

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

DETERMINACION DE ANCHO DE CALLE OPTIMO EN MAIZ
ASOCIADO CON CULTIVOS EN RELEVO: EJOTERO-PAPA Y
ARVEJA EN EL VALLE DE QUEZALTENANGO,
GUATEMALA

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva

de la

Facultad de Agronomía

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

ALVARO ROBERTO DEL CID HERRERA

En el Acto de su Investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el Grado Académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Febrero 1977

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. ROBERTO VALDEAVELLANO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO EN FUNCIONES:	Ing. Agr. Rodolfo Estrada
Vocal 2o.	Dr. Antonio Sandoval S.
Vocal 3o.	Ing. Agr. Sergio Mollinedo B.
Vocal 4o.	P.A. Laureano Figueroa
Vocal 5o.	P.A. Carlos Leonardo
Secretario:	Ing. Agr. Leonel Coronado Cabarrús.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano:	Ing. Agr. Edgar Leonel Ibarra
Examinador:	Ing. Agr. Ronaldo Prado
Examinador:	Ing. Agr. Salvador Castillo
Examinador:	Dr. Antonio Sandoval S.
Secretario:	Ing. Agr. Oswaldo Porres Grajeda

Quezaltenango, 7 de Enero de 1977

Señor Decano de la
Facultad de Agronomía
Ing. Agr. Rodolfo Estrada
Presente.

Señor Decano:

En atención al nombramiento emanado de esa decanatura para asesorar al Br. Alvaro Roberto del Cid Herrera, en la elaboración de su tesis de graduación, me es grato hacer de su conocimiento que he seguido de cerca el desarrollo de su trabajo: Determinación de Ancho de Calle Optimo en Maíz Asociado con cultivos en Relevo: Ejotero-Papa y Arveja en el Valle de Quezaltenango, Guatemala.

Considero concluida mi asesoría, que el trabajo presentado reúne todos los requisitos para su aprobación.

Sin otro particular me es grato reiterarme como su atento y seguro servidor.

(f) Ing. Agr. Werner Schmoock Pivaral

H ONORABLE 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 titulado: "Determinación de Ancho de Calle Óptimo en Maíz Asociado con Cultivos en Relevo: Ejoteró-Papa y Arveja en el Valle de Quezaltenango, Guatemala".

Espero que el presente trabajo sea una contribución a la información básica necesaria para lograr incrementos tanto en la producción como en el ingreso de los pequeños agricultores del altiplano occidental. Al mismo tiempo, espero que sea mercedor de vuestra aceptación.

(f) Alvaro Roberto del Cid Herrera

DEDICO ESTE ACTO

A mis padres:

José María del Cid
Hilaria de María Herrera

DEDICO ESTA TESIS

A la Facultad de Agronomía

AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi agradecimiento al Ing. Agr. Werner Schmoock Pivaral por su interés y acertadas sugerencias en la revisión y asesoramiento de este trabajo de tesis.

Al personal técnico, administrativo y de campo de la Estación Experimental "Labor Ovalle" del ICTA, por su valiosa colaboración en la realización de este proyecto.

Al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) por haberme dado la oportunidad de realizar este trabajo de Investigación.

CONTENIDO

- I. INTRODUCCION
- II. LA REGION Y SU TECNOLOGIA
 - 1.0 LA REGION
 - 1.1 Clima
 - 2.0 TECNOLOGIA LOCAL
- III. REVISION BIBLIOGRAFICA
- IV. HIPOTESIS Y SUPUESTOS
- V. MATERIALES Y METODOS ✓
 - 1.0 EL SISTEMA
 - 1.1 Variedades Empleadas
 - 1.2 Niveles de Fertilizante
 - 2.0 FACTORES ESTUDIADOS
 - 3.0 DISEÑO EXPERIMENTAL
 - 4.0 MANEJO EXPERIMENTAL
 - 4.1 Siembra y Cosecha
 - 4.2 Control de Plagas y Enfermedades
 - 5.0 ANALISIS ESTADISTICO
 - 6.0 ANALISIS ECONOMICO
- VI. RESULTADOS Y SU DISCUSION ✓
 - 1.1 Rendimientos
 - 1.2 Análisis de Varianza
 - 1.3 Análisis Económico
- VII. CONCLUSIONES ✓
- VIII. BIBLIOGRAFIA

I. INTRODUCCION

El altiplano occidental es la zona del país en donde el fenómeno del minifundio se presenta más agudamente. El constante aumento de la población ha traído como consecuencia que las propiedades particulares hayan ido disminuyendo de tamaño con el paso de los años. Esto ha obligado a los agricultores a tratar de obtener el máximo provecho de sus pequeñas parcelas. Para ello han recurrido a la siembra de cultivos en asociación, con el objeto de obtener cosechas de varios cultivos durante un mismo ciclo agrícola.

Durante muchos años investigadores y extensionistas desaprobaron estos sistemas y trataron de erradicarlos. Para ello generaron tecnología para siembras en monocultivo; la cual ha tenido poca aceptación entre los pequeños agricultores. Ultimamente los conceptos han cambiado; los encargados de la investigación han llegado a la conclusión de que para la agricultura de subsistencia lo más adecuado son las siembras en asociación.

Actualmente en el valle de Quezaltenango se ha iniciado un programa el cual tiene como objetivo primordial llegar a desarrollar un sistema más eficiente para dicho tipo de siembra.

El sistema que se está investigando ha sido llamado "cultivos en relevo"; en el cual se está probando una nueva forma de sembrar el maíz y otros cultivos que tradicionalmente van asociados con él; con la que se trata de lograr una mejor distribución de los mismos en el campo, de tal manera que la competencia entre ellos se reduzca; y que haga factible que los agricultores puedan obtener lo necesario para su familia y además dispongan de un excedente que puedan llevar al mercado. Como un sistema así debe pasar por un largo proceso de investigación antes de ser presentado a los agricultores como una alternativa aceptable, se han determinado fases a seguir en dicho proceso. En

el presente trabajo de tesis se presentan los resultados obtenidos en la primera fase experimental.

OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo de investigación son los siguientes:

1. Determinar si es factible obtener cuatro cosechas en el mismo terreno, durante un ciclo agrícola, con los cultivos maíz, frijol ejotero, papa y arveja; si se deja el maíz como cultivo principal y los demás se siembran en relevos.
2. Tratar de mantener el rendimiento del maíz dentro del promedio general que obtienen los agricultores de la región con su sistema tradicional.
3. Determinar que ancho de calle es el más adecuado para la siembra de los cultivos que van en relevo.

II. LA REGION Y SU TECNOLOGIA

1.0 LA REGION

El valle de Quezaltenango tiene un área de 163 kilómetros cuadrados. Se encuentra localizado entre los $14^{\circ} 05'$ y los $14^{\circ} 55'$ de latitud norte y $91^{\circ} 30'$ y $91^{\circ} 40'$ de latitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich, su densidad de población es de 301 habitantes por kilómetro cuadrado. Dentro del mismo se encuentran localizados los municipios de Salcajá, Cantel, Quezaltenango, La Esperanza, Ostuncalco, San Mateo, Olinstepeque, Concepción Chiquirichapa, San Miguel Sigüila y Cajolá, así como el municipio de San Andrés Xecul que pertenece a Totonicapán.

En el valle se presentan dos tipos de agricultura, la de tipo empresarial, practicada por agricultores de capital ilimitado y otra de subsistencia practicada por agricultores con recursos muy limitados, que son la mayoría.

Los cultivos que predominan son maíz en monocultivo, trigo y papa. La agricultura de subsistencia se caracteriza por la siembra de maíz asociado con frijol, haba, arveja y cucurbitáceas.

1.1 Clima

De acuerdo a la clasificación ecológica de Holdridge (8) el valle de Quezaltenango se encuentra en las formaciones tropicales de bosque seco montano bajo y bosque húmedo montano bajo.

Su altura fluctúa de 2300 a 2600 mts. sobre el nivel del mar.

La precipitación promedio anual es de 825 mm. con un promedio de 135 días de lluvia. Durante el año de 1975 la precipitación mínima fue de 660 mm. y la máxima de 1092 mm. Los meses de mayor precipitación son mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre.

La temperatura máxima promedio anual es de 21°C, la mínima anual promedio es de 7°C y la media anual promedio de 14.2°C. Los meses más fríos son diciembre, enero, febrero y marzo. La humedad relativa es del 82o/o en el período más húmedo el cual va del mes de junio al mes de octubre.

Los suelos se han formado a partir de ceniza volcánica, piedra pomez (Ignimbrita) y rocas piroplásticas recientes. Sus propiedades físicas y químicas son: el color varía de pardo amarillento a pardo oscuro. Son profundos, bien drenados, y sin capas que impidan la penetración de las raíces. Predominan las texturas franco arcillo arenoso y franco arenoso. En menor proporción se encuentran suelos con textura franca o franco arcilloso. En algunos lugares tales como San Juan Ostuncalco y Llanos del Pinal se encuentra textura de arena franca, debido a que los suelos originales fueron enterrados por la erupción del Volcán Santa María que tuvo lugar en 1902.

La reacción del suelo es ligeramente ácida. El Ph predominante es de 6.0

Los rendimientos por hectárea de los cultivos más importantes en el valle son los siguientes:

Maíz: 1022 Kg/Ha (15.74 quintales por manzana)

Trigo: 2000 Kg/Ha (32 quintales por manzana)

Papa: 3840 Kg/Ha (59.2 quintales por manzana)

Frijol: 1230 Kg/Ha (18.9 quintales por manzana)

Haba: 892 Kh/Ha (13.7 quintales por manzana)

2.0 TECNOLOGIA LOCAL

Maíz: se cultiva en forma asociada en la mayoría de los casos, exceptuando en las explotaciones comerciales de gran extensión. La siembra se hace bajo condiciones de humedad residual, de uno a dos meses antes que se establezca el invierno.

Para conservar una buena humedad residual, los agricultores le dan una preparación al terreno en cuanto concluye la cosecha. Con azadón (o a máquina) se remueve la capa superior del suelo a manera de romper su capilaridad. La superficie se deja plana o con camellones.

Los materiales genotípicos utilizados son criollos, los cuales han sido desarrollados por los agricultores, los cuales tienen un buen potencial de rendimiento.

Si se les proporciona un buen manejo, la siembra se hace durante los meses de marzo y abril. La fecha está condicionada por las heladas. Cuando en la región caen heladas tempranas (mediados de octubre y principios de noviembre) la siembra se hace en marzo. En las regiones en donde caen heladas tardías (marzo) la siembra se hace en abril.

Con azadón se remueve la capa superficial del suelo hasta encontrar la húmeda residual, se prepara una cama y se depositan de 7 a 8 semillas de maíz por cada postura. La distancia entre las mismas es de 1.2 mts. Las que van en las hileras están colocadas al tres bolillo.

Los cultivos que van asociados con el maíz se siembran por lo general al mismo tiempo. Los más comunes son frijol, negro, frijol rojo (Ixtapacal), haba y arveja. En cada postura se colocan además del maíz, 2 granos de frijol negro y tres granos de arveja, o bien 2 granos de frijol negro y 2 semillas de haba. Cuando se siembran el frijol rojo llamado ixtapacal únicamente se coloca un grano y no se siembra haba ni arveja.

Muchos agricultores acostumbran aplicar materia orgánica, la cual tiene diversas procedencias, desde mezclas de estiércol con paja hasta broza de montaña. Algunos agricultores la aplican al momento de la siembra, se coloca en el fondo de cada agujero, se cubre con tierra húmeda y encima se colocan las semillas, las cuales se tapan con suelo húmedo. Otros productores prefieren aplicarla cuando las lluvias se han establecido, la planta tiene entre 40 a 50 cm. de altura, depositándola al pie de cada postura.

Ningún agricultor acostumbra aplicar insecticidas al suelo debido a que al iniciarse las lluvias la incidencia de plagas disminuye, si antes que esto ocurra el ataque ha sido severo los productores prefieren resembrar. La plaga que más perjuicios económicos causa es la taltuza, la forma más eficaz de combatirla es con trampas.

A principios de junio se hace la primera labor, la cual consiste en un raspado superficial para eliminar malas hierbas.

En el valle está muy extendida la costumbre de aplicar fertilizantes químicos, lo cual se hace en una sola oportunidad, preferentemente durante la calza la cual se hace a mediados de julio, aunque muchos productores la hacen al momento del candeo. Las mezclas comerciales más utilizadas son las de análisis 16-20-0 y 20-20-0 y las cantidades aplicadas varían de 260 a 360 Kg/Ha.

Durante el mes de julio además del aporque, se procede a cosechar las arvejas, asimismo se inicia el corte de hojas las cuales se usan para envolver tamales. Este corte se sigue haciendo hasta que el maíz se seca.

La cosecha se inicia a finales del mes de noviembre y continúa durante todo el mes de diciembre.

Trigo: el terreno se prepara en la misma forma a como se hace con el maíz, se hace en los meses de abril y mayo. La

siembra se hace durante el mes de junio y los primeros 15 días de julio. Primero se siembran los terrenos de los valles y por último se siembran las laderas. Se hace a máquina o a mano. La siembra manual se hace al voleo, primero se aplica el fertilizante luego se distribuye la semilla, por último se tapa con azadón. Los agricultores trigueros acostumbran a utilizar genotipos mejorados, los trigos criollos se usan muy poco y únicamente en zonas marginales.

El control de malezas se hace entre los 20 y 30 días de la siembra con herbicidas selectivos tales como 2-4D o tribunil. En los terrenos en que la siembra se hace en camellones la limpia se hace a mano.

La mayoría de trigueros hacen una sola aplicación de fertilizante, al momento de la siembra con las mezclas comerciales de análisis 16-20-0, 20-20-0 ó 12-24-12 en cantidades de 260 a 360 Kg/Ha.

Agricultores más tecnificados hacen una segunda aplicación a los 30 ó 35 días de la siembra con la fuente de nitrógeno 46-0-0 (urca) a razón de 100 Kg/Ha.

Los riegos más importantes que se corren con el cultivo del trigo en la región son: ataque de roya tanto del tallo como de la hoja, si la variedad sembrada es susceptible, lo que puede ocasionar la pérdida de la cosecha. El otro riesgo es que caigan heladas tempranas, las cuales pueden interrumpir el proceso de llenado del grano.

La cosecha se hace a mano y a máquina. Cuando se hace de la forma mencionada inicialmente, se utilizan cortadores. Las espigas se juntan en bultos los cuales se transportan a un lugar a donde puedan llegar las trilladoras estacionarias. El grano es vendido a los molinos de la cabecera departamental de Quezaltenango.

III. REVISION BIBLIOGRAFICA

En la actualidad existe un déficit de tecnología para los sistemas de asociación de cultivos (3). Esto en parte se debe a que la investigación ha tenido una orientación más comercial, dedicándose a crear tecnología para los cultivos que producen una mayor rentabilidad, o sea orientada a los grandes agricultores, olvidándose de los pequeños que son la mayoría (4) quienes son los que utilizan estos sistemas, pues estos se adaptan mejor a las propiedades pequeñas debido a que la mayor parte de las labores deben hacerse a mano (5). Otra razón por la cual no se creó tecnología es que siempre se tuvo la creencia de que los cultivos en asociación eran negativos pues reducían el rendimiento individual de los cultivos.

A partir de la década del 60 algunos científicos comenzaron programas de investigación para tratar de llenar dicho déficit. En 1960 Prine (12) comparó lotes de maíz sembrado sólo y con surcos de soya intercalados, asimismo surcos intercalados de maní, observó que las plantas de maíz sembrados en surcos dobles con surcos dobles de soya o maní intercalados producían mayor número de mazorcas, así como mayor número de granos que las plantas de los lotes en donde solo hubo maíz. El autor lo atribuyó a que el maíz sembrado con otros cultivos intercalados disfrutó de mejores condiciones de luz y ventilación.

En la Universidad Agrícola de Punjab (10) en base a experimentos realizados durante los años de 1965-1966, llegaron a la conclusión que el cultivo que mejor se complementa con el maíz es la soya. A finales de la década del 60 y principios de la del 70 se han operado cambios en el concepto que los investigadores tenían de los cultivos asociados. Trabajos realizados en Chapingo entre los años 1968-1971 y por el plan Puebla en 1971 (11) han demostrado que el sistema de cultivos asociados supera en rendimientos económicos unitarios tanto al maíz como al frijols sembrados solos. Lo anterior fue corroborado por Romo y Lépiz (11) en trabajos realizados en los estados de

Tlaxcala y Puebla, quienes llegaron a la siguiente conclusión: "La asociación de maíz y frijol representa una mejor alternativa para los agricultores que la siembra de maíz y frijol solos".

Hernández Campollo (4) en un estudio llevado a cabo en el valle de Quezaltenango en 1974 llegó a la conclusión de que un sistema en el cual se siembra maíz y frijol asociados, con surcos intercalados de papa, con poblaciones de 35,000 plantas/Ha de maíz, 16,000 plantas/Ha de frijol y 7,000 plantas/Ha de papa producía un retorno del 400o/o por cada quetzal invertido. Hildebrand y French (6) experimentaron en El Salvador un nuevo sistema, en el cual el maíz se siembra en surcos dobles, dejando entre ellos un espacio en el cual se sembraron otros cultivos. Este sistema demanda gran cantidad de mano de obra pues el área que un agricultor cubre con el sistema tradicional, con el sistema mencionado anteriormente se requieren cuatro agricultores de tiempo completo; además con él las ganancias netas se aumentan en un 63o/o.

Las grandes posibilidades que en la actualidad se vislumbran para estos sistemas ha inducido a los encargados de su investigación a tratar de encontrar una metodología adecuada para su estudio. En Colombia (8) están convencidos de que lo mejor es observar detenidamente los sistemas empleados por los campesinos y tomarlos como base para los futuros estudios. Las observaciones hechas por ellos los llevaron a diferenciar cuatro sistemas los cuales son: cultivos asociados, cultivos en relevo, cultivos intercalados y cultivos múltiples, cuyas definiciones se incluyen a continuación:

1. Cultivos Asociados (8)

Conjunto de cultivos en los que uno de ellos ayuda al otro con fecha igual o diferente de siembra.

2. Cultivos en Relevo (8)

Cuando se reemplaza o sustituye un cultivo por otro en el mismo sitio, se diferencia de la rotación de cultivos en que esta última práctica se hace con el objeto de darle descanso al suelo.

3. Cultivos Intercalados (8)

Cuando se tiene un cultivo principal al cual se le agrega otro cultivo secundario. La siembra intercalada (5) consiste en aprovechar los espacios libres que quedan en los cultivos que se siembran en filas o hileras, para colocar en ellos otras hileras de plantas que se cosechan antes o después del cultivo anterior. En este caso se aprovecha al máximo el suelo, el agua, la luz y los abonos.

4. Cultivo Múltiple

Es el sistema en el cual a un cultivo principal se le siembran alrededor varios cultivos secundarios (8). Consiste en aprovechar el suelo durante todos los meses del año de tal manera que al cosechar un cultivo se siembra otro. El suelo permanece vacío de dos a seis días como máximo (5).

Hay que hacer notar que no existe uniformidad en cuanto a las definiciones de cada uno de los sistemas, posiblemente debido a que los mismos presentan variaciones de país en país. En lo que si hay acuerdo es en que cualquier innovación que se estudie o piense introducirse deberá tratar de minimizar la competencia y maximizar la complementación entre los diferentes cultivos.

IV. HIPOTESIS Y SUPUESTOS

Las hipótesis que se cotejan en el presente trabajo son las siguientes:

- 1-1 El rendimiento del maíz no se reducirá drásticamente por el hecho de reducir la distancia entre surcos a la mitad.
- 1-2 La longitud del ciclo agrícola en el altiplano permitirá obtener cosechas de tres cultivos diferentes además del maíz.
- 1-3 Los cultivos rendirán más si se siembran en relevos.
- 1-4 El ingreso neto se aumenta considerablemente con este sistema.
- 2.0 Los supuestos utilizados para comprobar las hipótesis anteriores son:
 - 2-1 Los tratamientos propuestos indican en cual de los anchos de calle es el más adecuado.
 - 2-2 Se reduce al mínimo la competencia entre los diferentes cultivos.
 - 2-3 Que 40,000 plantas de maíz por hectárea es la densidad más adecuada para este sistema.
 - 2-4 Los niveles de fertilización escogidos proveerán de los nutrientes necesarios a los cultivos elegidos.
 - 2-5 La mano de obra familiar se utilizará en forma más eficiente.

VI MATERIALES Y METODOS

1.0 EL SISTEMA DE CULTIVOS EN RELEVO

El cultivo principal es el maíz, con este sistema se busca reducir la competencia que él le hace a los otros cultivos pero sin que su rendimiento sea afectado drásticamente y se mantenga dentro del promedio obtenido por los agricultores, para ellos los surcos de maíz se sembraron en parejas. Entre cada par de surcos se dejó un espacio libre (calle), el ancho del cual varió según el tratamiento. En la calle se sembraron los demás cultivos en turnos o relevos. A continuación se incluyen tres figuras que aclaran el concepto. Los cultivos sembrados en relevos fueron: 1. Frijol ejotero, 2. papa y 3. arveja.

se montaron en total tres experimentos los cuales estuvieron localizados en los municipios de Olin-tepecque y San Juan Ostuncalco.

1.1 Variedades Empleadas

Maíz:

Se utilizó la variedad denominada Guateian-Xela, con grano de color amarillo, con buenas características de planta y mazorca, resistencia al acame, con un ciclo que varía de 210 a 220 días. Rinde entre 70 a 90 qq/mz y tiene una altura de 2.6 mts. la que es adecuada para el área.

Frijol Ejotero:

Se sembró el genotipo identificado como el número 653, en el Centro de Producción de Chimaltenango, el cual es de crecimiento determinado y comienza a fructificar a los 90 días.

Papa:

Se sembraron las variedades Tecpán-69 la cual tiene un ciclo que varía de 110 a 120 días, y la variedad Loman que tiene un ciclo de 90 días.

Arveja:

Se sembró la variedad Early Perfection, la cual tiene un ciclo de 70 días.

1.2 Niveles de Fertilizante**Maíz:**

Nitrógeno 100 Kg/ha

Fósforo 50 Kg/ha de P_2O_5

El 50o/o del nitrógeno se aplicó al inicio de las lluvias, el 50o/o restante 10 días antes del candelero. Como fuente de nitrógeno se utilizó urea. El fósforo se aplicó en su totalidad al momento de la siembra, en forma de triple superfosfato.

Frijol Ejotero:

Nitrógeno 50 Kg/ha

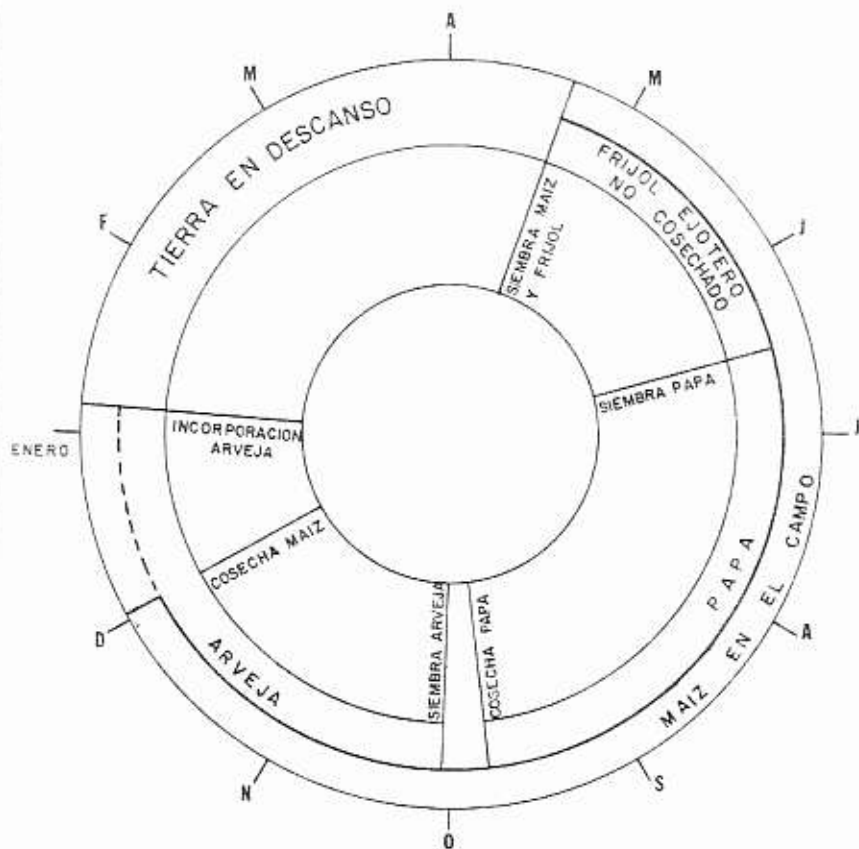
Fósforo 50 kg/ha de P_2O

Todo el nitrógeno y todo el fósforo se aplicaron al momento de la siembra. Como fuente de nitrógeno se utilizó urea y como fuente de fósforo, triple superfosfato.

Papa:

Nitrógeno 126 gk/ha

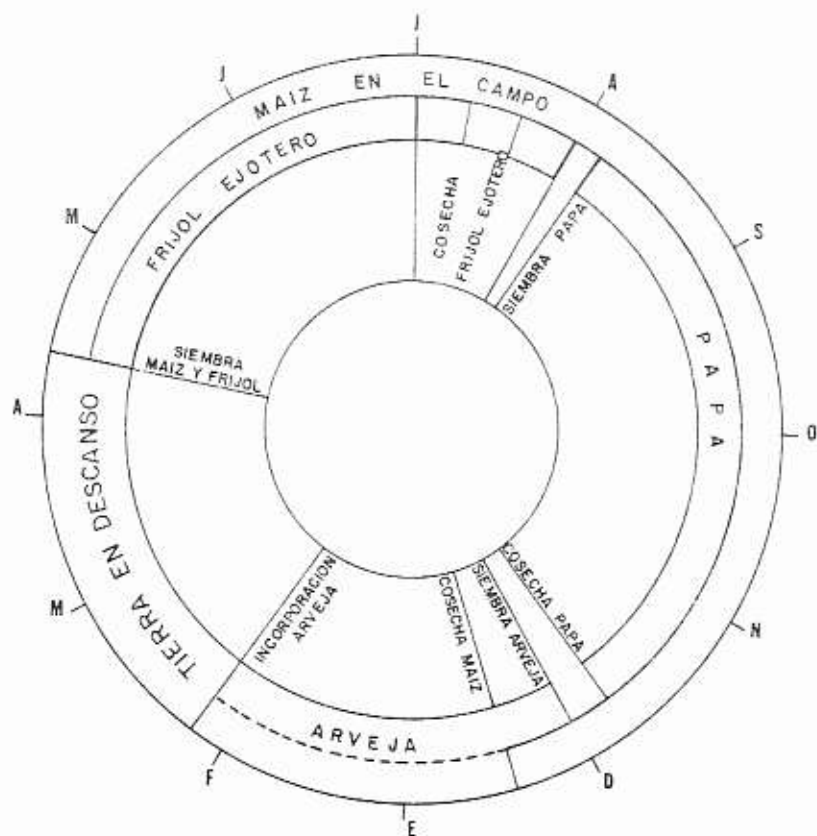
FIGURA No. 5 REPRESENTACION ESQUEMATICA DEL CICLO AGRICOLA 1



Experimento 7501

FIGURA No. 6

REPRESENTACION ESQUEMATICA DEL CICLO AGRICOLA 2



Experimento 7505

Fósforo 75 kg/ha de P_2O_5

Potasio 75 kg/ha de K_2O

El 60o/o de nitrógeno y el 100o/o del fósforo y potasio se aplicaron al momento de la siembra. El 40o/o restante del nitrógeno se aplicó 30 días después de la siembra. Como fuente de nitrógeno se utilizaron la urea y la mezcla comercial 15-15-15; ésta última utilizada también como fuente de fósforo y potasio.

Arveja:

No se le aplicó ningún fertilizante. Las plantas utilizaron para su desarrollo los residuos de nutrimentos dejados por el frijol ejotero y por la papa.

2.0 FACTORES ESTUDIADOS

El único factor objeto de estudio fue el ancho de la calle. Para este propósito, se emplearon tres tratamientos más un testigo. Este último fue sembrado en la forma en que tradicionalmente se siembra el maíz en la región.

El ancho de la calle en el tratamiento testigo fue de 1.2m. En los tratamientos propuestos los anchos fueron de 1.6, 2.4 y 3.2m, o sea distanciados a un intervalo de 0.8 mts. En el Cuadro 15 se presentan los anchos de calle de cada tratamiento así como sus densidades de siembra para cada cultivo. Puede notarse que la población de maíz fue constante en todos los tratamientos, lo que varió fue el número de posturas en que dicha población estuvo distribuida, de 7,000 en el tratamiento testigo a 19,000 en el tratamiento que tuvo mejor distribución.

3.0 DISEÑO EXPERIMENTAL

Todos los tratamientos fueron ordenados dentro de un diseño de Bloques al azar. En dos ensayos se colocaron seis

repeticiones y en el tercero únicamente cuatro.

Las parcelas útiles tuvieron 10 mts. de longitud y su ancho fue variable, dependiendo del tratamiento. Comprendieron dos calles y cuatro surcos de maíz.

4.0 MANEJO EXPERIMENTAL

4.1 Siembra y Cosecha

En el Cuadro 16 y las figuras 4, 5 y 6 se presentan las épocas de siembra y de cosecha de los diferentes cultivos en los tres ensayos. Examinando dicha información podemos notar que:

- a) El maíz y el frijol ejotero fueron sembrados al mismo tiempo.
- b) Únicamente en uno de los ensayos se obtuvo cosecha de frijol ejotero y se tuvieron que hacer cuatro cortes con un intervalo de 10 días. En los demás ensayos no se cosechó el frijol ejotero, debido a heladas tardías que afectaron la región y diezmaron las poblaciones.
- c) En los ensayos en que el frijol ejotero no se logró, la papa se sembró en fechas similares y las cosechas fueron en épocas diferentes debido a que en el ensayo 7528 se sembró la variedad Tecpán-69, que tiene un ciclo de 120 días mientras que en el número 7501 se sembró la variedad Loman que tiene un ciclo más corto (90 días).
- d) En ninguno de los ensayos se pudo cosechar la arveja, debido a que las fuertes heladas que afectaron la región a finales de 1975 y principios de 1976 le impidieron florecer.

El follaje fue incorporado como abono verde.

4.2 Control de Plagas y Enfermedades

No fue necesario hacer ningún control de plagas o enfermedades en maíz, frijol y arveja. En papa se inició un programa de aspersiones a los 30 días de la siembra, para el control de enfermedades del follaje (*Phytophthora infestans*) y (*Alternaria solani*) utilizándose el fungicida Dithane M-45. Para controlar la moscablanca se aplicaron los insecticidas Thiodan y Dypterex en aspersiones alternas. Para prevenir el ataque de polilla o palomilla de la papa se hizo una aplicación con el insecticida Folimat - 800, a los 70 días después de la siembra. Como adherente se utilizó el Tritón.

CUADRO 15

TRATAMIENTOS Y DENSIDADES DE POBLACION UTILIZADOS EN LOS CULTIVOS DE RELEVO

TRAT.	ANCHO DE CALLE Mts.	MAIZ		EJOTERO	PAPA	ARVEJA
		POSTURA POR HA.				
1	3.2	10,800	40,000	123,500	27,000	148,500
2	2.4	13,800	40,000	120,500	23,000	620,500
3	1.6	19,000	40,000	95,000	16,000	381,000
4	1.2	7,000	40,000	166,500	28,000	166,500

CUADRO 16

EPOCA DE SIEMBRA Y COSECHA DE LOS
DIFERENTES CULTIVOS

Ensayo No. 7505

Cultivo	Fecha de Siembra	Fecha de Cosecha
Maíz	9 abril	12 diciembre
Frijol Ejotero	9 abril	1, 10, 21, 30 de julio (cuadro cortes).
Papa	3 agosto	27 noviembre
Arveja	1 diciembre	No hubo Cosecha

Ensayo No. 7528

Cultivo	Fecha de Siembra	Fecha de Cosecha
Maíz	11 abril	10 diciembre
Frijol Ejotero	11 abril	No se cosechó
Papa	11 junio	8 de octubre
Arveja	13 octubre	No se cosechó

ENSAYO No. 7501

Cultivo	Fecha de Siembra	Fecha de Cosecha
Maíz	20 abril	7 diciembre
Frijol Ejotero	20 abril	No se cosechó
Papa	15 junio	25 septiembre
Arveja	2 octubre	No se cosechó

5.0 ANALISIS ESTADISTICO

Se analizaron estadísticamente las siguientes variables:

- a) Maíz, peso de grano al 150/o de humedad.
- b) Frijol ejotero, peso de vainas tiernas.
- c) Papa, peso de tubérculos.

Los rendimientos obtenidos en cada parcela se ajustaron empleando la fórmula empírica de Ioawa, la cual se describe a continuación.

$$RC = \frac{RO (PE - 0.3 PF)}{PC}$$

RC= Rendimiento corregido

RO= Rendimiento obtenido en cada parcela

PE= Población esperada

PF= Plantas Faltantes

PC= Población cosechada

6.0 ANALISIS ECONOMICO

Para determinar la inversión para cada uno de los tratamientos se procedió de la manera siguiente:

- a) Se investigaron los costos de producción por hectárea de cada uno de los cultivos.
- b) Se determinaron los costos por planta en el caso del ejotero y la papa y los costos por postura en el caso del maíz.

- c) De acuerdo al número de posturas de maíz y al número de plantas de ejotero y papa que cada tratamiento tiene, se determinaron sus costos de producción.

✓ VI. RESULTADOS Y SU DISCUSION

1.1 Rendimientos:

En el Cuadro 17 se presentan los rendimientos medios por tratamiento en cada ensayo para los cultivos de maíz, frijol ejotero y papa.

Maíz:

En los tres ensayos, el tratamiento que produjo los mejores rendimientos de maíz fue el que tuvo un ancho de calle de 1.6 mts. (No. 3); su promedio general fue de 4585 kg/ha. (70 qq/mz). Este resultado puede ser atribuido a la mejor distribución de su población.

Frijol Ejotero:

El mejor tratamiento fue el número 4 (testigo) el cual tuvo un ancho de calle de 1.2 mts. y una población de 166,600 plantas/ha.

Su rendimiento promedio fue de 5,405 kg/ha (83 qq/mz). Comparando los resultados del Cuadro 17, con las poblaciones presentadas en el Cuadro 15, se puede observar que los rendimientos estuvieron en relación directa con la población. El segundo mejor tratamiento es el que tuvo un ancho de calle de 3.2 mts. y una población de 121,500 plantas por hectárea. El promedio más bajo lo tuvo el tratamiento con menos población 95,000 plantas/ha, su ancho de calle fue de 1.6 mts. y su rendimiento promedio de 3,000 kg/ha (46 qq/mz).

Papa:

Observando el Cuadro 17 se observa que la media general de los ensayos varió de 9,298 kg/ha (143 qq/mz) en el ensayo

No. 7505 a 12,544 kg/ha (193 qq/mz), en el No. 7528. La diferencia fue de 3,200 kg/ha (49 qq/mz), la cual no puede ser atribuida únicamente a los factores clima y suelo, pues debe notarse que la papa que tuvo el promedio más bajo se sembró fuera de época (3 de agosto) lo cual pudo haber afectado su rendimiento.

Los resultados más altos los tuvieron los tratamientos con mayor población. El mejor tratamiento fue el que tuvo un ancho de calle de 3.2 mts. con excepción del ensayo 7501 en el que fue mejor el testigo. Ambos tenían poblaciones similares 27,000 plantas/ha el primero y 28,000 el testigo. Los rendimientos más bajos los tuvo el tratamiento con menor población (No. 3) 16,000 plantas/ha. y una calle de 1.6 mts.

Se puede concluir que en las parcelas de papa, el rendimiento también estuvo en relación directa con el número de plantas.

1.2 Análisis de Varianza

Los resultados de los análisis estadísticos se presentan en los Cuadros 18 y 19.

Maíz:

Se detectó diferencia entre tratamientos al 10/o de probabilidad. Entre repeticiones también se observaron diferencias significativas al 50/o. Esto significa que la ordenación en el campo de las repeticiones no logró eliminar el error atribuible a la heterogeneidad del suelo. Los coeficientes de variación fluctuaron de 5.50/o al 140/o. La comparación de medias del Cuadro 19, confirma que el mejor tratamiento es el número 3 y el segundo es el número dos.

Frijol Ejotero:

Hubo diferencia significativa entre tratamientos al 10/o de probabilidad, pero entre repeticiones no se presentó diferencia

significativa. La comparación de promedios confirma que el mejor tratamiento es el que tiene mayor número de plantas, es decir 166,600.

Entre los promedios de los tratamientos 1 y 2 no hay diferencia significativa y ambos tienen un número similar de plantas 121,500 y 120,500 plantas/ha., respectivamente. El tratamiento con rendimiento más bajo es el número tres, el que también tuvo el menor número de plantas, o sean 95,000 plantas/ha.

Papa:

Hubo diferencia significativa entre tratamientos al 10/o de probabilidad. El coeficiente de Variación fluctuó de 7.50/o a 250/o.

1.3 Análisis Económico

Se esperaba obtener datos para el sistema maíz-frijol ejotero-papa-arveja, pero debido a las razones antes mencionadas, únicamente se tuvieron datos de dos sistemas maíz-frijol ejotero-papa y maíz-papa. En los cuadros 20 y 21 se presenta un resumen de los análisis económicos realizados a cada sistema. En el Cuadro 20 están los resultados para el sistema maíz-frijol ejotero-papa. Podemos ver que las rentabilidades más altas las producen los tratamientos 4 y 3 con 890/o y 880/o respectivamente.

CUADRO 17

RENDIMIENTOS MEDIOS EXPRESADOS EN KG/HA POR TRATAMIENTO Y ENSAYOS DE LOS CULTIVOS DE MAÍZ, FRIJOL EJOTERO Y PAPA. QUEZALTENANGO, 1975

Ensayo Trat.	7501		Maíz	7505		7428	
	Maíz	Papa		Frijol Ejotero	Papa	Maíz	Papa
1	3,960	15,808	3039	4054	9829	4415	16081
2	4,290	13,732	3965	3918	7905	6006	13813
3	5,506	4,835	5051	3067	5738	6978	8131
4	-----	-----	5399	5405	13719	5533	12152
\bar{X}	4,585	11,458	3863	4111	9298	5733	12544

CUADO 18

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LOS CULTIVOS DE MAÍZ, FRIJOL EJOTERO Y PAPA

Ensayo No	Cultivo	F. de V	GL	SC	CM	FC	CV
7505	Maíz	Trat	3	14807780	4935927	20.19 (**)	8.40/o
		Rep	5	3907365	7811473	3.20 ()	
		Error	15	36666625	244442		
	Maíz	Trat	3	13896487	4632162	15.79 (**)	140/o
		Rep	5	7075017	1415003	4.82 (*)	
		Error	15	4399613	293307		
7501		Trat	2	5312000	2656000	42.21 (**)	5.50/o
		Rep	3	923808	307936	4.89 (*)	
		Error	6	377584	62930		
7505	Ejotero	Trat	3	16879062	5609687	9.80 (**)	180/o
		Rep	5	2260073	452004	0.79 NS	
		Error	15	5838179	577711		
7505	Papa	Trat	3	206658010	68886004	13.06 (**)	250/o
		Rep	5	63804340	12760868	2.42 NS	
		Error	15	79117935	5274529		
7528	Papa	Trat	3	200912975	66970992	12.73 (**)	180/o
		Rep	5	57120068	11424014	2.17 NS	
		Error	15	78881380	5258759		
7501	Papa	Trat	2	271851876	135925938	181.00 (**)	7.50/o
		Rep	3	49782547	16594182	22.16 (**)	
		Error	6	4491760	748626		

(**) Significativo al 10/o

(*) Significativo al 50/o

NS No significativo

CUADRO 19

COMPARACION DE MEDIAS UTILIZANDO LA PRUEBA DE DUNCAN PARA LOS CULTIVOS. MAIZ, FRIJOL EJOTERO Y PAPA

Cultivo	Trat	Ensayo No. 7505	Trat	Ensayo No. 7528	Trat	Ensayo No. 7501
Maiz	3	6978 a	3	5051 a	3	5506 a
	2	6006 b	2	3956 b	1	3960 b
	4	5533 bc	4	3399 c	2	4290 bc
	1	4815 d	1	3039 de	-	-----
Ejotero	4	5405 a	-	-----	-	-----
	1	4045 b	-	-----	-	-----
	2	3018 bc	-	-----	-	-----
	3	3067 d	-	-----	-	-----
Papa	4	1379 a	1	16041 a	1	15808 a
	1	9829 b	2	13813 b	2	13732 b
	2	7905 bc	4	12132 bc	3	4835 c
	3	5738 d	3	8131 d	-	-----

Nota: Las medidas de tratamientos que tienen igual letra no difieren significativamente entre sí.

Al examinar los costos se puede notar que la inversión en el tratamiento 4 es considerablemente mayor (Q1,328/ha) que la requerida para el tratamiento 3 (Q989/a) lo que hace una diferencia de Q 339/ha, mientras que la diferencia en la rentabilidad es de apenas de 1o/o, la cual no compensa los riesgos en que se incurre al hacer una mayor inversión.

En el Cuadro 21 se presentan los resultados para el sistema maíz-papa. Como dicho sistema se tuvo en los ensayos 2 y 3 se sacó el rendimiento promedio de ambos ensayos para cada tratamiento y con base en este dato se hicieron los análisis. Se puede ver que los tratamientos 2 y 3 producen las rentabilidades más altas, 44o/o y 43o/o respectivamente. El primero con una inversión de Q1,080/ha produce un ingreso neto de Q495/ha, mientras que el segundo con una inversión de Q827/ha produce un ingreso neto de Q339/ha. La diferencia entre las rentabilidades es del 1o/o mientras que la diferencia en inversiones es de Q253 por hectárea, o sea que para aumentar la rentabilidad en 1o/o debe invertirse un 31o/o más. De todo lo anterior se puede concluir que el tratamiento más ventajoso en ambos sistemas es el número tres, el cual con menor inversión produce una mayor rentabilidad.

En el Cuadro 22 se presenta una comparación de costos, ingresos netos y rentabilidad de los diferentes sistemas empleados en la región. Se nota que el sistema que mayor rentabilidad por quetzal invertido produce es el MAIZ-FRIJOL EJOTERO-PAPA y en monocultivo, el sembrado CON LA TECNICA ENSAYADA POR EL EQUIPO DE PRUEBA DE TECNOLOGIA. El primero con una inversión de Q989/ha, produce un ingreso neto de Q869/ha lo que equivale a una rentabilidad del 88o/o, mientras que el segundo con una inversión de Q525/ha produce un ingreso neto de Q441 lo que equivale a una rentabilidad del 85o/o.

De todos los sistemas donde se incluye maíz, el que más baja rentabilidad produce es el maíz solo, sembrado con la técnica tradicional, el cual con una inversión de Q407/ha produce un ingreso neto de Q156/ha lo que equivale a una rentabilidad del 38o/o.

CUADRO 20

ANÁLISIS ECONOMICO DEL SISTEMA
MAIZ-FRIJOL EJOTERO-PAPA

TRAT No.	Rendimiento Ton / ha			Ingreso Q / ha			Costo Q/ha	Ingreso Neto Q/ha	Rentabilidad
	Maíz	Frijol Ejotero	Papa	Maíz	Frijol Ejotero	Papa			
1	4.3	3.6	9.0	667	803	486	1,325	631.6	0.48
2	5.4	3.5	7.0	832	776	391	1,145	855	0.43
3	6.2	2.7	5.0	967	607	284	989	869	0.88
4	4.9	4.8	12.0	767	1070	679	1,328	1188	0.89

CUADRO 21

ANALISIS ECONOMICO DEL SISTEMA MAIZ-PAPA

TRAT					Costos Q/ha	Ingresos Neto Q.	Rentabilidad
	Maíz	Papa	Maíz	Papa			
1	3.1	14.0	898	924	1168	315	0.29
2	3.7	13.3	572	877	1080	445	0.44
3	4.7	5.8	732	838	827	334	0.43
4	3.0	11.0	471	726	1154	104	0.09

CUADRO 22

COMPARACION DE COSTOS,INGRESOS NETOS
Y RENTABILIDAD

SISTEMA	Costos Q/Ha	Ingreso Bruto Q/Ha	Ingresos Neto Q-Ha	Rentabilidad
Maíz-Ejotero-Papa	989	1888	869	0.88
Maíz-Papa	806	1115	308	0.43
Maíz Tradicional	407	563	156	0.38
Maíz ICTA	525	966	441	0.84
Papa	1134	1286	152	0.13

✓ VII. CONCLUSIONES

1. No es posible obtener cuatro cosechas con los cultivos MAIZ-FRIJOL EJOTERO-PAPA-ARVEJA, pues las condiciones climáticas de la zona no lo permiten.
2. El rendimiento del maíz no fue afectado significativamente al reducir la distancia entre los surcos, pues los rendimientos promedio de todos los tratamientos están dentro del promedio obtenido por los agricultores con el sistema tradicional.
3. El sistema MAIZ-FRIJOL EJOTERO-PAPA, es más rentable que cualquiera de los sistemas utilizados en la región, aunque requiere mayor inversión.
4. El tratamiento que tiene un ancho de calle de 1.6 mts. es el más ventajoso dentro del sistema MAIZ-FRIJOL EJOTERO-PAPA.

VIII. BIBLIOGRAFIA

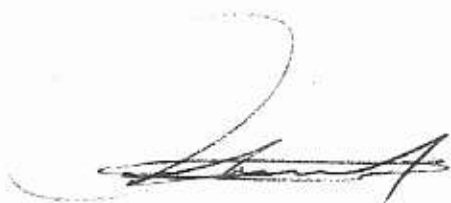
1. Akinola, A. Agboola. Adeboyeto A. Fayeni. Preliminary Trials On the Intercropping of maize with different Tropical Legumes in Western Nigeria. University of Ibadan, (Nigeria), Department of Agronomy, 1971.
2. CIAT, Informe anual. Cali, Colombia, 1973, pp 175-178.
3. Flor, C.A., C.A. Francis. Propuesta de estudio de algunos componentes de una metodología para investigar los cultivos asociados en el Trópico Latino Americano. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1975.
4. Hernandez Campollo, Carlos Juvenio. Asociaciones de maíz-frijol-papa con diferentes poblaciones de papa y tres niveles de fertilización nitrogenada al maíz-frijol en el valle de Quezaltenango. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1976. 32 p. (Tesis Ing. Agr.)
5. Higueta, Favio. Las siembras múltiples e intercaladas en clima frío. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, Depto. de Agronomía, 1971. Hoja divulgativa 041.
6. Hildebrand, P. Edwin C. French. Un sistema salvadoreño de multicultivos su potencial y sus problemas. Santa Tecla, El Salvador, Ministerio de Agricultura y Ganadería; Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria, 1972. 23 p.
7. Holdridge, L.R. Mapa de zonificación ecológica de Guatemala según sus formaciones vegetales. Guatemala, Ministerio de Agricultura, SCIDA, 1958. 19 p.

8. López, Alberto. Los cultivos Asociados en el oriente antioqueño. Bogotá, Ministerio de Agricultura, Instituto Colombiano Agropecuario, 1973. Doc. No. 8.
9. López, Albert. Observaciones sobre los cultivos asociados. Bogotá, Colombia, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), 972. 41 p.
10. ----- maize with soybean. Punjab University, Department of Agronomy, 1965.
11. Romo, Efrén, Rogelio Lepiz. Investigaciones sobre la asociación de cultivos maíz-frijol. Chapingo, Mexico, Escuela Nacional de Agricultura, Colegios Postgraduados, 1972.
12. Schmoock Pivaral, Werner Jorge. Algunos métodos para el diseño y la evaluación de agrosistemas de maíz y trigo en el Valle de Quezaltenango, Guatemala. Chapingo, México, Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de Postgraduados 1976 (Tesis Mag. Sc.)
13. Villegas, G. Proyecto sobre cultivos múltiples en el Valle del Cauca, Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) 1971.

Vo Bo

(f) Palmira R. de Quan
Bibliotecaria

Vo.Bo.



Asesor

Ing. Werner Schmoock Pivaral
Ingeniero Agrónomo

Imprimase:



Decano
Rodolfo Estrada
Ingeniero Agrónomo

