

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Facultad de Agronomía

NIVELES DE FERTILIZACION CON NITROGENO Y  
FOSFORO EN SISTEMA ASOCIADO, MAIZ - FRIJOL  
De PRIMERA en TRES LOCALIDADES y FRIJOL de  
SEGUNDA en CUATRO LOCALIDADES de JUTIAPA



TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva

de la Facultad de Agronomía de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

MELVIN AMADO SOLIS AZURDIA

Al conferírsele el título de  
Ingeniero Agrónomo

En el grado de  
Licenciado en Ciencias Agrícolas

Guatemala, Junio de 1980

01  
T(476)  
C. 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. Saúl Osorio Paz

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Dr. Antonio Sandoval Sagastume
VOCAL 1o.	Ing. Agr. Carlos Orlando Arjona
VOCAL 2o.	Ing. Agr. Salvador Castillo O.
VOCAL 3o.	Ing. Agr. Rudy Villatoro
VOCAL 4o.	P.A. Efraín Medina
VOCAL 5o.	Prof. Edgar Franco Rivera
SECRETARIO:	Ing. Agr. Carlos Salcedo

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN  
GENERAL PRIVADO

DECANO EN FUNCIONES	Dr. Antonio Sandoval Sagastume
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Marco Antonio Nájera Caal
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Oscar González
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Ricardo Miyares
SECRETARIO:	Ing. Agr. Carlos Salcedo

SECTOR PUBLICO AGRICOLA  
INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS

5a. Av. 12-31, Zona 9 - Edificio "El Cortez", 2o. y 3er. Niveles  
Teléfonos 321985 - 310581 - 67935  
Guatemala, C.A.

Jutiapa, Junio de 1980

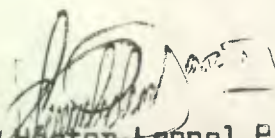
Señor  
Decano de la Facultad de Agronomía  
Dr. Antonio Sandoval y Sandoval  
Su Despacho

Señor Decano:

Tengo a bien dirigirme a usted para hacer de su conocimiento, que atendiendo a la designación que ese Decanato me hiciera, he ofrecido asesoría al universitario Melvin Amado Solís Azurdia para la elaboración de su tesis de grado titulada: NIVELES DE FERTILIZACION CON NITROGENO Y FOSFORO EN SISTEMA ASOCIADO MAIZ-FRIJOL DE PRIMERA EN TRES LOCALIDADES Y FRIJOL DE SEGUNDA EN CUATRO LOCALIDADES DE JUTIAPA.

Concluida la asesoría informo al señor Decano que considero el trabajo un verdadero aporte a la investigación agrícola de Guatemala, así como también una contribución. Por lo tanto augiero que este trabajo amerite una distinción de acuerdo a las normas establecidas en la Facultad de Agronomía.

Atentamente,

  
Ing. Agr. Héctor Leonel Pineda Martínez  
Delegado Subregional, Centro Producción  
Agrícola de Oriente. ICTA  
ASESUR

Colegiado No. 248



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal: No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia .....
Asunto .....

Guatemala,  
16 de junio de 1980

Dr. Antonio Sandoval  
Decano de la  
Facultad de Agronomía  
Presente

Apreciable Dr. Sandoval:

En atención a la designación que me hiciera el Decanato a su digno cargo, tengo el agrado de hacer de su conocimiento que conjuntamente con el Ing. Agr. Leonel Pineda M. procedí a asesorar al Maestro de Educación Primaria MELVIN AMADO SOLIS AZURDIA, en la elaboración de su trabajo de tesis titulado: "NIVELES DE FERTILIZACIÓN CON NITROGENO Y FOSFORO EN EL SISTEMA ASOCIADO MAIZ-FRIJOL DE PRIMERA EN TRES LOCALIDADES Y FRIJOL DE SEGUNDA EN CUATRO LOCALIDADES EN JUTIAPA.

En tal virtud opino que el trabajo de tesis desarrollado por el profesor Azurdia cumple con los requisitos que debe llenar toda tesis de graduación a nivel universitario y en consecuencia le sea aprobado para su defensa y discusión que el autor debe sostener en el Examen General Público en el acto de su graduación.

Sin otro particular me es grato suscribirme del Sr. Decano con muestras de consideración y aprecio.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

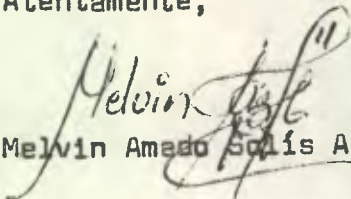
Ing. Agr. Salvador Castillo O.  
Coordinador de la Sub-Area de  
Manejo de Suelo-Agua  
ASESOR

Guatemala, Junio de 1980

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador

En cumplimiento de las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a vuestra consideración el trabajo de Tesis titulado: NIVELES DE FERTILIZACION CON NITROGENO Y FOSFORO EN SISTEMA ASOCIADO MAIZ - FRIJOL DE PRIMERA EN TRES LOCALIDADES Y FRIJOL DE SEGUNDA EN CUATRO LOCALIDADES DE JUTIAPA, como requisito previo para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,

  
Melvin Amado Solís Azurdia

TESIS Y ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES

Tomás B. Solís  
María D. Azurdia de Solís

A MIS HERMANOS

Elmar, Rubén, Horacio, Olga  
Leticia, Gloria Esperanza,  
Alba Melida y Luz Amparo.

A MIS CUÑADOS

Eduardo, Polo y Humberto

A MIS SOBRINOS

En general

A MIS FAMILIARES

En especial a César Adolfo  
Azurdia Ponce

A BEATRIZ

A MIS AMIGOS

Especialmente a Cony Palma  
Mario Macz, Leonel Pinèda,  
Martínez, y Jorge Marchorro

A LAS PERSONAS

Que en una u otra forma con  
tribuyeron a la realización  
de este trabajo

## AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi agradecimiento a las personas y entidades que contribuyeron a la realización del presente trabajo de tesis.

Al Ing. Agr. Leonel Pineda Martínez, por su gran ayuda y valiosos consejos en el asesoramiento y revisión del trabajo efectuado.

Al Ing. Agr. Salvador Castillo Orellana, por el asesoramiento y revisión del trabajo escrito.

Al Ing. Agr. José Angel Dávila, por la ayuda justa y necesaria en este trabajo.

Al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola - ICTA, principalmente al Centro de Producción Agrícola de Oriente.

Los datos presentados en este trabajo fueron obtenidos en el año 1979 cuando el autor estuvo en el curso de adies tramiento del Instituto de Ciencia y - Tecnología Agrícola. Dichos resultados son propiedad del Instituto.



## RESUMEN

En el Suroriente del país, principalmente Jutiapa y sus municipios se práctica el cultivo en asociación por la mayoría de agricultores, siendo una de las asociaciones más importantes la del maíz con frijol.

Respecto a rendimiento, no se obtiene lo que potencialmente se debiera obtener, debido a factores que influyen negativamente, pero que a través de su estudio puede identificárseles y encontrar una posible solución al efecto de éstos.

En la región mencionada se carece de trabajos anteriores sobre esta forma de cultivo, por lo que este estudio se efectuó con el objetivo principal de ensayar con fertilización conjugando diferentes niveles de nitrógeno y fósforo, y posiblemente determinar un óptimo económico.

Se tomaron dos épocas de siembra. En la primera época se evaluó maíz y frijol, pero en la segunda época se evaluó únicamente frijol debido a que la siembra de maíz en segunda casi no se práctica.

Las localidades para la primera época fueron Quesada, Jutiapa y El Progreso. A la segunda época las localidades correspondientes fueron Agua Blanca, Asunción Mita y Yupiltepeque.

Los resultados debidamente analizados muestran que el maíz responde mejor en rendimiento con altas fertilizaciones y baja respuesta a bajas fertilizaciones, por el contrario el frijol mostró bajos rendimientos a las más altas fertilizaciones y mejor rendimiento con las bajas fertilizaciones.

Algo que llama la atención es que la prueba de comparación de Medias de rendimiento mostró que en el caso de fertilización para maíz no se puede generalizar una recomendación, pues su comportamiento varía de acuerdo a la localidad; en cambio para frijol, si se puede generalizar una recomendación ya que cada tratamiento se comportó de forma similar en todas las localidades en estudio.

El nivel de fertilización óptimo económico encontrado fue de 50 Kg/Ha de nitrógeno y 50 Kg/Ha. de fósforo.

Observando en la primera época de siembra la influencia de los componentes de rendimiento se determinó que para maíz influyó positivamente el número de granos por mazorca y el peso promedio del grano; para frijol influyó positivamente el número de vainas por planta y el peso promedio del grano. Para la segunda época o sea para frijol influyó positivamente el peso promedio del grano.

- C O N T E N I D O -

	Página
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. Análisis bromatológico del maíz y frijol.....	3
2.2. Antecedentes de producción.....	4
2.3. Alternativas de fertilización.....	7
2.4. Antecedentes de fertilización.....	8
2.5. Sistemas de cultivo.....	9
2.6. Componentes de rendimiento.....	10
3. MATERIALES Y METODOS. ....	13
3.1. Materiales experimentales.....	13
3.2. Pesticidas.....	14
3.3. Fertilizantes.....	14
3.4. Sitios experimentales.....	14
3.5. Metodología experimental.....	15
3.6. Análisis estadístico.....	18
3.6.1. Análisis de varianza individual.....	18
3.6.2. Análisis de varianza combinado.....	19
3.6.3. Comparación de medias (Tukey).....	20
3.7. Análisis económico.....	
- Beneficio/Costo.....	
- Tasa marginal de retorno al capital.....	
4. RESULTADOS.....	21
4.1. Rendimiento.....	21
4.2. Análisis de varianza individual.....	26
4.3. Costos.....	30
4.4. Beneficio/Costo.....	30
4.5. Análisis combinado y Tukey.....	39
4.6. Correlación entre rendimiento y sus componentes....	42
5. CONCLUSIONES.....	44
6. RE COMENDACIONES.....	45
7. BIBLIOGRAFIA.....	46

## I. INTRODUCCION

Al hablar de granos básicos en Guatemala, inmediatamente se piensa en maíz y frijol. Estos granos son fuente de proteínas y carbohidratos a bajo costo y al alcance de gente de pocos recursos. Con los granos en mención viene a la mente la problemática de producción que existe en el país, la cual gira alrededor de factores que a través de la investigación agrónomica aplicada se pueden identificar y encontrar soluciones prácticas e inmediatas.

Ante el incremento constante del costo de los insumos utilizados en el proceso de producción, es necesario contar con mejores elementos de juicio para un aprovechamiento racional y adecuado de esos recursos, con el fin de incrementar la producción para lograr cubrir en parte la demanda existente.

Posiblemente uno de los aspectos más estudiados es la fertilización. Las investigaciones se han hecho en monocultivo sin llegar a profundizar en sistemas asociados; teniendo como consecuencia la escasez de datos que muestren el comportamiento del nitrógeno y el fósforo en maíz asociado con frijol, que es una de las asociaciones predominantes en la región de Jutiapa.

El presente trabajo se elaboró con el fin de observar el comportamiento de la asociación maíz - frijol bajo tratamientos con nitrógeno y fósforo a diferentes niveles para estudiar en una primera aproximación de fertilización. Es por ello que se hace notar, que no se pretende sacar una recomendación concluyente para la región, sino únicamente determinar el comportamiento del sistema asociado bajo diferentes ambientes en los cuales influyen factores del mencionado agrosistema (suelo, clima, altitud) que están fuera del control del hombre, ya que el manejo y la tecnología empleada, pueden usarse en diferentes ambientes por muy heterogéneos que éstos sean.

La investigación que se llevó a cabo, se realizó tomando en cuenta - los objetivos siguientes:

1. Ensayar diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en el sistema asociado maíz y frijol, para determinar la mejor respuesta de - acuerdo a las condiciones edáficas, topográficas y climáticas en tres localidades y la respuesta de frijol en siembra de segunda en cuatro localidades de Jutiapa.
2. Presentar un resultado general de acuerdo al producto de un análisis estadístico combinado que se obtenga de las localidades en estudio.

#### HIPOTESIS

El sistema maíz - frijol responderá a los niveles de fertilización - con nitrógeno y fósforo que se emplearán y podrá verse la interacción - que existe entre los diferentes niveles de fertilización y el sistema de cultivo. En consecuencia, es factible elevar los rendimientos actuales - empleando un nivel eficiente de nitrógeno y un nivel eficiente de fósforo.

## 2. REVISION DE LITERATURA

En investigaciones realizadas por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), el maíz constituye el alimento básico de la dieta alimenticia de la población guatemalteca, llenando hasta un 60 y 45 por ciento de la ingestión diaria de calorías y proteínas respectivamente.(27)

El frijol por su contenido de proteínas (de 18 a 25%) (3) y calorías (360 calorías por 100 gramos), constituye una fuente alimenticia que podría contribuir a la solución de los problemas nutricionales en los países con bajos ingresos. (9)

### 2.1. ANALISIS BRUMATOLOGICO DE MAIZ - FRIJOL

Las proporciones de los nutrimentos básicos y de calorías que contiene tanto el maíz como el frijol, están expresados de la siguiente forma. (8)

NUTRIMENTOS	100 GRAMOS DE MAIZ EN FORMA DE TORTILLA	100 GRAMOS DE FRIJOL
Prótidos	8.00 gramos	24.00 gramos
Hidrátos de carbono	52.00 gramos	47.50 gramos
Grasas	4.00 gramos	2.50 gramos
Calcio	0.11 gramos	0.11 gramos
Fósforo	0.096 gramos	0.00 gramos
Hierro	0.00 miligramos	8.00 miligramos
Vitamina A	975.00 UI	0.00 UI
Tiamina	0.19 miligramos	0.45 miligramos
Riboflavina	0.06 miligramos	0.35 miligramos
Acido nicotínico	0.96 miligramos	2.00 miligramos
Calorías	276.00	305.00

Fuente: Pagola, del Río, Bowes y Church. Prof. Platt

Tomado de: Max Pacay, Valerio. Revista Agronomía. (8)

## 2.2. ANTECEDENTES DE PRODUCCION

Se hace necesario aumentar la producción de maíz y frijol, debido a que las producciones que se obtienen son deficientes para el consumo interno del país, por una parte debido al incremento de la población y por otra al inadecuado manejo, teniendo como consecuencia que los rendimientos no son suficientes para cubrir las necesidades. Para corroborar lo anterior, en los cuadros 1 y 3 se aprecia el déficit que hay de estos granos respecto a las necesidades de consumo.

### CUADRO 1

PRODUCCION, CONSUMO APARENTE Y DEFICIT EN MAIZ.  
GUATEMALA 1970-1977. EXPRESADO EN MILES DE TON.  
METRICAS

A Ñ O S	PRODUCCION 1/	CONSUMO APARENTE 2/	DEFICIT
1970 /71	785.8	801.6	-15.8
1971 /72	747.3	762.2	-14.9
1972 /73	569.3	580.6	-11.3
1973 /74	848.8	800.4	+48.4
1974 /75	654.0		
1975 /76	983.3	1,064.3	-81.0
1976 /77	1,005.7	1,044.3 (E)	-38.6

(E) Estimado.

Fuente: 1/ Dirección General de Estadística y Censos de Guatemala y Organismos Estabilizadores de Precios.

2/ SIECA y Organismos Estabilizadores de Precios.

Tomado de: Tesis de Irving Paúl Tillmans. (21)

En frijol, se cuenta con un estudio (20) realizado en Jutiapa, en el cual también se aprecia la necesidad de incrementar la producción, cuyo resumen se presenta en el siguiente cuadro.

CUADRO 2

OFERTA Y DEMANDA DE FRIJOL EN GUATEMALA. CIFRAS EN  
TONELADAS METRICAS

CONCEPTO	AÑO AGRICOLA		
	1972-73	1973-74	1974-75
I. OFERTA NACIONAL			
-Producción	40,770	72,786	74,819
-Mermas y pérdidas (-)	2,030	3,639	3,140
-Disponibilidad para el consumo	38,732	64,147	71,079
II. DEMANDA TOTAL			
-Consumo humano	60,398	73,034	74,778
-Semilla	5,014	9,453	9,076
-Demanda total	65,412	82,487	83,854
III. DEFICIT (I-II)	26,684	13,340	12,775

Fuente: Sosa, Oscar Nery. Informe del Programa de Frijol.  
IGTA, Guatemala, 1975.

Tanto para maíz como para frijol, se aduce que el déficit en la producción se debe a varias causas; principalmente el uso de variedades poco rendidoras, con poca resistencia a las enfermedades del ambiente, al uso de suelos de baja fertilidad, a programas de fertilización inadecuados, al mal manejo del suelo y al inadecuado control de plagas, etc.

Para el cultivo del maíz, en 1974, encontramos que se dedicó un área de 612.670 hectáreas de terreno, obteniendo un rendimiento promedio de 1.15 Ton/Ha. (11)



En el cuadro 3 se muestran los rendimientos obtenidos en 1976-1977. Puede observarse que en 1976 los rendimientos fueron extremadamente bajos y por ende hubo una pérdida para los agricultores que usaron el sistema de asociación maíz - frijol. En 1977 los rendimientos mejoraron respecto a 1976; no hubo un beneficio económico alto, pero se reporta un ingreso neto de Q. 1.68. (5)

## CUADRO 3

RENDIMIENTO DE LA ASOCIACION MAIZ-FRIJOL EN qq/Mz.  
JUTIAPA, 1976-1977

CULTIVO	AÑO AGRICOLA	
	1976	1977
Maíz	4.64	15.36
Frijol	3.84	5.99

Fuente: SER /ICTA. 1976-1977.

Estos resultados se ven influidos por factores limitantes, unos de los cuales ya se mencionaron, pero algo que incide en forma directa, es la fertilización cuya práctica no es generalizada en la región; sin embargo, como podemos ver en el Cuadro 4 va en aumento.

## CUADRO 4

INVERSION EN INSUMOS EXPRESADO EN Q/Mz.  
JUTIAPA, 1976 - 1977

INSUMO	AÑO AGRICOLA	
	1976	1977
SEMILLA:		
Maíz	2.24	2.92
Frijol	18.48	8.39
FERTILIZANTE	5.28	23.26
INSECTICIDA		0.91
HERBICIDA		

Fuente: SER /ICTA. 1976-1977

Puede observarse que en 1977 disminuyó la inversión en semilla, posiblemente debido a que los agricultores usan la producida por ellos mismos en años anteriores; pero la inversión en fertilizante aumentó fuertemente en relación a 1976. (5) Pero pese a que año con año se incrementa la fertilización, no es eficiente debido a que en algunos casos el agricultor aplica fertilizante pero en cantidades limitadas, con el fin de minimizar sus costos de producción sin tomar en cuenta la producción para su rentabilidad; otras veces aplica fertilizante en exceso, lo cual incrementa sus costos y reduce lógicamente su rentabilidad.

### 2.3. ALTERNATIVAS DE FERTILIZACION

Entre las alternativas de fertilización que tienen los agricultores de Jutiapa, pueden citarse tres: dos de las cuales provienen de ICTA.

1. Recomendación que el agricultor obtiene al efectuar el análisis de suelo.
2. Recomendación que dan los programas de investigación y que puede obtenerse de los técnicos de ICTA o bien leyendo las diversas publicaciones del Instituto.
3. La forma propia de fertilizar del agricultor.

Las recomendaciones dadas por el laboratorio de suelos de ICTA u otro laboratorio particular, son específicas para sitios donde fueron tomadas las muestras, pero muchas de ellas carecen del apoyo de investigaciones locales y recientes en el campo. Las recomendaciones que dan los programas tienen la base experimental pero carecen de precisión, debido a que éstas se dan para una región que es heterogénea en cuanto a suelos, precipitación y el área es relativamente grande.

De las recomendaciones provenientes del ICTA, no se ha determinado cual es la mejor, porque nunca se ha probado en un mismo ensayo, no se han comparado estas dos recomendaciones con la que usa el agricultor, y ni las tres se han aplicado a diferentes poblaciones. Además ICTA se enfocó sus

estudios únicamente hacia monocultivo, existiendo recomendaciones solo para este sistema y cuando se hace necesario recomendar para un sistema en asociación; cada programa (maíz, frijol, sorgo, etc.) da su propia recomendación por separado. (16)

#### 2.4. ANTECEDENTES DE FERTILIZACION

ICTA ha realizado estudios sobre fertilización con nitrógeno y fósforo, pero únicamente se reporta para monocultivo. Se informa que en 1974 (14) - se evaluó en Jutiapa, tres fuentes de nitrógeno, en tres niveles y la mejor fue la Urea a razón de 60 Kg/Ha. Ese mismo año se probaron diferentes niveles de N y P en frijol, con la variedad Negro Jalpatagua, y los mejores tratamientos fueron 60 Kg/Ha. de nitrógeno y 40 Kg/Ha. de fósforo aplicados al momento de la siembra.

En 1975, el Programa de Frijol evaluó en tres localidades de Jutiapa - diferentes fuentes y épocas de aplicación de N, P y K. La Urea fue la mejor fuente de nitrógeno, no hubo respuesta al K y el P no se reporta.

En 1976, siempre en frijol se estudió el efecto de la respuesta al fósforo; se usaron cuatro fuentes y dos épocas de aplicación; los resultados - indicaron que 40 Kg/Mz. de nitrógeno y 30 Kg/Mz. de fósforo aplicados al momento de la siembra, dieron los mejores rendimientos, en bandas o en surcos. (14)

Masaya, citado en los resultados del Plan Operativo de 1978, dice que contempló fertilización y densidades de población, y recomendó 40 Kg/Ha. de nitrógeno y más de 100 Kg. de fósforo para obtener respuesta, con una población de 300 mil plantas por hectárea a razón de 45 cms. entre surcos y 7 cms. entre plantas de frijol.

No se puede afirmar en forma concluyente qué recomendación es la más acertada, pues aún falta investigar; sin embargo se han fijado parámetros de estudio para nitrógeno entre los 40 a 60 Kg/Ha. y para fósforo de 30 a más Kg/Ha.

En cuanto a maíz, el informe de resultados de Adiestramiento y Prueba de Tecnología de ICTA en 1978 (18) respecto a los trabajos efectuados en la región de Jutiapa, indican que de 1974 a 1976 ICTA ha hecho una serie de ensayos con diferentes dosis y épocas de aplicación de fertilizante, en las cuales, aplicaciones de fertilizante nitrogenado (Urea), en dosis de 60 a 75 Kg/Ha. fueron las más efectivas. Así mismo, ensayando con densidades y niveles de fertilización en 1975, se observó que "no se pudo esperar un rendimiento mayor solo modificando densidades sin alterar niveles de fertilización". (18)

En la asociación maíz - frijol, la Disciplina de Socioeconomía Rural del ICTA reporta para 1977 que el 93% (5) del área cultivada con este sistema, recibe la primera fertilización, principalmente con 16-20-0 porque es el que mejor ha respondido según los agricultores. Dicha fertilización la efectúan pocos días después de la siembra. En este sistema ya se hace uso de fertilización en mayor escala comparado con los sistemas maíz - frijol-sorgo y maíz-sorgo. Sin embargo, solamente el 26% de siembras bajo el sistema asociado maíz-frijol recibe una segunda fertilización.

## 2.5. SISTEMAS DE CULTIVO

En la zona existen cinco sistemas de cultivo:

1. Maíz - frijol - sorgo
2. Maíz - sorgo
3. Maíz - frijol
4. Maíz en monocultivo
5. Frijol en monocultivo

Como el agricultor produce principalmente para subsistencia, predomina entonces el sistema de asociación; para corroborar esto, vemos en el informe sobre agricultores de oriente (15) que el 96% del área cultivada con frijol se encuentra en forma asociada y de este frijol sembrado en asociación, el 17% de los agricultores logra rendimientos menores de 6 quintales por manzana.

## 2.6. COMPONENTES DE RENDIMIENTO

Los componentes de rendimiento pueden definirse como la interacción - que existe entre los efectos genéticos y/o ambientales, para producir resultados parciales medibles en el producto de la planta que en su conjunto determinan el rendimiento resultante. En términos generales dichos componentes son el número de estructuras florales, número de plantas por metro cuadrado, el número de granos por vaina, el peso de 1000 granos y el rendimiento por unidad de área. (23)

Así, en función de sus componentes, Poey dice que el rendimiento puede expresarse matemáticamente como el producto promedio de los componentes de una planta y el número de plantas por unidad de superficie.

Para cereales, esta función puede expresarse en su forma más simple - como:

$$R = Gm^2 \times Pg \times 10 \quad (1)$$

donde R = Rendimiento en Kg/Ha.

$Gm^2$  = Número promedio de granos por metro cuadrado.

$Pg$  = Peso promedio del grano (en gramos) corregido a la humedad deseada.

10 = Constante obtenida de multiplicar por 10,000 para ajustar  $Gm^2$  a una hectárea y dividir entre 1,000 para ajustar gramos a kilogramos en  $Pg$ .

Esta fórmula simplificada es útil para estudios agronómicos o genéticos de índole exploratoria. Para estudios más precisos, el componente  $Gm^2$  puede redefinirse como:

$$Gm^2 = P1 \times Nf \times Ng \quad (2)$$

donde P1 = Número de plantas por metro cuadrado

Nf = Número promedio de estructuras florales por planta (mazorcas, vainas, espigas, etc.).

$Ng$  = Número promedio de granos por estructura floral.

Quedando la ecuación como:

$$R = P1 \times Nf \times Ng \times Pg \times 10 \quad (3)$$

Partiendo de esta base común a todos los granos básicos, cada cultivo permite aún subdividir el componente Ng de acuerdo a su particular arreglo morfológico. En maíz, las estructuras florales son las mazorcas y el número de granos (Ng) puede subdividirse aún en:

$$Ng = Nh \times Ngh$$

donde Nh = Número de hileras

Ngh = Número de granos por hilera

En su forma más amplia, para maíz el rendimiento puede expresarse como:

$$R = P1 \times Nf \times Nh \times Ngh \times Pg \times 10 \quad (4)$$

Para frijol, la estructura floral (Nf) es la vaina y para los otros cereales es la espiga, pudiendose aplicar la expresión generalizada descrita anteriormente.

$$R = P1 \times Nf \times Ng \times Pg \times 10 \quad (5)$$

Para determinar rendimiento en base a componentes de rendimiento, tanto para maíz como para frijol se usó la ecuación 3.

$$R = P1 \times Nf \times Ng \times Pg \times 10$$

Poey, señala que mientras más se subdividan los componentes, la inferencia al rendimiento corre mayor riesgo de sesgo. Por ejemplo, en maíz, estimar el número de granos (Ng) en base a número de hileras (Nh) y número de granos por hilera (Ngh) presenta la dificultad de obtener una muestra representativa en base a pocas mazorcas, ya que lo laborioso del proceso limita el número de mazorcas que se puedan utilizar. Además, se dificulta la estimación del número de granos por hilera en mazorcas enfermas y/o dañadas por pájaros. A no ser que el objetivo del investigador incluya específicamente determinar el número de hileras y número de granos por hilera, es preferible considerar el parámetro número de granos por mazorca (Ng) en forma más directa, tratando de muestrear mazorcas lo más aleatorio y objetivamente posible. Igualmente al considerar el peso del grano, deberá tratarse de obtenerlo en forma más directa para eliminar el sesgo derivado de la corrección por porcentaje de desgrane y humedad que se requiere para eliminar el peso del olote, así como ajustar la humedad del grano al momento de pesarse.

En el caso del frijol, es también preferible cuando sea posible, medir en forma directa el número real de granos por planta para eliminar sesgos debido a muestreos indirectos.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. MATERIALES EXPERIMENTALES

##### Frijol Suchitán:

Es una variedad cuyas plantas tienen hipocótilo color morado, tarda de 40 a 42 días después de la siembra para el inicio de la floración, con una duración de la flor de 20 a 22 días. La flor es de color morado la planta es de hábito de crecimiento determinado arbusto (II), con una altura de 50 a 60 centímetros y con 15 a 20 vainas por planta, siendo las vainas de color morado.

La semilla es de forma arriñonada de color negro opaco, llegando a tener un peso de 20 gramos por cada 100 semillas. El rendimiento a nivel comercial alcanza hasta de 2 toneladas por hectárea, (144 qq/Mz.) -- bajo condiciones óptimas de humedad y de cultivo. Esta variedad es tolerante a la roya del frijol (Uromyces phaseoli). (7)

##### Maíz ICTA B-1:

Tal variedad es de grano blanco, con altura de planta cuyo promedio es de 2.12 metros de la base del tallo a la espiga y de 1.25 metros del suelo a la mazorca. Su poca altura y buen desarrollo radicular la hacen resistente al ácaro; las mazorcas son bien formadas con buena cobertura, son de tipo cilíndrico y de granos grandes y dentados. El porcentaje de desgrane de esta variedad de ciclo intermedio es alto. Estas características contribuyen a que su rendimiento sea más estable a las variadas condiciones de lluvia y tipos de suelo en las regiones de Guatemala inferiores a los 1000 metros (3000 pies) sobre el nivel del mar. Su potencial de rendimiento es de 4.5 toneladas métricas por hectárea (69 qq/Mz).

El método de mejoramiento que se practica en esta variedad permite modificar las características de la planta a la vez que se aumenta el rendimiento en cada ciclo de selección. Así, en la semilla actualmente en producción comercial, algunas características importantes, como la cobertura de la mazorca se ha mejorado notablemente y puede confiarse que futuros ciclos de selección ofrezcan aún mayor potencial de rendimiento y tipo de planta cada vez más eficiente. Su ciclo vegetativo es de 110 días. (6 y 10)



3.2. PESTICIDAS: Los pesticidas que se usaron en el experimento fueron los siguientes:

Aplicado al suelo: Principio activo (2)

- Furadán 5-G                      Carbofuran

Aplicado al folleje:

- Tamarón                              Monitor, metamidofos

- Metasystox R.                      Oxidemetón metil

3.3. FERTILIZANTE: Los nutrimentos empleados fueron:

<u>Elemento</u>	<u>Fuente</u>	<u>% del elemento</u>
Nitrógeno	Urea	46
Fósforo	Triple Superfosfato	46

3.4. SITIUS EXPERIMENTALES: Terrenos fueron seleccionados en siete localidades de Jutiapa, cuya ubicación aparece en el cuadro siguiente:

CUADRO 5

LUGARES DE UBICACION DEL ENSAYO SOBRE NIVELES DE FERTILIZACION CON N y P EN SISTEMA ASOCIADO MAIZ-FRIJOL. JUTIAPA, 1979.

No	LOCALIDAD (Aldea, municipio)	LLUVIA EN mm ANUALES	pH	<u>S U E L O</u>	
				<u>P</u>	<u>ppm</u> <u>K</u>
1	El Rodeo, Quesada	1,022	5.4	3.0	90
2	Cerro Gordo, Jutiapa	1,018	5.8	3.5	60
3	El Ovejero, El Progreso	1,218	6.3	5.0	110
4	Tempisque, Agua Blanca	960	6.5	6.5	390
5.	Xanshul I, Asunción Mita	1,232	6.8	50.0	390
6	Xanshul II, Asunción Mita	1,232	6.9	15.0	260
7	Yupiltepeque	1,264			

En siembra de primera, los ensayos se instalaron en las tres primeras localidades, y en las cuatro localidades restantes se efectuó siembra de segunda.

### 3.5. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Diseño experimental: Arreglo combinatorio con distribución en bloques al azar.

Factores estudiados:

Nitrógeno: Nivel  $N_1$  = 125 Kg/Ha.  
 Nivel  $N_2$  = 100 Kg/Ha.  
 Nivel  $N_3$  = 75 Kg/Ha.  
 Nivel  $N_4$  = 50 Kg/Ha.

Fósforo: Nivel  $N_1$  = 90 Kg/Ha.  
 Nivel  $N_2$  = 70 Kg/Ha.  
 Nivel  $N_3$  = 50 Kg/Ha.

### CUADRO 6

COMBINACIONES DE N y P usadas como tratamientos para el ensayo sobre niveles de N y P en sistema asociado maíz-frijol. Jutiapa, 1979.

Tratamientos	Kg/Ha.		COMBINACIONES LITERALES.
	N	P	
1	125	90	$N_1 \times P_1$
2	125	70	$N_1 \times P_2$
3	125	50	$N_1 \times P_3$
4	100	90	$N_2 \times P_1$
5	100	70	$N_2 \times P_2$
6	100	50	$N_2 \times P_3$
7	75	90	$N_3 \times P_1$
8	75	70	$N_3 \times P_2$
9	75	50	$N_3 \times P_3$
10	50	90	$N_4 \times P_1$
11	50	70	$N_4 \times P_2$
12	50	50	$N_4 \times P_3$

- Parcela experimental: 6 surcos de frijol y 2 surcos de maíz de 6.00 metros de largo.
- Parcela neta cosechada: 3 surcos de frijol y un surco de maíz dejando 0.50 metros de borde en cada extremo.
- Epoca de siembra: Primera (primera quincena de junio)  
Segunda (primera semana de septiembre)
- Distancias de siembra: Maíz: 1.20 metros entre surcos y 50 cms. entre plantas. 3 granos por postura - para ralea a 2 inmediatamente después de la primera limpia.

Frijol: 0.40 metros entre surcos, usando chuzo, 30 cms. entre plantas de 3 plantas por postura.

#### Fertilización:

Nitrógeno: 1a. aplicación: 50% de N a la siembra \*  
2a. aplicación: 50% de N a los surcos de maíz al candeo (35 a 40 días después de la germinación).

Fósforo: 100% a la siembra.

El 90% de los suelos de la región reportan deficiencia de P ya que tienen menos de 7 ppm que es el nivel crítico reportado según los ensayos del ICTA, además este elemento es poco movible en el suelo.

Control de malezas: La primera limpia se efectuó a los 10-15 días después de la germinación y la segunda a los 30-35 días después de la germinación.

Control de plagas: 30 Kgs/Ha. de Furadán 5G al momento de la siembra. Aplicar al frijol un litro/Ha. de Metasystox R-25 a los 30-35 días después de la siembra.

---

\* Para frijol los tratamientos de N quedaron aplicados únicamente al 50% de los plantados, ya que se le hace sólo una fertilización la cual se hizo al momento de la siembra.

- Datos tomados:
- Plantas por parcela al momento de cosechar.
  - Peso del grano (Kg)
  - % de humedad del grano
  - Peso del grano al 13% de humedad
  - Rendimiento en Kg/Ha.
  - Componentes de rendimiento

- Localidades:
- Quesada
  - Jutiapa
  - El Progreso
  - Agua Blanca
  - Asunción Mita (dos ensayos)
  - Yupiltepeque

Diagrama de siembra o arreglo topológico. (Figura 1)

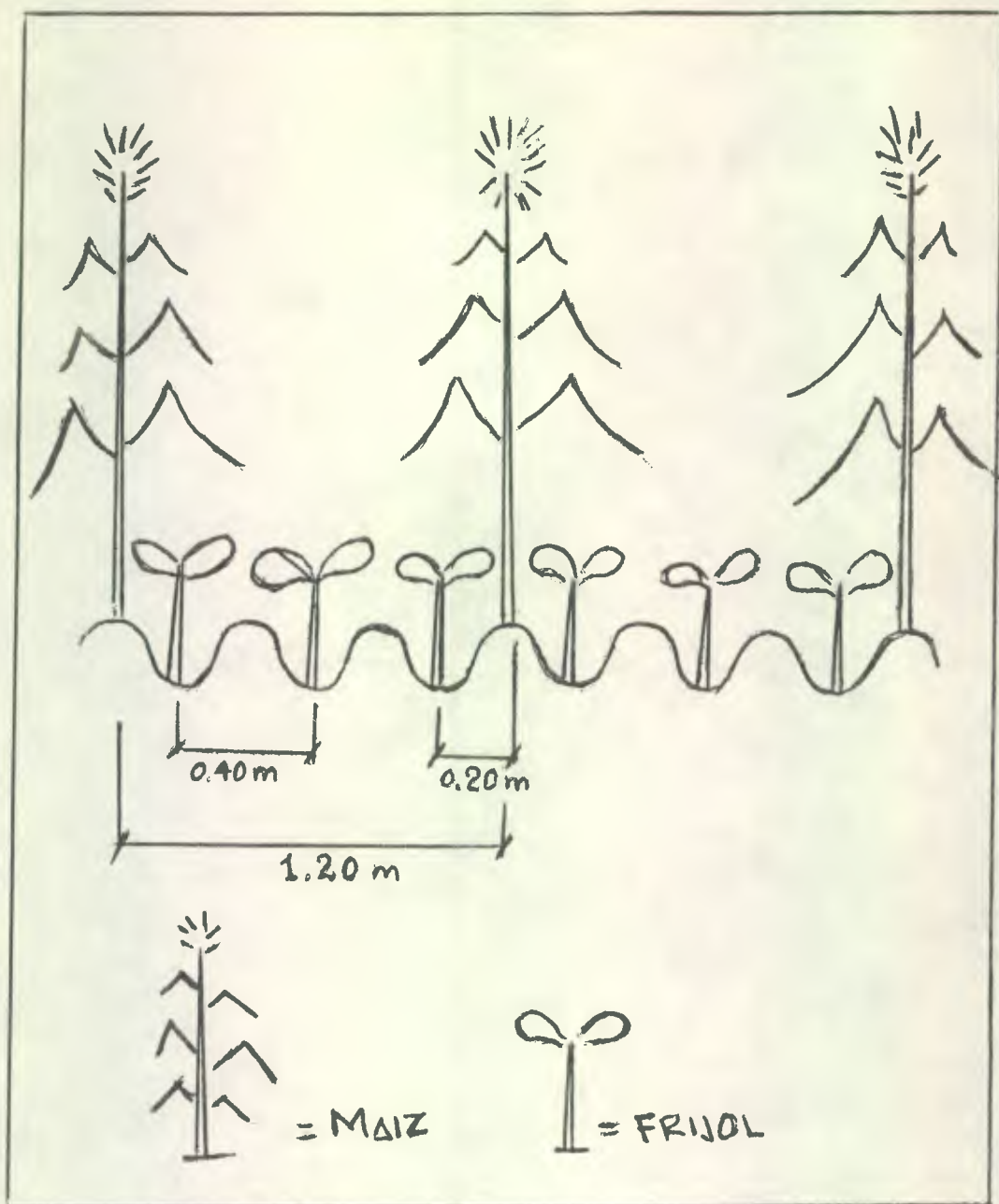


Fig. 1 : Distribución y Distancias de Siembra en Evaluación de Nitrógeno y Fósforo en Sistema de Siembra Maíz-Frijol. Jutiapa, 1979.

### 3.6. ANALISIS ESTADISTICO

Se realizó un análisis de varianza por localidad, efectuado bajo el siguiente modelo de Diseño Factorial. (19)

$$Y_{ijk} = U + e_i + \alpha_j + B_k + (\alpha B)_{jk} + E_{ijk}$$

$$i = 1, 2, 3, 4.$$

$$j = 1, 2, 3, 4, \dots 12.$$

$$k = 1, 2, 3, 4, \dots 12$$

donde =  $Y_{ijk}$  = Al rendimiento de la parcela con nitrógeno j, nivel de fósforo k en repetición i.

$U$  = Al efecto verdadero de la media

$e_i$  = Al efecto (verdadero o diferencial) de la repetición i.

$\alpha_j$  = Al efecto (verdadero o diferencial) del nivel de nitrógeno j

$B_k$  = Al efecto (verdadero o diferencial) del nivel de fósforo k

$\alpha B$  = Interacción del nivel nitrógeno j, con nivel de fósforo k.

$e_{ijk}$  = Al efecto verdadero de la i-ésima parcela recibiendo el nivel de nitrógeno j y el nivel de fósforo k.

#### CUADRO 7

#### ANALISIS DE VARIANZA FACTORIAL APROPIADO PARA EL DISEÑO EN BLOQUES AL AZAR (25)

FV	GL	SC
BLOQUES	(n-1)	$\sum \frac{x^2_{..k}}{n} - FC$
TRATAMIENTOS	ab-1	$\sum \frac{x^2_{ij}}{n} - FC$
FACTOR A	a-1	$\sum \frac{x^2_{i..}}{bn} - FC$
Factor B	b-1	$\sum \frac{x^2_{.j.}}{an} - FC$
INTERACCION AB	(a-1)(b-1)	$(\sum \frac{x_{ij.}}{n} - FC) - (SC_A + SC_B)$
ERROR	(ab-1)(n-1)	$\sum SC_{Tot.} - (SC_{trat.} + SC_{bloques})$
TOTAL	abn-1	$\sum x^2_{ijk} - FC$

## 3.6.2. ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO

Para determinar el comportamiento de los niveles de fertilización empleamos para las localidades en estudio, se realizó el análisis combinado bajo el diseño de bloques al azar, cuyo modelo de efectos aleatorios es el siguiente:

$$X_{ijk} + U + T_i + L_k + (TL)_{i(k)} + E_{ijk} + (k)$$

donde  $X_{ijk}$  = valor del caracter estudiado de la parcela con el  $i$ -ésimo tratamiento en la  $j$ -ésima repetición y en la  $k$ -ésima localidad.

$U$  = Media general de carácter

$T_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$L_k$  = Efecto de la  $k$ -ésima localidad

$R_j(k)$  = Efecto de la  $j$ -ésima repetición dentro de la  $k$ -ésima localidad.

$(TL)_{i(k)}$  = Efecto de la  $k$ -ésima observación asociada a la interacción, tratamiento por localidad.

$E_{ijk}$  = Efecto aleatorio asociado a la  $ijk$ -ésima observación.

$i = 1, 2 \dots t$ ;  $t$  = tratamientos

$j = 1, 2 \dots r$ ;  $r$  = repeticiones

$k = 1, 2 \dots r$ ;  $r$  = rendimiento

$L = 1, 2 \dots L$ ;  $L$  = localidad

## CUADRO 8

## ESQUEMA DE ANDEVA COMBINADO BAJO EL DISEÑO DE BLOQUES AL AZAR

FV	GL	SC
Localidad	$L - 1$	Loc. 1/No. observ. - FC
Tratamiento	$t - 1$	Niveles 2/Rep.x No. Loc.-FC
Rep. x Loc.	$R(L-1)$	Rep. en Loc. 1/No. de trat.FC-SCL
Trat. x Loc.	$(t-1)(L-1)$	Trat. en Loc. 2/No. PMP-FC-SCL-SC Trat.
Error		
Total	$t \times R \times L - 1$	

## 3.6.3. PRUEBA DE TUKEY

Método usado para hacer las comparaciones múltiples que son posibles con a tratamientos. El procedimiento consiste en calcular un valor teórico común o "Diferencia mínima significativa" con el uso de la fórmula siguiente: (25)

$$D = qS_{\bar{x}} = w \quad \text{ó} \quad w = q (P_1 n_2) S_{\bar{x}}$$

$$S_{\bar{x}} = \text{Error estandar de la media} = \frac{S^2}{n}$$

$$S^2 = \text{Varianza del error experimental}$$

$$n = \text{número de repeticiones}$$

$$q = \text{Valor tabular (tabla para Tukey) que es un valor de } t, \text{ modificada por la expresión:}$$

$$q = \frac{\bar{X} \text{ máx.} - \bar{X} \text{ min.}}{S_{\bar{x}}}$$

El valor de q se encuentra en la tabla con el número de tratamientos  $a = P$  y los GL del error experimental  $= n_2$ , y para una  $\alpha =$  al nivel de significancia.

Si  $D$  (Diferencia entre medias)  $\geq q 0.05 S_{\bar{x}}$   
la diferencia entre medias se debe considerar significativa. (\*)

Si  $D$  (diferencia entre medias)  $\geq q 0.01 S_{\bar{x}}$   
la diferencia entre medias se debe considerar altamente significativa. (\*\*)

En caso contrario, las medias se deben considerar iguales o equivalentes, ó la diferencia observada estima a cero y por lo tanto estadísticamente no significativa.



#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1. RENDIMIENTOS

Para la siembra de primera, en la cual los ensayos fueron establecidos en Quesada, Jutiapa y El Progreso, los rendimientos promedios con el 13% de humedad tanto para maíz como para frijol obtenidos por localidad, se presentan en el Cuadro 9. Se observa que los rendimientos mayores para maíz corresponden a los tratamientos con mayor cantidad de fertilizante, es decir, que para 125 Kg/Ha. de N y 90 Kg/Ha. de P. se obtuvo 3.5 Ton/Ha.; para 125 Kg/Ha. de N y 70 Kg/Ha. de P. se obtuvo 3.47 Ton/Ha. Los rendimientos medios se obtuvieron así: 3.24 Ton/Ha. para el tratamiento 100 Kg/Ha. de N con 50 Kg/Ha. de P.; 3.21 Ton/Ha. para los tratamientos 100 Kg/Ha. de N con 90 Kg/Ha. de P.; 75 Kg/Ha. de N. con 50 Kg/Ha. de P., y 50 Kg/Ha. de N con 90 Kg/Ha. de P. 2.97 Ton/Ha. para 125 Kg/Ha. de N con 50 Kg/Ha. de P.; 75 Kg/Ha. de N. con 90 Kg/Ha. de P. y 75 Kg/Ha. de N con 70 Kg/Ha. de P. Los rendimientos más bajos correspondieron a los tratamientos 100 Kg/Ha. de N y 70 Kg/Ha. de P., dando 2.95 Ton/Ha. y a 50 Kg/Ha. de N. con 70 Kg/Ha. de P., 50 Kg/Ha. de N. con 50 Kg/Ha. de P. que dieron 2.58 Ton/Ha.

En cuanto a frijol, el rendimiento mayor correspondió a una de las más bajas fertilizaciones, es decir que con 25 Kg/Ha. de N (\*) y 70 Kg/Ha. de P. se obtuvo 1.69 Ton/Ha.; como rendimiento medio tenemos 1.53 Ton/Ha. que se obtuvo con 50 Kg/Ha. de N y 70 Kg/Ha. de P. El rendimiento más bajo se obtuvo con la mayor fertilización, es decir que con 62.5 Kg/Ha. de N y 90 Kg/Ha. de P, dió como promedio 1.44 Ton/Ha.

---

(\*) Anteriormente, en la metodología experimental se hizo ver que en la fertilización nitrogenada respecto al frijol, los niveles se usaron al 50% en el momento de la siembra, siendo la única fertilización hecha al frijol.

Si hacemos cálculos para maíz respecto a los niveles mayor y menor (1-12) sacándole la diferencia, obtenemos una diferencia de 0.14 Ton/Ha (3.08 qq/Ha). Tomando otro nivel (9), siempre comparado con el primer nivel, obtenemos una diferencia de 0.54 Ton/Ha (11.88 qq/Ha) de maíz y de 0.14 Ton/Ha (3.08 qq/Ha) de frijol. Si se viera así, a simple vista, parecería que con el primer tratamiento o sea con la más alta fertilización se obtiene la mayor rentabilidad puesto que la producción de maíz sobrepasa a la del frijol, y así se nos ocurre pensar en precios; en la región el precio del frijol oscila entre Q. 20.00 y Q. 22.00 el quintal, para maíz oscila entre Q. 6.00 y Q. 8.00 el quintal; por lo que si vemos la diferencia obtenida entre la comparación de rendimientos hecha, resultaría de Q. 154.44 a Q. 205.92 para maíz y de Q. 61.60 a Q. 67.76 para frijol en la comparación del nivel mayor respecto al nivel menor de fertilización y de la segunda comparación hecha resultaría de Q. 71.28 a Q. 95.04 para maíz y de Q. 61.60 a Q. 67.76 para frijol. Pero acá es donde ya se entra necesariamente a considerar los costos de producción con cada tratamiento, el beneficio que se obtiene en relación al costo de producción de cada tratamiento, la tasa marginal de retorno a capital, etc.

En el cuadro 14 vemos que el costo mayor corresponde al tratamiento mayor y que disminuye a medida que disminuyen los niveles de fertilizante en los tratamientos empleados hasta llegar al último tratamiento que tiene el más bajo costo y más bajos niveles empleados. Pasando a ver el cuadro 16, referente a los beneficios, se encuentra que el mayor beneficio respecto al costo de producción corresponde a las bajas fertilizaciones y nuevamente se observa que con el nivel de fertilización más bajo (N 50 y P 50) se obtiene uno de los mayores beneficios (1.35), superado únicamente por un nivel medio (N 75 y P 50) con 1.44. Así también con los niveles más altos se obtienen los más bajos beneficios.

Repasando el cuadro 18, se obtiene que el nivel de fertilización (N 75 y P 50) con que se obtuvo el mejor beneficio no se mantuvo, - sino que lo superó el tratamiento con niveles más bajos (N 50 y P 50), pues el tratamiento N 75 y P 50 tiene 5.20 de tasa marginal de retorno a capital (TMRC) y el tratamiento N 50 y P 50 tiene 5.38 de TMRC.

Por lo anteriormente visto, encontramos que aunque parezca que - con el más alto tratamiento y con el más alto rendimiento de maíz obtenido (Fig. 2) no es rentable este tratamiento, sino el tratamiento más bajo en niveles de N y P y con el cual se obtiene uno de los mejores rendimientos de frijol aunque tenga bajo rendimiento el maíz.

Respecto a siembra de segunda (es de hacer notar que en esta siembra únicamente se contempló frijol, pues ya en los campos donde se -- instalaron los ensayos existía maíz sembrado, correspondiente a la - siembra de primera y es poco usual en la región la siembra de maíz en segunda, pero en caso de hacerla la utilizan para uso de forraje), - cuyas localidades son Agua Blanca, Asunción Mita en donde se instalaron dos ensayos; y Yupiltepeque, los rendimientos promedio al 13% de humedad, están contenidos en el cuadro 10, en el cual el mayor rendimiento se obtuvo con los tratamientos 62 Kg/Ha. de N con 90 Kg/Ha. de P. y 50 Kg/Ha. de N. con 70 Kg/Ha. de P, dando 1.47 Ton/Ha. Como rendimiento medio tenemos 1.33 Ton/Ha que correspondió al tratamiento 50 Kg/Ha. de N. con 50 Kg/Ha. de P y como rendimiento más bajo el tratamiento 25 Kg/Ha. de N con 70 Kg/Ha. de P.

Así mismo se ve que existió diferencia de rendimiento entre localidades e incluso entre la misma localidad de Asunción Mita, en las cuales los rendimientos fueron menores respecto a Yupiltepeque y Agua Blanca.

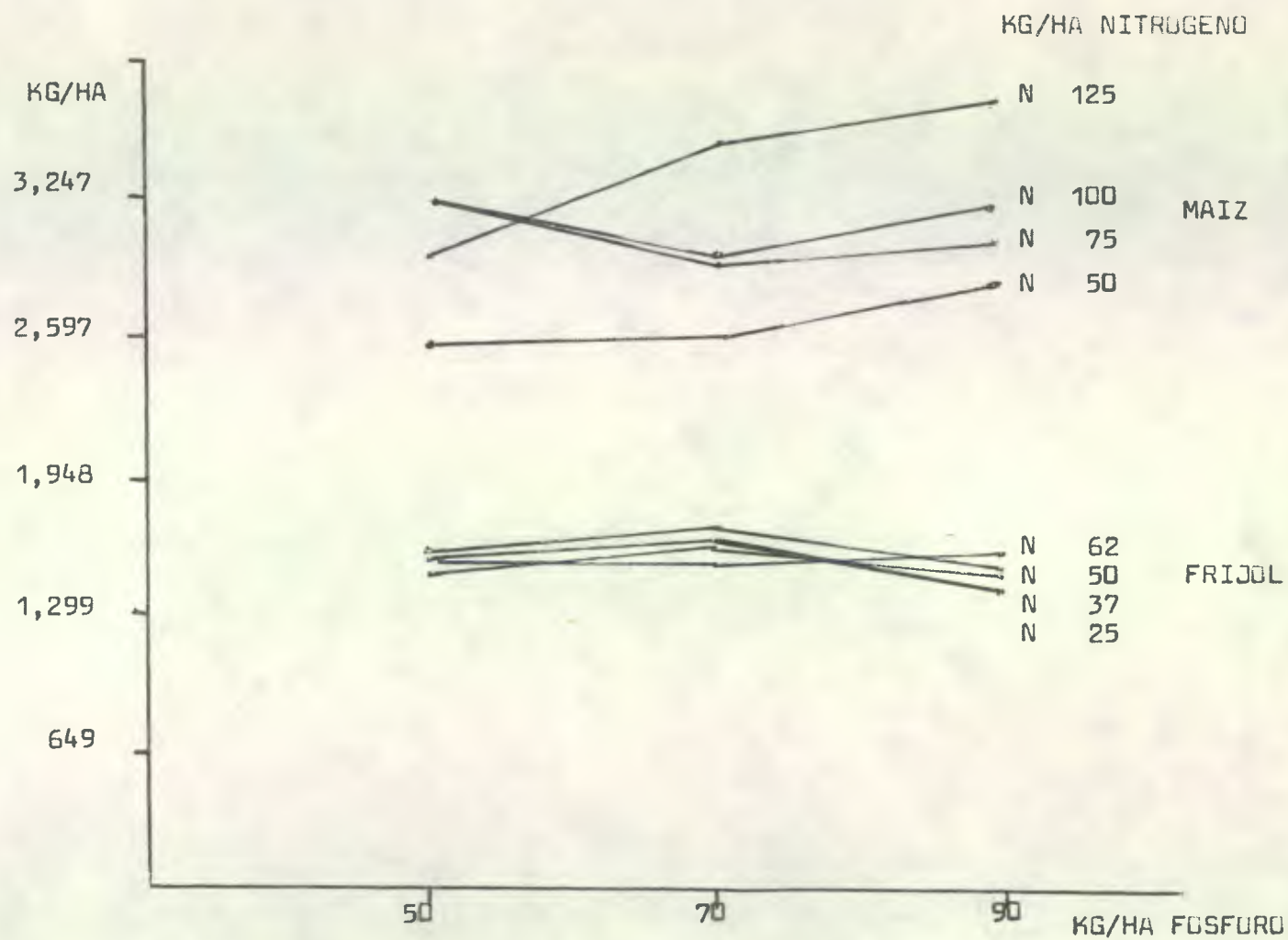


FIG. 2 RENDIMIENTO PROMEDIO EN NIVELES DE FERTILIZACION CON NITROGENO Y FOSFORO EN SISTEMA ASOCIADO MAIZ-FRIJOL EN TRES LOCALIDADES. JUTIAPA, 1979

CUADRO 9

RENDIMIENTOS PROMEDIOS PARA EL MAIZ Y EL FRIJOL EN TON/HA EVALUACION DE DIFERENTES NIVELES DE NITROGENO Y FOSFORO POR LOCALIDAD EN ASOCIACION MAIZ - FRIJOL EN SILMBRA DE PRIMERA. JUTIAPA, 1979.

TRATAMIENTOS			LOC. 1		LOC. 2		LOC. 3		$\bar{x}$	$\bar{x}$
	N	P	MAIZ	FRIJOL	MAIZ	FRIJOL	MAIZ	FRIJOL	MAIZ	FRIJOL
1.	125	90	3.70	1.82	4.58	1.70	2.75	0.79	3.75	1.44
2.	125	70	3.96	2.10	4.05	1.77	2.42	0.95	3.48	1.61
3.	125	50	2.74	1.76	3.65	1.94	2.53	0.92	2.97	1.54
4.	100	90	3.67	2.03	3.87	1.52	2.00	0.99	3.21	1.51
5.	100	70	2.48	1.96	3.82	1.68	2.56	0.95	2.95	1.53
6.	100	50	3.51	2.04	3.87	1.50	2.32	0.93	3.24	1.49
7.	75	90	2.98	1.84	3.89	1.80	2.25	1.07	2.97	1.54
8.	75	70	2.73	1.97	3.79	1.73	2.38	0.93	2.97	1.54
9.	75	50	3.87	2.00	3.82	1.74	1.94	0.99	3.21	1.58
10.	50	90	3.89	1.77	2.91	1.68	1.66	1.10	3.21	1.58
11.	50	70	3.27	2.24	2.82	1.81	1.67	1.01	2.58	1.69
12.	50	50	3.21	1.99	3.17	1.77	1.36	0.98	2.58	1.58
$\bar{x}$			3.34	1.96	3.70	1.72	2.16	0.97	--	--

HUMEDAD DEL GRANO = 13%

En esta siembra (frijol), se observa (Cuadro 10) que con la mayor fertilización se obtiene el mayor rendimiento que es de 1.47 Ton/Ha (32.34 qq/Ha.) a la par del tratamiento 50 Kg/Ha. de N. y 70 Kg/Ha. de P. Para los tratamientos más bajos correspondieron los más bajos rendimientos. (Figura 3). Ahora viendo costos (Cuadro 15) a los mejores rendimientos corresponden costos altos relativamente y los bajos rendimientos tienen costos bajos, pero si se ve el tratamiento 3 (N 62 y P 50) tiene un costo relativamente bajo y difiere del mejor rendimiento en 0.06 Ton/Ha (132 qq/Ha).

Repasando el cuadro 17 respecto a beneficio, ya se puede notar que el tratamiento 5 (N 50 y P 70) es el que da el mejor beneficio, secundado por el tratamiento 3 (N 62 y p 50), y con el tratamiento 1 (N 62 y P90) que tiene el mejor rendimiento sólo se obtiene un mediano (0.88) beneficio, mejorándolo aún el último tratamiento (N 25 y P 50) con 0.92 de beneficio.

#### 4.2. ANALISIS DE VARIANZA INDIVIDUAL Y TUKEY

En los cuadros 11 y 13, están contenidos los resultados de los análisis efectuados para cada localidad, si se da un vistazo general, en el caso de la primera siembra, se observa que la mayor respuesta o significancia la presentó maíz. Frijol casi no presentó significancia. Viendo cada una de las localidades, se contempla que en la primera (Quesada) hubo alta significancia para maíz entre bloques o repeticiones, pero esta fuente de variación no es muy importante puesto que con ello únicamente indica heterogeneidad del suelo o del ambiente en el cual influyen factores que están fuera del control del hombre (lluvia, temperatura, etc.), y no dice nada en favor de lo estudiado. Sin embargo, siempre en maíz, se ve que hubo significancia, aunque leve, respecto a la interacción que pudiera existir entre los dos nutrientes para las plantas.

Pero sigamos y veamos la segunda localidad (Jutiapa) donde nuevamente respondió con alta significancia el maíz, es decir que hay diferencia entre tratamientos, así como en nitrógeno. La tercera localidad (El Progreso) nuevamente se manifestó el nitrógeno con alta significancia en maíz, y levemente para frijol. Donde vemos que respecto a los nutrientes la mayor respuesta la dió el nitrógeno, debido quizá a la gran movilidad que este -

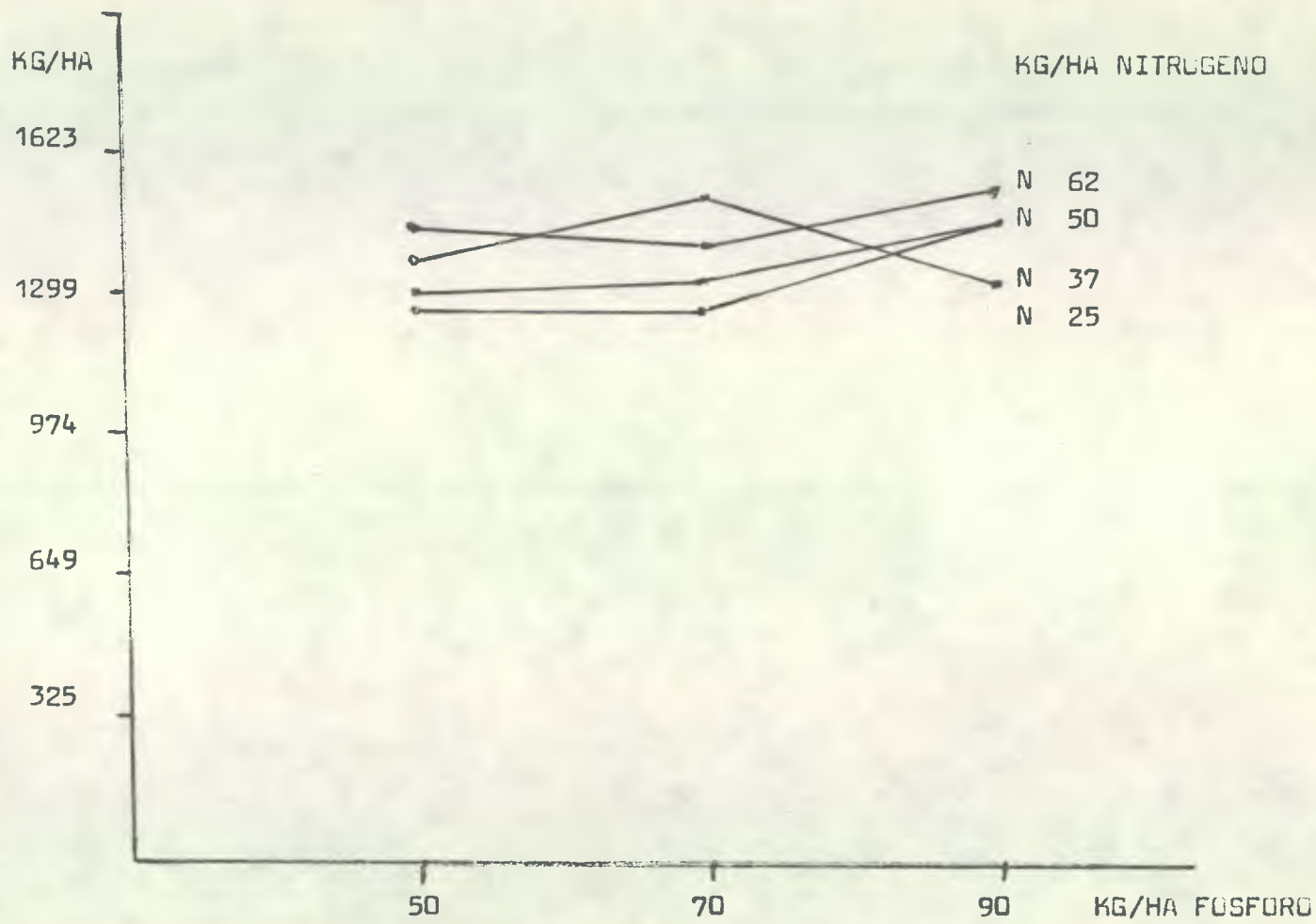


FIG. 3 X RENDIMIENTO ENSAYO EVALUACION DE FERTILIZACION DE CUATRO LOCALIDADES SUBREGION VI-1 JUTIAPA 1979 FRIJOL EN SIEMBRA DE SEGUNDA (RELEVO).

CUADRO 10

RENDIMIENTO EN TM/HA EN CUATRO LOCALIDADES EN EVALUACION  
NITROGENO-FOSFORO EN FRIJOL DE SILMBRA DE SEGUNDA.  
JUTIAPA, 1979

TRATAMIENTO	LOC. 1	LOC. 2	LOC. 3	LOC. 4	$\bar{X}$ TON/HA
1. N62 P90	1.65	1.11	1.50	1.60	1.47
2. N62 P70	1.59	0.90	1.33	1.70	1.38
3. N62 P50	1.36	1.12	1.50	1.67	1.41
4. N50 P90	1.36	0.88	1.22	1.68	1.28
5. N50 P70	1.56	1.07	1.45	1.79	1.47
6. N50 P50	1.29	1.10	1.32	1.68	1.33
7. N37 P90	1.48	1.18	1.47	1.53	1.42
8. N37 P70	1.19	1.08	1.36	1.57	1.30
9. N37 P50	1.28	0.95	1.33	1.56	1.28
10. N25 P90	1.65	1.16	1.25	1.61	1.42
11. N25 P70	1.20	1.05	1.25	1.42	1.23
12. N25 P50	1.49	0.86	1.23	1.43	1.25
$\bar{X}$	1.42	1.04	1.35	1.60	1.35

HUMEDAD DEL GRANO = 13%



elemento posee. El fósforo aparentemente no marcó diferencias, posiblemente debido a su poca movilidad o a factores influyentes como la irregular precipitación de la región.

Para detectar la significancia estadística que pueda haber entre los tratamientos, se aplicó la prueba de tukey según se muestra en el cuadro 12, cuyas medias comparadas se muestra en el cuadro 11.

#### MANEJO DE LOS ENSAYOS:

Todos los ensayos fueron igualmente tratados, tanto para la siembra de primera como de segunda. Según vemos en los coeficientes de variación son aceptables y se mantienen casi iguales a excepción de maíz en Quesada y El Progreso que fueron de 23 y 28% respectivamente, así como en frijol en Asunción Mita (Xanshul I) que fué de 20%. Cuadro 11).

La comparación de medias se hizo en base a Tukey (Cuadro 12) para siembra de primera y sólo para la tercera localidad (El Progreso) con el fin de detectar diferencias en cuanto a nitrógeno, ya que presentó diferencias, respuesta o significancia tanto para maíz como para frijol. Para las otras localidades no se realizó debido a que si se encuentra significancia en alguna fuente de variación no es simultánea para maíz y frijol.

Para tener una idea más general se realizó un análisis de varianza combinado para las tres localidades. Pero antes veamos lo que dice Tukey para la tercera localidad, donde se encuentra que, para frijol el mejor tratamiento de acuerdo al rendimiento fue el de N 25 y P 90 (o sea N 50 y P 90 como se plantearon para maíz-frijol). Pero este tratamiento no obtiene la mejor media para las tres localidades (Cuadro 9) ni tampoco uno de los mejores beneficio-costos (Cuadro 16). Sin embargo, si se ve el maíz estadísticamente, el mejor tratamiento fue el de N 125 y P 90, viendo el cuadro 9, se encuentra que este tratamiento tiene la mejor media de rendimiento, pero viendo el cuadro 16 de beneficio-costos, tiene uno de los más bajos.

En siembra de segunda (relevo) del análisis efectuado (Cuadro 13) no se observó diferencia alguna, excepto entre bloques que como ya se dijo - anteriormente, no es de mayor importancia de acuerdo a los objetivos de este estudio. Por lo tanto no se realizó ninguna comparación de medias en siembras de segunda como se hizo en la primera siembra.

#### 4.3. COSTOS POR TRATAMIENTO

En el cuadro 14 se especifica el costo que se realiza por tratamiento en siembra de primera, en el cual se ve que los tratamientos más bajos tienen el más bajo costo y se observa en el cuadro de rendimientos - (9), que para maíz el más bajo costo corresponde a bajos rendimientos, - pero en frijol corresponde a los mejores rendimientos.

En el cuadro 15, se contempla los costos por tratamiento en siembra de segunda, se revisan los rendimientos que se obtuvieron (cuadro 10) se ve que los mejores corresponden a los tratamientos 1 y 5 (1.47 Ton/Ha.), pero si por tener el mismo rendimiento y por ser menores los niveles usados para el tratamiento 5 nos referimos a éste, vemos que tiene un costo más o menos medio en relación al más alto y al más bajo.

#### 4.4. BENEFICIO-COSTO:

Los más altos beneficios obtenidos en siembra de primera por unidad de área, correspondieron a la mayoría de tratamientos con los niveles más bajos de nitrógeno y de fósforo, según muestra el cuadro 16, y a la inversa, los más bajos beneficios pertenecen a las altas fertilizaciones.

En siembra de segunda, con frijol, el más bajo beneficio se obtuvo - con el mismo tratamiento que en siembra de primera con maíz-frijol, pero el más alto beneficio (1.02) correspondió a un tratamiento (100 Kg/Ha. de N con 70 Kg/Ha. de P), que en siembra de primera se obtenía un beneficio de los más bajos, como vemos en el cuadro 17.

CUADRO 11

ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE GRANO CON  
NIVELES DE NITROGENO-FOSFORO EN EL SISTEMA MAIZ -  
FRIJOL ASOCIADO EN TRES LOCALIDADES DE JUTIAPA.  
1979

FV	LOC. 1		LOC. 2		LOC. 3	
	MAIZ	FRIJOL	MAIZ	FRIJOL	MAIZ	FRIJOL
REPETICIONES	6.6 **	0.62 NS	1.4 NS	3.36 *	1.55 NS	0.32 NS
TRATAMIENTOS	1.8 NS	0.55 NS	4.19 **	0.58 NS	1.97 NS	1.98 NS
NITROGENO	0.39 NS	0.24 NS	12.19 **	1.32 NS	5.83 **	3.71 *
FOSFORO	1.54 NS	1.13 NS	0.98 NS	0.27 NS	0.53 NS	0.30 NS
N-F (INTERACCION)	2.6 *	0.50 NS	1.29 NS	0.31 NS	0.51 NS	1.67 NS
A TUKEY	1.92	--	1.25	--	2.78	2.78
CV %	23	29	13	18	28	11

\* = Significativo al 0.05

\*\* = Significativo al 0.01

NS = No significativo

Comparador TUKEY 5% TON/HA. 13% HUMEDAD

CV = Coeficiente de variación

Humedad del grano 13%

CUADRO 12

PRUEBA DE TUKEY AL 5% E INCREMENTO EN Q/HA. COMPARANDO EN FRIJOL LA MAS BAJA FERTILIZACION VRS. LOS DEMAS TRATAMIENTOS Y EN MAIZ LA MAS ALTA FERTILIZACION VRS. LOS DEMAS TRATAMIENTOS EN LA EVALUACION DE NITROGENO Y FOSFORO EN EL SISTEMA MAIZ-FRIJOL EN TRES LOCALIDADES DE JUTIAPA, 1979.

FRIJOL TON/HA	TRATAMIENTO		ALTA FERT. VRS OTROS TRAT.	A Q/HA
	N	P		
1. 1.10	25	90	+ 0.119	+ 50.69
2. 1.07	37	90	+ 0.082	+ 34.93
3. 1.01	25	70	+ 0.028	+ 11.93
4. 0.99	37	50	+ 0.011	+ 4.68
5. 0.99	50	90	+ 0.002	+ 0.85
6. 0.98	25	50		
7. 0.95	62	70	- 0.029	- 12.35
8. 0.95	50	70	- 0.032	- 13.63
9. 0.93	50	50	- 0.050	- 21.30
10. 0.93	37	70	- 0.052	- 22.15
11. 0.92	62	50	- 0.065	- 27.68
12. 0.79	62	90	- 0.193	- 82.20

HUMEDAD DEL GRANO 13%

FRIJOL	TRATAMIENTO		ALTA FERT. VRS OTROS TRAT.	A Q/HA
	N	P		
1. 2.75	125	90		
2. 2.56	100	70	- 0.191	- 30.56
3. 2.53	125	50	- 0.222	- 35.52
4. 2.42	100	90	- 0.331	- 52.96
5. 2.38	100	70	- 0.371	- 59.36
6. 2.32	100	50	- 0.435	- 69.60
7. 2.25	75	90	- 0.500	- 80.00
8. 2.00	75	70	- 0.759	- 121.44
9. 1.94	75	50	- 0.812	- 129.92
10. 1.67	50	90	- 1.085	- 173.60
11. 1.66	50	70	- 1.090	- 174.40
12. 1.36	50	50		

CUADRO 13

ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE GRANO EN  
EVALUACION DE NIVELES DE NITRUGENO-FOSFORO EN FRI  
JUL, EN SIEMBRA DE SEGUNDA EN CUATRO LOCALIDADES.  
JUTIAPA, 1979

F V	LOC. 1	LOC. 2	LOC. 3	LOC. 4
BLOQUES	2.79 NS	3.00 *	3.76 *	7.11 **
TRATAMIENTOS	2.10 NS	1.15 NS	1.31 NS	0.91 NS
NITRUGENO	1.82 NS	0.15 NS	2.55 NS	2.37 NS
FOSFURO	2.81 NS	0.57 NS	0.03 NS	0.11 NS
INTERACCION	2.01 NS	1.84 NS	1.11 NS	0.45 NS
CV %	16	20	13	14

HUMEDAD DEL GRANO 13%

\* = Significativo al 0.05

\*\* = Significativo al 0.01

NS = No significativo

CV = Coeficiente de variación en %

CUADRO 14

TRATAMIENTOS POR CULTIVO EN SIEMBRA DE PRIMERA Y SU  
COSTO EN EL SISTEMA MAIZ-FRIJOL. JUTIAPA, 1979

TRATAMIENTO	FERTILIZACION				QUETZALES/MZ PUR TRATAMIENTO EN SISTEMA MAIZ - FRIJOL
	KG/HA N	KG/HA P	KG/HA N	KG/HA P	
1	125	90	62	90	161.71
2	125	70	62	70	142.55
3	125	50	62	50	122.39
4	100	90	50	90	148.47
5	100	70	50	70	128.31
6	100	50	50	50	108.15
7	75	90	37	90	133.84
8	75	70	37	70	113.68
9	75	50	37	50	93.52
10	50	90	25	90	119.59
11	50	70	25	70	99.43
12	50	50	25	50	79.27

POBLACION DE MAIZ: 33,333 PLANTAS/HA.

POBLACION DE FRIJOL: 250,000 PLANTAS/HA.

1 KILOGRAMO DE UREA =

1 KILOGRAMO DE TSP =

CUADRO 15

TRATAMIENTOS Y COSTO EN QUETZALES POR HECTAREA PARA FRIJOL EN SIEMBRA DE SEGUNDA O DE RELEVO EN EVALUACION DE NIVELES DE NITROGENO-FOSFORO EN CUATRO LOCALIDADES DE JUTIAPA. 1979.

	T R A T A M I E N T O S		Q/HA. POR TRATAMIENTO
	Kg/Ha. de N	Kg/Ha de P	
1.	62	90	98.90
2.	62	70	84.50
3.	62	50	70.10
4.	50	90	92.30
5.	50	70	77.90
6.	50	50	63.50
7.	37	90	85.15
8.	37	70	70.75
9.	37	50	56.35
10.	25	90	78.55
11.	25	70	64.15
12.	25	50	49.75

Población de frijol: 250,000 plantas.

CUADRO 16

BENEFICIO-COSTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE NITROGENO-FOSFORO EN  
EL SISTEMA DE SIEMBRA MAIZ-FRIJOL. RESUMEN TRES LOCALIDADES.  
JUTIAPA, 1979

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO $\bar{x}$		INGRESO BRUTO MAIZ - FRIJOL Q/HA	COSTO TOTAL MAIZ-FRIJOL Q/HA	BENEFICIO HA	B/C
	MAIZ TON/HA	FRIJOL TON/HA				
1. N75 P50	3.21	1.58	1,188.24	485.93	702.31	1.44
2. N50 P50	2.58	1.58	1,088.67	462.51	626.16	1.35
3. N50 P70	2.58	1.69	1,134.70	495.64	639.06	1.28
4. N100 P50	3.24	1.49	1,156.12	509.97	646.15	1.26
5. N125 P70	3.48	1.61	1,245.24	566.48	678.76	1.19
6. N75 P70	2.97	1.54	1,135.48	519.04	616.44	1.18
7. N125 P50	1.97	1.54	1,134.48	533.37	601.11	1.12
8. N75 P90	2.97	1.54	1,157.51	552.17	605.34	1.09
9. N50 P90	3.21	1.58	1,102.58	528.77	573.81	1.08
10. N125 P90	3.71	1.44	1,210.88	583.17	627.71	1.07
11. N100 P70	2.95	1.53	1,127.57	543.08	584.49	1.07
12. N100 P90	3.21	1.51	1,160.01	576.20	583.81	1.01

B/C = BENEFICIO COSTO.



CUADRO 17

BENEFICIO-COSTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE NITROGENO-FOSFORO EN SIEMBRA DE SEGUNDA CON FRIJOL EN CUATRO LOCALIDADES DE OJUTIAPA. 1979.

TRATAMIENTO	$\bar{X}$ REND TON/HA	INGRESO BRUTO Q	COSTO DE PRODUC.*	BENEFICIO HA (IN)	B/C. HA
1. N50 P70	1.47	626.22	308.26	317.96	1.02
2. N62 P50	1.41	600.66	299.29	301.37	1.00
3. N25 P90	1.42	604.92	309.00	295.92	0.96
4. N50 P50	1.33	566.58	291.40	275.18	0.94
5. N37 P50	1.28	545.28	283.47	281.81	0.92
6. N25 P50	1.25	532.50	277.88	254.62	0.92
7. N37 P90	1.42	604.92	316.59	288.33	0.91
8. N62 P90	1.47	626.22	332.41	293.81	0.88
9. N62 P70	1.38	587.88	315.85	272.03	0.86
10. N37 P70	1.30	553.80	300.09	253.71	0.84
11. N25 P70	1.23	523.98	292.44	231.54	0.79
12. N50 P90	1.28	545.28	324.72	220.56	0.68

\* Tecnología ICTA

CUADRO 18

ANALISIS ECONOMICO DEL SISTEMA MAIZ-FRIJOL CON NIVELES DE NITROGENO-FOSFORO  
EN TRES LOCALIDADES. JUTIAPA, 1979

TRATAMIENTO KG/HA	- Y	AY		QAY		TOTAL	COSTO TOTAL S/TRAT	ACT	TMRC	
	MAIZ	FRIJOL	MAIZ	FRIJOL	MAIZ	FRIJOL				QAY
1. N75 P50	3.21	1.58	1.67	1.05	267.20	447.30	714.50	485.93	137.37	5.20
TECNOLOGIA AGRICULTOR	1.54	0.53						348.56		
2. N50 P50	2.58	1.58	1.04	1.05	166.40	447.30	613.70	462.51	113.95	5.38
TECNOLOGIA AGRICULTOR	1.54	0.53						348.56		
3. N125 P90	3.71	1.44	2.17	0.91	347.20	387.66	734.86	583.17	234.61	3.13
TECNOLOGIA AGRICULTOR	1.54	0.53						348.56		

Y = RENDIMIENTO EN TM/HA.

AY = DIFERENCIA DE RENDIMIENTOS TM/HA

QAY = DIFERENCIA DE RENDIMIENTO EN QUETZALES

CT = COSTO TOTAL

ACT = DIFERENCIA DE COSTOS TOTALES

TMRC = TASA MARGINAL DE RETORNO AL CAPITAL

#### 4.5. ANALISIS COMBINADO Y TUKEY.

Para observar el comportamiento de los tratamientos en fósforo global se realizó un análisis combinado para maíz y frijol. En el cuadro 19 se encuentra el resumen del análisis para la primera siembra y se ve que los tratamientos se comportaron de diferente forma en cada localidad, presentando alta significancia estadística, lo cual muestra que la influencia del ambiente determina el comportamiento de un determinado nivel de fertilización, tanto para maíz como para frijol. En la interacción tratamiento por localidad la respuesta obtenida fue únicamente para maíz, es decir que la influencia de la fertilización para maíz, varía de ambiente en ambiente.

En el caso del frijol, el comportamiento o respuesta a los diferentes niveles de fertilización es similar para diferentes ambientes y es de ver que el comportamiento del frijol, no fue así únicamente para la primera siembra, sino que si se ve el cuadro 19 donde se contempla el análisis para la siembra de segunda (relevo), se encuentra respuesta similar a la obtenida en la primera siembra, respecto a la interacción tratamiento por localidad, lo que corrobora el resultado indicado, mostrando a la vez, que en frijol se puede generalizar más la fertilización para diferentes ambientes. Es posible que esto se deba a que la planta por ser leguminosa y por efectuar simbiosis con bacterias nitrificantes (en el caso del N) compense la necesidad o cambio de un ambiente a otro.

Con la prueba de Tukey (Cuadro 20) se determinó que el mejor tratamiento fue el más alto (N 125 y P 90) que tiene la mejor media de rendimiento para todas las localidades, pero como vimos con anterioridad no se obtiene con él, el mejor beneficio.

Para siembra de segunda con frijol, también se realizó un análisis combinado (cuadro 21), pero no se encontró significancia en tratamientos por lo que no se efectuó ninguna prueba de comparación de medias.

CUADRO 19

ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO PARA RENDIMIENTO DE GRANO EN  
EVALUACION DE NIVELES DE NITROGENO-FOSFORO EN SISTEMA MAIZ-  
FRIJOL EN TRES LOCALIDADES DE JUTIAPA. 1979.

FV	Ft	SIGNIFICANCIA	
		MAIZ	FRIJOL
LOCALIDAD	3.07	**	**
TRATAMIENTO	1.83	**	**
REP x LOC	2.02	*	NS
TRAT x LOC	1.61	*	NS
A TUKEY		1.47	0.68
CV %		20.61	18.89

\* = Significativo al 0.05  
 \*\* = Significativo al 0.01  
 NS = No significativo  
 CV = Coeficiente de variación en porcentaje  
 Comparador Tukey al 5% en Ton/Ha. al 13% de humedad.

CUADRO 20

PRUEBA DE TUKEY AL 5% EN NIVELES DE NITROGENO-FOSFORO EN  
SISTEMA MAIZ-FRIJOL EN TRES LOCALIDADES DE JUTIAPA. 1979

X REND.	TON/HA. AL 13% DE H.	MAIZ	X̄ REND. FRIJOL
1.	3.99		1. 2.04
2.	3.82		2. 2.02
3.	3.77		3. 1.95
4.	3.77		4. 1.94
5.	3.49		5. 1.85
6.	3.45		6. 1.73
7.	3.30		7. 1.69
8.	2.61		8. 1.54
9.	2.39		9. 0.99
10.	2.20		10. 0.98
11.	2.19		11. 0.98
12.	1.86		12. 0.95

CUADRO 21

ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO PARA RENDIMIENTO DE GRANO  
 EN NIVELES DE NITRUGENO-FOSFORO EN FRIJOL PARA SIEMBRA  
 DE SEGUNDA (RELEVU) EN CUATRO LOCALIDADES DE JUTIAPA.  
 1979

FV	Ft	SIGNIFICANCIA
LOCALIDAD	2.68	**
TRATAMIENTO	1.87	NS
REP x LOC	1.83	**
TRATA x LOC	1.55	NS
CV %	18.39	

\*\* = Significativo al 0.01

NS = No significativo

CV = Coeficiente de variación en %  
 Humedad del grano 13%

#### 4.6. CORRELACION ENTRE RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES

Es un análisis que mide el grado de asociación de un factor sobre otro. Se realiza una evaluación de la asociación mútua de estos dos factores cuando la relación de la causa y efecto no es conocida.

Numéricamente, los valores del coeficiente de correlación ( $r$ ) oscilan entre  $-1$  que indica una perfecta asociación negativa entre las dos variables. Un valor  $r = 0$  representa la falta de asociación entre las dos variables. (26)

Se comparó el rendimiento obtenido de acuerdo a sus componentes - con los siguientes factores:

Para maíz: Mazorcas por planta  
Granos por mazorca  
Peso del grano

Para frijol: Vainas por planta  
Granos por vaina  
Peso del grano

Y en el estudio se encontró que los componentes (en siembra de primera), que más influenciaron el rendimiento para maíz fueron:

- No. de granos/mazorca (coeficiente de correlación = 0.7655\*\*)
- Peso promedio del grano (coeficiente de correlación = 0.6568\*)

Para frijol (primera siembra) fueron:

- No. de vainas/planta (coeficiente de correlación = 0.713\*\*)
- Peso promedio del grano (coeficiente de correlación = 0.6456\*)

Para frijol (segunda siembra o relevo) fue:

- Peso promedio del grano (coeficiente correlación = 0.7718\*\*)

Los demás componentes no presentaron significancia.

Paúl (17) concluyó que en maíz los componentes que más influyeron en el rendimiento positivamente fueron No. de granos por mazorca y el peso promedio del grano, lo cual coincide con la correlación encontrada en este estudio. Así Alvarado (1) concluye que los componentes más ligados al rendimiento fueron No. de granos por mazorca y No. de mazorcas por planta, lo cual coincide con este estudio, sólo con el No. de granos por mazorca y contempla el peso promedio del grano como influyente, pero negativamente.

En el anexo 1, 2, 3 encontramos las medias obtenidas para las localidades en estudio de los componentes de rendimiento.

## 5. CONCLUSIONES

1. En la primera siembra, el maíz respondió mejor en rendimiento a las altas fertilizaciones y baja respuesta a las bajas fertilizaciones. Por el contrario el frijol mostró bajos rendimientos a las más altas fertilizaciones y mejores rendimiento con las bajas fertilizaciones.
2. El mayor beneficio-costo se obtuvo con las más bajas fertilizaciones, - es decir: (primera siembra)
 

A:	N 75	P 90	Maíz	$B/c = 1.44$
	N 37	P 90	Frijol	
B:	N 50	P 50	Maíz	$B/c = 1.35$
	N 25	P 50	Frijol	
3. La mayor tasa marginal de retorno al capital, se obtuvo con la más baja fertilización, es decir: (primera siembra)
 

N 50	P 50	Maíz	$TMRC = 5.38$
N 25	P 50	Frijol	
4. En siembra de segunda, la más baja fertilización (N 25 P 50) obtiene un beneficio-costo de 0.92 con el más bajo costo (277.88 Q/Ha.).
5. El nitrógeno mostró diferencias de acuerdo a los tratamientos únicamente en El Progreso, Jutiapa, tanto para maíz como para frijol en la primera siembra.
6. En el caso de fertilización para maíz no se puede generalizar, pues el comportamiento de éste varía de acuerdo a localidad; en cambio en el caso del frijol, si se puede generalizar pues el análisis combinado mostró el mismo comportamiento respecto a los tratamientos por localidad en las dos épocas de siembra.



7. Los componentes que más influyeron el rendimiento fueron No. de granos/mazorca y peso promedio del grano en maíz; No. de vainas/planta y peso promedio del grano en frijol, ésto, para siembra de primera. En segunda siembra o relevo (frijol) influyó el peso promedio del grano.

Es decir que los dos cultivos se vieron influidos en general por el peso promedio del grano.

#### 6. RECOMENDACIONES

1. En el sistema de siembra maíz-frijol, es conveniente evaluar dosis de nitrógeno y fósforo similares e inferiores a la más económica, con el objeto de acercarnos más a las condiciones del agricultor.
2. Sería conveniente, que en trabajos posteriores se tomara en cuenta el uso de nuevos materiales vegetativos con el fin de obtener resultados más generales, ya que en esta región a veces se tropieza con escasez de semilla de los materiales que se usaron.
3. Verificar los componentes de rendimiento para tener mayor veracidad en la influencia que tienen sobre el comportamiento que presentaron en este estudio.

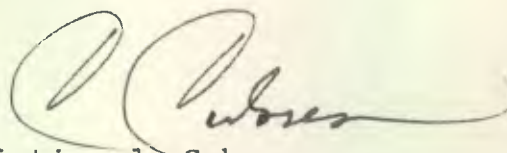
7. BIBLIOGRAFIA

1. ALVARADO CALDERON, A. Estudio sobre la integración de fertilización nitrogenada y densidad de población con tres variedades de maíz (Zea Mays L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1980. 48 p.
2. BARBERA, C. Pesticidas agrícolas. 3. ed. Barcelona. Omega, 1976. 340 p.
3. BRESSANI, R. Report on field beans an other food legumes. Guatemala, INCAP, 1973. 5 p.
4. CARDONA D. ORTIZ. y L. PELAEZ, G. Registros económicos de producción en maíz-frijol-sorgo y arroz. Región VI, Jutiapa. Socioeconomía Rural. Guatemala, ICTA 1976. 20p.
5. \_\_\_\_\_ Registros económicos de producción en maíz-frijol-sorgo y arroz. Región VI, Jutiapa. Socioeconomía Rural. Guatemala, ICTA, 1978. 29-37 p.
6. CASTILLO, L. y LEON VILLAGRAN, R. de. El cultivo del maíz en el parcelamiento La Máquina. Guatemala. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. Folleto Técnico No. 3, 2. ed. 1977. p. 4
7. CASTILLO, L. y MORALES, S. Variedades desarrolladas e introducidas por el ICTA (continuación). NOTICTA no. 37:8. 1978.
8. FIGUEROA GUILLEN, G. Alimentación de nuestros indígenas. Agronomía (Guatemala), Suplemento No. 2: 15-18. 1974.
9. GUTIERREZ, U., INFANTE, M y PINCHINAT, A. Situación del cultivo de frijol en América Latina. Calí, Colombia, Centro Tropical de Agricultura Tropical, Serie ES-19. 1975. 33 p.
10. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. Guatemala. Maíces de Guatemala para el trópico. Folleto semillas 1974. p. 4
11. \_\_\_\_\_ . Guatemala. informe anual 1974-75-76 p. 6-21

12. \_\_\_\_\_ . Guatemala, Memoria anual del Programa de Frijol. Jutiapa, 1974. p. 35-40.
13. \_\_\_\_\_ . Guatemala. Memoria anual del Programa de Frijol. Jutiapa, 1975. p. 42-45.
14. \_\_\_\_\_ . Guatemala. Memoria anual del Programa de Frijol. Jutiapa, 1976. p. 50-60
15. \_\_\_\_\_ . Guatemala. Plan Operativo. Ensayos de finca de frijol. Jutiapa, 1977. 65 p.
16. \_\_\_\_\_ . Guatemala. Plan Operativo III Curso de Adiestramiento en Producción Agrícola. Jutiapa, 1978. 77 p.
17. \_\_\_\_\_ . Guatemala. Plan Operativo IV Curso de Adiestramiento en Producción Agrícola. Jutiapa, 1979. 82 p.
18. \_\_\_\_\_ . Guatemala. Resultados del Plan Operativo de 1978. 42 p.
19. KASS, D. Y VALLE, R. DE. El uso de los arreglos factoriales y el diseño experimental en parcelas divididas en la generación de tecnología de producción de cultivos. En: IV Curso de adiestramiento en producción agrícola. CAPA. Jutiapa, Guatemala, ICTA 1979. 89 p. (mimeo).
20. LEIVA O. H. El cultivo del frijol en Guatemala. En: III Curso de adiestramiento en producción agrícola. CAPA. - Jutiapa, Guatemala, ICTA, 1978. 51 p.
21. PAUL, I. Evaluación de variedades e híbridos precoces de maíz (*Zea mays* L.) seleccionados bajo condiciones limitadas de humedad. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1979. 57 p.
22. PINEDA, H. Efecto de niveles y frecuencias de aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo del maíz, en el suroriente de Guatemala. - Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1976. 57 p.
23. POYE D., F. Los componentes del rendimiento y su aplicación en la investigación de cultivos. Guatemala. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. Boletín Técnico No. 3. 1978. 17 p.

24. \_\_\_\_\_ . El mejoramiento integral del maíz, valor nutritivo y rendimiento: Hipótesis y métodos. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, 1978. p. 69-76.
25. REYES CASTAÑEDA, P. Diseño de experimentos agrícolas. Monterrey, Nuevo León, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 1977. p. 348
26. SOLANO AVILES, R. Correlación. En: IV Curso de adiestramiento en producción agrícola CAPA. Jutiapa, Guatemala, ICTA. 1979. p. 11
27. VELASQUEZ, R. y FUENTES, A. Ensayos de rendimiento de 12 genotipos en tres densidades de población y tres niveles de fertilidad en dos localidades. En: XXI Reunión anual PCCMCA. San Salvador, El Salvador, 7-11 de abril 1975. p. 1-14

Vo Bo



Cristina de Cabrera  
Documentalista

- A N E X O -

## ANEXO 1.

PROMEDIOS OBTENIDOS DE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE MAIZ EN NIVELES DE FERTILIZACION CON NITROGENO Y FOSFORO EN SISTEMA ASOCIADO MAIZ-FRIJOL EN DOS LOCALIDADES DE JUTIAPA. 1979.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO TON/HA	PLANTAS POR m <sup>2</sup>	MAZORCAS POR PLANTA	GRANOS POR MAZORCA	PESO POR GRANO GRAMOS
1. N125 P90	4.160	4	0.96	441	0.2861
2. N125 P70	3.308	3	0.96	386	0.2969
3. N125 P50	2.594	3	0.97	405	0.2701
4. N100 P90	3.518	3	0.94	449	0.2786
5. N100 P70	2.854	3	0.898	368	0.2796
6. N100 P50	3.498	3	0.985	415	0.2855
7. N75 P90	2.975	3	0.948	391	0.2673
8. N75 P70	3.121	3	0.97	372	0.2883
9. N75 P50	3.064	4	0.855	385	0.2712
10. N50 P90	2.539	3	0.92	359	0.2583
11. N50 P70	2.817	4	0.86	365	0.2634
12. N50 P50	2.860	4	0.895	363	0.2568

## ANEXO 2.

PROMEDIOS OBTENIDOS DE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE FRIJOL EN NIVELES DE FERTILIZACION CON NITROGENO Y FOSFORO EN SISTEMA ASOCIADO MAIZ - FRIJOL EN DOS LOCALIDADES DE JUTIAPA. 1979.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO TON/HA	PLANTAS POR m <sup>2</sup>	VAINAS POR PLANTA	GRANOS POR VAINA	PESO POR GRANO (grs)
1. N62 P90	3.145	19	10	7	0.2288
2. N62 P70	2.636	20	9	6	0.2331
3. N62 P50	3.267	21	10	5	0.2847
4. N50 P90	2.509	20	9	6	0.2226
5. N50 P70	2.578	21	8	6	0.2416
6. N50 P50	3.072	21	8	6	0.2774
7. N37 P90	2.724	20	8	6	0.2486
8. N37 P70	2.740	20	9	6	0.2337
9. N37 P50	3.124	21	9	6	0.2680
10. N25 P90	1.851	18	7	5	0.2375
11. N25 P70	3.326	21	9	6	0.2808
12. N25 P50	3.152	22	9	6	0.2547

## ANEXO 3.

PROMEDIOS OBTENIDOS DE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE FRIJOL EN NIVELES DE FERTILIZACION CON NITROGENO Y FOSFORO EN SIEMBRA DE SEGUNDA (RELEVO) EN CUATRO LOCALIDADES DE JUTIAPA. 1979.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO TON/HA	PLANTAS POR m <sup>2</sup>	VAINAS POR PLANTA	GRANOS POR VAINA	PESO POR GRANO (grs)
1. N62 P90	1.896	22	8	6	0.1888
2. N62 P70	1.588	20	8	6	0.1794
3. N62 P50	1.881	23	8	6	0.1861
4. N50 P90	1.953	22	9	5	0.1898
5. N50 P70	1.781	22	8	6	0.1830
6. N50 P50	1.734	21	8	6	0.1978
7. N37 P90	1.782	22	8	6	0.1860
8. N37 P70	2.055	22	8	6	0.1973
9. N37 P50	1.720	22	8	5	0.1897
10. N25 P90	1.446	21	8	5	0.1565
11. N25 P70	1.815	22	9	6	0.1806
12. N25 P50	1.681	22	8	6	0.1751





FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia	.....
Asunto	.....

PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO  
 DE LA IMPRIMASE  
 BIBLIOTECA CENTRAL



*Handwritten signature of Dr. Antonio A. Sandoval S.*

DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.  
D E C A N O