEAL         | 1                  |            |      | 56919.68             | NS   |                        |      |
| N. CUBICO X P. CUADRATICO     | 1                  |            |      | 16808.63             | NS   |                        |      |
| N. CUBICO X P. CUBICO         | 1                  |            |      | 136081.44            | NS   |                        |      |
| ERROR                         | 30                 | 52736.16   |      |                      |      |                        |      |
| TOTAL                         | 47                 | 82593.01   |      | 58217.66<br>78227.28 |      | 172235.82<br>215663.84 |      |

Referencias: SIGN = significancia al 10%. \*- significativo. NS= no significativo.

ciento, el cual es un índice de buen manejo.

Para la localidad El Jícaro no hay significancia entre repeticiones, lo que implica que un diseño completamente al azar también hubiera funcionado, así mismo únicamente hay respuesta a Nitrógeno y al desglosar el mismo se observa que es de tipo cúbico, lo cual se comprobará tanto gráfica como matemáticamente a través del modelo  $y = gx^3 + bx^2 + cx + d$ . Como se mencionó no hay respuesta a Fósforo, lo cual no concuerda con el análisis de suelo, ya que éste reporta Fósforo abajo del nivel crítico (3 partes por millón), la contribución de las fuentes de variación a la suma de cuadrados total, es como sigue: repeticiones 4,09 por ciento, tratamientos 44,95 por ciento y error 50,97 por ciento, para un total de 100 por ciento. Analizando los datos obtenidos se observa que la contribución del error a la suma de cuadrados total es mayor que la de los tratamientos, por lo cual únicamente hay respuesta Nitrógeno, la contribución del error al coeficiente de variación es de 13,67 por ciento, el cual indica que el experimento fue bien manejado.

#### 4.3.3 Gráficas y modelos estadísticos con base a resultados del análisis de varianza:

##### 4.3.3.1 El Retiro:

De acuerdo a la figura 10 podemos observar que efectivamente se observa una tendencia lineal del Nitrógeno, lo cual correlaciona con el análisis de varianza y se evidencia al promediar y graficar el rendimiento en cada nivel de nitrógeno para obtener un sólo gráfico.

##### 4.3.3.2 La Brea:

De acuerdo a la figura 11 podemos observar que los rendimientos son superiores cuando el Nitrógeno tiene un valor de 120 kilogramos por hectárea y el Fósforo 90 kilogramos por hectárea, el modelo estadístico y sus respectivos coeficientes es como sigue:  $Y = 1655.4 + 1.75175 N - 4.1253 P + 0.06211 NP$ .

P  
E  
S  
O  
  
E  
Q  
U  
I  
V  
A  
L  
E  
N  
T  
E

Kg/ha.

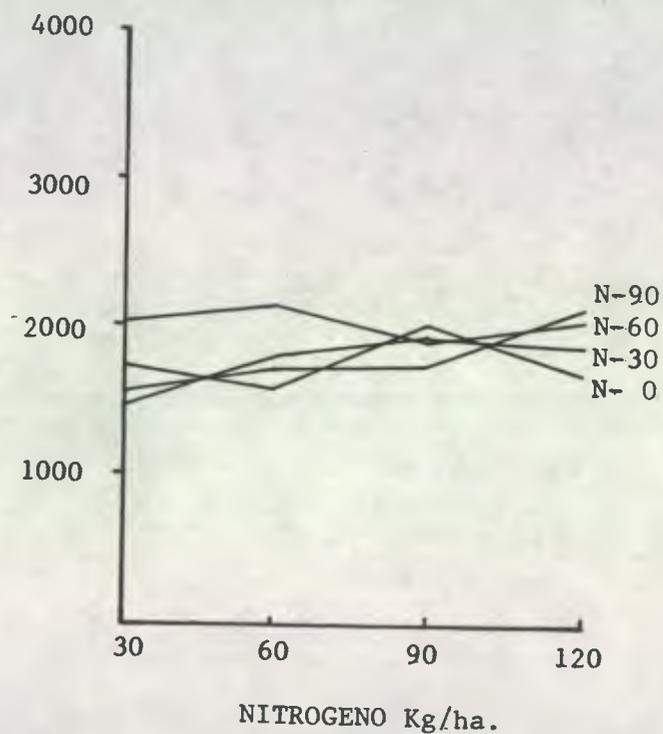


FIGURA 10. GRAFICOS DE MADIAS DE RENDIMIENTO EN FUNCION DE PESO EQUIVALENTE, EL RETIRO, QUESADA, JUTIAPA 1983.

P  
E  
S  
O  
  
E  
Q  
U  
I  
V  
A  
L  
E  
N  
T  
E

Kg/ha.

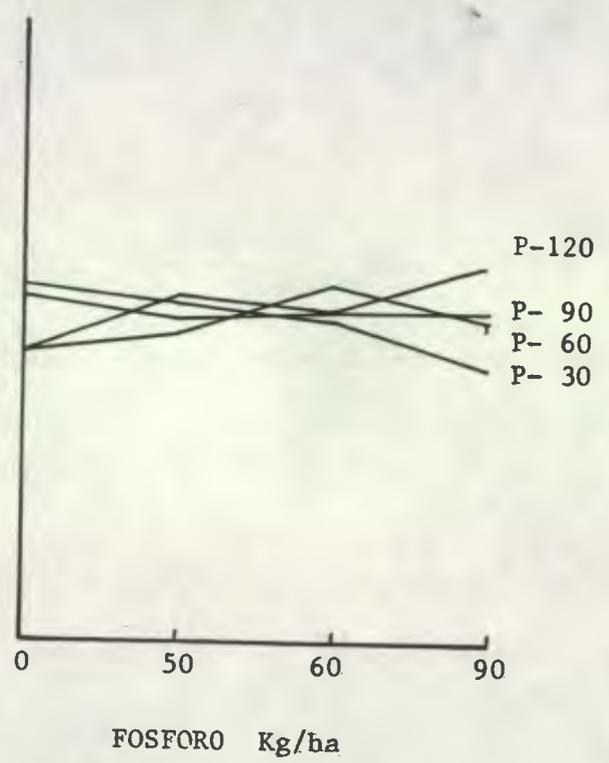
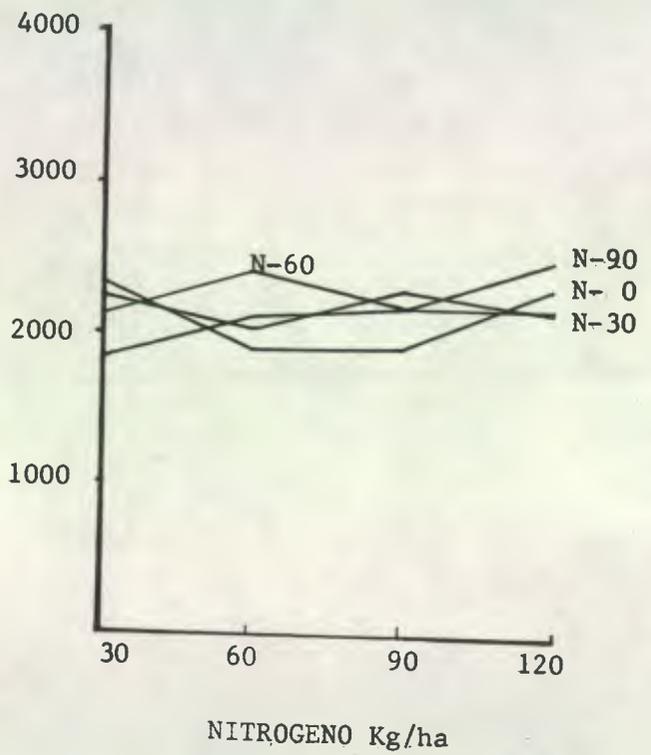


FIGURA 11. GRAFICOS DE MEDIAS DE RENDIMIENTO EN FUNCION DE PESO EQUIVALENTE, LA BREA, QUESADA, JUTIAPA 1983.

4.3.3.3 El Jícaro:

De acuerdo a la figura 12, se observa que efectivamente existe un -- efecto cúbico cuando Fósforo vale cero, cuyo modelo matemático es como si-- gue:

$$Y = 0.02 x^3 - 3.99 x^2 + 215.81 x - 188.9$$

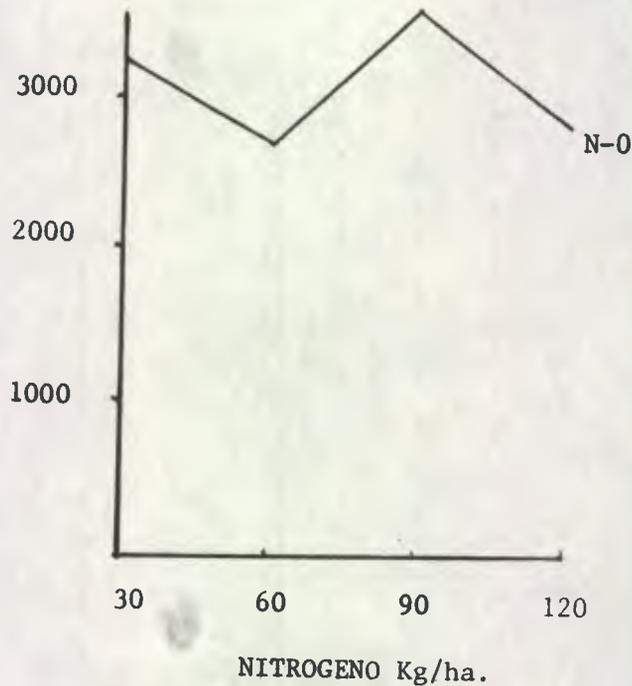


FIGURA 12. GRAFICO DE MEDIAS DE RENDIMIENTO EN FUNCION DEL PESO EQUIVALENTE, EL JICARO, QUESADA, JUTIAPA, 1983.

#### 4.3.4 Análisis económico:

Al igual que en el sistema maíz-frijol-sorgo, el análisis económico para el sistema frijol-sorgo se realizó para dos tipos de capital, cada uno siguiendo una metodología específica.

##### 4.3.4.1 Dosis óptima económica para capital ilimitado (DOECI)

Para la localidad El Retiro, únicamente hay respuesta a Nitrógeno y a de carácter lineal. Este elemento no define el óptimo fisiológico entre el espacio de exploración, por lo cual la dosis óptima económica coincide con el extremo de la curva, la cual corresponde a 120 kilogramos de nitrógeno por hectárea. El hecho que no exista respuesta a Fósforo implica que no hay un óptimo fisiológico y un óptimo económico para capital ilimitado de este elemento.

Para la localidad La Brea existe respuesta a Nitrógeno y Fósforo, ambas de tipo lineal y tampoco se define el nivel óptimo fisiológico de N-P para el sistema, por consiguiente el nivel óptimo económico coincide con el extremo de la curva, el cual corresponde a 120 y 90 kilogramos por hectárea de Nitrogeno-Fósforo respectivamente.

En el caso de la localidad El Retiro únicamente hay respuesta a Nitrógeno, la cual es de tipo cúbico en donde el rendimiento es máximo a un nivel de 30 kilogramos por hectárea y coinciden la dosis óptima económica y el óptimo fisiológico. Al realizar un análisis en conjunto para definir una sola DOECI, se tienen los niveles 90-90 kilogramos por hectárea de Nitrógeno y Fósforo respectivamente.

##### 4.3.4.2 Dosis óptima económica para capital limitado (DOECL)

Siguiendo la metodología propuesta por Perrin et al y de acuerdo al cuadro 14 se tiene que para la localidad El Retiro, la dosis óptima económica lo define el nivel 30-0, con un ingreso neto de Q. 294.53 por hectárea, el cual es el inmediato inferior al nivel 90-0, que tiene un ingreso neto de Q. 295.98, mayor costo variable y la tasa de retorno de capital es mínima (3.10 por ciento).

En el cuadro 15 se presenta el análisis económico para la localidad - La Brea, de acuerdo éste, la dosis óptima económica la define el nivel 30-0 que reporta un ingreso neto de Q. 397.21 por hectárea, el costo variable es de Q. 23.70 por hectárea, además es de hacer notar que al realizar el análisis de dominancia es el único nivel que queda libre, ya que reporta el mayor ingreso neto y el menor costo variable, por consiguiente no tiene comparadores para definir la Tasa Marginal de Retorno al Capital.

En el cuadro 16 se presenta el análisis económico de la localidad El Jícaro, de acuerdo a éste, nuevamente el nivel 30-0 de Nitrógeno-Fósforo de fine la dosis óptima económica, ya que como se puede notar tiene una dife--rencia de ingreso neto de Q. 14.71 por hectárea respecto al inmediato superior y un decremento de Q. 47.40 por hectárea por concepto de costo variable, la Tasa Marginal de Retorno de Capital del inmediato superior no es atractiva, ya que es menos del 40 por ciento (31 por ciento). Al realizar un análisis en conjunto para definir una sola DOECL, se tienen los niveles de 30-0 kilogramos por hectárea de Nitrógeno-Fósforo respectivamente, lo cual nos indica que con ese nivel se tiene el mayor ingreso neto promedio y un menor costo variable promedio respecto a los tratamientos dominados

Así mismo para cada localidad se definió la curva de beneficios netos, las cuales se pueden observar en la figura 13.

CUADRO 15 ANALISIS DE DOMINANCIA Y ANALISIS MARGINAL DE TRATAMIENTOS NO DOMINADOS PARA EL RETIRO, QUESADA, JUTIAPA, 1983

| ANALISIS DE DOMINANCIA |                 |               |                     |   | ANALISIS MARGINAL DE TRATAMIENTOS NO DOMINADOS |                        |         |                |                         |                           |       |
|------------------------|-----------------|---------------|---------------------|---|--|------------------------|---------|----------------|-------------------------|---------------------------|-------|
| INGRESO NETO Q/Ha      | NITROGENO Kg/Ha | FOSFORO Kg/Ha | COSTO VARIABLE Q/Ha | D | INGRESO NETO                                   | TRATAMIENTOS NITROGENO | FOSFORO | COSTO VARIABLE | INCREMENTO INGRESO NETO | INCREMENTO COSTO VARIABLE | TMRC  |
| 294.53                 | 30              | 0             | 23.70               | * | 295.98   | 90                     | 0       | 71.10          | 1.45                    | 47.4                      | 0.031 |
| 240.11                 | 60              | 0             | 47.40               | d | 294.53   | 30                     | 0       | 23.70          |                         |                           |       |
| 295.98                 | 90              | 0             | 71.10               | * |  |                        |         |                |                         |                           |       |
| 214.42                 | 120             | 0             | 94.80               | d |  |                        |         |                |                         |                           |       |
| 220.19                 | 30              | 30            | 45.30               | d |  |                        |         |                |                         |                           |       |
| 261.04                 | 60              | 30            | 69.00               | d |  |                        |         |                |                         |                           |       |
| 261.98                 | 90              | 30            | 92.70               | d |  |                        |         |                |                         |                           |       |
| 227.83                 | 120             | 30            | 116.40              | d |  |                        |         |                |                         |                           |       |
| 215.42                 | 30              | 60            | 66.90               | d |  |                        |         |                |                         |                           |       |
| 235.22                 | 60              | 60            | 90.60               | d |  |                        |         |                |                         |                           |       |
| 267.56                 | 90              | 60            | 114.30              | d |  |                        |         |                |                         |                           |       |
| 221.28                 | 120             | 60            | 138.00              | d |  |                        |         |                |                         |                           |       |
| 185.34                 | 30              | 90            | 88.50               | d |  |                        |         |                |                         |                           |       |
| 195.71                 | 60              | 90            | 112.20              | d |  |                        |         |                |                         |                           |       |
| 188.75                 | 90              | 90            | 135.90              | d |  |                        |         |                |                         |                           |       |
| 234.82                 | 120             | 90            | 159.60              | d |  |                        |         |                |                         |                           |       |
| 237.31                 | 80              | 26            | 81.92               | d |  |                        |         |                |                         |                           |       |

Referencias: D= Dominancia, d= dominado, \*= no dominado, TMRC = Tasa Marginal de Retorno de Capital.

CUADRO 16 ANALISIS DE DOMINANCIA Y ANALISIS MARGINAL DE TRATAMIENTOS NO DOMINADOS PARA LA BREA, QUESADA, JUTIAPA, 1983

| INGRESO<br>NETO<br>Q/Ha | ANALISIS DE DOMINANCIA |                  |                           |   | ANALISIS MARGINAL DE TRATAMIENTOS NO DOMINADOS |           |         |                   |                               |                                 |      |
|-------------------------|------------------------|------------------|---------------------------|---|--|-----------|---------|-------------------|-------------------------------|---------------------------------|------|
|                         | NITROGENO<br>KzHa      | FOSFORO<br>Kg/Ha | COSTO<br>VARIABLE<br>Q/Ha | D | TRATAMIENTOS                                   |           |         |                   | INCREMENTO<br>INGRESO<br>NETO | INCREMENTO<br>COSTO<br>VARIABLE | TMRC |
|                         |                        |                  |                           |   | INGRESO<br>NETO                                | NITROGENO | FOSFORO | COSTO<br>VARIABLE |                               |                                 |      |
| 397.21                  | 30                     | 0                | 23.70                     | * | 397.21   | 30        | 0       | 23.70             | NO HAY COMPARADOR             |                                 |      |
| 298.77                  | 60                     | 0                | 47.40                     | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 270.41                  | 90                     | 0                | 71.10                     | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 324.03                  | 120                    | 0                | 94.80                     | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 360.10                  | 30                     | 30               | 45.30                     | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 300.67                  | 60                     | 30               | 69.00                     | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 325.56                  | 90                     | 30               | 92.70                     | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 276.27                  | 120                    | 30               | 116.40                    | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 318.04                  | 30                     | 60               | 66.90                     | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 341.70                  | 60                     | 60               | 90.60                     | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 278.84                  | 90                     | 60               | 114.30                    | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 257.21                  | 120                    | 60               | 138.00                    | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 241.76                  | 30                     | 90               | 88.50                     | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 270.30                  | 60                     | 90               | 112.20                    | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 260.53                  | 90                     | 90               | 135.90                    | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 296.62                  | 120                    | 90               | 159.60                    | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |
| 311.18                  | 80                     | 26               | 81.92                     | d |  |           |         |                   |                               |                                 |      |

Referencias: D= dominancia, d= dominado, \*= no dominado, TMRC = Tasa Marginal de Retorno de Capital.

CUADRO 17 ANALISIS DE DOMINANCIAS Y ANALISIS MARGINAL DE TRATAMIENTOS NO DOMINADOS PARA EL JICARO, QUESADA, JUTIAPA, 1983

| INGRESO<br>NETO<br>Q/Ha | ANALISIS DE DOMINANCIAS |                  |                           |                 | D  | ANALISIS MARGINAL DE TRATAMIENTOS NO DOMINADOS |         |                   |                 |                   | TMRC |
|-------------------------|-------------------------|------------------|---------------------------|-----------------|----|--|---------|-------------------|-----------------|-------------------|------|
|                         | NITROGENO<br>Kg/Ha      | FOSFORO<br>Kg/Ha | COSTO<br>VARIABLE<br>Q/Ha | INGRESO<br>NETO |    | TRATAMIENTOS                                   |         |                   | INCREMENTO      | INCREMENTO        |      |
|                         |                         |                  |                           |                 |    | NITROGENO                                      | FOSFORO | COSTO<br>VARIABLE | INGRESO<br>NETO | COSTO<br>VARIABLE |      |
| 559.79                  | 30                      | 0                | 23.70                     | 574.50          | 90 | 0  | 71.10   | 14.71             | 47.40           | 0.31              |      |
| 443.03                  | 60                      | 0                | 47.40                     | 559.79          | 30 | 0  | 23.70   |                   |                 |                   |      |
| 574.50                  | 90                      | 0                | 71.10                     |                 |    |  |         |                   |                 |                   |      |
| 412.50                  | 120                     | 0                | 94.80                     |                 |    |  |         |                   |                 |                   |      |
| 553.61                  | 30                      | 30               | 45.30                     |                 |    |  |         |                   |                 |                   |      |
| 423.84                  | 60                      | 30               | 69.00                     |                 |    |  |         |                   |                 |                   |      |
| 470.98                  | 90                      | 30               | 92.70                     |                 |    |  |         |                   |                 |                   |      |
| 521.28                  | 120                     | 30               | 116.40                    |                 |    |  |         |                   |                 |                   |      |
| 410.22                  | 30                      | 60               | 66.90                     |                 |    |  |         |                   |                 |                   |      |
| 380.78                  | 60                      | 60               | 90.60                     |                 |    |  |         |                   |                 |                   |      |
| 478.78                  | 90                      | 60               | 114.30                    |                 |    |  |         |                   |                 |                   |      |
| 334.02                  | 120                     | 60               | 138.00                    |                 |    |  |         |                   |                 |                   |      |
| 465.59                  | 30                      | 90               | 88.50                     |                 |    |  |         |                   |                 |                   |      |
| 432.99                  | 60                      | 90               | 112.20                    |                 |    |  |         |                   |                 |                   |      |
| 413.01                  | 90                      | 90               | 135.90                    |                 |    |  |         |                   |                 |                   |      |
| 419.88                  | 120                     | 90               | 159.60                    |                 |    |  |         |                   |                 |                   |      |
| 451.59                  | 86                      | 26               | 81.92                     |                 |    |  |         |                   |                 |                   |      |

Referencias: D= dominancia, d= dominado, \*= no dominado, TMRC = Tasa Marginal de Retorno de Capital.

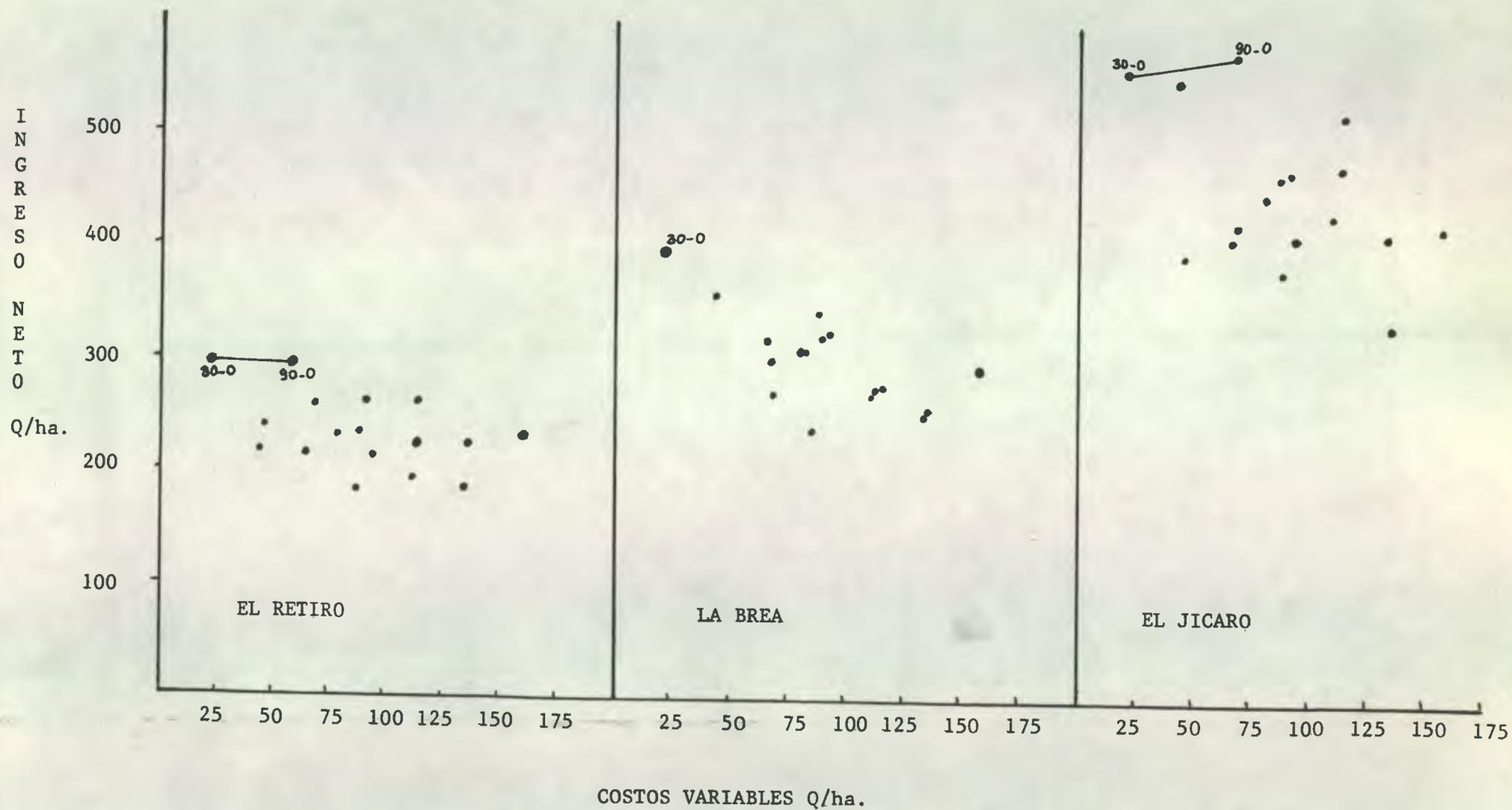


FIGURA 13. CURVA DE BENEFICIOS NETOS POR LOCALIDAD PARA EL SISTEMA FRIJOL-SORGO, QUESADA, JUTIAPA

## 5. CONCLUSIONES

### 5.1 Sistema maíz-frijol-sorgo:

- 5.1.1 Estadísticamente entre el espacio de exploración estudiado para Nitrógeno y Fósforo, no se define el nivel óptimo fisiológico y el nivel óptimo económico para capital ilimitado de estos elementos, en las tres localidades estudiadas en el municipio de Jutiapa.
- 5.1.2 Estadísticamente con la probabilidad de cometer error tipo I de 10 por ciento, se acepta parcialmente la hipótesis tres, debido a que únicamente en la localidad de Amayo Sitio se define un óptimo fisiológico y económico ilimitado, el cual tiene un efecto cúbico y equivale a 45 kilogramos de Fósforo por hectárea.
- 5.1.3 La dosis óptima económica promedio para capital ilimitado (DOECI) - en este sistema, corresponde a 115 - 45 kilogramos por hectárea de Nitrógeno y Fósforo respectivamente.
- 5.1.4 La dosis óptima económica promedio para capital limitado (DOECL) en este sistema, corresponde a 83 - 30 kilogramos por hectárea de Nitrogeno y Fósforo respectivamente, con una tasa marginal de retorno de capital mayor del 40 por ciento.
- 5.1.5 Existe correlación entre el análisis de suelo, la respuesta a Nitrogeno y/o Fósforo, tomando como base un nivel crítico de Fósforo - ajustado a 7 partes por millón.

## 5.2 Sistema frijol-sorgo:

- 5.2.1 Estadísticamente con la probabilidad de cometer error tipo I de 10 por ciento, entre el espacio de exploración estudiado para Nitrógeno y Fósforo, no se definen los niveles óptimos fisiológico y económico para capital ilimitado (DOECI) de estos elementos en las localidades estudiadas.
- 5.2.2 Estadísticamente con la probabilidad de cometer error tipo I de 10 por ciento, se acepta parcialmente la hipótesis tres, debido a que únicamente en la localidad El Jícaro se define un óptimo fisiológico y económico ilimitado, el cual tiene un efecto cúbico y corresponde a 30 kilogramos de Nitrógeno por hectárea.
- 5.2.3 La dosis óptima económica promedio para capital ilimitado (DOECI) en este sistema, corresponde a 90-90 kilogramos por hectárea de Nitrógeno y Fósforo respectivamente.
- 5.2.4 La dosis óptima económica promedio para capital limitado (DOECL) en este sistema, corresponde a 30-0 kilogramos por hectárea de Nitrógeno y Fósforo, con una tasa marginal de retorno de capital mayor del 40 por ciento.
- 5.2.5 Al igual que en el sistema maíz-frijol-sorgo, en este sistema existe correlación entre el análisis de suelo, la respuesta a Nitrógeno y/o Fósforo, tomando como base un nivel crítico de Fósforo equivalente a 7 partes por millón.

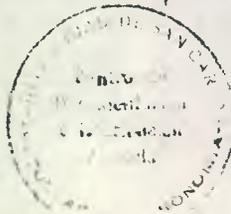
## 6. RECOMENDACIONES

1. Continuar evaluando ensayos de esta naturaleza, para que en el futuro se cuente con un muestreo más representativo en tiempo y espacio con la finalidad de darle mayor consistencia a la nueva alternativa tecnológica.
  
2. En futuros ensayos evaluar niveles de Nitrógeno y Fósforo que estén arriba de los espacios de exploración estudiados en cada sistema, para definir los óptimos fisiológico y económico ilimitado por sistema. Así mismo incluir niveles de Potasio para evaluarlos en cada sistema y correlacionarlos con el análisis de suelo para reajustar el nivel crítico de Fósforo y Potasio.
  
3. En base a la metodología de Perrins et al ( ) en futuros estudios deberá tenerse un testigo absoluto para tomarlo como punto de referencia, cuando se incluyen tratamientos contrastes adicionales a un factorial.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- AGUIRRE, J. y MIRANDA, H. Los sistemas de producción de frijol. San Salvador, El Salvador, IICA, 1973. 78 p.
- 2.- CASTAÑEDA, C.A. El concepto de sistemas en la integración del conocimiento a nivel de educación superior en agronomía y recursos naturales y renovables. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1980. 17 p. (Trabajo presentado en el seminario Inter-caribe sobre sistemas agrícolas; metodología de investigación. Ponte-a-pitre, Guadalupe, 5-9 mayo 1980).
- 3.- COCHRAN, W. Y COX, G. Diseños experimentales. Trad. por Centro de Estadística y Cálculo del Colegio de Post-graduado. Chapingo, México, Trillas, 1976, 661 p.
- 4.- COPIAS DEL curso de legislación rural. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. 56 p.
- 5.- CRUZ, J. DE LA. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1981. 42 p.
- 6.- GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. III Censo agropecuario nacional. Guatemala, 1981. v. 1, tomo 2.
- 7.- \_\_\_\_\_. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. PROGRAMA DE FRIJOL. Informe técnico anual. Guatemala, 1983. 129 p.
- 8.- \_\_\_\_\_. PROGRAMA DE MAIZ. Informe técnico anual. 1983. 144 p.
- 9.- \_\_\_\_\_. PROGRAMA DE SORGO. Informe técnico anual. Guatemala, 1983. 165 p.
- 10.- \_\_\_\_\_. Registro de precipitación pluvial y temperatura para el área piloto de ICTA, Guatemala, Jutiapa, ICTA. 1982. 4 p.
- 11.- HART, R. D. Agroecosistemas; conceptos básicos. Turrialba Costa Rica, CATIE, 1980. 211 p.
- 12.- HEER, C. Porqué el agricultor realiza la asociación de cultivos en tres aldeas del departamento de Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. 52 p.

- 13.- HEER, C. y VIANA, A. Resultados del sondeo-encuesta para caracterizar los sistemas de cultivo en el área de acción del ICTA, Guatemala, Jutiapa, ICTA, 1983. 10 p.
- 14.- KASS, D. Sistemas de cultivo anuales en Guatemala; una primera aproximación. In Reunión anual del PCCMCA 26a. Guatemala, 24-28 Marz. 1984. Memoria. Guatemala, ICTA, 1980. pp 435 - 441. v. 4
- 15.- LEON, C. DE WYLD, J. Y HILDEBRAND, P. Alcance geográfico de los sistemas de cultivo en el área piloto del ICTA. Guatemala, Jutiapa, ICTA, 1977. 19 p.
- 16.- ORTIZ, R. Agrosistemas, un diseño práctico y eficiente en el diseño de recomendaciones para la producción de cultivos. s,d,e. 29 p.
- 17.- PELAEZ, J. Análisis agrosocioeconómico de los cultivos de maíz, frijol y sorgo en Jutiapa. Tesis Ing. Agr, Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1979. 40 p.
- 18.- PERRIN, R. et al. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. México, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, 1976. 54 p.
- 19.- RUANO, S. Investigación agrosocioeconómica en sistemas de cultivo. Guatemala, ICTA, 1982. 81 p.
- 20.- SIMMONS, CH., TARRANO, J. M. Y PINTO, H. H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.
- 21.- SNEDECOR, G. Y COCHRAN, W. Métodos estadísticos. México, Compañía Editorial Continental, 1978. 703 p.
- 22.- SOLIS, M. Niveles de fertilización con nitrógeno y fósforo en el sistema asociado maíz-frijol de primera en cuatro localidades y frijol de segunda en cuatro localidades de Jutiapa. Tesis Ing. Agr, Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1980. 48 p.
- 23.- VALLE, R. DEL. Efecto de la fertilización de NPK en el sistema maíz-frijol asociados, bajo condiciones del Valle de Monjas Jalapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1975. 41 p.



Yo P...  
 C. Ramirez

ANEXO I POSICION FISIOGRAFICA, MATERIAL MADRE Y CARACTERISTICAS DE LOS PERFILES DE LOS CAMPOS EXPERIMENTALES.  
JUTIAPA, 1983

| Serie   | Material madre                                  | Relieve                          | Drenaje interno | Suelo superficial  |                                      |                    | Subsuelo    |              |           |                    |
|---------|---|----------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------|-------------|--------------|-----------|--------------------|
|         |   |                                  |                 | Color              | Textura y consistencia               | Espesor aproximado | Color       | Consistencia | Textura   | Espesor aproximado |
| CULMA   | Lahar con un contenido alto de material máfico. | Ondulado a fuertemente ondulado. | bueno           | café oscuro        | franco arcillosa, pedregosa, friable | 25.30 cms          | café rojizo | friable      | arcillosa | 40.60 cms          |
| MONGOY  | Lava máfica                                     | muy inclinado                    | regular         | café oscuro        | arcillo pedregosa; friable           | 15.30 cms          | café rojizo | friable      | arcillosa | 50.75 cms          |
| QUESADA | Ceniza volcánica cementada                      | casi plano a ondulado            | regular         | café rojizo oscuro | franco arcillosa; friable            | 25.40 cms          | café rojizo | friable      | arcillosa | 40.60 cms          |

FUENTE: Simmons et al ( 20)

ANEXO II. ANALISIS DE CARACTERIZACION DE MUESTRAS PROCEDENTES DE LOS CAMPOS EXPERIMENTALES, JUTIAPA  
1983

| LOCALIDAD   | % ARCILLA | pH  | % MO | CTI   | Ca    | Mg   | Na   | K    | H     | %SB   |
|-------------|-----------|-----|------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|
| EL RETIRO   | 25.77     | 5.7 | 0.75 | 23.60 | 10.95 | 5.43 | 0.28 | 0.57 | 6.37  | 73.01 |
| LA BREA     | 28.67     | 5.6 | 2.54 | 21.99 | 10.37 | 2.90 | 0.21 | 1.34 | 7.17  | 67.39 |
| EL JICARO   | 33.30     | 5.8 | 2.82 | 23.81 | 11.04 | 4.50 | 0.22 | 1.06 | 6.99  | 70.64 |
| AMAYO SITIO | 25.80     | 6.0 | 2.93 | 13.50 | 4.46  | 1.81 | 0.21 | 0.67 | 6.35  | 52.96 |
| IMPRESIONES | 39.79     | 6.1 | 3.61 | 31.50 | 13.38 | 3.48 | 0.22 | 0.97 | 13.45 | 57.30 |
| SAN ANTONIO | 30.37     | 6.2 | 3.28 | 35.24 | 17.14 | 5.21 | 0.29 | 2.05 | 6.14  | 82.58 |

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1845

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia .....

Asunto .....

.....

"IMPRIMASE"

A large, stylized handwritten signature in black ink.



ING. AGR. CESAR A. CASTANEDA S.  
D E C A N O