

D4  
T(114)  
C.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

**"ASOCIACION DE MAIZ-FRIJOL-PARA CON DIFERENTES  
POBLACIONES DE PAPA Y TRES NIVELES DE  
FERTILIZACION NITROGENADA AL MAIZ-FRIJOL, EN EL  
VALLE DE QUEZALTENANGO"**

TESIS

Presentada a la

Junta Directiva de la

Facultad de Agronomía

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por:

**CARLOS HERNANDEZ CAMPOLLO**

Al conferírsele el título de

**INGENIERO AGRONOMO**

en el grado de

**LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

BIBLIOTECA

Guatemala, Abril de 1976

DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
RECTOR  
DR. ROBERTO VALDEAVELLANO

JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano:	Ing. Agr. Carlos F. Estrada Castillo
Vocal 1o.:	Ing. Agr. Salvador Castillo Orellana
Vocal 2o.:	Ing. Agr. Mario Molina Llardén
Vocal 3o.:	Ing. Agr. Carlos Guillermo Aldana
Vocal 4o.:	Br. Julio Romeo Alvarez
Vocal 5o.:	P.A. Víctor Manuel de León
Secretario:	Ing. Agr. Oswaldo Porres Grajeda

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN  
GENERAL PRIVADO

Decano:	Ing. Agr. Edgar Lionel Ibarra
Examinador:	Dr. José de J. Castro U.
Examinador:	Ing. Agr. Sergio Morales
Examinador:	Ing. Agr. Jorge del Valle
Secretario:	Ing. Agr. Oswaldo Porres Grajeda

Guatemala, 20 de Abril de 1976

Señor  
Decano de la  
Facultad de Agronomía  
Ing. Agr. Carlos Estrada C.  
Su Despacho

Señor Decano:

Tengo el honor de dirigirme a Usted para comunicarle, que atendiendo la designación que ese Decanato me hiciera, he prestado asesoría al universitario Carlos Hernández Campollo para la elaboración de su tesis de grado, intitulada: ASOCIACION DE MAIZ - FRIJOL - PAPA CON DIFERENTES POBLACIONES DE PAPA Y TRES NIVELES DE FERTILIZACION NITROGENADA AL MAIZ-FRIJOL, EN EL VALLE DE QUETZALTENANGO.

Concluída la asesoría requerida, me permito informar al Señor Decano, que considero el trabajo merecedor de la aprobación correspondiente para su publicación.

Sin otro particular, reitero a Ud. las muestras de mi consideración y respeto.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Agr. Ernesto Gonzáles  
Asesor

Guatemala, 20 de Abril de 1976

Señor  
Decano de la  
Facultad de Agronomía  
Ing. Agr. Carlos Estrada C.  
Su despacho

Señor Decano:

Tengo el honor de dirigirme a Usted para hacer de su conocimiento, que atendiendo a la designación que ese Decanato me hiciera, he ofrecido la asesoría al universitario Carlos Hernández Campollo para la elaboración de su tesis de grado.

Dicho trabajo, que el universitario Hernández Campollo someterá ante la consideración de la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Agronomía como último requisito para optar el título de Ingeniero Agrónomo, se titula: ASOCIACION DE MAIZ - FRIJOL - PAPA CON DIFERENTES POBLACIONES DE PAPA Y TRES NIVELS DE FERTILIZACION NITROGENADA AL MAIZ-FRIJOL, EN EL VALLE DE QUEZALTENANGO.

Concluida la asesoría requerida, he de informar finalmente al Señor Decano, que considero el trabajo merecedor de la aprobación correspondiente.

Sin otro particular, reitero al Señor Decano las muestras de toda mi consideración.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Agr. Ramiro Ortíz Dardón  
Asesor

**HONORABLE JUNTA DIRECTIVA**

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo tengo el honor de someter a vuestro criterio el trabajo de tesis intitulado:

**ASOCIACION DE MAIZ, FRIJOL Y PAPA CON DIFERENTES  
POBLACIONES DE PAPA Y TRES NIVELES DE  
FERTILIZACION NITROGENADA AL MAIZ-FRIJOL, EN EL  
VALLE DE QUETZALTENANGO'**

Espero que el presente trabajo sea una contribución a la información básica necesaria para lograr incrementos en la producción de los minifundios del Altiplano Occidental de Guatemala. Al mismo tiempo, espero que sea merecedor de vuestra aceptación.

Respetuosamente

Carlos J. Hernández Campollo

## AGRADECIMIENTO

Deseo dejar constancia de mi agradecimiento a mis asesores:

Ing. Agr. Ramiro Ortiz Dardón  
Ing. Agr. Ernesto González.

Al

Ing. Agr. Rene Velásquez

Por su interés y acertadas sugerencias para la realización de este trabajo.

Al

Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas

Por haberme dado la oportunidad de realizar este trabajo de investigación.

**DEDICO ESTE ACTO**

A Mi Padre

Juvencio Hernández S.

A Mi Madre

Milagros C. de Hernández

**DEDICO ESTA TESIS**

A Mi Esposa

Josefina

A Mi Hija

María Gabriela

## CONTENIDO

	Página
Presentación	
Agradecimiento	
Dedicatoria	
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Revisión sobre aspectos generales	3
2.2. Densidad de población de papa en el sistema maíz-frijol-papa asociado.	5
2.3. Funciones y requerimientos de la fertilización nitrogenada en el sistema maíz-frijol-papa asociado	6
3. MATERIALES Y METODOS	11
3.1. Localización	11
3.2. Clima	11
3.3. Suelos	11
3.4. Material Experimental	13
3.5. Diseño Experimental	13
3.6. Tratamientos Seleccionados	13
3.6.1. Tratamientos de densidad de población de papa	13
3.6.2. Tratamientos de Fertilización	14
3.7. Manejo del experimento	15
3.8. Análisis Estadístico	17
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES	19
4.1. Efectos de las densidades de población de papa sobre los rendimientos de maíz	19

	Página
4.2. Efecto del nitrógeno en los rendimientos de maíz	22
4.3. Rentabilidad	23
5. CONCLUSIONES	27
6. BIBLIOGRAFIA	29

## I. INTRODUCCION

Los beneficios de la investigación agrícola han recaído en aquellos productores de mayor poder adquisitivo, teniendo poco enfoque a nivel de los pequeños agricultores, que constituyen la gran mayoría de la población rural latinoamericana.

Buena parte de la agricultura de los trópicos latinoamericanos se caracteriza por la siembra de cultivos asociados en sistema bien desarrollados para los varios climas de la región. Otra parte de esta agricultura, con orientación más comercial y con una tecnología más desarrollada, se dedica a la producción de monocultivos. Sin embargo, la mayoría de cosechas para consumo directo es producida por pequeños agricultores, que utilizan frecuentemente algún sistema de asociación de especies en el campo. Entre estos cultivos están incluidos maíz, frijol, papa, yuca y platano (8).

En varios departamentos de Colombia, pero en especial en la parte oriental del Departamento de Antioquia, sobre un área de 167,000 hectáreas, los cultivos de papa, maíz y frijol constituyen cerca de un 90o/o del área, y uno de los sistemas agrícolas regionales consiste en la asociación maíz-papa-frijol arbustivo (17,29). La práctica de asociar cultivos es reportada por Bazan (2) en El Salvador.

Lépiz (16), citando el censo agrícola de 1970 de México, reporta que el 57.8o/o de la producción de frijol en ese país correspondió a siembras asociadas con maíz. Según el censo agropecuario realizado en Guatemala en 1964 (11), de un total de 179,300 quintales de frijol producido en la República, el 48.3o/o de esa producción corresponde a frijol cultivado en forma asociada con otros cultivos.

Es costumbre muy común entre los agricultores del Valle de Quetzaltenango, practicar sistemas de multicultivos en

asociación. Estos agricultores poseen fincas muy pequeñas, de las cuales obtienen los productos básicos para su alimentación, y se ven obligados a explotar sus propiedades en una forma intensiva, utilizando los sistemas previamente mencionados. Sin embargo, los sistemas adoptados no siguen un ordenamiento ideal, y se practican basados únicamente en valiosas experiencias personales y en las de sus antepasados.

Un caso que ilustra esta situación se observa en el municipio de Olintepeque, del Departamento de Quezaltenango, en donde se practica un sistema de multicultivos muy peculiar. En esta región el agricultor le da especial importancia al cultivo del maíz, ya que da preferencia a su ubicación dentro de un sistema de asociación con otros cultivos (frijol y papa), los cuales proporcionan productos que complementan la dieta familiar. Las prácticas culturales utilizadas por los agricultores son dirigidas exclusivamente al cultivo del maíz; la fertilización es aplicada a este cultivo sin tomar en cuenta que en el mismo sitio están el el maíz y el frijol compitiendo por nutrimentos.

En general, se acepta la existencia de un déficit de tecnología para los sistemas de asociación de cultivos. Muchos científicos, preocupados por esta situación, han iniciado investigaciones con el objeto de generar tecnología tendiente a incrementar la productividad en los minifundios.

El presente estudio pretende obtener información básica sobre densidades de población de papa y fertilización nitrogenada en maíz-frijol dentro del sistema maíz-frijol-papa asociados; teniendo como objetivos específicos:

- 1o. Evaluar el comportamiento del maíz cuando se hace variar la densidad de población de papa dentro del sistema de asociación.
- 2o. Encontrar un sistema de manejo que aumenta la rentabilidad por unidad de superficie para este tipo de asociación de cultivos.

## 2. REVISION DE LITERATURA

Esta revisión se ha separado en tres partes, a fin de facilitar las consultas a las referencias expuestas. La primera parte se refiere a citas de índole general; la segunda consiste en diversas opiniones que involucran conceptos sobre las densidades de población de papa en sistemas de asociación; y la tercera consiste en diferentes experiencias que dan información sobre funciones y requerimientos de la fertilización nitrogenada en los sistemas de asociación.

Indudablemente, la revisión que se presenta adolece de omisiones importantes. En tales casos, se piden disculpas a quienes han hecho aportaciones a los temas que aquí se tratan y que por ignorancia o por dificultad para obtener sus materiales, han sido excluidos de la bibliografía.

### 2.1 REVISION SOBRE ASPECTOS GENERALES.

Los sistemas de asociación requieren de un constante empleo de mano de obra. Dada la tasa de crecimiento demográfico de los países centroamericanos y la paralización de demanda de mano de obra por parte del sector industrial, la oportunidad de empleo con respecto a los incrementos poblacionales es muy baja o inexistente, por lo que el sistema agrícola debe ser acondicionado de manera que permita la ocupación de la mano de obra ya excedente (19).

Hildebrand y French (12), investigando en El Salvador un sistema de cultivos múltiples, encontraron que el sistema estudiado tiene el potencial de incrementar el trabajo y el ingreso rural, ya que emplea mucha mano de obra por unidad de superficie, incrementando a la vez su poder productivo.

Al mismo tiempo, los sistemas asociados son un buen recurso para el mejor aprovechamiento de las variaciones del medio ambiente. En Centroamérica son un buen recurso para el mejor aprovechamiento de la mayor radiación solar, al tener

dichos sistemas su actividad en diversos estratos foliares perfectamente definidos (12,19).

La mayoría de medianos y pequeños agricultores de América Latina tienen como característica común una disponibilidad escasa de recursos económicos. Para poder realizar sus actividades agrícolas, procuran practicar sistemas que minimicen sus inversiones. Mancini y Castillo (18), evaluando sistemas comunes en la sabana de Bogotá, Cundinamarca y otros lugares de Colombia, encontraron que utilizando el método tradicional de sembrar el maíz y el frijol en el mismo sitio, fue más económico en gastos de desyerba y de mayor rendimiento en semilla que los demás sistemas evaluados. Los mismos autores (18) realizaron en 1957 algunos ensayos de rendimiento con variedades de frijol de enredadera asociado con maíz; concluyen que los rendimientos de maíz nunca llegan realmente a ser bajos, y lo más importantes es que el rendimiento de maíz sea más alto, ya que el precio de éste es cuatro veces mayor que el del maíz.

En el municipio de la Unión, Vereda Chuscalita, Antioquia, Colombia, en un experimento de comparación de potencialidad de cinco sistemas de cultivos enfrentados a siembras de monocultivo, el frijol de árbol mejorado dio los más bajos rendimientos hasta pérdida total causando por heladas. Sin embargo, los frijoles ya en relevo con maíz o asociados con papa disminuyeron sus rendimientos por la helada, pero no llegaron a causar pérdidas económicas del cultivo del frijol. Parece que el microclima de la asociación o el relevo es beneficioso para contrarrestar los efectos de una helada (29).

Dependiendo de las condiciones ecológicas, los rendimientos que se logran en sistemas de asociación difieren unos de otros. Se ha citado con frecuencia, que al asociar frijol de mata con maíz, los rendimientos de frijol se han reducido considerablemente. El rendimiento de maíz en grano de la asociación ha sido menor que el logrado por el maíz sólo (16).

Contrario al reporte general, Moreno (20) menciona que el rendimiento en grano de frijol de guía asociado con maíz fue

superior al rendimiento en sistema de monocultivo. El Programa de Agronomía de Frijol del Centro Internacional de Agricultura Tropical (5) informa que cuando sembró una hectárea de maíz sólo con una población de 44,400 plantas, se obtuvo un rendimiento de 3767 Kg, pero al sembrar la misma superficie sin variar la población de maíz asociado con 222,000 de frijol, el rendimiento de maíz se incrementó a 4239 Kg, y se tuvo además un rendimiento promedio de frijol de 1009 Kg. Lo anterior haría suponer la posibilidad de aumentar los rendimientos de maíz como los del frijol, aún bajo condiciones de asociación.

Se puede decir que la investigación sobre cultivos asociados es bastante escasa si tomamos en cuenta la necesidad, el área, las familias numerosas que utilizan estos sistemas, la antigüedad y la gran necesidad de alimentos en América Latina.

## 2.2 DENSIDAD DE POBLACION DE PAPA EN EL SISTEMA MAIZ-FRIJOL-PAPA ASOCIADO

La densidad de población de las especies que forman un sistema de asociación, juega un papel importante, ya que la compatibilidad entre ellas es considerada especialmente en el sentido de que una planta no afecte los rendimientos de las otras, o reciba beneficios de la asociación mutua, como soporte, uso y aporte de nutrimentos, aprovechamiento residual de fertilizantes y uso de agua a diferentes profundidades. El éxito de una asociación será cuando las plantas tengan una tolerancia biológica recíproca, para que sus rendimientos no se disminuyan considerablemente en la asociación (28).

La densidad de población de papa, dentro de un sistema de asociación, variará de acuerdo a las condiciones ecológicas que existan. En plantaciones de papa como monocultivo, la densidad de población varía de 20,000 a 60,000 plantas por hectárea de acuerdo con la variedad, la fertilidad del suelo y del clima (4). En sistemas de asociación, la densidad de población de papa será diferente a las del monocultivo, pero siempre existirá un amplio rango de variabilidad cuando las condiciones ecológicas sean diferentes (17).

López (17), en algunas observaciones que hace sobre cultivos asociados, menciona que la distancia de siembra de la papa en asociación con maíz es de 1.20 m. entre surcos y 0.40 m. entre plantas (20833 plantas/há). Tobón (28), describiendo uno de los sistemas que evaluó, menciona que los agricultores del Departamento de Antioquia, Colombia, siembran la papa a 1.10 m. entre surcos y 0.40 m. entre plantas, lo cual da una población de 22,750 plantas/há.

Existen reportes que indican el comportamiento del maíz cuando es sometido a competir con diferentes poblaciones de frijol dentro de un sistema maíz-frijol asociado; en general, dentro de este sistema, al aumentar la densidad de población del frijol, el maíz reduce sus rendimientos (6,15,16,18,28).

### 2.3 FUNCIONES Y REQUERIMIENTOS DE LA FERTILIZACION NITROGENADA EN EL SISTEMA MAIZ-FRIJOL-PAPA ASOCIADO.

La vida no sería posible sin la existencia del nitrógeno. Todos los procesos vitales están asociados a la presencia de un plasma funcional que presenta al nitrógeno como constituyente característico (3,14,21,23,27). Las plantas, como todos los organismos, requieren nitrógeno para su crecimiento y reproducción, una vez dentro de ellas los compuestos simples del nitrógeno son transformados en sustancias complejas, ácidos nucleicos, clorofila y otros compuestos semejantes (21). Schulz, citado por Prianischnicov (23), asevera que, con excepción del agua, el nitrógeno es aparentemente el factor más importante para el desenvolvimiento de las plantas.

El nitrógeno del suelo está combinado, formando parte de la materia orgánica. Para que el nitrógeno sea asimilable por las plantas, es necesario que se encuentre en forma inorgánica. La descomposición microbiana de la materia orgánica lleva el nitrógeno protéico a formas disponibles para la nutrición de las plantas, mediante el proceso llamado mineralización (27).

Existen muchos factores que influyen en la eficiencia de la utilización del nitrógeno por las plantas, algunos de estos son: temperatura del aire, del agua y del suelo, pH del suelo, edad de las plantas, enfermedades, plagas, malezas y humedad del suelo (3,9,14,24,27).

El desarrollo de muchas plantas es proporcional a la cantidad de agua presente, puesto que el crecimiento está restringido entre un nivel muy alto y un nivel bajo de humedad del suelo. El agua es requerida por la planta para la producción de hidratos de carbono, para mantener la hidratación del protoplasma y como vehículo para el traslado de alimentos y elementos minerales. La humedad del terreno influye indirectamente en el desarrollo de la planta por su efecto en los organismos del suelo. A niveles de humedad extremadamente bajos o extremadamente altos, la actividad de los organismos nitrificantes se inhibe, con el resultado de que las plantas pueden tener a su disposición un reducido suministro de nitrógeno aprovechable (27).

Es importante conocer los requerimientos de nitrógeno para cada cultivo y la cantidad existente en el suelo, con el objeto de suministrar a las plantas las cantidades adecuadas. El exceso de nitrógeno provoca hojas con células grandes y de pared delgada, que son fácilmente atacadas por insectos, hongos patógenos y dañadas por condiciones climáticas desfavorables como las sequías y heladas (24).

Las plantas que sufren deficiencia de nitrógeno se tornan requéticas y amarillentas; esto último indica una reducción tanto en el contenido de clorofila, como en la capacidad fotosintetizadora de la planta, lo que provoca disminución en los rendimientos de los cultivos (27).

Existen diferencias entre la cantidad y relación de nutrimentos requeridos por las plantas para su crecimiento óptimo y aquellas por aplicarse a un suelo como fertilizante para que pueda cubrir las necesidades de las plantas. Los requerimientos de fertilización no pueden ser definidos

simplemente con obtener la diferencia entre la cantidad de nutrimentos requeridos por la planta para alcanzar un nivel de rendimiento dado y el contenido natural de estos en el suelo, sino considerar además la dinámica en el suelo de los elementos que habrían de aplicarse para incluir las pérdidas que ocurran (22).

Existen gran variabilidad en los requerimientos de fertilización por parte de los sistemas de asociación. Esta variabilidad parece razonable, pues el requerimiento cuantitativo de nutrimento minerales varía de acuerdo a los niveles de rendimiento posible dentro de un rango para alcanzar el máximo, los cuales, a su vez, dependen de las condiciones ambientales prevalecientes, que son variables según la localidad (10).

Según Bartolomew (1), la influencia misma de las leguminosas en los cultivos con los que se siembran en asociación o en los cultivos que se siembran a continuación de éstas, es difícil de determinar. Sin embargo, sugiere que aún cuando el proceso simbiótico de fijación del nitrógeno puede suministrar una parte o todo el nitrógeno usado por la planta huésped como resultado de este proceso, otras plantas que están asociadas o siguen al huésped en una secuencia de cultivos, podrían beneficiarse al abastecerse con el incremento de N.

La forma usual para encontrar la dosificación de fertilizantes para un cultivo, se basa en los experimentos de campo donde se prueba diferentes cantidades de fertilizantes y midiendo los resultados que dan, se pueden hacer recomendaciones. En algunos países han sido conducidos estudios, a nivel de campo, tendientes a definir requerimientos de fertilización en los sistemas de asociación. En la mayoría de los casos, tales requerimientos están en función de los factores ambientales que se dan en cada localidad y de las densidades de población.

Lépiz (15), al trabajar con la asociación maíz-frijol, en cuatro localidades de México, encontró que los estímulos que se tradujeron en máximo valor de la cosecha fueron entre 90 y 120

Kg/há de N, con una densidad de maíz que varió de 30,000 a 60,000 plantas/há, y para frijol de 40,000 a 50,000 plantas por hectárea. El mismo autor (15), menciona que la conclusión a la que llegaron, en relación a una aproximación de recomendación en fertilización, después de una serie de 4 experimentos llevados a cabo por el plan Puebla en 1972 para el sistema maíz-frijol asociado, es el de aplicar 150 Kg de N/há, acompañados por 40 Kg de  $P_2O_5$ , bajo una densidad de población de 30,000 y 60,000 plantas/ha de maíz y frijol, respectivamente.

La recomendación para la fertilización, en siembras de maíz y frijol de guía asociados, según Moreno (20), es de 140 Kg/há de N y 100 Kg de  $P_2O_5$  por hectárea, sembrando el maíz y el frijol al mismo tiempo y la población será de 40,000 plantas/há de maíz y 90,000 plantas/há de frijol.

La aplicación de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$ , bajo las condiciones del Valle de Monjas, Jutiapa, en maíz-frijol asociados, con una densidad de población de 20,000 y 200,000 plantas/há de maíz y frijol, respectivamente, mostró efecto significativo para el N y el Potasio, no así para el Fósforo. Fueron requeridos 49.5 Kg de N/há a una tasa de respuesta de 35.07 Kg de maíz/Kg de N aplicado. En frijol, el efecto positivo del Nitrógeno se observó hasta el nivel de 30 Kg/ha (7).

Tobón (29), cita que en 96 ensayos llevados a cabo en 1971 y 1972 por el Instituto Colombiano Agropecuario, en el oriente antioqueño, se detectó que los maíces criollos se comportan superiores a los maíces mejorados en el sistema maíz-frijol asociado. El maíz criollo "Montaña" se probó con la asociación de frijol en varias distancias de siembra y diferentes dosis de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$ . Los mejores rendimientos se obtuvieron con poblaciones de 37,000 plantas/há de maíz y aplicaciones de 50 Kg/há de N cuando el maíz tiene un metro de altura, no menciona los niveles de  $P_2O_5$  y  $K_2O$ .

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 LOCALIZACION

El experimento se llevó a cabo en el Centro de Investigación Agrícola de Occidente "Labor Ovalle" del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (I.C.T.A.). Dicho centro está situado en el Municipio de Olinstepeque, Departamento de Quezaltenango, a 2,400 metros s.n.m entre las paralelas geográficas de 14°52' latitud Norte y 91°30' longitud Oeste de Greenwich. Este estudio se llevó a cabo durante 1974.

#### 3.2 CLIMA

De acuerdo con la clasificación ecológica de Holdridge (13), esta región se encuentra ubicada dentro de una zona de bosque húmedo montano bajo.

Los datos de condiciones climatológicas referentes a precipitación pluvial y temperaturas durante 1974 se presentan en el Cuadro 1.

#### 3.3 SUELOS

Los suelos de este centro son de la serie Quezaltenango, los cuales son descritos por Simmons, Tarano y Pinto (26), como de textura franco-arenoso fina, profundos, bien drenados y desarrollados sobre ceniza volcánica pumícea, débilmente cementada en clima seco. Son suelos con declives menores del 50/o, donde puede cultivarse cualquier cosecha adaptada con el mínimo riesgo de erosión, inundación y/o dificultad a la penetración de raíces.

En el Cuadro 2, se anotan algunas características químicas de los suelos donde se instaló el experimento.

## CUADRO 1

Precipitación Pluvial y Temperaturas ocurridas durante el Año 1974 en el Centro de Investigación y Producción Agrícola de Occidente "Labor Ovalle" \*

Mes	Temperaturas °C			Precipi- mm	Días de Lluviá
	Máxima	Mínima	Media		
Enero	20.5	2.2	10.8	0.0	0
Febrero	21.6	2.6	11.0	0.3	1
Marzo	21.8	3.9	12.2	4.6	2
Abril	23.0	5.4	15.5	1.0	1
Mayo	21.4	9.2	15.0	146.3	20
Junio	20.0	9.0	14.9	115.9	25
Julio	20.1	6.2	14.5	94.1	15
Agosto	20.6	7.0	15.0	60.0	11
Septiembre	19.9	8.0	13.9	261.2	24
Octubre	19.5	6.6	13.9	21.8	13
Noviembre	21.3	3.2	13.3	0.4	1
Diciembre	22.4	1.0	12.9	0.0	0

Ocurrió una helada el 2 de septiembre.

## CUADRO 2

Características Químicas de los Suelos de la Localidad donde se efectuó el estudio.

pH	ppm		meq/100 gramos de Suelo	
	P	K	Ca	Mg
5.7	19.00	271	2.66	0.73

(\*) Labor Ovalle  
Estación Meteorológica tipo "A". Observatorio  
Meteorológico Nacional

### 3.4 MATERIAL EXPERIMENTAL

La variedad de maíz utilizada fue la San Marceño, la cual tiene un ciclo vegetativo de 240 a 250 días. La variedad de papa fue la Alpha, la cual es utilizada por los agricultores de la región, alcanza su madurez fisiológica entre los 90 y 100 días y presente susceptibilidad a enfermedades fungosas. La variedad de frijol sembrada fue la Bolonillo (criolla), que es de hábito de crecimiento indeterminado, con un ciclo vegetativo de 210 a 215 días.

Se estudiaron 18 sistemas de cultivo, en donde se mantuvo constante la población de maíz y frijol, con seis densidades de población de papa y tres niveles de fertilización nitrogenada para maíz y frijol.

### 3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Los 18 tratamientos resultantes de las combinaciones factoriales de las variables en estudio fueron establecidos en un experimento con diseño de bloques al azar en arreglo de parcelas divididas. La parcela principal estuvo constituida por los tres niveles de fertilización y la subparcela por las densidades de población de papa en parcela total de 7.2 m. X 5 m. ( $36m^2$ ) y parcela neta de 2.4 m. X 5 m. ( $12m^2$ ).

### 3.6 TRATAMIENTOS SELECCIONADOS

#### 3.6.1 Tratamientos de Densidad de Población de Papa.

El efecto de las poblaciones de papa en el sistema, fue evaluado utilizando 6 poblaciones diferentes, las cuales se muestran en el Cuadro 3.

**CUADRO 3**  
**Densidades de Población de Papa evaluadas en el estudio**

Tratamientos	Población de papa Plantas/há
P <sub>1</sub>	6,944
P <sub>2</sub>	7,575
P <sub>3</sub>	8,333
P <sub>4</sub>	10,416
P <sub>5</sub>	13,888
P <sub>6</sub>	20,833

Estas poblaciones se obtuvieron variando las distancias de 0.40 m. a 1.20 metros entre plantas, manteniendo la distancia entre surcos a 1.20 m. En las poblaciones P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>4</sub>, P<sub>5</sub> y P<sub>6</sub> la papa fue sembrada en medio de los surcos de maíz y frijol; en la población P<sub>3</sub> la papa se sembró dentro de los surcos de maíz y frijol.

En maíz se mantuvo la población de 33,333 plantas/há y en frijol 16,666 plantas/há, distribuidos de la siguiente manera: a 1.20 m. entre surcos y 0.50 m. entre posturas con 2 plantas de maíz y una de frijol para los tratamientos P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>4</sub>, P<sub>5</sub> y P<sub>6</sub>. Para el tratamiento P<sub>3</sub> la misma distancia entre surcos y un metro entre posturas con cuatro plantas de maíz y dos frijol.

### 3.6.2 Tratamientos de Fertilización.

Se estudiaron 3 niveles de fertilización nitrogenada: 75, 100 y 125 Kg de N por hectárea para F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> y F<sub>3</sub> respectivamente, con 25 Kg/há de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> constante. Las aplicaciones del fertilizante fueron dirigidas al cultivo del maíz, pero a la vez fueron utilizadas por el frijol.

Estos niveles de fertilización nitrogenada fueron aplicados en la forma que se indica en el Cuadro 4.

#### CUADRO 4

Distribución del nitrógeno en épocas de aplicación a los cultivos de maíz y frijol (Kg/há).

Tratamiento Kg N/há	Cantidad de N aplicado por época (Kg/há)		
	Inicio de lluvias	70 días después de la siembra	90 días después de la siembra
F <sub>1</sub> - 75	25	25	25
F <sub>2</sub> - 100	25	25	50
F <sub>3</sub> - 125	37.5	25	62.5

Utilizando la fórmula 20-20-0 al inicio de las lluvias se cubrió el requerimiento de fósforo de los cultivos maíz y frijol (25 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/há), suplementando 12.5 Kg de N/ha al tratamiento F<sub>3</sub> en forma de urea. Las aplicaciones posteriores de nitrógeno se hicieron usando urea (46o/o N).

A la papa se le aplicó la cantidad de nutrimentos que requiere para su normal desarrollo, fue la misma dosis para todos los tratamientos (396 Kg/há de la fórmula 10-30-10).

### 3.7 MANEJO DEL EXPERIMENTO

El manejo se llevó a cabo siguiendo el sistema de prácticas culturales acostumbrando el centro de investigación Labor Ovalle. El terreno fue preparado con aradura profunda y con pase cruzado de rastra. Se trató de proporcionar a los tres cultivos las condiciones adecuadas en todas sus etapas de crecimiento.

El 23 de abril se sembraron el maíz y el frijol, fueron plantados en el mismo sitio, con el fin de que el maíz sirviera de

tutor al frijol. En el momento de sembrarlos, se aplicó el insecticida Volantón granulado (12.5o/o de material activo) a razón de 36Kg/há para el control de plagas del suelo.

La papa se sembró el 18 de junio, aplicando el fertilizante de fórmula 10-30-10 en el fondo del surco, cubriéndolo con una capa de suelo de 3 cm. de espesor para proteger a la semilla de quemaduras por contacto directo con el fertilizante.

Se efectuaron tres limpieas con azadón, la primera a los 21, la segunda a los 70 y la tercera a los 90 días después de haber sembrado el maíz y el frijol, lo cual permitió un buen control de malezas.

El control de insectos en frijol (un coleóptero no identificado)(\*), se efectuó mediante un total de 2 aplicaciones de insecticida. Se utilizó Tamarón a razón de 25 cc. por bomba de 4 galones, efectuando la primera aplicación 15 días después de germinado el frijol y la segunda ocho días más tarde.

El control de enfermedades en papa (*Phytophthora infestans*), se intentó con 5 aplicaciones de Dithane M-45 a razón de 1.5 Kg/há, utilizando Tritón como adherente (10 cc/bomba de 4 gal). Se hizo la primera aplicación a los 27 días después de haber realizado la siembra, las siguientes aplicaciones se hicieron con ocho días de intervalo la una de la otra.

El 24 de septiembre se efectuó la cosecha de papa.

El 25 de noviembre se procedió a cosechar el frijol, determinando la humedad del grano con el determinador manual de humedad marca Dole-400.

El 26 de diciembre se cosechó el maíz, se tomó el peso de las mazorcas en el campo, se recolectaron muestras para determinar el porcentaje de humedad, el cual fue medido utilizando el determinador eléctrico marca Stanley.

(\*) Según opinión personal del entomólogo Dr. J. de J. Castro.

Para llevar el peso de mazarcas a peso de grano de maíz se utilizó el 25o/o como factor de desgranado. Al rendimiento de campo obtenido en los tres cultivos se le practicó ajustes por plantas faltantes.

### 3.8 ANALISIS ESTADISTICO

Los efectos de los tratamientos seleccionados y de sus correspondientes interacciones sobre el cultivo principal (maíz), fueron evaluados a través de una analisis estadístico, sobre la variable peso de grano al 14o/o de humedad, el cual fue analizado utilizando el siguiente esquema de varianza:

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD
Repeticiones	3
Nitrógeno	2
Error (a)	6
Subtotal 1	11
Poblaciones	5
Interacción N x pob.	10
Error (b)	45
TOTAL	71

Para evaluar el beneficio económico de los tratamientos seleccionados, fue considerado el ingreso neto en relación al costo de los insumos requeridos (Relación Beneficio/Costo).

El ingreso neto fue estimado en base a los precios que operaron en la región al 30 de diciembre de 1974. Estos precios, según INDECA, correspondieron a Q. 0.15 el Kg. de Maíz, Q. 0.44/Kg de Frijol y Q. 0.13 el Kg de papa. En relación al costo de los insumos requeridos, fueron considerados únicamente el valor del Nitrógeno y la semilla de papa, en vista de que los costos de los demás insumos quedaron constantes para todos los tratamientos. De acuerdo con informaciones de las casas comerciales se estableció que para fines de 1974 el Kg de N empleado en el presente estudio fue de Q. 1.01 y del tubérculo de semilla de papa fue de Q. 0.0165 cada uno.

A la Relación Beneficio/Costo de los sistemas en estudio se le practicó un análisis estadístico con el objeto de determinar el sistema de manejo que aumenta significativamente la rentabilidad por unidad de superficie.

#### Esquema de Analisis de Varianza

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD
Repeticiones	3
Tratamientos	17
Error	51
Total	71

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados experimentales obtenidos en el presente estudio se consignan en los cuadros 5 y 8. Estos resultados, que corresponden al rendimiento de maíz en grano ( $\text{Kg}/12 \text{ m}^2$ ) al 14o/o de humedad (Cuadro 5) y a la Relación Beneficio/Costo obtenida en cada uno de los sistemas utilizados (Cuadro 8), sirvieron de base al análisis de varianza practicado para evaluar el efecto de los distintos tratamientos sobre el cultivo de maíz (Cuadro 7) y para determinar la rentabilidad obtenida en cada uno de los sistemas estudiados.

##### 4.1 EFECTO DE LAS DENSIDADES DE POBLACION DE PAPA SOBRE LOS RENDIMIENTOS DE MAIZ.

El efecto de las densidades de población de papa fue evaluado utilizando los valores de rendimiento de grano de maíz al 14o/o de humedad expresado en Kg (total de 4 parcelas de  $12 \text{ m}^2$ ) que se representan en el cuadro 6, en donde la diferencia observada no alcanzó significancia estadística al nivel del 5o/o de probabilidad, según el análisis de varianza correspondiente (Cuadro 7).

Esta falta de significancia posiblemente se debió a que las poblaciones de papa se vieron fuertemente reducidas por el ataque del hongo *Phytophthora infestans*, condición que no permitió una normal competencia entre las especies aludidas.

Otra posible razón para esta falta de significancia, puede ser que las densidades de población de papa evaluadas no ejercieron competencia a las plantas de maíz, sino más bien hubo compatibilidad entre las especies en asociación, tal como lo sugiere Tobón (27) al decir que la densidad de población juega un papel importante en los cultivos asociados, ya que la compatibilidad entre las especies en asociación es considerada especialmente en el sentido de que una planta no afecte los rendimientos de las otras.

## CUADRO 5

Rendimiento de maíz (14o/o de humedad) expresado en Kg/parcela (12m<sup>2</sup>) obtenido en cada uno de los tratamientos estudiados en el sistema maíz-frijol-papa asociado.

Tratamientos	REPETICIONES				Promedio
	I	II	III	IV	
F <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	5.00	4.05	4.82	3.78	4.26
F <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	4.31	4.27	3.51	5.07	4.29
F <sub>1</sub> P <sub>3</sub>	3.43	3.53	4.08	3.17	3.55
F <sub>1</sub> P <sub>4</sub>	5.08	4.93	4.90	4.43	4.83
F <sub>1</sub> P <sub>5</sub>	3.50	3.86	4.28	4.19	3.96
F <sub>1</sub> P <sub>6</sub>	4.22	4.59	4.47	3.77	4.26
F <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	4.66	4.41	4.52	3.60	4.30
F <sub>2</sub> P <sub>2</sub>	4.77	5.07	4.57	2.55	4.24
F <sub>2</sub> P <sub>3</sub>	3.86	4.19	3.42	4.00	3.87
F <sub>2</sub> P <sub>4</sub>	3.62	4.79	4.05	3.90	4.09
F <sub>2</sub> P <sub>5</sub>	4.45	3.33	4.47	3.44	3.92
F <sub>2</sub> P <sub>6</sub>	3.50	4.73	3.05	3.95	3.81
F <sub>3</sub> P <sub>1</sub>	4.55	4.46	4.73	2.90	4.16
F <sub>3</sub> P <sub>2</sub>	4.15	6.28	5.13	3.32	4.72
F <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	4.00	3.58	4.11	3.08	3.69
F <sub>3</sub> P <sub>4</sub>	3.73	4.06	3.75	4.68	4.06
F <sub>3</sub> P <sub>5</sub>	4.52	3.84	4.84	4.87	4.52
F <sub>3</sub> P <sub>6</sub>	4.88	4.64	4.65	4.18	4.59

## CUADRO 6

Rendimiento de maíz en Kg (total de 4 parcelas de 12 m<sup>2</sup>), correspondientes a las densidades de población de papa en el sistema maíz-frijol-papa asociado.

Repeticiones	P O B L A C I O N E S						Promedio
	1	2	3	4	5	6	
I	14.21	13.23	11.29	12.43	12.47	12.60	12.70
II	12.92	15.62	11.30	13.78	11.03	13.96	13.10
III	14.07	13.21	11.61	12.70	13.59	12.13	13.22
IV	10.28	10.94	10.25	13.01	12.50	11.90	11.48
Total	51.48	53.00	44.45	51.92	49.59	50.59	
Promedio	12.87	13.25	11.11	12.98	12.40	12.65	

## CUADRO 7

Análisis de varianza practicado a los rendimientos de maíz obtenidos en el estudio

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	"F"
Repeticiones	3	3.17	1.05	5.83 (*)
Niveles N	2	0.82	0.41	2.27 NS
Error (a)	6	1.10	0.18	
Sub-total	11	5.09		
Población de papa	5	3.83	0.76	2.02 NS
Interacción N X Pob.	10	3.77	0.37	0.99 NS
Error (b)	45	17.12	0.38	
Total	71	29.81		

(\*) Significancia 50/o

NS: No significativo al nivel de 50/o de probabilidad

#### 4.2 EFECTOS DEL NITROGENO EN LOS RENDIMIENTOS DE MAIZ

Para evaluar el efecto de las dosis de nitrógeno involucradas en el estudio, se utilizaron los valores de rendimiento que se presentan en el cuadro 8, donde la diferencia observada no alcanzó significancia estadística al nivel de 50/o de probabilidad, según el análisis de varianza correspondiente (Cuadro 7).

#### CUADRO 8

Rendimientos de maíz en Kg (total de 4 parcelas de 12m<sup>2</sup>), correspondientes a los niveles de nitrógeno aplicados.

Nivel de N (Kg/há)	R E P E T I C I O N E S					TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV			
75	25.54	25.23	26.06	24.41		101.24	25.31
100	24.86	26.52	24.04	21.44		96.86	24.21
125	25.83	26.86	27.21	23.03		102.93	25.73
Promedio	25.41	26.20	25.77	22.96			

Esta ausencia de significancia puede tener su explicación en el hecho de que el experimento fue severamente afectado por sequía en los meses de julio y agosto (Cuadro 1), época en la cual se efectuó la última aplicación de nitrógeno (22 de julio) en forma de urea; es posible que bajo estas condiciones de humedad deficiente, la actividad de los microorganismos nitrificantes se haya reducido considerablemente y esta última aplicación, que era la que marcaba verdaderamente las diferencias entre niveles de aplicación de nitrógeno (Cuadro 4), no tuvo el efecto deseado, ya que según Tisdale y Nelson (27), a nivel de humedad bajo la actividad de estos microorganismos se inhibe, con el resultado de que las plantas pueden tener a su disposición un reducido suministro de N aprovechable.

Otra razón que indujo a la falta de diferencia estadísticamente significativa, puede ser la presencia misma del frijol que propició fijación simbiótica de nitrógeno atmosférico, tal como lo sugiere Bartholomew (1).

Los bajos rendimientos de maíz observados en los diferentes niveles de aplicación de N bajo las diversas condiciones de asociación con frijol y papa, posiblemente se deben al hecho de que este cultivo fue severamente afectado por sequía en el período previo, durante y después de su floración (primera semana de agosto) y tal como indica Volke (30), citando a varios autores, y Slatyer (25), el mayor efecto de una deficiencia de agua sobre la producción de granos en los cereales, se producirá a partir del estado de espigamiento hasta el de formación de grano. Unido a esto se presenta lo escrito en el párrafo anterior, el cual nos permite inferir que el nivel de N utilizado por la planta fue inferior a lo requerido por el cultivo.

### 4.3 RENTABILIDAD

Para medir el beneficio económico de los sistemas evaluados, fue considerada la relación Beneficio/Costo obtenida con cada uno de ellos (Cuadro 9).

En estos valores se detectaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.1$ ), tal como se muestra en el análisis de varianza realizado (Cuadro 10) y al efectuar la prueba de Duncan con las medias generales correspondientes (Cuadro 11), se detectó que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los sistemas  $F_1P_1$  y  $F_1P_2$  (75 Kg de N/há con 6,944 plantas de papa y 100 Kg de N/há con 7,575 plantas de papa, respectivamente), pero sí existe diferencia estadísticamente significativa entre los dos anteriores y las restantes dieciseis. El hecho de que las diferencias entre las medias señaladas en el segundo grupo no haya alcanzado significancia estadística, indica que el sistema  $F_1P_1$  (75 Kg de N/há con una densidad de población de papa de 6,944 plantas por hectárea) tuvo un efecto significativamente superior al resto.

En el sistema  $F_1P_1$  la relación Beneficio/Costo resultó ser igual a 4.12, que significa un retorno de Q. 4.12 por cada quetzal invertido en nitrógeno y en semilla de papa.

### CUADRO 9

Relación Beneficio/Costo obtenida en los diferentes sistemas utilizados

Tratamientos	REPETICIONES				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
$F_1P_1$	3.23	5.21	4.32	3.72	16.48	4.12
$F_1P_2$	3.28	4.23	3.00	3.62	14.13	3.53
$F_1P_3$	1.47	1.69	2.76	1.57	7.49	1.87
$F_1P_4$	3.78	3.78	2.78	2.18	12.52	3.13
$F_1P_5$	1.91	2.86	2.17	1.92	8.86	2.21
$F_1P_6$	0.76	1.08	1.34	0.92	4.10	1.02
$F_2P_1$	2.95	2.86	2.90	2.19	10.90	2.73
$F_2P_2$	3.43	2.91	3.25	1.80	11.39	2.85
$F_2P_3$	1.41	2.09	1.75	1.61	6.86	1.71
$F_2P_4$	1.74	2.43	2.32	2.15	8.64	2.16
$F_2P_5$	1.61	1.57	1.51	1.57	6.26	1.57
$F_2P_6$	0.73	1.24	0.45	0.74	3.16	0.79
$F_3P_1$	2.90	2.86	3.31	1.65	10.72	2.68
$F_3P_2$	2.75	4.20	3.14	2.10	12.19	3.05
$F_3P_3$	1.38	1.18	1.55	1.10	5.21	1.30
$F_3P_4$	1.52	1.96	1.62	2.18	7.28	1.82
$F_3P_5$	1.36	1.38	1.69	1.72	6.15	1.53
$F_3P_6$	1.05	0.88	0.85	0.68	3.46	0.87

CUADRO 10

Análisis de varianza practicado a la relación Beneficio/Costo obtenida en los diferentes sistemas evaluados

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	"F"
Repeticiones	3	3,686	1,229	6.05
Tratamientos	17	60,937	3,585	17.66 (**)
Error	51	10,346	0.203	
Total	71	74,969		

(\*\*) Significativo al 0.01 de probabilidad

CUADRO 11

Prueba comparativa entre los promedios de relación beneficio/costo correspondientes a los sistemas evaluados (Prueba de Duncan).

TRATAMIENTO	PROMEDIOS
F <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	4.12 a
F <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	3.53 a b
F <sub>1</sub> P <sub>4</sub>	3.13 b c
F <sub>3</sub> P <sub>2</sub>	3.05 b c d
F <sub>2</sub> P <sub>2</sub>	2.85 b c d e
F <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	2.73 c d e f
F <sub>3</sub> P <sub>1</sub>	2.68 c d e f g
F <sub>1</sub> P <sub>5</sub>	2.21 e f g h
F <sub>2</sub> P <sub>4</sub>	2.16 e f g h i
F <sub>1</sub> P <sub>3</sub>	1.87 h i j
F <sub>3</sub> P <sub>4</sub>	1.82 h i j k
F <sub>2</sub> P <sub>3</sub>	1.71 h i j k l
F <sub>2</sub> P <sub>5</sub>	1.57 h i j k l m
F <sub>3</sub> P <sub>5</sub>	1.53 h i j k l m n
F <sub>3</sub> P <sub>3</sub>	1.30 j k l m n ñ
F <sub>1</sub> P <sub>6</sub>	1.02 l m n ñ o
F <sub>3</sub> P <sub>6</sub>	0.87 m n ñ o p
F <sub>2</sub> P <sub>6</sub>	0.79 ñ o p

## 5. CONCLUSIONES

En base a la discusión de los resultados experimentales obtenidos bajo las condiciones en que se llevó a cabo el presente estudio, se puede arribar a las siguientes conclusiones.

1. Las densidades de población de papa no mostraron ningún efecto diferencial sobre el rendimiento del maíz.
2. El efecto de la aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento de maíz no alcanzó diferencia estadísticamente significativa, debido posiblemente a que la aplicación de N que realmente marcaba diferencias entre los niveles de aplicación no tuvo el efecto deseado, por una disminución considerable en la actividad de los microorganismos encargados de los procesos de nitrificación.
3. Se detectó una diferencia altamente significativa en la rentabilidad de los sistemas utilizados, no existiendo diferencia estadísticamente significativa entre los sistemas  $F_1P_1$  y  $F_1P_2$  (75 Kg de N/há con 6,944 plantas de papa y 100 Kg de N/há con 7,575 plantas de papa, respectivamente), pero sí entre las dos antes mencionadas y las 16 restantes.
4. El sistema  $F_1P_1$  (75 Kg de N/há con 6,944 plantas de papa) fue el que alcanzó la mayor rentabilidad, siendo 4.12 la relación beneficio/costo del sistema, lo cual significa un retorno de Q. 4.12 por cada quetzal invertido en nitrógeno y semilla de papa.

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. BARTHOLOMEW, W. El nitrógeno del suelo; Procesos de abastecimiento y requerimientos de los cultivos. ISFEI North Caroline State University. Bol. Tec. No. 6. 1972. 97 p.
2. BAZAN, RUFO. Fertilización con nitrógeno y manejo de leguminosas de grano en América Central. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 1974. 26 p. (mimeografiado).
3. BEAR, FERMIN E. Suelos y Fertilizantes. 3a. ed. Trad. por Jorge Bozal. Barcelona, Omega, 1958. 458 p.
4. CASSERES, E. Producción de Hortalizas. México, Herrero Hermanos, 1970. 310 p.
5. COLOMBIA. Estudio de algunas alternativas para intercalar maíz y frijol; Resultados preliminares. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), s.f. 4 p.
6. COLOMBIA, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Informe Anual 1971. Bogotá, 1972. pp. 49-51.
7. DEL VALLE, RICARDO. Efecto de la fertilización con NPK en el sistema maíz-frijol asociado, bajo las condiciones del valle de Monjas. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1975. 41 p. (Tesis Ing. Agr.).
8. FLOR, C.A. y FRANCIS, C.A. Propuesta de estudios de algunos componentes de una metodología para investigar los cultivos asociados en el Trópico Latinoamericano. In: Programa Cooperativo

Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. 21a Reunión Anual, San Salvador, El Salvador. 1975. 17 p (mimeografiado).

9. GARASSINI, LUIS. El suelo y su microflora. En: Revista de la Universidad Central de Venezuela, 4:225-243. 1962.
10. GUATEMALA, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola. Informe Anual 1973 del Programa de Nutrición Vegetal. Guatemala, Junio 1974. 71 p.
11. GUATEMALA, Ministerio de Economía. Dir. Gral. de Estadística. Censo Agropecuario 1964. Tomo 2. pp 132-136.
12. HILDEBRAND, P., y EDWIN C., FRENCH. Un sistema salvadoreño de multicultivos: su potencial y sus problemas. Santa Tecla, El Salvador, Ministerio de Agr. y Ganadería; Centro Nac. de Tecnología Agropecuaria, 1972. 23 p. (mimeografiado).
13. HOLDRIDGE, L.R. Mapa de zonificación ecológica de Guatemala, según sus formaciones vegetales. Guatemala, Ministerio de Agricultura, SCIDA, 1958. 19 p.
14. JACOB, A. y Von UEXKUELL, H. Fertilización, Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Trad. de L. López Martínez de Alva. Alemania. Hannover Verlagsgesellschaft für Ackerbau mbH, 1966. 626 p.
15. LEPIZ I., ROGELIO. Asociación de cultivos maíz-frijol en México, CIAMEC-INIA s.f. s/p (mimeografiado).
16. ----- Asociación de cultivos maíz-frijol. México, Secretaría de Agricultura y Ganadería. Folleto Técnico No. 58. 1974. 46 p.

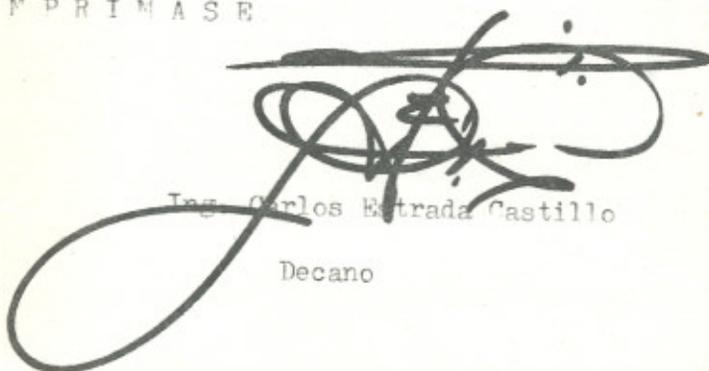
17. LOPEZ, ALBERTO. Los cultivos asociados en el oriente antioqueño. Colombia, Instituto Colombiano Agropecuario. Documento 8 R. 1973. 14 p (mimeografiado).
18. MANCINI, M.S. y CASTILLO, M.A. Observaciones sobre ensayos preliminares en el cultivo asociado de frijol de enredadera y maíz. En: Agricultura Tropical. (Bogotá) 16: 161-166. 1960.
19. MARQUEZ VAZ, JORGE. Criterios para la evaluación económica del sistema de producción agrícola. Guatemala, ICTA, 1974. 5 p. (mimeografiado).
20. MORENO, R.O. Las Asociaciones de maíz y frijol, un uso alternativo de la tierra. Chapingo, México. Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura, 1974. 80 p. (Tesis M.C.).
21. OCHSE, J.J., "et al". Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. México, Editorial Limusa-Wiley, En 1965. Tomo I.
22. PALENCIA ORTIZ, JULIO ANIBAL. Algunos aspectos sobre fertilización del maíz en Guatemala. Guatemala Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, 1974. 11 p. (mimeografiado).
23. PRIANISCHNICOV, DEMETRI. El nitrógeno en la vida de las plantas. Trad. D. Ibarra. México. Unión de Ingenieros Agrónomos al Servicio de la Industria de Fertilizantes. En 1954. 171 p.
24. RUSELL, E.J. y RUSELL, E.W. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. 3a. ed. trad. por: Gaspar González y Gonzáles. Madrid, Aguilar. 1964. 771 p.

25. SLATYER, R.O. Physiological significance of internal water relation to crop yield. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin USA. 1969. pp. 53-88.
26. SIMMONS, C.S., TARANO, J.M. y PINTO, J.H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala, Editorial "José de Pineda Ibarra". y Minist. Agr. IAN-SCIDA, 1959.
27. TISDALE, S.L. y NELSON, W.L. Soil Fertility and Fertilizers. 3rd edition. New York, Macmillan, En 1975. 694 p.
28. TOBON, JOSE HIRIAM. Comportamiento de algunos sistemas agrícolas tradicionales a varias prácticas de producción en el oriente antioqueño, Colombia. Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura, México Chapingo. 1974. 149 p. (Tesis M.C.).
29. ----- Sistemas tradicionales del cultivo de frijol. Colombia, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "Tulio Ospina", Instituto Colombiano Agropecuario, 1975. 15 p. (mimeografiado).
30. VOLKER, H.V. "et al". Relación entre las condiciones de humedad en la planta, mediante la sintomatología visible y la producción de trigo bajo condiciones de Invernadero. En: Agrociencia, Serie C, No. 7. (Chapingo). 1972. pp 149-162.

Vo.Bo.

Palmira R. de Quan  
Bibliotecaria

T M P R I M A S E

A large, dark, handwritten signature in black ink, appearing to be 'Carlos Estrada Castillo', written over the typed name.

Ing. Carlos Estrada Castillo

Decano

PROHIBIDO EL FOTOCOPIADO EXTERNO  
DEPOSITO LEGAL  
BIBLIOTECA CENTRAL-USAC