

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DEL SISTEMA TRADICIONAL DE PRODUCCION
MAIZ-FRIJOL ASOCIADO, UTILIZANDO TRES GENOTIPOS DE MAIZ
(Zea mays L.); TRES GENOTIPOS DE FRIJOL VOLUBLE
(Phaseolus vulgaris L.) Y UN GENOTIPO DE FRIJOL VOLUBLE
(Phaseolus coccineus) EN SEIS MUNICIPIOS DE CHIMALTENANGO

TESIS

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

Por

DAVID ELI FUENTES SANCHEZ

Al conferírsele el título de
INGENIERO AGRONOMO

En el Grado Académico de
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, septiembre 1983

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
01
T(719)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. Eduardo Meyer Maldonado

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano :	Ing. Agr. César Castañeda
Vocal 1° :	Ing. Agr. Oscar Leiva R.
Vocal 2° :	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez
Vocal 3° :	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
Vocal 4° :	Prof. Heber Arana
Vocal 5° :	Ing. Agr. Francisco Muñoz N.
Secretario:	Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez P.

TRIBUNAL QUE REALIZO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano :	Dr. Antonio Sandoval S.
Examinador:	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez
Examinador:	Ing. Agr. Ramiro González F.
Examinador:	Ing. Agr. Manuel Martínez
Secretario :	Ing. Agr. Carlos René Fernández

SECTOR PUBLICO AGROPECUARIO Y DE ALIMENTACION
INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS

AVENIDA REFORMA 8-60, ZONA 9, EDIFICIO
"GALERIAS REFORMA", 3ER. NIVEL - TELS.: 317464 - 318371
GUATEMALA, C. A.

Guatemala

31 de agosto 1983

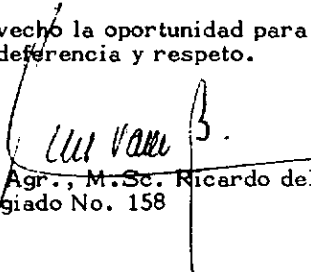
Señor Decano de la
Facultad de Agronomía
de la Universidad de San Carlos
de Guatemala
Ing. Agr., M. Sc. César Castañeda
Guatemala

Respetable señor Decano:

Es para mi mucho gusto el dirigirme a usted para manifestarle, que en atención a la designación que se me hiciera por parte de ese decanato, para asesorar al universitario P.A. David Elí Fuentes Sánchez, esa asesoría ha quedado concluida en lo que respecta a la elaboración de su tesis de grado.

Dicha tesis, intitulada EVALUACION DEL SISTEMA TRADICIONAL DE PRODUCCION MAIZ-FRIJOL ASOCIADO, UTILIZANDO TRES GENOTIPOS DE MAIZ (*Zea mays* L.), TRES GENOTIPOS DE FRIJOL VOLUBLE (*Phaseolus vulgaris* L.) Y UN GENOTIPO DE FRIJOL VOLUBLE (*Phaseolus coccineus*) EN SEIS MUNICIPIOS DE CHIMALTENANGO, estimo que reúne los requisitos de mérito para su aprobación, siendo además, un valioso aporte investigativo en el campo de los agroecosistemas de maíz-frijol, tan comunes en la agricultura tradicional de nuestro país.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para suscribirme de usted con muestras de mi deferencia y respeto.


Ing. Agr., M.Sc. Ricardo del Valle B.
Colegiado No. 158

SECTOR PUBLICO AGROPECUARIO Y DE ALIMENTACION
INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS

AVENIDA REFORMA 8-60, ZONA 9, EDIFICIO
"GALERIAS REFORMA", 3er. NIVEL - TELS.: 317464 - 318371

GUATEMALA. C. A.

Guatemala, 31 de agosto 1983

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

Señor Decano:

Tengo el honor de dirigirme a usted para hacer de su conocimiento que atendiendo la designación que ese decanato me hiciera, he asesorado al universitario David Elí Fuentes Sánchez en la elaboración de su trabajo de tesis titulado:

"Evaluación del sistema tradicional maíz-frijol asociado, utilizando tres genotipos de maíz (Zea mays L.), tres genotipos de frijol voluble (Phaseolus vulgaris L.) y un genotipo de frijol voluble (Phaseolus coccineus L.) en seis municipios de Chimaltenango".

Concluida la asesoría, considero que el trabajo presentado reúne todos los requisitos para su aprobación.

Sin otro particular, me suscribo del señor Decano con muestras de mi consideración y aprecio.



Ing. Agr., M.Sc. José Manuel Díaz C.
Colegiado No. 346

Guatemala, septiembre 1983

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a vuestra consideración mi trabajo de tesis titulado:

"Evaluación del sistema tradicional de producción, maíz-frijol asociado, utilizando tres genotipos de maíz (Zea mays L.), tres genotipos de frijol voluble (Phaseolus vulgaris L.) y un genotipo de frijol voluble (Phaseolus coccineus L.) en seis municipios de Chimaltenango"

Pretendo con el presente trabajo dar un aporte a la solución de la problemática del agricultor minifundista del altiplano guatemalteco.

Al mismo tiempo llenar con él, el último requisito para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Respetuosamente,



DAVID EL FUENTES SANCHEZ

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Por haber cambiado mi vida

A MIS PADRES

J. Germán Fuentes (QEPD)
Esther S. de Fuentes (QEPD)

A MI ESPOSA

Melva Violeta Rodas de Fuentes

A MIS HIJOS

David Estuardo, Edgar Francisco
Juan Pablo y Cessia María

A MIS HERMANOS

Tita, Edgar, Cándido, Afda,
Fide, Irma
Otto y Adolfinia (QEPD)

A MIS FAMILIARES EN GENERAL

A LAS FAMILIAS

Fernández Melgar
Fuentes Peñalongo

A LOS ESPOSOS

Cathy y Wyman Pylant

A MIS AMIGOS

ESPECIALMENTE A

Miguel Angel Osorio y
Juan Francisco Gálvez M.

TESIS QUE DEDICO

A mi patria Guatemala

A la Escuela Nacional de Agricultura

A la Facultad de Agronomía

Al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA

Al Equipo de Prueba de Tecnología, Subregión V-4,
Chimaltenango, ICTA

Al personal técnico de los Programas de Maíz y Frijol
del ICTA

A todos los agricultores del altiplano guatemalteco

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su gratitud, admiración y respeto a las siguientes personas, por su valiosa contribución al presente trabajo.

Al Ing. Agr., M. Sc. Ricardo del Valle Barrera, por su dedicación y acertada asesoría, sin la cual no hubiera sido posible aprovechar al máximo la información recabada.

Al Ing. Agr., M. Sc. José Manuel Díaz C., por su asesoría, principalmente en la fase de diseño, trabajo de campo e interpretación de los genotipos de frijol voluble.

Al Ing. Agr. Juan Manuel Herrera, del departamento de Cómputo del ICTA; Ing. Agr. Mario Roberto Ozaeta, Programa de Maíz del ICTA; Dr. Porfirio Masaya, Coordinador del Programa de Frijol del ICTA, por su orientación y apoyo científico-técnico.

A la señorita Marfa de los Angeles Rosales, Sra. Elsa Izaguirre de Urbina y especialmente a mi esposa: Melva de Fuentes, por su ayuda en el trabajo mecanográfico.

A mis compañeros de trabajo en el Equipo de Prueba de Tecnología, ingenieros: Asdrúbal Bonilla, Héctor Ochoa y Lic. Francisco Chew, así como a los ingenieros Marcial Guzmán, Juan José Soto, del Programa de Frijol, por su colaboración en la fase de campo.

Al personal técnico auxiliar, especialmente a Abraham Azurdia, Vidal Reyes, Ervin Urbina y Pedro Tamat, por su valiosa ayuda en la toma de notas y trabajos agronómicos.

Los datos de este trabajo fueron obtenidos mediante la utilización de recursos de la Disciplina de Prueba de Tecnología de la Subregión V-4 del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA. Los resultados son propiedad de dicho Instituto y se publican con la debida autorización.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	1
1. INTRODUCCION	3
2. OBJETIVOS	6
3. HIPOTESIS	6
4. REVISION DE LITERATURA	7
4.1 El concepto del sistema	7
4.2 El concepto del agroecosistema	8
4.3 Importancia del sistema maíz-frijol asociado	10
4.4 Situación nacional de la producción de maíz	12
4.5 Situación nacional de la producción de frijol	14
4.6 Importancia del maíz y frijol en la tiera alimenticia nacional	19
4.7 Algunas investigaciones en maíz-frijol asociado	22
5. MATERIALES Y METODOS	32
5.1 La región y su tecnología	32
5.2 Clima	32
5.3 Suelos	38
5.4 La tecnología local de producción para maíz-frijol voluble asociado	38
5.5 Material experimental	41
5.6 Diseño experimental	42
5.7 Trabajos de campo	43
5.8 Recolección de información	45
5.9 Análisis estadístico	46
6. RESULTADOS Y DISCUSION	49
6.1 De los datos climatológicos	49
6.2 Del análisis del suelo	50
6.3 De las características agronómicas del frijol voluble asociado con maíz	54
6.4 De las características agronómicas de las variedades de maíz asociado con frijol voluble	59
6.5 Del análisis de varianza combinado para rendimiento de maíz asociado con frijol	64
6.6 Del análisis combinado para rendimiento de frijol asociado con maíz	68

6.7	Del análisis de varianza del peso equivalente del sistema de frijol asociado referido al peso del maíz	69
6.8	Del análisis de comparación de medias	73
6.9	Del análisis de correlaciones para rendimiento y algunas características agronómicas	77
6.10	Del análisis del mejor tratamiento de maíz y frijol asociado	84
7.	CONCLUSIONES	87
8.	BIBLIOGRAFIA	92

RESUMEN

En seis municipios del Occidente del departamento de Chimaltenango en Guatemala, se realizó durante 1982 un estudio a nivel de fincas de agricultores, con el propósito de evaluar tres genotipos de maíz (dos mejorados y un criollo), como soportes para cuatro genotipos de frijol voluble mejorados (uno *P. coccineus* y tres *P. vulgaris*), bajo el agroecosistema tradicional maíz-frijol asociado y en términos de su comportamiento en rendimiento de grano, "peso equivalente del sistema referido al maíz" e ingreso bruto.

Las hipótesis planteadas, para ser probadas a nivel de campo, fueron las siguientes: a) Los genotipos de maíz en evaluación son igualmente eficientes como "soporte" para el frijol; b) Los genotipos de frijol voluble no difieren entre sí en cuanto a la producción de grano; y c) No se presentará interacción estadísticamente significativa sobre el rendimiento, entre genotipos de maíz y de frijol en la asociación, debido a sus características fenotípicas.

Para el efecto se condujeron 12 ensayos, mediante un diseño experimental de parcelas divididas, arregladas en bloques al azar con cuatro repeticiones, en sitios que contrastaron en cuanto a suelo, clima y manejo.

El análisis de las principales características agronómicas tomadas, tanto al frijol como al maíz, permitieron clasificar a los genotipos de frijol en "agresivos", "intermedios" y "no agresivos", así como verificar el potencial de las variedades de maíz como "soporte"; determinándose a la vez, los mejores ambientes dentro del área para la asociación.

La prueba de las hipótesis se realizó mediante análisis de varianza "combinados", tanto para rendimientos de maíz como de frijol y para el índice, "peso equivalente" del sistema referido al maíz, sobre las 12 localidades, mostrándose en general, que el cultivo de frijol es el componente que más influye sobre el agroecosistema.

Los análisis de correlaciones practicados a los rendimientos de maíz y de frijol y otras características, mostraron una tendencia de complementariedad entre las especies asociadas, lo cual confirma lo ya encontrado por otros autores, en torno a la "estabilidad" e importancia de este tipo de unidades de producción.

Finalmente se determinaron los mejores tratamientos en términos de "peso equivalente del sistema referido al maíz, e ingreso bruto", encontrándose que fueron las asociaciones Chuchucá (P. coccineus) vrs. Maíz V-304, Chuchucá vrs Maíz Justo Méndez y Chuchucá vrs Maíz criollo local, quienes para el promedio de las 12 localidades produjeron pesos equivalentes de 8.37, 8.06 y 8.06 tm/ha, respectivamente y en este mismo orden, ingresos brutos de Q. 1,385, Q. 1,332 y Q. 1,332/ha, debido a las características particulares de esta especie de frijol.

Los tratamientos con los genotipos de P. vulgaris, no presentaron diferencia estadísticamente significativa entre sí, concluyéndose que efectivamente se cuenta con nuevas alternativas tecnológicas que ofrecen a los agricultores del área, mejores perspectivas económicas, tanto si desean utilizar P. coccineus, como P. vulgaris, y las nuevas variedades de maíz mejoradas por el ICTA.

1. INTRODUCCION

La producción de maíz y frijol en el altiplano central de Guatemala proviene de sistemas de producción muy variados, predominando en más del 75% las asociaciones y siembras intercaladas de maíz y frijol con habas y/u otras especies. Dentro de esta región se localizan los seis municipios que conforman el área en estudio y forman la parte alta de Chimaltenango, con alturas que oscilan entre 1,800 a 2,300 m. snm, con una precipitación promedio de 1,027 mm de lluvia anual, distribuida en 117 días y con una temperatura media anual de 15.4°C.

La región se caracteriza como muchas otras del altiplano central y occidental de Guatemala, por su marcado minifundio, alta densidad de población, alto porcentaje de analfabetismo, agricultura de subsistencia, principalmente con cultivos como "milpa (maíz-frijol-haba)^{1/}, poco acceso al crédito agrícola y profundas raíces tradicionalistas. El grupo indígena predominante habla, en su mayoría, el dialecto cakchiquel y constituyen el 89% de los habitantes (5).

La Disciplina de Socioeconomía Rural del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, en 1977 señaló que en cuanto a la tenencia de la tierra en esta área podían detectarse cuatro grupos: (6)

- a. El grupo de sub-subsistencia, con menos de 1 manzana de terreno constituyendo el 67% del total de fincas de la región.
- b. El grupo de subsistencia con menos de 2 manzanas de terreno, con el 25% del total.
- c. El grupo superavit, con 2 o más manzanas, con el 8% del total de fincas, y finalmente,

^{1/} El haba, *Vicia faba*, está casi eliminado del sistema por los problemas de enfermedades, el frijol es de hábito voluble IV, conocido en la región como frijol de enredo.

d. Los que no poseen tierra.

En general, y a medida que los agricultores poseen más tierra y recursos económicos los agricultores diversifican sus cultivos con hortalizas y/o trigo, una vez logran una producción sostenida y adecuada de maíz y frijol para el consumo familiar, proveniente de su sistema tradicional de "milpa".

Como consecuencia de estos antecedentes, en el año 1976 el ICTA inició en esta zona, estudios tendientes a interpretar los sistemas de producción existentes y luego, mediante el uso de nuevas alternativas tecnológicas, tratar de mejorar los ingresos netos de este tipo de agricultores tradicionalistas, al utilizar más eficientemente sus escasos recursos de producción y con ello mejorar los aspectos agrosocioeconómicos de la familia rural.

Así, en la actualidad se han validado diversas alternativas, como el uso de surcos dobles de maíz (0.40 mts entre pares de surcos y calles anchas de 2.0 metros) con papa, con trigo, con frijol de suelo, o con crucíferas intercaladas; asimismo, el uso del surco ancho sencillo (1.8 mts entre surcos) con los mismos cultivos intercalados.

A pesar de que estas alternativas han probado ser bastante rentables, de acuerdo con los estudios de aceptabilidad, su uso en la región es aún limitado y un gran número de agricultores continúa sembrando el sistema de maíz frijol voluble, aún cuando los rendimientos del frijol voluble o de enredo estén por los 200 kg/ha, en promedio.

Estos bajos rendimientos observados en frijol se deben fundamentalmente a que las variedades criollas tienen hábitos muy "frondosos" (mucha ramificación) y poca "carga" a lo largo del eje central, produciendo estos factores un alto porcentaje de acame, que incide en la pudrición de vainas del frijol y de mazorcas en maíz, por el contacto con el suelo,

además, los frijoles son muy tardíos y tienen su mayor concentración de vainas en las ramas.

Adicionalmente a lo anterior, debe agregarse que las densidades de población logradas en el sistema de maíz-frijol asociado son extremadamente bajas (8,000 plantas/ha), por la baja calidad de semilla utilizada, el sistema de siembra y problemas de plagas y enfermedades, tanto en el sistema radicular como en el follaje.

En tal virtud, el presente estudio pretende ser un aporte a la solución de la problemática anterior, al evaluar los genotipos de maíz y de frijol volubles que se vislumbran como promisorios para los municipios que abarca la evaluación.

2. OBJETIVOS

Tomando en cuenta la problemática expuesta, así como la situación agrosocioeconómica de los agricultores que practican el sistema tradicional de sembrar maíz y frijol voluble asociados, la presente investigación pretende alcanzar los objetivos siguientes:

1. Determinar, en términos de rendimiento de grano, las mejores asociaciones entre los genotipos de maíz y frijol voluble evaluados.
2. Determinar el potencial de rendimiento de los genotipos criollos de maíz y sus posibilidades para asociarse con distintos materiales de frijol voluble mejorado.
3. Determinar algunas características fenotípicas, tanto del frijol como del maíz, que interaccionan para mejorar la productividad del sistema.

3. HIPOTESIS

1. Los genotipos de maíz en evaluación son igualmente eficientes como "soporte" para el frijol.
2. Los genotipos de frijol voluble no difieren entre sí en cuanto a la producción de grano.
3. No se presentará interacción estadísticamente significativa sobre el rendimiento entre genotipos de maíz y de frijol en la asociación, debido a sus características fenotípicas.

4. REVISION DE LITERATURA

4.1 EL CONCEPTO DE SISTEMA

Becht (1974) citado por Hart (13) señala que el concepto de sistema se introdujo en las ciencias antes que en otras ciencias, así, la definición de relaciones entre moléculas y elementos sub-atómicos necesitó de conceptos que consideraban no sólo las características de los elementos, sino también la relación entre los diversos elementos.

En biología indica Hart (13), que el concepto de sistemas fue introducido por Smuts en 1926, bajo la idea de totalidad, aunque según Hart; Harvey, al descubrir y describir la circulación de la sangre, relacionó este fenómeno con hidrología.

Entre los años 1930 y 1970 Von Bertalanfly, citado por Hart (13) desarrolló su teoría general de sistemas. Aunque su teoría tiene una base dentro de la biología, ha influenciado sin embargo, a muchos científicos dentro de otras disciplinas. Por ejemplo, la teoría de la cibernética de Wiener (1950) y la teoría de la información de Shannon y Weaver descritas en 1949, fueron influenciadas directamente por Von Bertalanfly.

El concepto de sistemas tiene mucha importancia en ecología. En 1953 Tansley citado también por Hart (13) introdujo la palabra "ecosistema", pero el concepto como tal fue desarrollado por muchos otros, entre ellos Lindeman (1942) con sus estudios de cadenas de alimentación y H.T. Odum (1957) con estudios acerca del flujo de energía dentro del ecosistema. El concepto de ecosistema se ha ampliado para incluir otros sistemas ecológicos.

Elgunos investigadores como Becht (1974), agrega Hart (13), definen el sistema como "un arreglo de componentes físicos, un conjunto o colección de cosas, unidas o relacionadas de tal manera que forman y/o actúan como una unidad, una entidad o un todo".

Para Hart (13) es obvio que un tipo de elemento que forma un sistema son los componentes del sistema. Si la unidad formada por los componentes funciona sin tener interacción con otros componentes del ambiente que rodea la unidad, el sistema se define como un sistema cerrado. El concepto de sistemas cerrados es como el concepto de vacío o gases ideales de las ciencias físicas; no existen en realidad, pero a veces los conceptos tienen utilidad.

En el mundo real los sistemas son abiertos, es decir, tienen interacción con el ambiente. Esta interacción resulta en entradas y salidas a la unidad. Al observar fenómenos reales y definir conjuntos de componentes que forman unidades, las fronteras entre unidades constituyen los límites de cada sistema.

El mismo autor (13), considera que hay ciertos elementos que todo sistema tiene y estos son: componentes, interacción entre componentes, entradas, salidas y límites.

4.2 EL CONCEPTO DE AGROECOSISTEMA

Si consideramos dice Hart (13), una finca como un sistema, entonces un agroecosistema es un subsistema de ella. Estos agroecosistemas constituyen unidades de producción y por lo tanto, son sistemas agrícolas de cierta importancia.

Las salidas de estas unidades (productos agrícolas) son importantes no sólo para la finca, como generadores de ingreso o co-

mo alimentos, sino que estos productos agrícolas también entran al mercado e integran las bases de la alimentación para la región a la cual pertenece la finca y, posiblemente, en último término, para el país, más aún, la economía de un país puede depender en gran parte de los agroecosistemas que generan productos para la exportación.

Un agroecosistema es un ecosistema que cuenta, por lo menos, con una población de utilidad agrícola. Un ecosistema como cita Hart (13) anteriormente, incluye una comunidad biótica y un ambiente físico con el que esta comunidad interactúa.

La comunidad incluye generalmente poblaciones de plantas y de animales. En un agroecosistema algunas de las poblaciones tienen un valor agrícola. Los agroecosistemas difieren de los ecosistemas naturales en otro aspecto, tal vez tan importante como la existencia de poblaciones agrícolas y éso es que el desempeño de un agroecosistema está regulado por la intervención del hombre. Esta intervención está generalmente programada, es decir, el agricultor tiene un propósito que cumplir con el sistema y lo maneja siguiendo un plan de manejo preconcebido que teóricamente le permita alcanzar objetivos específicos.

Finalmente, Hart (13) considera que aunque los agroecosistemas no son exactamente ecosistemas naturales todavía pueden considerarse ecosistemas y en general, todos los conceptos ecológicos tales como: flujo de energía, ciclaje de materiales y otros, son aplicables en su estudio. Como los agroecosistemas contienen poblaciones de plantas y animales que interactúan, otros conceptos ecológicos relacionados con la interacción entre poblaciones tales como competencia y relación depredador-presa, también tienen aplicación.

Así, Hart (13) clasifica los agroecosistemas en tres tipos, los que tienen un subsistema de cultivos (pueden ser anuales, perennes, árboles forestales, etc), los que tienen un subsistema de animales y los que tienen cultivos y animales.

4.3 IMPORTANCIA DEL SISTEMA MAIZ-FRIJOL ASOCIADO

De acuerdo con Davis (3) en América Latina las estadísticas indican que hasta 60 % del maíz y 80 % del frijol se producen en varios sistemas de cultivos asociados, caracterizados por diversidad de especies, movimientos cíclicos de nutrientes, incidencia reducida de plagas y enfermedades, menor erosión del suelo, rendimientos bajos pero estables y un uso intensivo de la tierra disponible.

Según el III Censo Agropecuario realizado en el mes de abril de 1979 en Guatemala, el 21.59 % de la producción total de grano de maíz se produjo bajo condiciones de maíz asociado, en una área que ocupó 179,778 has, produciendo un total de 185,062 toneladas métricas de grano y por su parte el frijol asociado ocupó un 52.37 % de la producción total, sembrándose en -- 96,976 has y produciendo un total de 29,644 toneladas métricas de grano.

Los datos comparativos con relación a maíz y frijol en monocultivo se muestran en el Cuadro 1, estos datos evidencian la valiosa contribución de los sistemas de maíz y frijol asociado en la producción de granos básicos, así como las grandes posibilidades que existen para manejar áreas en asociación, si consideramos las estadísticas que el cuadro presenta y que precisamente la mayoría de ellos pertenece a pequeñas y medianas fincas, lo que se discutirá más adelante.

CUADRO 1. Producción nacional, superficie, rendimiento y porcentaje de producción de maíz y frijol en asociación y monocultivo, según el III Censo Agropecuario Abril 1979

Cultivo	Producción en Toneladas	Superficie en Hectáreas	Rendimiento Ton/ha	% de la Producción
Maíz monocultivo	671,998	693,566	0.969	78.41
Maíz asociado	185,062	179,678	1.03	21.59
TOTAL	857,060	873,244		100.00
Frijol monocultivo	26,958	38,807	0.695	47.63
Frijol asociado	29,644	96,976	0.306	52.37
TOTAL	56,602	135,783		100.00

Por otra parte, se observa en el cuadro 1 que el maíz asociado rindió, en promedio, un poco más que el maíz en monocultivo. Sin embargo, el frijol asociado tuvo rendimientos inferiores de los que se obtuvieron cuando estuvo en monocultivo, de ahí la importancia del mejoramiento genético para tener un mejor desempeño del sistema maíz-frijol asociado para los años venideros.

4.4 SITUACION NACIONAL DE LA PRODUCCION DE MAIZ

En el cuadro 2 y de acuerdo con el informe económico del trimestre enero-marzo 1982 del Banco de Guatemala, la producción de maíz fue de 17,433.500 qq para el período 1972-1973 y de 23,909.500 qq para el período 1982-1983, lo que implica un incremento del 37% en la producción nacional en un período de 11 años, pero este incremento en producción estuvo muy relacionado con el incremento de la superficie cosechada, pues ésta pasó de 806,200 manzanas a 950,400 manzanas, para un período de 11 años, lo que de acuerdo con los datos del Banco de Guatemala, representó un 17.89% de incremento en el área sembrada. Este incremento en la producción durante el período en mención es sumamente importante si se toma en cuenta el crecimiento poblacional para el mismo período y desde luego, es una forma de resolver el problema alimenticio, mientras hallan nuevas áreas que abrir para la siembra del cultivo—sin embargo, los esfuerzos de la investigación van más allá de esta premisa y pretenden aumentar la producción y productividad por unidad de área, como se ilustra en las memorias del programa de maíz y de frijol del ICTA para los últimos 3 años, a nivel nacional.

El cuadro 2 muestra una ligera tendencia, aunque no consistente en el aumento promedio de producción por manzana, pero, es seguramente en parte a que un alto porcentaje de los agricultores que producen maíz, aún no están utilizando la tecnología más apropiada.

CUADRO 2. Area, producción y comercio exterior de maíz en Guatemala, para el período 1972/73 - 1982/83

Año Agrícola	Superficie Cosechada (Miles mz)	Producción		Importaciones ^{2/}		Exportaciones ^{2/}	
		(Miles qq)	$\bar{x}$ qq/mz	Miles qq	Miles Q.	Miles qq	Miles Q.
1972/73	806.2	17433.5	21.62	282.0	282.0	70.8	226.8
1973/74	710.8	18454.3	25.96	790.4	3838.8	-	-
1974/75	804.0	14540.2	18.08	1588.5	9897.3	-	-
1975/76	735.6	14843.9	20.18	1171.6	9313.7	0.2	2.9
1976/77	736.0	12228.1	16.61	142.3	1209.7	0.1	0.6
1977/78 ^{a/}	714.1	12621.1	17.67	0.3	1.8	0.001	0.02
1978/79	845.6	18772.3	22.20	1844.8	10486.7	0.9	50.0
1979/80	870.1	22672.9	26.06	1213.4 ^{b/}	8039.9	0.13 ^{b/}	7.8
1980/81	941.1	19617.8	20.85	1020.1 ^{b/}	12059.0	381.0 ^{b/}	3455.6
1981/82	973.5	21684.0	22.27	1426.5 ^{b/}	11657.9	2.6 ^{b/}	22.3
1982/83 ^{c/}	950.4	23909.5	25.16	47.0 ^{d/}	657.9	56.3 ^{d/}	540.4

^{1/} Comprende el período mayo-abril.

^{2/} Comprende al año natural.

^{a/} Cifras de producción, encuesta octubre 1978, efectuada por INDECA.

^{b/} Listados IBM Depto. de Cambios, Banco de Guatemala.

^{c/} Estimaciones INDECA

^{d/} Cifras al mes de noviembre, Depto. de Cambios, Banco de Guatemala.

4.5 SITUACION NACIONAL DE LA PRODUCCION DE FRIJOL

Según Masaya (16) el frijol es producido principalmente en pequeñas explotaciones, muchos casos en suelos inclinados donde los retornos de insumos de capital son dudosos. El cuadro 3 muestra la distribución del área sembrada y producción según tamaño de finca, en la república. El 84.2% del área sembrada y el 81% en la producción nacional se encuentra en fincas de menos de 32 manzanas de extensión.

La clase estadística de distribución más frecuente en área sembrada y en producción obtenida es la de dos a cinco manzanas, con el 33% del área y producción (producción de frijol por tamaño de finca, cuadro 3). Para el estudio del cultivo de frijol en el país, es importante conocer otras características de las fincas en donde se produce el frijol, si todas las fincas en donde se produce frijol fuesen similares en productividad de suelo, relieve, total de lluvia caída y su distribución, temperaturas diurnas y nocturnas, la discusión anterior no tendría mayor relevancia.

Aunque en ningún estudio conocido se cuantifica el grado de correlación entre tamaño de finca y las características de productividad de los suelos, una parte importante del área dedicada al cultivo de frijol es de relieve inclinado, tal el caso de la región VI, lo que nos permite inferir que una de las limitaciones de las explotaciones agrícolas es el alto riesgo para el retorno de insumos de capital, por dedicar tierras no aptas para la agricultura intensiva del frijol.

En la región VI, más de la mitad del frijol sembrado, ya sea en monocultivo o en asociación con maíz, está en tierras con más de 12% de inclinación, las que se consideran "laderas", de hecho la naturaleza de las explotaciones agrícolas de sub-

CUADRO 3. Producción de frijol por tamaño de finca - 1964 *

Tamaño de Finca	No. de Fincas	Area Sembrada Has	%	% Acumulado	T.M.	%	% Acumulado	Rendimiento
1 manzana	7224	2210	2.3	2.3	776	2.5	2.5	0.35
1-2 "	20372	10484	11.4	13.7	3559	11.4	13.9	0.34
2-5 "	38998	30968	33.6	47.3	10354	33.1	47.0	0.33
5-10 "	16281	17559	19.1	66.4	5330	17.0	64.0	0.30
10-32 "	12698	16372	17.8	84.2	5294	16.9	80.9	
32-64 Caballerías	2598	5072	5.5	89.7	1855	5.9	86.8	0.37
1-10 "	2688	7837	8.5	98.2	3449	11.0	97.8	0.44
10-20 "	110	981	1.0	99.2	320	1.0	98.8	0.33
20-50 "	48	531	0.6	99.8	280	0.9	99.7	0.53
50-100 "	8	35	-	-	16	-	-	0.41
100-200 "	2	94	-	-	50	-	-	0.53
	101027	92143			31283			

* FUENTE: IIdo. Censo agropecuario 1963-1964, Dirección General de Estadística, Ministerio de Economía. Tomo II. Guatemala, 1971. Tomado de Johnson D. 1949 (16).

sistencia constituyen una limitante y un reto para la modernización de la agricultura. Gran parte del área sembrada con frijol constituye lo que ha dado en llamarse "agricultura de subsistencia".

Puede observarse en el cuadro 4, al contrario de lo que sucede con el maíz, que la superficie cosechada ha sufrido una disminución que va desde 138,300 has, para el período 1976-77 a -- 96,000 has para el período 1980-81, lo cual significa un decremento del 69.85% en área sembrada.

Sin embargo, en la producción se ha manifestado una fuerte tendencia al incremento de la misma por unidad del área, pues mientras para el período 1976-77 se obtuvo un total de 40,600 toneladas métricas de grano, para el período 1980-81 se llegó a producir 100,000 toneladas métricas de grano, lo que representó un incremento del 146% de producción a nivel nacional.

Esto, como puede observarse en el mismo cuadro, se debió a los incrementos promedios por unidad del área, pues mientras en el período 1976-77 el rendimiento promedio era de 0.294 kg de grano/ha, para el período 1980-81 se alcanzó un rendimiento promedio de 1.035 kg de grano/ha, representando esto un incremento de la producción promedio de 352%, debido probablemente a que en los últimos años se ha mejorado la tecnología para el cultivo en áreas tradicionales, ya que se han abierto nuevas áreas de vocación al cultivo, como lo muestra Jhonson en el cuadro 5, citado por Masaya (16).

Finalmente, cabe señalar la importancia que en la producción de frijol tienen las pequeñas y medianas fincas como puede verse en el cuadro 3, en donde el 80.9% de la producción de frijol proviene de fincas comprendidas entre 1 a 32 manzanas de ex-

tensión, de ahí la importancia de dedicar un gran esfuerzo de la investigación a trabajos con pequeños y medianos agricultores.

CUADRO 4. Superficie cosechada, producción y rendimiento. 1975 - 1980*

Años	Superficie Cosechada Miles/has	Producción Miles T. M.	Rendimiento kg/ha
1976-77	138.3	40.6	0.294
1977-78	134.1	35.6	0.265
1978-79	94.6	80.5	0.851
1979-80	95.6	85.7	0.896
1980-81	96.6	100.0	1.035

* FUENTE: Banco de Guatemala, 1980

**CUADRO 5. Producción de frijol por departamento
1963-64 y 1979-80 ***

Departamento	% del Total 1963-64	% del Total 1979-80	% de Cambio
Guatemala	4.7	4.2	10.6
El Progreso	2.7	3.3	22.2
Sacatepéquez	1.2	4.5	375.0
Chimaltenango	4.9	3.4	69.4
Escuintla	1.5	2.5	16.7
Santa Rosa	10.0	6.1	61.0
Sololá	1.0	1.7	14.2
Totonicapán	0.7	1.8	25.7
Quetzaltenango	1.1	3.8	345.5
Suchitepéquez	0.3	1.1	366.6
Retalhuleu	0.2	1.4	700.0
San Marcos	2.1	9.5	452.4
Huehuetenango	6.8	7.1	10.4
El Quiché	6.3	4.2	66.7
Baja Verapaz	3.1	3.6	11.6
Alta Verapaz	5.2	5.7	11.0
El Petén	0.6	6.6	1100.0
Izabal	4.5	1.3	28.9
Zacapa	4.2	3.7	8.8
Chiquimula	9.5	4.1	43.2
Jalapa	6.9	7.6	11.0
Jutiapa	22.1	12.7	57.5
TOTAL DEL PAIS			261.0

* Tomado de Johnson D. 1979 (16).

4.6 IMPORTANCIA DEL MAÍZ Y FRIJOL EN LA DIETA ALIMENTICIA NACIONAL

Según Gómez (8) la población rural urbana, principalmente en los estratos de bajos ingresos obtienen una parte importante de la ingesta diaria de proteína del frijol (cuadro 6).

CUADRO 6. Consumo promedio por persona en áreas rurales y urbanas de Guatemala*

Area	Peso gr	Calorías %	Proteína %
Rural	50	8.5	18.7
Urbana	45	7.0	15.1

* R. Gómez B. XVI reunión anual del PCCMCA, Guatemala, 1970

En dicho cuadro puede observarse que el consumo promedio es ligeramente más alto en áreas rurales que en las urbanas y que en las áreas rurales este grano compone casi el 19% de la ingesta de proteína.

Un hecho adicional, agrega Masaya (16), y que hace más importante al frijol como alimento, es su complementación con el maíz en cuanto al contenido de aminoácidos. En el cuadro 7 el mismo autor presenta el contenido promedio de aminoácidos esenciales del maíz y frijol.

CUADRO 7. Contenido promedio de aminoácidos esenciales en frijol y maíz

Aminoácidos	Contenido mg Frijol	AA/gr de Nitrógeno* Maíz
Lisina	500	177
Triptofano	68	28
Metionina	67	116
Cistina	16	62
Aminoácidos sulfurados		
TOTALES:	83	118
Isoleucina	319	242
Leucina	205	650
Treonina	310	182
Tirosina	62	220
Valina	360	252

* Aminoácidos por gramo de nitrógeno.

El contenido de lisina en el grano de maíz dice Masaya (16) se mejora adicionando frijol y viceversa, el contenido de metionina, cistina y aminoácidos azufrados en general, del grano de frijol se mejora con la adición de maíz. Existe pues, una complementaridad del valor nutritivo de ambos granos cuando se consumen juntos. Esto nos lleva a la siguiente pregunta: ¿Qué proporción de cada uno de los granos (maíz y frijol) debiera consumirse para una dieta balanceada? Las recomendaciones del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, INCAP, son incluir partes iguales de proteína de maíz y proteína de frijol (8). Debido al diferente contenido de proteína en el maíz y en el frijol la proporción anterior se torna en una de 28.9 y de frijol por cada 73 g de maíz, es decir 1:2.6.

Si hacemos una estimación de la necesidad o demanda potencial

que debe satisfacer la agricultura nacional podemos partir de dos premisas:

- a. El consumo promedio por persona
- b. El consumo teórico deseable para una dieta mejorada

Si consideramos el consumo promedio por día por persona, (cuadro 6), los requerimientos de producción para llenar la demanda nacional son los mostrados en el cuadro 8. Suponiendo que el crecimiento de la población continuará con una tasa de 2.8% anual y que el consumo por persona se mantenga en 17.1 kg/persona/año, se puede calcular que el consumo será de - 142,900 toneladas métricas en 1985, y de 164,200 y 216,300 toneladas métricas en 1990 y 2000, respectivamente. Si comparamos estas cifras con las 128,200 de 1981, podemos concluir que será necesario duplicar la producción en los próximos 20 años si deseamos mantener el nivel de la ingesta diaria de 47 g por persona al día.

Por otra parte, si deseamos mantener una dieta balanceada para la población que consume principalmente frijol con maíz, se puede tomar en cuenta el consumo de maíz en el país y relacionarlo con la proporción 1:2.6 propuesta por los científicos del INCAP. En 1981 se produjeron 1.116 millones de toneladas métricas de maíz. Si se supone que un 10% de esa producción es utilizada por la industria, el volumen de grano destinado al consumo es de 1.005 millones de toneladas métricas. De acuerdo con la relación del INCAP, el consumo de frijol debería ser correspondientemente de 386,000 toneladas métricas en 1981 y 653,000 en el año 2000, si los patrones de consumo se mantuvieran y si la tasa de incremento de población se mantiene igual (2.8%).

CUADRO 8. Proyecciones de demanda de frijol en el país

Año	Población Millones	Demanda (1) t.m.	Demanda (2) t.m.
1981	7.50	128,200	386,000
1982	7.71	131,800	396,800
1983	7.93	135,600	408,300
1985	8.36	142,900	430,300
1990	9.60	164,200	494,400
1995	11.02	188,400	567,200
2000	12.65	216,300	651,300

(1) Primera estimación

(2) Segunda estimación

Si comparamos cualesquiera de las dos estimaciones antes expuestas, la producción actual de frijol de 100,000 toneladas métricas es deficitaria en 22%, de acuerdo con la primera estimación, y en 74% con relación a la segunda estimación. Cabe señalar que la segunda estimación corresponde a un consumo de 141 g por habitante por día, que es 3 veces el nivel de consumo reportado en 1970 por Gómez. El nivel de consumo aparente en 1981 es de 13.3 kilos por persona/año o 36 g por persona por día. Esto indica que, o bien el consumo por habitante ha bajado por una oferta deficitaria, o que está ocurriendo una sustitución de productos, principalmente si se consideran diferentes grupos poblacionales.

4.7 ALGUNAS INVESTIGACIONES EN MAÍZ-FRIJOL ASOCIADO

De acuerdo con del Valle (5), el estudio de los sistemas asociados de producción ha venido cobrando importancia últimamente, considerando que estos sistemas son un buen recurso para el mejor aprovechamiento de las variaciones del medio ambiente.

Sobre el particular, Lépiz, citado por del Valle (5) indica que está perfectamente establecido que una mezcla de genotipos lleva ventajas bajo un medio variable, y en cuanto a la eficiencia fotosintética, ésta puede ser mayor en la asociación de cultivos, sobre todo, cuando se siembran variedades de frijol no enredadoras, que toman un estrato foliar inferior en altura al del maíz.

Señala, por otra parte, Rappaport (1971) que el ecosistema en tema en cuestión ofrece menos fragilidad y una mayor estabilidad que la de un cultivo solo, puesto que frena en cierto grado la multiplicación de insectos específicos y tienen un mejor aprovechamiento de las variaciones del habitat (5).

Basán e Hildebrand y French, a quienes también se refiere del Valle (5) estiman que "Los sistemas múltiples de cultivos para la producción en Centroamérica, son un buen recurso para el mejor aprovechamiento de la energía luminosa abundante en estos países, al tener dichos sistemas su actividad en diversos estratos foliares perfectamente definidos".

Consideración también importante es la que hace Church (1984), al señalar que los nuevos sistemas de cultivos múltiples, constituyen alternativas tecnológicas disponibles para coadyuvar a alcanzar las metas de producción para un país (5).

Márquez (1974), citado por del Valle (5) parece estar de acuerdo con Church, al referirse a la creciente tasa de crecimiento poblacional de nuestros países y al estancamiento de mano de obra por parte del sector industrial, ya que la oportunidad de empleo en relación a los incrementos poblacionales es muy baja o inexistente, por lo que a corto plazo, el sistema de agricultura deberá ser condicionado, de tal manera que permita la ocupación de la mano de obra ya excedente.

Los aspectos anteriores han motivado a que diferentes países del área hayan iniciado estudios científicos de tales sistemas para estudiar sus componentes, sus problemas, su potencial y algunas alternativas para modificarlos a fin de mejorar su desempeño.

En el área centroamericana el Departamento de Cultivos y Suelos del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, ha venido trabajando en los últimos años en forma exhaustiva sobre el concepto de agroecosistemas y su interés y cooperación se ha extendido a toda el área centroamericana.

Lépiz, en México, en una investigación que iniciaría en 1968, relativa a la investigación de las posibilidades de la asociación maíz-frijol, con el propósito de verificar las ventajas y desventajas de tal sistema, le permitió concluir, luego de 3 años, que la asociación superaba económicamente a los monocultivos de frijol y maíz (15).

Por su parte, Hildebrand y French (1974), al estudiar en El Salvador alternativas tecnológicas de multicultivos, encontraron diversas posibilidades, inicialmente que dichas alternativas tienen el potencial de aumentar el empleo y el ingreso rural, debido a que utilizan mucha mano de obra por unidad de área, pero aumentando a la vez su productividad y la intensidad denso de la tierra (5).

Del valle mismo (5) señala que "en relación a otras de las ventajas que ofrecen los sistemas asociados de cultivos, bajo un buen manejo, existen coincidencias en los resultados. Así, Linton (1948), al estudiar en Chapingo, México, la asociación de maíz-frijol, bajo una densidad de población de 20,000 plantas de maíz y 20,000 plantas de frijol/ha, observó que al sumar las ganancias netas/ha, por cultivo, en la asociación resultaron ser mayores a la de las siembras bajo monocultivo".

Agrega del Valle (5) que estos resultados fueron comprobados por Romero, más tarde en 1964, también en Chapingo, al conducir un ensayo de asociación entre una variedad de maíz y seis variedades de frijol de gufa, con una densidad de población de 30,000 plantas/ha para ambos cultivos.

Lépiz (5) insiste en que hay una clara diferencia en ganancia neta en favor de la asociación maíz-frijol, pues en una serie de cuatro experimentos llevados a cabo en 1972 por el Plan Puebla en México, utilizando materiales criollos y sembrando el frijol y el maíz el mismo día y en el que se estudiaron niveles de N y P y densidades de población de maíz, manteniendo constante la población de frijol a 60,000 plantas/ha, así lo probaron.

Moreno (1972) y Turrent (1973), citados por Tejada *et al* (20), encontraron también en México que el rendimiento del frijol no respondió a las densidades de población de ambos cultivos (maíz-frijol), ni a las dosis de P evaluadas; pero con niveles altos de N y P, los rendimientos de frijol voluble aumentaron, aún cuando se elevó la densidad de maíz asociado, esto dicen los autores, hace suponer no sólo competencia por estos nutrimentos, sino además una complementación entre ambos cultivos.

Tejada, David y García (20), trabajando en el Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Colombia, sobre factores agronómicos en la asociación maíz-frijol, arribaron, entre otras, a conclusiones como que el frijol voluble responde a aumentos en el rendimiento hasta una densidad de 120,000 plantas/ha, en asociación con el maíz, por otra parte, que el maíz responde hasta densidades entre 60,000 a 70,000 plantas/ha a nivel de asociación con frijoles volubles, pero, que la decisión de cuál densidad de frijol y de maíz debe escoger el agricultor será aquella que le permita maximizar su ingreso neto, teniendo en cuenta la relación de precios entre el maíz y el frijol.

Finalmente, los mismos autores (20) indican haber encontrado que los rendimientos de frijol voluble asociado con maíz disminuyeron su rendimiento hasta en un 50 % comparado con el monocultivo; y para el caso del maíz, éste disminuyó su rendimiento hasta en un 36 %, en relación a monocultivo.

En otra investigación realizada en CIAT (1979) por Davis, Amézquita y Muñoz (2), sobre el manejo de ensayos de frijol voluble y maíz en asociación y en monocultivo, concluyeron que "en ensayos de asociación frijol voluble-maíz no existe mayor efecto de competencia varietal entre parcelas, pero sí existe un gran efecto de espacios no sembrados, básicamente debido a la habilidad competitiva de las variedades de frijol voluble con el maíz, por lo tanto, señalan, que los bordes laterales no son necesarios, pero sí es aconsejable dejar bordes de cabecera.

En el mismo estudio (2) encontraron también que en maíces altos y susceptibles al "acame", en asociación con frijol, el rendimiento del maíz se ve favorecido, pues el frijol voluble le sirve de "anclaje", evitando en parte dicho acame, en cambio, cuando se escogió un maíz de porte bajo y resistente al volcamiento, el maíz no fue el cultivo dominante, y, ambos cultivos, tuvieron una reducción aproximadamente igual al 50 %, con respecto a siembras separadas en monocultivo.

En un estudio reciente sobre interacciones de genotipos por sistemas de cultivo en frijol y maíz, Davis (1) concluyó que sólo las variedades de frijoles volubles tuvieron un efecto significativo sobre el rendimiento de maíz con una relación negativa entre rendimientos de frijol y maíz en los ensayos realizados (-0.33 y -0.48) debido a la competencia entre el frijol voluble y el maíz, asimismo, que hubo menos reducción en el rendimiento de maíces altos con el frijol voluble, observándose siempre menos acame de la raíz del maíz en asociación, aunque un poco más acame del tallo en asociación.

Parece, por lo tanto, dice Davis (1) que existe una interacción de genotipos de maíz por sistema de cultivo, pero que esta interacción puede ser interpretada en términos de la altura del maíz y su tendencia al came o sea al hábito de crecimiento del maíz.

Finalmente, el mismo autor (1) señala que según los datos disponibles hasta ahora, aparentemente existen combinaciones de genotipos de maíz y frijol que son mejores y que los genotipos involucrados en las mejores combinaciones no son necesariamente los de mejor desempeño en monocultivo, pero que sin embargo, la evidencia ha señalado que al tomar en cuenta ciertas características sencillas de la planta, tanto del maíz como del frijol, se pueden predecir las mejores combinaciones.

En otro estudio de Davis y García (4) se indica claramente que "Definido el sistema de cultivos múltiples por la competencia y la interacción dinámica entre las especies componentes (López, 1974; García 1979), se evidencia la necesidad de evaluar los sistemas de asociación de cultivos que se encontraron en la realidad entre las formas tradicionales del campesino americano como un conjunto en que ambos cultivos dependen entre sí. El mejoramiento de la productividad asimismo, exige trabajar en investigación simultáneamente con ambos cultivos, apuntando hacia el objetivo de productividad y rentabilidad".

El efecto de la densidad poblacional en maíz como monocultivo o en asociación ha sido probado por distintos investigadores en diferentes condiciones ecológicas. Así, entre las modificaciones que son producidas por efecto del aumento en la densidad de siembra, Colville, Collins, Bokde, Núñez y Kamphrat, Genter y Camper, citados por del Valle (5), encontraron como más importantes la altura de la planta, altura de la inserción de la

mazorca, número de mazorcas por planta, perímetro del tallo en el entrenudo de la mazorca, peso de grano por planta, tendencia lineal de disminución de la longitud y ancho de hoja y reducción en el área foliar por planta, trayendo esto como consecuencia, una baja en el rendimiento por planta.

En relación al efecto negativo que sobre el maíz tienen otros cultivos asociados, del Valle (5) señala que Salontaf, Lépiz y otros, a quien cita Moreno (1972), encontraron que los rendimientos de maíz disminuyeron gradualmente conforme aumenta la población de frijol, situaciones que también han confirmado (Linton, 1948; Gukova y Bomolova, 1963; Lépiz 1968-70); sin embargo, aumentándose la población de maíz esta situación puede corregirse.

Mancini y Castillo (1960) concluyen, a pesar de lo anterior, que según Esquivel (1978), la disminución en el rendimiento de maíz no se debe a la competencia representada por el rendimiento de frijol, sino a la altura de éste, ya que las gufas del frijol limitan el crecimiento normal del maíz (5), lo cual pudo probar adicionalmente Esquivel, en México, al evaluar diferentes variedades de maíz y frijol en asociación, encontrando que la variedad de frijol de gufa Puebla 19, redujo en un 48% los rendimientos de maíz, respecto al obtenido cuando el maíz se asoció con la variedad de frijol de semiguía, Puebla 32.

Respecto al efecto de la competencia en frijol, investigadores como Díaz y Leahey, citados por del Valle (5), explican que la densidad de población nada tiene que ver con el índice de cosecha en frijol dentro de ciertos límites.

Aguilar (1975), a quien también hace referencia del Valle (5), señala sin embargo, que respecto a los componentes de rendimiento, los componentes: número de vainas por planta, núme-

ro de granos por vaina y peso del grano, asumen papeles diferentes para determinar el rendimiento según sea el grado con que son afectados por la densidad de población.

Así, por ejemplo, mientras que el número de vainas por planta se reduce con un aumento en la densidad de frijol (Appadunai *et al*, 1967; Leakey, 1972; Díaz 1974), el número de granos por vaina no se ve afectado por el aumento de la población, en cambio otros factores como fecha de siembra y tipo de suelo pueden modificar el número de granos por vaina (Ishag y Ayoub, 1974) comenta del Valle (5).

Decir (1975) trabajando en Costa Rica sobre la producción de maíz y frijol común asociados para diferentes alturas de tipos, según hábito de crecimiento y población de plantas, encontró que el frijol en asociación tiende a rendir más cuando se le cultiva con el maíz de alto crecimiento, lo que es coincidente con lo encontrado por Davis (1). Sin embargo, Esquivel, a quien también menciona del Valle (5), encontró que los mayores rendimientos de frijol fueron obtenidos al asociar las variedades de frijol de gufa a maíces híbridos de menor tamaño que las variedades criollas, porque ofrecen una menor competencial al frijol.

Durante el año 1977, del Valle (5), trabajando en cinco municipios de Chimaltenango, los mismos que fueron utilizados para el presente estudio, evaluó en 21 sitios experimentales, mediante un arreglo factorial 2^7 , la asociación maíz-frijol de gufa sembrada en surcos dobles (0.4 m entre pares de surcos) con calles anchas de 2 metros y bajo el sistema tradicional, concluyendo que el sistema tradicional superó al sistema de dobles surcos, en 675 kg de maíz/ha y en 64 kg de frijol/ha, para el promedio

de los 21 experimentos, traduciéndose esto en ingreso neto de Q.48.98/ha*.

El mismo autor concluyó también en que la variable estudiada, distancia entre matas, afectó negativa y significativamente los rendimientos tanto de maíz como de frijol en ambos sistemas, cuando la distancia se redujo de 1.0 a 0.80 mts entre matas de maíz-frijol asociadas, pues tanto la densidad de maíz como la de frijol varió sustancialmente. Por otra parte, encontró que el número de plantas de frijol por mata afectó negativa y significativamente los rendimientos de maíz y de frijol en ambos sistemas, también para el promedio de los 21 experimentos, al pasarse de 1 a 2 plantas de frijol por mata.

Las interacciones encontradas por del Valle (5) se muestran en el cuadro 9 y fueron obtenidas con variedades de maíz y frijol criollos.

Por otra parte, tanto el Programa de Maíz como el Programa de Frijol, utilizando germoplasma criollo, iniciaron mejoramientos genéticos para el sistema maíz-frijol asociado, desde 1977, llegándose a validar los mejores materiales de maíz y de frijol voluble ya en 1981 (Memorias Anuales) obteniéndose de esta manera, como variedades criollas mejoradas para maíz, la V-304 y la Justo Méndez (V-305), cuyos rendimientos superan las 4 toneladas métricas/ha (11).

Para el caso del frijol voluble los materiales promisorios resultaron ser Guate 1240, Guate 1201 y Guate 933, provenientes de la Colección Nacional para *P. vulgaris* y Chuchucá para *P. coccineus*, cuyas características agronómicas al igual que en maíz dieron margen a que se evaluarán en forma combinada en el presente estudio.

* Q. = Símbolo de quetzal equivalente a un \$ norteamericano.

CUADRO 9. Efecto de la interacción SDF*, sobre el rendimiento de maíz, frijol, trigo e ingreso neto, para el promedio de 21 experimentos. Chimaltenango, 1977

Sistema	Distancia entre Matas de Maíz-Frijol (m)	No. de Plantas de Frijol/Mata	Rendimiento en kg/ha			Ingreso Neto Q./ha
			Maíz	Frijol	Trigo	
Tradicional	1.0	1	3325	243	000	474
Tradicional	1.0	2	3182	280	000	467
Tradicional	0.8	1	3013	226	000	423
Tradicional	0.8	2	2985	227	000	418
Introducido*	1.0	1	2543	187	679	407
Introducido*	1.0	2	2519	194	666	404
Introducido**	0.8	1	2436	162	707	388
Introducido*	0.8	2	2357	174	725	387

* S = Sistema; D = Distancia entre matas; F = No. de Plantas de frijol/mata.

** Introducido = Surcos Dobles.

5. MATERIALES Y METODOS

5.1 LA REGION Y SU TECNOLOGIA

5.1.1 Localización

El área en estudio pertenece a la región V, subregión V-4, según la regionalización del Sector Público Agropecuario y de Alimentación (julio 1975).

Cinco de los municipios estudiados forman la parte occidental del departamento de Chimaltenango, Patzicfa, Santa Cruz Balanyá, Santa Apolonia, Tecpán Guatemala y Patzún; Zaragoza es un municipio intermedio entre el valle de Chimaltenango y la zona alta, ver localización geográfica (Figura 1). La posición de cada sitio experimental, en términos de localidad, altura sobre el nivel del mar, porciento de pendiente y coordenadas geográficas, se presenta en el cuadro 10, indicando el mismo la variabilidad en el muestreo de las condiciones agroecológicas de la zona en estudio.

5.2 CLIMA

En base a la clasificación de zonas de vida de Guatemala, realizada por Holdrige (14), los municipios se clasifican de la siguiente manera:

Patzicfa, Sta. Cruz Balanyá, Sta. Apolonia y Zaragoza, como:

- Bosque húmedo montano bajo tropical
- Precipitación total anual de 1,057 a 1,588 mm (promedio 1,344 mm)

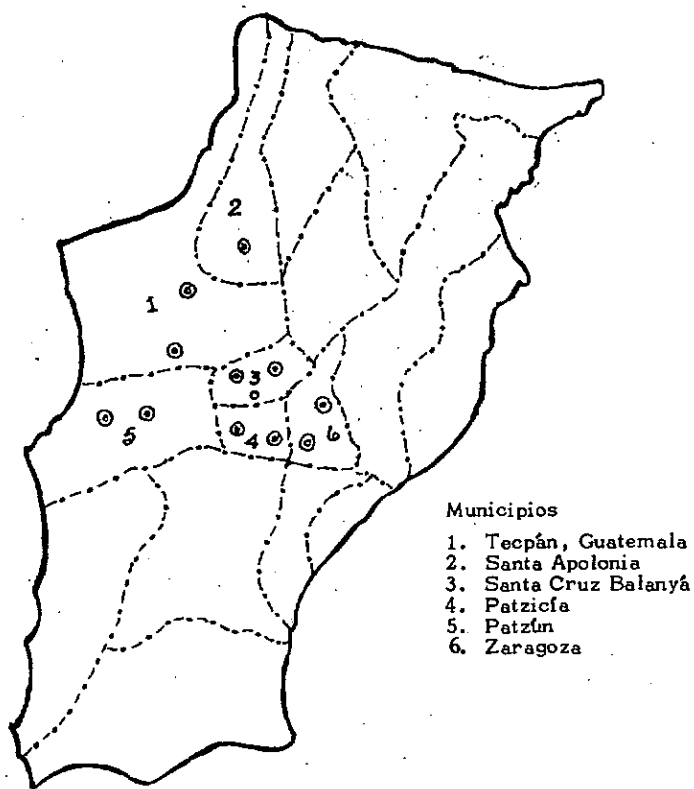


FIGURA 1. Localización geográfica de los sitios experimentales, por municipio, en el departamento de Chi-maltenango.

CUADRO 10. Localización de los sitios experimentales

	Localidad	Altura mts snm	% Pendien- te	Coordenadas Geográficas	
				Latitud	Longitud
1	Sanjai, Santa Apolonia	2384	4.5	14° 47' 57"	90° 57' 49"
2	Santa Teresa, Tecpán	2300	3.2	14° 46' 28"	90° 59' 04"
3	Vista Bella, Tecpán	2340	2.5	14° 44' 34"	90° 58' 22"
4	Los Llanos, Patzún	2134	2.0	14° 41' 37"	91° 0' 57"
5	Mixcolabaj, Patzún	2241	2.8	14° 41' 29"	91° 0' 18"
6	Chua Calvario, Santa Cruz Balanyá	2050	8.2	14° 40' 28"	90° 55' 18"
7	Chua Manzana, Santa Cruz Balanyá	2100	3.6	14° 40' 34"	90° 56' 09"
8	Cementerio, Santa Cruz Balanyá	2088	4.0	14° 40' 32"	90° 55' 18"
9	Cerritos, Patzicfa	2104	2.0	14° 38' 25"	90° 55' 43"
10	La Canoa, Patzicfa	2154	2.8	14° 40' 25"	90° 57' 15"
11	Yerbabuena, Zaragoza	2020	7.0	14° 38' 44"	90° 52' 14"
12	Joya Grande, Zaragoza	2000	5.0	14° 40' 41"	90° 53' 21"

- Con temperaturas que van de 15°C a 23°C
- Topografía plana y accidentada
- Elevaciones que van de 1,500 a 2,400 mts snm
- Cultivos principales: maíz, frijol, verduras, frutales decíduos, aguacates, otros

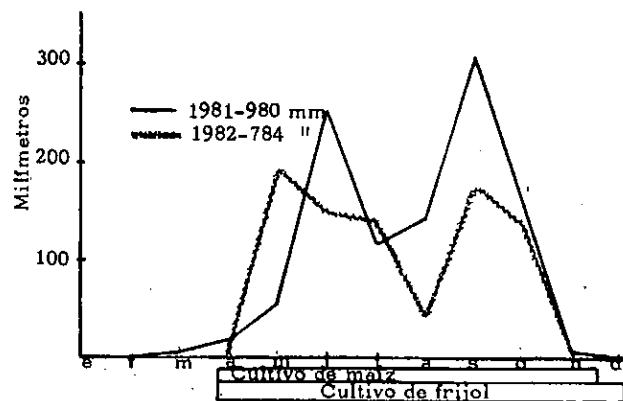
Tecpán Guatemala y Patzún, como:

- Bosque muy húmedo montano bajo subtropical
- Precipitación total anual de 2,065 a 3,900 mm (promedio 2,730 mm)
- Con biotemperaturas que van de 12.5°C a 18.6°C
- Topografía generalmente accidentada
- Elevaciones que van desde 1,800 a 2,000 mts snm
- Cultivos principales: maíz, frijol, trigo, papa, haba, verduras, frutales decíduos, aguacate, otros.

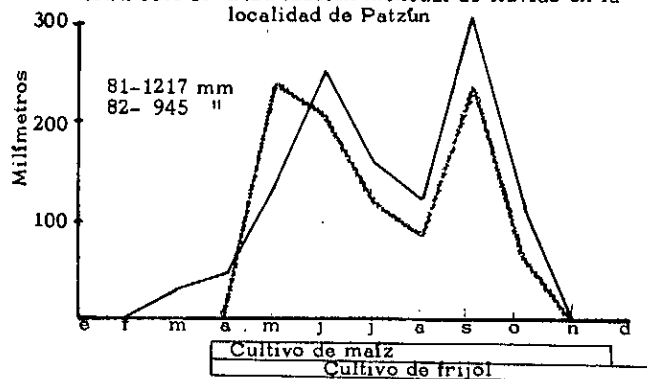
Las cuatro estaciones meteorológicas de la sección de Aguas Subterráneas del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, INSIVUMEH, localizadas en la región en estudio reportan un promedio de 91 días de lluvia anual con 910 mm promedio del año 1982.

Las gráficas 1, 2 3 y 4 muestran la distribución mensual de lluvias por localidades. En los años 1981-82, así como el ciclo de los cultivos.

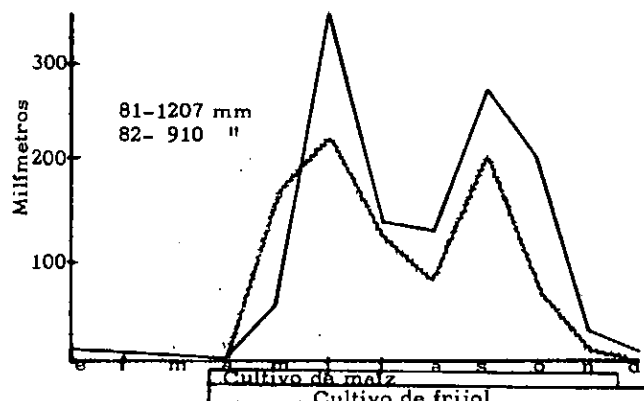
La temperatura máxima promedio anual para el área fue de 16.46°C, la mínima promedio anual de 9.09°C y la media promedio anual de 15.37°C. La gráfica 5 nos ilustra la distribución mensual promedio de lluvias y la temperatura media mensual para la zona en estudio.



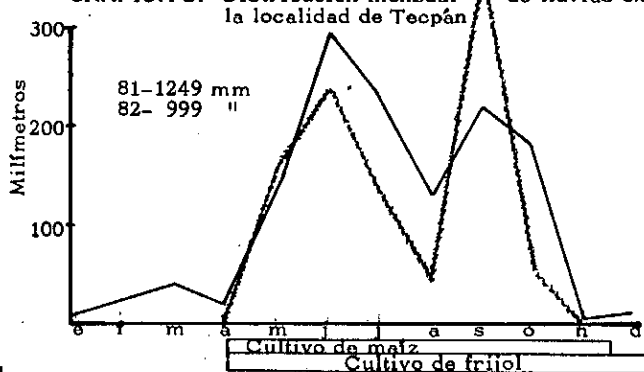
GRAFICA 1. Distribución mensual de lluvias en la localidad de Patzún



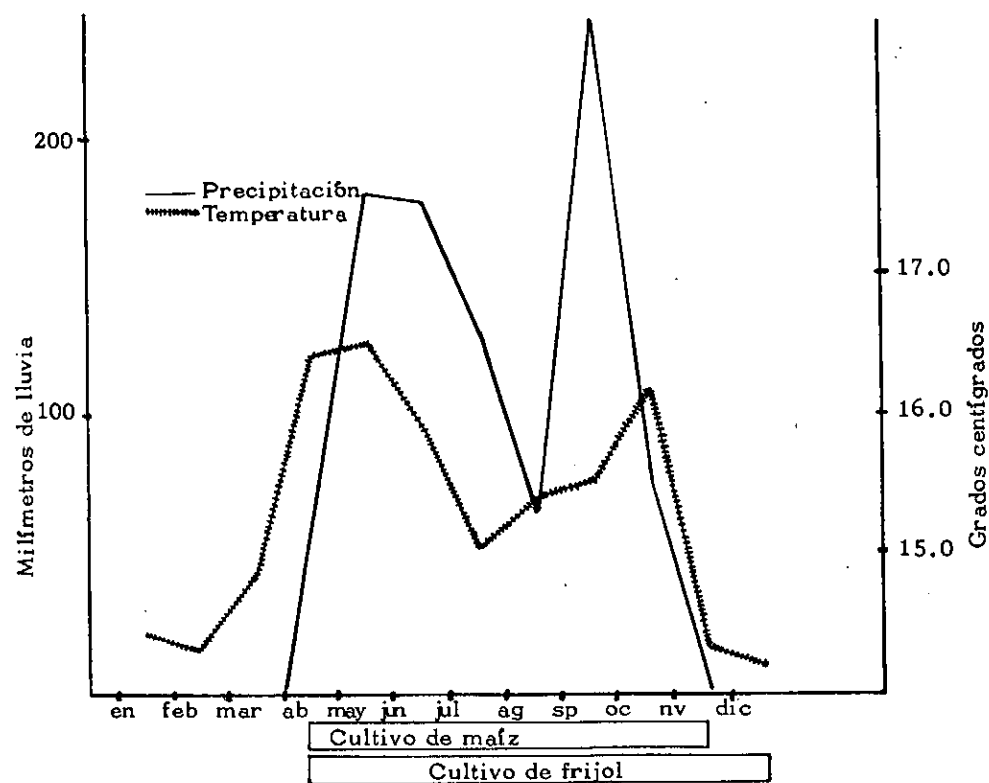
GRAFICA 3. Distribución mensual de lluvias en la localidad de Balanyá



GRAFICA 2. Distribución mensual de lluvias en la localidad de Tecpán



GRAFICA 4. Distribución mensual de lluvias en la localidad de Zaragoza



GRAFICA 5. Distribución mensual promedio de lluvias y temperatura mensual para la zona en estudio.

Referencia: Red meteorológica Proyecto Aguas Subterráneas, INSIVUMEH.

5.3 SUELOS

Los suelos que se encuentran en los departamentos de Chimalteango y Sacatepéquez, que incluyen a la región en estudio, y, que de acuerdo con Simmons et al (19) son los más importantes, se denominan: a) la serie Tecpán, b) la serie Cauqué, y c) la serie Camanchá.

5.3.1 Características físicas y químicas de los suelos por sitios experimental

En el cuadro 11 se presentan las características físicas y químicas de los suelos de los sitios experimentales a las profundidades de 0-20 y de 20-40 cms. Los análisis fueron realizados por el Laboratorio de Suelos del ICTA.

5.4 LA TECNOLOGIA LOCAL DE PRODUCCION PARA MAIZ-FRIJOL VOLUBLE ASOCIADO

La milpa (maíz-frijol voluble asociado) es el sistema agrícola fundamental de subsistencia en el área, iniciándose su cultivo con el arranque de la caña de maíz de la cosecha anterior. En su mayoría, los agricultores "pican" la caña y la incorporan con los demás rastrojos a la tierra, otros pocos la queman.

La preparación de la tierra se efectúa a mano, con la ayuda del azadón, algunos, que cuentan con mayores recursos, utilizan arado de tracción animal. Dentro de la preparación manual hay dos tipos de preparación: "el chопоj"^{1/} picado profundo a 0.50 cms, que aproximadamente hacen cada 5 años para incorporar los rastrojos y "el boloj"^{2/} picado superficial de la tierra entre 10-30 cms, es un trabajo manual de preparación del suelo (5). Esta labor la efectúan de noviembre a febrero, dependen-

1/ "Chopoј": vocablo cakchiquel

2/ "Boloј": vocablo cakchiquel

CUADRO 11. Características físicas y químicas por profundidad, en cms, de los sitios experimentales

Localidad	% Mat. Org.		Clase Textural		pH		P ug/ml		K ug/ml		Ca Meq/100 ml		Mg Meq/100 ml	
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
Sanjai, Sta. Apolonia	5.28	4.42	Franco Arenoso	Franco Arenoso	6.4	6.5	1.75	1.75	270	258	8.34	8.73	0.87	0.99
Sta. Teresa, Tecpán	8.32	6.82	Franco	Franco	6.0	6.3	2.25	2.25	370	258	7.23	6.60	0.78	0.69
Vista Bella, Tecpán	4.15	4.10	Franco Arenoso	Franco Arenoso	6.5	6.5	6.25	3.0	253	190	7.86	8.73	0.69	0.78
Los Llanos, Patzún	1.76	1.48	Franco Arenoso	Franco Arenoso	6.3	6.6	14.25	8.00	232	115	6.87	6.87	1.59	1.59
Mixcolabaj, Patzún	3.29	1.98	Franco Arenoso	Franco Arenoso	6.6	6.9	4.25	4.25	237	305	8.73	9.21	0.78	1.08
Chua Calvario, Sta. Cruz Balanyá	2.95	2.06	Franco Arenoso	Franco Arenoso	6.1	6.5	7.0	5.5	253	143	5.73	8.10	0.69	0.96
Chua Manzana, Sta. Cruz Balanyá	2.9	1.8	Franco Arenoso	Franco Arenoso	6.5	6.6	2.08	0.83	278	258	10.98	10.35	1.47	1.47
Cementerio, Sta. Cruz Balanyá	2.15	1.47	Franco Arenoso	Franco Arenoso	6.5	6.9	3.50	2.25	283	295	12.48	13.83	1.92	2.46
Los Cerritos, Patzicfa	4.20	4.10	Franco	Franco	6.9	6.8	11.25	9.17	245	215	10.71	11.85	1.59	1.92
La Canoa, Patzicfa	2.15	1.47	Franco Arenoso Arcilloso	Franco Arenoso	6.5	6.5	19.58	13.75	265	257	7.47	7.47	0.99	0.99
Yerbabuena, Zaragoza	4.42	4.20	Franco Arenoso	Franco Arenoso Arcilloso	6.9	6.9	17.08	7.92	370	210	7.47	9.21	0.87	1.32
Joya Grande, Zaragoza	5.15	4.6	Franco Arenoso	Franco Arenoso	6.1	6.5	9.17	6.25	150	155	5.52	8.73	0.45	0.99

do de la textura del suelo y su capacidad de retención de agua, ambas prácticas con el propósito de "arropar" la humedad de las lluvias del año anterior para las siembras del siguiente año. La siembra es efectuada a mano y con azadón, removiendo la primera capa de tierra que se ha secado, hasta encontrar la humedad, luego se depositan de 4 a 5 semillas de maíz y de 1 a 2 semillas de frijol, no es práctica común resembrar, como tampoco fertilizar con la siembra.

La primera limpia se efectúa a los 40 días aproximadamente después de la siembra (con las primeras lluvias), y consiste en remover las malezas alrededor de las matas formando un camellón en el centro de los surcos y no se fertiliza por lo general durante esta práctica, aún cuando ya se presentan algunos síntomas de deficiencia de nitrógeno, principalmente, en algunos terrenos.

La segunda limpia o "calza" es considerada fundamental para lograr buenos rendimientos y consiste en limpiar en sentido contrario a la primera limpia. Previamente se deposita el fertilizante (20-20-0, 16-20-0 ó mezclas de ambos), al pie de la mata y se tapa con la tierra removida, formando un camellón al pie de las matas, esta labor se efectúa entre los 40 a 60 días después de la primera limpia. Pocos agricultores efectúan una tercera limpia, puesto que eleva los costos de producción, no tiene para ellos gran utilidad en el control de malezas.

Otra labor es el despunte de las panojas del maíz, "tazol", siempre que lo permita el frijol asociado. Se utiliza el tazol como forraje durante los meses secos. No se efectúa ningún control de plagas y enfermedades en el sistema.

5.5 MATERIAL EXPERIMENTAL

- 5.5.1 Maíz: Para evaluar la respuesta del maíz a los tratamientos evaluados se utilizaron tres genotipos:

V-304, Criollo amarillo mejorado: Formado por las mejores familias de maíces criollos, amarillo 89 de Patzicfa, criollo amarillo 48 de Balanyá y criollo 34 de Comalapa. Características de mayor precocidad, buenas características agronómicas, color del grano amarillo y tres ciclos de selección.

V-305, criollo blanco mejorado, Julio Méndez (J.M.) de Patzún: Criollo blanco colectado en Patzún, evaluado durante tres años de prueba de rendimiento y dos años de selección, características, color blanco, buen rendimiento (durante tres años ocupó el primer lugar en ensayos de rendimiento).

Testigo criollo local: variedad de maíz del agricultor con quien se siembre el ensayo.

- 5.5.2 Frijol: Para evaluar la respuesta del frijol a los tratamientos evaluados se utilizaron cuatro genotipos de frijol voluble.

Chuchucá (P. coccineus): frijol voluble, hábito de crecimiento indeterminado, tipo IV, color rojo, buen rendimiento, tolerante a las enfermedades de la zona, alto contenido proteínico, colectado en Patzún y evaluado durante dos años.

Guate 933, criollo (P. vulgaris L.): seleccionado del germoplasma nacional de frijol voluble, colectado en 1976 en el altiplano central, hábito de crecimiento indeterminado tipo IV, color negro, rendimiento aceptable y "estable", su mejor característica es su distribución de carga de vainas en la planta.

Guate 1201, criollo (P. vulgaris L.): seleccionado del germoplasma nacional voluble por su buen rendimiento y ciclo intermedio, colectado en 1976 en el altiplano central, color negro, "estable" en varios ambientes, con varios ciclos de selección, hábito de crecimiento indeterminado, tipo IV.

Guate 1240, criollo (P. vulgaris L.): seleccionado del germoplasma nacional, colectado en el altiplano central en 1976, buen rendimiento y tolerante a enfermedades, principalmente a la mancha de Ascochyta, causada por Ascochyta sp y Antracnosis, Colletotrichum lindemuthianum. Color del grano rojo, hábito de crecimiento indeterminado, tipo IV, con varios ciclos de selección.

5.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó el diseño de parcelas divididas con 4 repeticiones. La subparcela total fue de 4 surcos, de 6 metros de largo, distanciados a 1.20 metros y con 1 metro entre postura, dando esto una densidad de población de maíz de 41,667 plantas/ha y - 12,500 plantas/ha de frijol.

Las parcelas mayores fueron los genotipos de frijol y las parcelas menores fueron los genotipos de maíz.

5.6.1 Arreglo de los tratamientos y subtratamientos a nivel de campo

En el siguiente cuadro se muestra la forma en que quedaron distribuidos los tratamientos y subtratamientos para ser evaluados a nivel de sitio experimental.

TRATAMIENTOS		Repeticiones			
Tratamiento	Subtratamiento	I	II	III	IV
Frijol	Maíz				
A Chuchucá	a V-304	Aa	Cc	Cb	Ac
A Chuchucá	b V-305 J.M.	Ab	Cb	Ca	Ab
A Chuchucá	c Criollo local	Ac	Ca	Cc	Aa
B Guate 933	b V-305 J.M.	Bb	Ac	Ba	Ca
B Guate 933	c Criollo local	Bc	Aa	Bc	Cb
B Guate 933	a V-304	Ba	Ab	Bb	Cc
C Guate 1201	a V-304	Ca	Dc	Db	Bb
C Guate 1201	c Criollo local	Cc	Da	Da	Bc
C Guate 1201	b V-305 J.M.	Cb	Db	Dc	Ba
D Guate 1240	b V-305 J.M.	Db	Bc	Aa	Dc
D Guate 1240	a V-304	Da	Bb	Ab	Da
D Guate 1240	c Criollo local	Dc	Ba	Ac	Db

5.7 TRABAJOS DE CAMPO

5.7.1 Preparación del suelo

Fue necesaria para conservar mejor la humedad del suelo y destruir las malezas realizar en enero-febrero un barbecho a una profundidad de 30 cms, para incorporar los desechos de la cosecha anterior, lo cual se efectuó manualmente.

5.7.2 Siembra

La siembra de maíz y frijol se hizo simultáneamente, sembrando 6 plantas de maíz/postura para "ralear" a 5 plantas, y 5 plantas de frijol/postura para ralear a 4. También se aplicó el producto comercial Furacán 5-G, en dosis de 30 kg/ha para controlar insectos del suelo y se efectuó la siembra en la fecha que cada agricultor colaborador estimó conveniente.

A los 30 días después de la siembra se efectuó un "raleo" para ambos cultivos, a fin de obtener una población uniforme.

5.7.3 Primera limpia y fertilización

Se realizó a los 40 días después de la siembra y consistió en remover las malezas del suelo y colocar la tierra y malas hierbas al centro del surco. Una parte de esta tierra removida se utilizó para tapar el fertilizante, la cantidad de fertilizante usada fue de 21.3 gramos (3/4 de onza) por postura, de una mezcla de 161 kg (40 libras) de la fórmula 20-20-0/ha, más 40.3 kg (10 libras) de urea/ha, equivalente a 40 lbs de 20-20-0 y 10 lbs de urea por cuerda de 40 varas cuadradas, dosis recomendada para la región (9).

5.7.4 Segunda limpia, fertilización y calza

Se practicó al inicio del "candeleo" y consistió en remover las malezas establecidas y halando la tierra del centro del surco hacia la base de las posturas de maíz, donde previamente se había depositado la segunda dosis de fertilizante, que fue igual a la primera.

5.7.5 Protección del cultivo

Al momento de la siembra, con el propósito de controlar gusanos del suelo, se aplicó el insecticida comercial Furacán 5-G en dosis de 30 kg/ha. Se hicieron aplicaciones foliares del producto comercial Folidol M-48 para controlar las plagas, principalmente Diabrotica sp, cuando fue necesario, y se aplicó el insecticida comercial Folidol al inicio de la floración para control del picudo de la vaina, Apion godmanni, en dosis de 1 lt/ha. También

se hizo una segunda aplicación entre 10 y 15 días después. Asimismo, se hicieron aplicaciones preventivas contra hongos con los fungicidas comerciales Benlate o Dithane M-45, en dosis de tres medidas Bayer por bomba de 4 galones, más 12 cc de adherente Tritón, a los 100, 140 y 160 días después de la siembra.

5.8 RECOLECCION DE INFORMACION

Para alcanzar los objetivos propuestos se tomó la siguiente información.

5.8.1 Datos de campo para maíz

Días a floración
Acame a la raíz y tallo
Porcentaje de cobertura de mazorca
Población
Altura de planta y mazorca
Enfermedades
Rendimiento

5.8.2 Datos de cosecha para maíz

Humedad
Número de mazorcas podridas
Porcentaje de desgrane y aspecto de mazorca

5.8.3 Datos de campo para frijol

Al momento de la floración
Número de nudos al tallo principal
Número de nudos en las ramas*

* En surcos bordes

Días a floración

A la madurez fisiológica de las vainas

Número de nudos del tallo principal *

Número de nudos en las ramas**

Número de vainas en la planta **

Número de racimos por planta**

Número de granos por vaina**

5.8.4 Datos de cosecha para frijol

Número de plantas cosechadas

Peso de 100 semillas

Rendimiento de grano en kg/ha al 14% de humedad.

Humedad

5.9 ANALISIS ESTADISTICO

Los datos obtenidos se sometieron a diferentes análisis estadísticos, los que se especifican a continuación.

5.9.1 Análisis de varianza

Se efectuaron análisis de varianza por localidad y combinado correspondiente al diseño de "Parcelas divididas" en arreglo de "Bloques al azar", utilizando el procedimiento de Panse (18) para el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = M + R_i + P_j + (R \times P)_{ij} + S_k (P \times S)_{jk} + (R \times S)_{ik} + (R \times P \times S)_{ijk}.$$

En donde:

Y_{ijk} = Al rendimiento de la parcela con la variedad de frijol j, variedad de maíz y la repetición i.

M = Efecto medio general

** En parcela neta

R_i	= Efecto de la repetición i
P_j	= Efecto de la parcela principal j
$(R \times P)_{ij}$	= Error A: entre parcelas principales
S_k	= Efecto de la subparcela k
$(P \times S)_{jk}$	= Efecto de la interacción parcela j x subparcela k
$(R \times P \times S)_{ijk}$	= Error B: entre subparcelas

Los datos analizados fueron: rendimiento de maíz, rendimiento de frijol y el peso equivalente del sistema referido al maíz, propuesto por García (3) y modificado por Herrera^{1/}.

Peso equivalente del sistema referido al maíz:

$$P.E. = \left(\frac{P_{cm}}{P_{cm}} \right) PSM + \left(\frac{P_{cf}}{P_{cm}} \right) PSF; \text{ en donde}$$

$P.E.$	= Peso equivalente del sistema referido al maíz en ton/ha
P_{cm}	= Precio del maíz al momento de la cosecha
P_{sm}	= Peso del maíz al 15% de humedad
P_{cf}	= Precio del frijol al momento de la cosecha
P_{sf}	= Peso del frijol al 14% de humedad

5.9.2 Comparación de medias

En los casos en que el ANDEVA indicó significancia al nivel del 5% de probabilidad, se procedió a la comparación de medias a través de las Pruebas de Tuckey.

5.9.3 Correlaciones

Con la información recolectada de días a floración, acame a la raíz y tallo, altura de planta y mazorca, y rendimiento en maíz,

^{1/} J.M. Herrera, Coordinador Depto. Cómputo y Análisis del ICTA.

número de nudos en el tallo principal, en las ramas, a la floración y a la madurez fisiológica y rendimiento en frijol, se efectuó análisis de correlación para considerar posibles interacciones entre genotipos de maíz y frijol y componentes de rendimiento.

6. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1 DE LOS DATOS CLIMATOLOGICOS

En la gráfica 5 se ilustra la distribución mensual promedio de lluvias y temperatura media mensual para la zona en estudio, así como la distribución cronológica del sistema maíz-frijol asociado para el año 1982. En dicha gráfica puede observarse que los períodos de máxima lluvia y temperatura corresponden a los meses de mayo-junio y septiembre-octubre, lo cual es importante para la época de siembra del sistema y los períodos de floración de los cultivos, lo que implica que durante 1982 no se tuvo problemas por falta de lluvia, por el contrario, se presentó un exceso de humedad y relativa alta temperatura que favoreció la incidencia de enfermedades en el cultivo del frijol, principalmente de Ascochyta sp y Colletotrichum lindemuthianum, aún cuando se hicieron aplicaciones de fungicidas (Benlate y Dithane M-45) para asegurarse que este problema no incidiera en los datos finales de rendimiento.

Cuando observamos la distribución mensual promedio de lluvias por localidades para los años 1981-1982 (gráfica 1, 2, 3 y 4) vemos una similitud en la tendencia de la distribución entre dichas localidades, aunque por ejemplo la localidad de Zaragoza tuvo una mayor precipitación para el mes de septiembre, lo cual se considera afectó los rendimientos de todos los genotipos de frijol (cuadro 21), por una mayor incidencia de enfermedades.

La localidad de Zaragoza también presentó, juntamente con la localidad de Patzún el período de "Canícula" (sequía) más fuertes, lo cual seguramente, también produjo un problema fisiológico en el cultivo del frijol, que contribuyó a bajar los rendimientos. Esta relativa falta de agua no afectó en la misma pro-

porción al genotipo Chuchucá, *P. coccineus*, por ser una especie diferente, en la cual se ha observado por investigaciones anteriores, características de resistencia a sequía y enfermedades, por poseer una raíz profunda y su estado más silvestre, respectivamente. Las bajas de rendimiento en los distintos genotipos de frijol no solamente están relacionadas con aspectos climatológicos, sino puede haber una interacción genotipo por ambiente (altura sobre el nivel del mar), situación que se ilustra con las gráficas 6 y 7 y que se confirman con el análisis de varianza combinado (cuadro 15) y que se respalda con los datos de cada sitio experimental (cuadro 10).

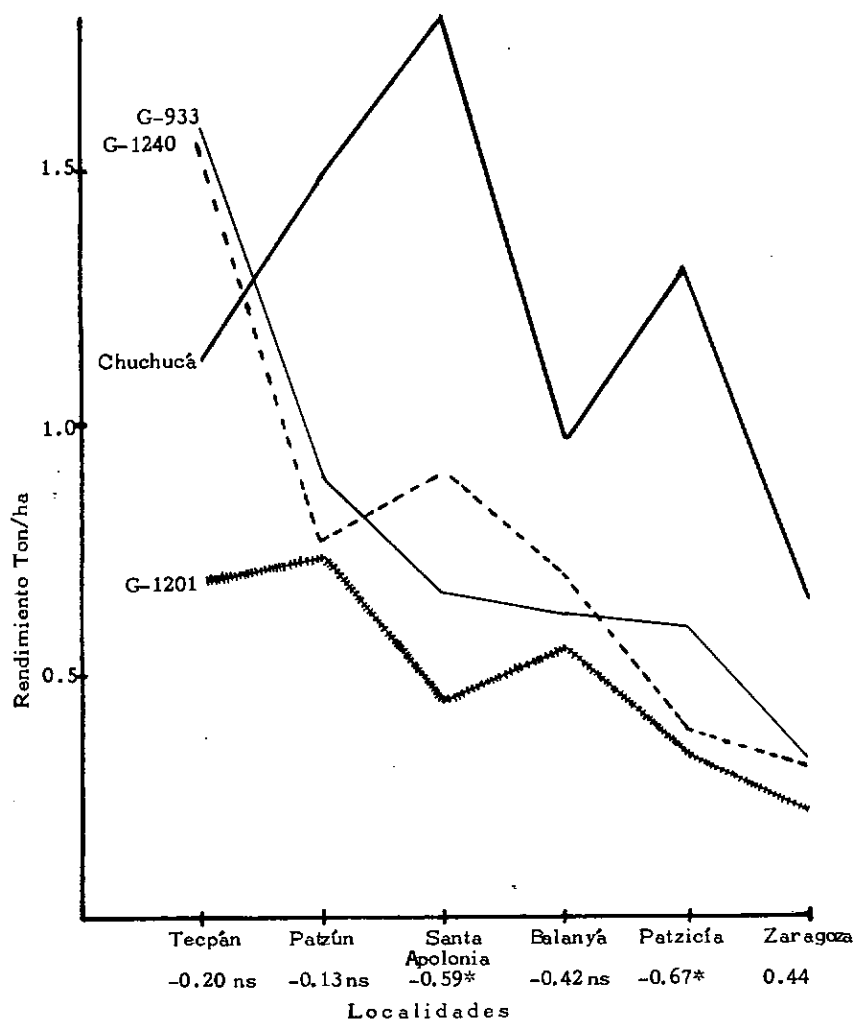
6.2 DEL ANALISIS DEL SUELO

En el cuadro 11 se muestran las características físicas y químicas de cada sitio experimental a la profundidad de 0-20 y 20-40 centímetros.

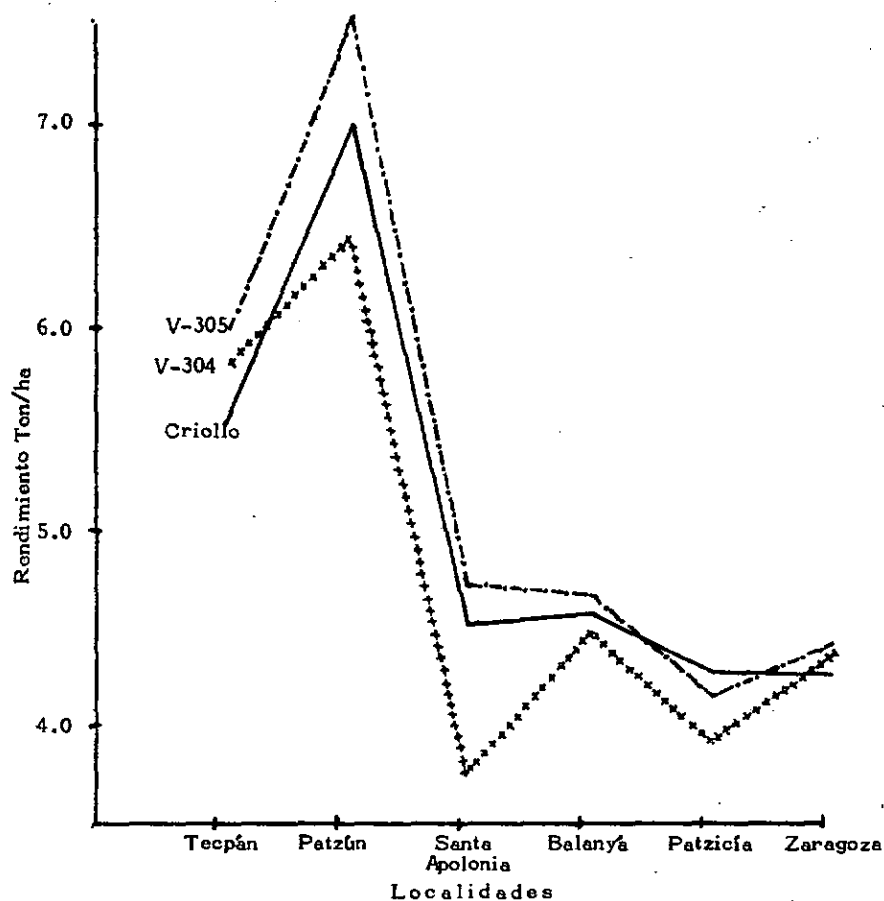
Dichos resultados muestran en términos generales, una clase textural franco arenosa a las dos profundidades, situación que es importante básicamente para el cultivo del frijol, pues se evitan los problemas de "encharcamiento" y permiten un laboreo adecuado.

En cuanto al contenido de materia orgánica de los suelos de cada sitio, puede verificarse, y como era de esperarse, una disminución en dicho contenido, a medida que se profundiza en el perfil de suelo, ya que debido a la práctica de incorporar los rastrojos estos quedan superficialmente.

Por otra parte, las localidades de Sanjai en Santa Apolonia, Santa Teresa en Tecpán, Vista Bella, Tecpán, Mixcolabaj en Patzún, Los Cerritos en Patzicá, la Yerbabuena en Zaragoza



GRAFICA 6. Comportamiento de las variedades de frijol voluble asociado con maíz, a través de 5 localidades. Chimaltenango, 1982



GRAFICA 7. Comportamiento de las variedades de maíz asociado con frijol voluble, a través de 5 localidades. Chimaltenango, 1982

y Joya Grande en Zaragoza, presentan considerables contenidos de materia orgánica a las dos profundidades de muestreo, lo cual es indicativo de un buen manejo de los terrenos y que contribuyó en parte a los altos rendimientos, tanto en maíz como de frijol, logrados en la mayoría de esos sitios, por las bondades ya conocidas de la materia orgánica (gráficas 6, 7 y cuadro 21).

En relación a los valores de pH estos variaron de 6.0 a 6.9 para la profundidad 0-20 cms y de 6.3 a 6.9 para la profundidad de 20-40 cms, valores que se consideran normales para el desarrollo de ambos cultivos. Los más altos valores de pH encontrados entre 20 y 40 cms, seguramente están relacionados con los también más altos valores de calcio a esa profundidad por razones de textura del suelo y características climatológicas del área.

El magnesio, también al igual que el calcio, se encontró a niveles mayores a mayor profundidad, lo cual es característica de estos nutrimentos, bajo las condiciones del estudio, considerándose asimismo que la relación calcio-magnesio se encuentra dentro de los límites adecuados.

Para el caso del fósforo y, de acuerdo con los niveles críticos determinados por el Laboratorio de Suelos del ICTA (7-10 Mg/ml), solamente 6, de 12 de los sitios experimentales presentaron niveles naturales de fósforo adecuados para ambos cultivos a la profundidad de 0-20 cms.

La variabilidad en cuanto al contenido de fósforo en los suelos estuvo comprendido entre 1.75 ut/ml para la localidad de Sanjai en Santa Apolonia a 19.58 Mg/ml en La Canoa, Patzicfa, para la profundidad de 0-20 cms, esta gran variabilidad indudablemente incidió en la respuesta tanto del maíz como del frijol, aún

cuando para evitar limitaciones de este nutrimento fueron aplicados 140 kg de P_2O_5 /ha.

Es importante también observar cómo a medida que se profundiza en el perfil del suelo los contenidos del fósforo se hacen más reducidos, llegando en algunos casos, a tenerse menos del 100 % del contenido existente en la parte superficial, en que se aplican los abonos tradicionalmente en el área y a la conocida poca movilidad del fósforo en el suelo, lo cual viene a afectar a los dos cultivos porque su siembra se hace entre 15-25 cms de profundidad bajo condiciones de humedad residual. En relación al nutriente potasio los resultados del análisis del suelo indicaron niveles muy superiores de potasio natural a los "niveles críticos" establecidos por el laboratorio de suelos del ICTA, (60-90 ug/ml) por lo que puede asumirse que no se presentó una deficiencia de estos elementos para el buen desarrollo de los cultivos.

6.3 DE LAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DEL FRIJOL VOLUBLE ASOCIADO CON MAIZ

En el cuadro 12 se presentan las características agronómicas de las variedades de frijol asociado con maíz sobre el promedio de las 12 localidades.

La característica del número de nudos en el tallo central y su variación entre el período de floración a madurez fisiológica no presentó diferencias relevantes, aún entre especies, a excepción del tratamiento 12, en el cual el genotipo de frijol Guate-1240 asociado con maíz criollo, tuvo un desarrollo marcado (8 nudos) que no se presentó, cuando la variedad mencionada tuvo como tutores a los maíces V-304 y V-305 (Justo Méndez).

CUADRO 12. Características agronómicas de las variedades de frijol voluble asociado con maíz, en 12 localidades de Chimaltenango, 1982

Tratamientos		No. Nudos Tallo Central		No. Ramas Laterales		No. Nudos Ramas Lat.		No. Racimos/Planta	No. Vainas/Planta	No. Granos/Vaina	Peso 100 Semi-llas grs	Rendimiento tm/ha
		Fl*	Md**	Fl	Md	Fl	Md					
1	Chuchucá V-304	22	26	7	9	19	21	11	22	4	77	1.362
2	Chuchucá J.M.	21	26	6	7	18	21	10	21	4	76	1.167
3	Chuchucá Criollo	21	25	6	7	18	22	10	19	4	77	1.271
4	Guate-933 J.M.	24	25	7	7	22	23	8	16	7	35	0.618
5	Guate-933 Criollo	25	26	7	9	19	25	8	16	7	35	0.680
6	Guate-933 V-304	25	26	6	9	21	29	8	16	7	33	0.786
7	Guate-1201 V-304	24	28	6	9	18	20	7	16	7	32	0.627
8	Guate-1201 Criollo	26	28	5	8	19	21	7	14	7	33	0.557
9	Guate-1201 J.M.	26	29	4	9	19	20	7	15	6	33	0.523
10	Guate-1240 J.M.	27	30	5	5	20	21	7	16	6	42	0.656
11	Guate-1240 V-304	27	29	6	6	23	28	8	16	6	42	0.716
12	Guate-1240 Criollo	21	29	6	6	21	26	8	17	6	41	0.668

* A la floración

** A la Madurez Fisiológica

En cuanto al número de ramas laterales, característica que conjuntamente con el número de nudos en ellas, determinan la "agresividad" de los genotipos se tuvo que la variedad Chuchucá, *P. coccineus*, y la variedad Guate-1240, *P. vulgaris*, no tuvieron variación apreciable, no así las variedades Guate-933 y Guate-1201, principalmente cuando tenían como tutor al maíz V-304.

Las variaciones en el número de nudos en las ramas laterales fueron bastante marcadas entre genotipos y entre el período de madurez fisiológica, así por ejemplo, la variedad Guate-933 asociada con la variedad de maíz V-304 pasó de 21 nudos en el período de floración a 29 nudos en el período de madurez fisiológica (8 nudos) y con la variedad de maíz criolla pasó de 19 a 25 nudos respectivamente (6 nudos) lo cual no se presenta en la variedad criolla mejorada de maíz Justo Méndez (V-305), esta característica de poder aumentar substancialmente el número de nudos en un período a otro del ciclo vegetativo hace del genotipo de frijol Guate-933 clasificarse como "agresivo", lo cual se ilustra consistentemente en la gráfica 9 y se confirma con los datos de rendimiento (Cuadro 21) y en el rendimiento promedio por localidad para el maíz (cuadro 16). Esta característica de "agresividad" por aumento de ramas laterales y por el número de nudos en esas ramas laterales después de la floración, hacen de Guate-933 un genotipo relativamente indeseable en esta primera fase del estudio para asociarse con los maíces criollos y V-304, ya que esta situación produjo un acame del sistema maíz-frijol asociado, al doblar el tallo del maíz, incidiendo en una disminución estadísticamente significativa sobre el rendimiento del maíz, como puede observarse en el cuadro de correlaciones (20).

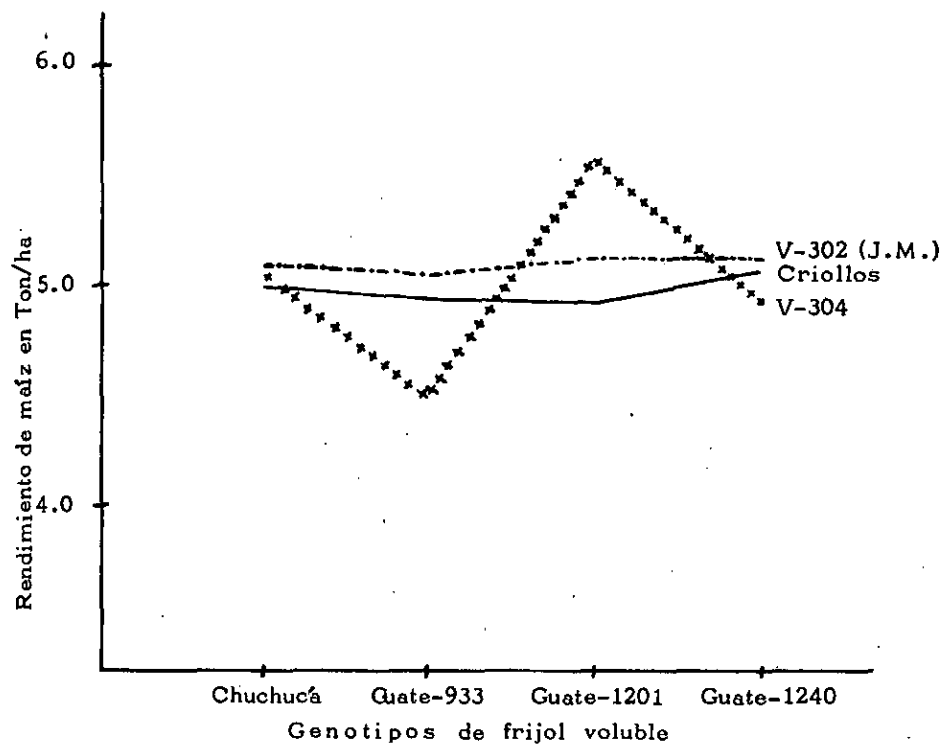
La disminución del rendimiento también resultó negativa y estadísticamente significativa para los maíces criollos y V-305, cuando fueron asociados con el genotipo de frijol Guate-1201, que también se considera "agresivo", dada su variación en el número de ramas laterales (Cuadro 20).

Una situación similar de baja de rendimiento del maíz V-304 se presentó cuando fue asociado con el genotipo de frijol Guate-1240, ya que éste también tiene la tendencia de ser agresivo por las variaciones en el número de nudos en las ramas laterales (cuadro 12), sin embargo la baja en el rendimiento de maíz fue menor debido probablemente a que su tendencia a la "agresividad" sólo fue debida al aumento de nudos en las ramas laterales.

La característica de agresividad del frijol le permite ser un fuerte competidor del maíz, como ha sido probado en otros estudios (1, 2, 5) y como se confirma nuevamente en este estudio, en el cuadro 21, donde se corrieron correlaciones de rendimiento de maíz por rendimiento de frijol.

La gráfica 8 indica sin embargo, las grandes posibilidades de los genotipos de maíz V-305 (criollo mejorado Justo Méndez) y los criollos locales utilizados en el presente estudio para asociarse con cualesquiera de los 4 genotipos de frijol estudiados, ya que la tendencia de respuesta en rendimiento de esos maíces es prácticamente lineal sobre el promedio de los 12 sitios experimentales y con rendimientos que están entre 5 y 6 toneladas de grano de maíz/ha, a lo cual hay que agregar que tuvieron un comportamiento similar dentro de localidades, aunque entre localidades se presentaron variaciones, pero esto se debe a las diferentes condiciones del suelo, clima y manejo que se produjeron dentro del área en estudio.

En lo que respecta al número de racimos/planta, fue marcada la diferencia de la especie *P. coccineus*, superando a los genotipos de *P. vulgaris* en 2 a 3 racimos, lo cual se tradujo en un mayor número de vainas/planta, aunque de menor longitud, es por ello que en el cuadro 12 aparece un promedio de 4 granos/



GRAFICA 8. Rendimientos de los genotipos de maíz en estudios relacionados con los distintos genotipos de frijol con que se asociaron

vaina para P. coccineus, mientras que para P. vulgaris un promedio de 6 a 7.

Desde el punto de vista de peso de 100 semillas, P. coccineus superó en aproximadamente el 100% al frijol común, pues mientras P. coccineus tuvo pesos entre 76-77 grs/100 semillas, el frijol común solamente llegó entre 32-42 granos/100 semillas. Si ahora asociamos las 4 características, número de ramas/planta, número de vainas/planta, número de granos/vaina y peso de 100 semillas, vemos en el cuadro 12 por qué P. coccineus tiene un alto potencial de rendimiento comparado con los otros genotipos de frijol común. Cabe mencionar que desde el punto de vista económico los granos de coccineus se cotizan al mismo precio que los granos de vulgaris, solamente que por asuntos de tradición su consumo se realiza para preparar platos especiales y en ciertas ocasiones.

Finalmente, es de hacer notar que estas características de rendimiento del P. coccineus (Chuchucá) se están tratando de introducir en el P. vulgaris* con lo que se mejorarán sustancialmente su rendimiento y resistencia a sequía, plagas, enfermedades y arquitectura de planta, pues según los datos del cuadro 12, no presentan características de "agresividad".

6.4 DE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LAS VARIEDADES DE MAÍZ ASOCIADO CON FRIJOL VOLUBLE

En el cuadro 13 se presentan las características agronómicas de los tres genotipos de maíz evaluados, cuando se asociaron con cuatro diferentes genotipos de frijol.

* Comunicación personal con el Ing. S.H. Orozco, Fitomejorador CIAT-ICTA.

CUADRO 13. Características agronómicas de las variedades de maíz asociado con frijol voluble en 12 localidades de Chimaltenango, 1982

Tratamientos	% de Acame			% de Mazorcas Descubiertas	Días a Floración	Altura en Metros		Rendimiento ton/ha
	Rafz	Tallo	Total			Planta	Mazorca	
1 V-304 Chuchucá	6.6	14.50	21.10	2.7	116.9	2.61	1.27	5.11
6 V-304 Guate 933	5.1	17.72	22.82	2.8	122.6	2.57	1.31	4.47
7 V-304 Guate 1201	4.5	15.73	20.23	4.1	120.2	2.57	1.43	5.65
11 V-304 Guate 1240	7.4	19.36	26.76	2.6	121.7	2.56	1.43	4.86
2 J.M. Chuchucá	9.0	16.72	25.72	3.1	122.8	2.81	1.59	5.20
4 J.M. Guate-933	7.3	19.71	27.01	3.1	125.4	2.77	1.59	5.09
9 J.M. Guate-1201	6.2	15.74	21.94	3.5	125.9	2.74	1.55	5.20
10 J.M. Guate-1240	8.1	18.65	26.75	3.4	126.5	2.77	1.56	5.21
3 Criollo Chuchucá	10.0	17.34	27.34	2.8	124.0	2.75	1.55	5.01
5 Criollo Guate-933	6.0	22.41	28.41	3.6	124.8	2.71	1.51	4.96
8 Criollo Guate-1201	5.0	15.04	20.04	3.4	126.8	2.73	1.55	4.91
12 Criollo Guate-1240	11.0	20.25	31.25	2.6	128.1	2.68	1.52	5.18

En general, puede observarse que bajo las condiciones del estudio, el porcentaje de acame, incluyendo el de raíz y tallo, es considerablemente alto, pues en promedio va de 22.73%, cuando V-304 se asoció indiferentemente con los 4 genotipos de frijol a 25.36%, cuando la variedad mejorada Justo Méndez fue asociada indistintamente con los tipos de frijol a 26.76% cuando fue el maíz criollo local el que se asoció con los diferentes genotipos de frijol.

Sin embargo, el acame al tallo fue mayor en todos los casos que el de raíz, permitiendo este hecho deducir que la carga propiciada por el frijol incide sobre el vigor del tallo, lo cual permite suponer la necesidad de que se investigue en el futuro el grosor y resistencia de los tallos de maíz para asociarse, a través de fitomejoramiento o estudios de densidad de siembra con niveles de fertilización.

Es de hacer notar que probablemente el menor porcentaje de acame que se presentó con V-304 como tutor, obedece a su menor altura de planta y mazorca y a su menor precocidad que propició condiciones de solidez, lo cual no fue observado con los otros 2 genotipos de maíz, ya que estos presentaron, en promedio, mayor altura, tanto de planta como de mazorca.

Cuando se hace el análisis a nivel de la interacción genotipo de maíz por genotipo de frijol, puede observarse (cuadro 21) que fueron los genotipos de frijol Guate-933 y Guate-1240 los que produjeron el mayor porcentaje de acame, lo cual es coincidente con lo anteriormente discutido en cuanto a la agresividad de los 2 materiales.

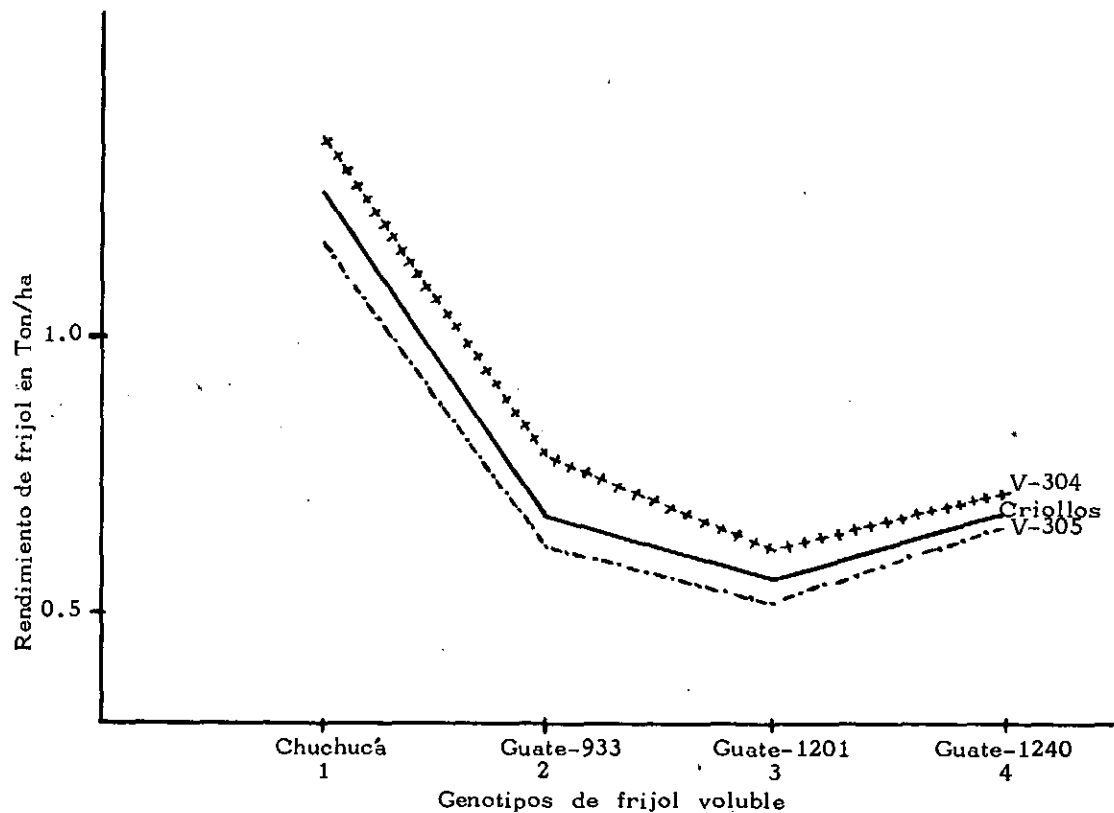
Es de hacer resaltar que los 3 genotipos de maíz presentaron un muy bajo porcentaje de mazorcas descubiertas, características que es deseable para contrarrestar los daños por pájaros,

insectos y pudriciones, así como que presentaron un considerable potencial de rendimiento dentro de la asociación.

Dentro del análisis de varianza combinado para el peso equivalente del sistema, no resultó estadísticamente significativo el factor genotipo de maíz, lo cual hace suponer que es el componente de frijol del sistema el que produce las variaciones en el mismo, esto puede ser confirmado al observar la gráfica 7, en donde los genotipos de maíz son estadísticamente iguales entre localidades y dentro de localidades, con excepción de la variedad V-304 para la localidad de Santa Apolonia y Patzún. Esta misma tendencia es observada en la gráfica 6, de acuerdo con los resultados de los análisis de varianza combinados (cuadro 15) que señalan que el factor genotipos de maíz incidió significativamente sobre los rendimientos de frijol (gráfica 8), con lo cual se puede rechazar la primera hipótesis planteada que señalaba que los genotipos de maíz en evaluación eran igualmente eficientes como soporte para asociar los diferentes genotipos de frijol.

Cuando se analizan aisladamente los rendimientos de frijol y los rendimientos de maíz, sin embargo, la hipótesis no puede ser rechazada cuando se analizó el sistema integrado en término de peso equivalente referido al maíz, pues de acuerdo al análisis de varianza del cuadro 16 el factor maíz (B) resultó ser no significativo, lo cual se ilustra en la gráfica 9.

Para el caso en que la hipótesis es rechazada la gráfica 9 señala que la variedad de maíz V-304 fue el mejor soporte para los 4 genotipos de frijol, alcanzándose un rendimiento promedio sobre las 12 localidades con el genotipo Chuchucá de 1362 kg/ha con Guate-1201, 627 kg/ha y con Guate-1240 de 716 kg/ha, le siguió como mejor tutor el material criollo de maíz proporcionado por cada agricultor colaborador, quedando en último lugar la variedad de maíz V-305 (cuadro 16).



GRAFICA 9. Rendimientos de los genotipos de frijol en estudio, relacionados con los genotipos de maíz utilizados como soporte.

También sobre la base del análisis de varianza (cuadro 15), comparación de medias (cuadro 17) y tendencia de rendimiento (gráfica 6), se rechaza la segunda hipótesis planteada, ya que estadísticamente, los genotipos de frijol voluble se comportaron en forma diferente en cuanto al rendimiento de grano, para el análisis integrado del sistema (cuadro 16).

Finalmente, la tercera hipótesis planteada también queda rechazada de acuerdo al análisis de varianza presentado en el cuadro 14, en donde la interacción A x B fue altamente significativa para el análisis de rendimiento por cultivo, pero, cuando el análisis de rendimiento se hizo en términos de peso equivalente del sistema, referido al maíz, la interacción A x B resultó ser no significativa, por lo que bajo estas condiciones la hipótesis no podría ser rechazada, cuestión que parece ser más acertada en análisis de agrosistemas.

6.5 DEL ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO PARA RENDIMIENTO DE MAIZ ASOCIADO CON FRIJOL

En el análisis de varianza combinado practicado a los rendimientos de maíz, cuadro 14, cuando se asoció con los diferentes genotipos de frijol, puede apreciarse que hubo un efecto altamente significativo sobre el mismo y por localidades y lo cual viene a reiterarnos que los ambientes estudiados fueron contrastantes; esto era de esperarse, si se observan los resultados de suelo (cuadro 11), la distribución de lluvias en el área (gráfica 5) y la posición fisiográfica y altura sobre el nivel del mar de cada sitio experimental (cuadro 10). También se manifiesta una interacción (A x B) altamente significativa, lo cual indica nuevamente lo que se ha venido discutiendo en cuanto al efecto que el frijol tuvo sobre los rendimientos de maíz y específicamente sobre la variedad de maíz V-304, como se ilustra en la gráfica 8.

CUADRO 14. Análisis de varianza combinado para rendimientos de maíz

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F.C.	Ft 0.05	Ft 0.01
Localidad	11	1053.261943	95.75109	104.55**	1.92	2.51
A (Frijol)	3	12.075946	4.02532	4.3952**	2.70	3.98
(Loc) x A.	33	31.319471	0.94907	1.0363NS	1.68	2.06
(Rep) x (Loc)	36	18.900785	0.525022	0.5733NS	1.68	2.06
Error A	108	98.91148	0.915847			
B (Maíz)	2	14.584915	7.2924575	12.4348**	3.04	4.71
(Loc) x B	22	31.164225	1.41656	2.4155**	1.62	1.97
A x B	6	14.070902	2.3452	3.9989**	2.14	2.90
(Loc) x A x B	66	51.336581	0.7778	1.3263NS	1.62	1.97
Error B	288	168.89906	0.586455			
TOTAL	575	13.956213				

CUADRO 15. ANDEVA combinado para rendimiento de frijol

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F.C.	Ft 0.05	Ft 0.01
Localidad	11	70.759084	6.432644	147.4158**	1.92	2.51
A	3	43.03418	14.3447267	328.7352**	2.70	3.98
Loc x A	33	21.60258	0.654623636	15.002*	1.68	2.06
Rep x Loc	36	2.009	0.05580556	1.2788NS	1.68	2.06
Error A	108	4.712701	0.04363612			
B	2	1.801576	0.900788	32.6724***	3.04	4.71
Loc x B	22	1.636279	0.074376318	2.6977**	1.62	1.97
A x B	6	0.261878	0.0436463	1.5831NS	2.14	2.90
Loc x A x B	66	2.383986	0.0036121	0.1310NS	1.62	1.97
Error B	288	7.940248	0.0275703			
TOTAL	575	156.141512				

CUADRO 16. ANDEVA combinado de peso equivalente del sistema referido al maíz

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F.C.	Ft 0.05	Ft 0.01
Localidad	11	2192.26601	199.29691	168.804**	1.92	2.51
A	3	243.219569	81.07318967	68.6686**	2.70	3.98
Loc x A	33	200.123193	6.064339182	5.1365**	1.68	2.06
Rep x Loc	36	32.065213	0.890700361	0.7544NS	1.68	2.06
Error A	108	127.509536	1.180643852			
B	2	0.85133	0.435665	0.083NS	3.04	4.71
Loc x B	22	27.314337	1.241560773	0.2366NS	1.62	1.97
A x B	6	1.41271	0.235451666	0.0449NS	2.14	2.90
Loc x A x B	66	54.70394	0.8288475750	0.1580NS	1.62	1.97
Error B	288	137.400202	0.477084034	0.09092NS		
TOTAL	575	3016.88604	5.24675833			

El efecto detrimental que se observó en el maíz por los materiales agresivos de frijol, produjo sin embargo, una alta significancia del factor frijol en el análisis combinado, esto es coincidente de alguna forma con lo encontrado por del Valle (5), Davis (1) y Davis, Amésquita y Muñoz (2), quienes observaron que un aumento sustancial en la densidad de población asociado con maíz redujo también significativamente los rendimientos de maíz.

En cuanto a la interacción variedad por localidad resultó ser no significativa, lo que nos lleva a suponer una mayor estabilidad del frijol a diferentes ambientes en asociación del frijol con el maíz.

Finalmente, cabe señalar la alta significancia de localidades en el análisis de varianza, que nos indica que efectivamente los ensayos estuvieron ubicados en áreas estadísticamente diferentes, lo que a su vez permitió caracterizar de una manera mucho más extensa, los diferentes genotipos de maíz y frijol bajo el sistema tradicional del agricultor.

6.6 DEL ANALISIS COMBINADO PARA RENDIMIENTOS DE FRIJOL ASOCIADO CON MAIZ

En el cuadro 15 se presenta el análisis de varianza combinado para rendimientos de frijol asociado con maíz, pudiendo observarse que nuevamente hubo un efecto altamente significativo sobre el rendimiento del frijol a través de las distintas localidades, lo mismo que para los diferentes genotipos de frijol.

Es importante también señalar que el frijol no encaja a la interacción con el ambiente de allí que localidad por genotipo de frijol resultó también altamente significativa, haciendo esto suponer una adaptación específica del frijol a diferentes "techos eco-

lógicos", mayormente cuando son asociados a diferentes genotipos de maíz.

El análisis combinado también muestra un efecto estadísticamente significativo de los diferentes genotipos de maíz sobre el rendimiento de frijol, lo cual se ilustra en la gráfica 9. Esta situación, aunada a la interacción que existió entre localidad por genotipo de maíz (B) repercute también en los rendimientos de frijol, dada la significancia en el análisis de varianza.

La no significancia observada en la interacción A x B nos indica que los diferentes genotipos de maíz se comportaron estadísticamente iguales para asociar a cada genotipo de frijol (gráfica 9 y cuadro 18), sin embargo, la "agresividad" de algunos genotipos de frijol y otros componentes de rendimiento, hacen que se vea en esta misma figura, bajas significativas en el rendimiento de frijol.

6.7 DEL ANALISIS DE VARIANZA DEL PESO EQUIVALENTE DEL SISTEMA DE FRIJOL ASOCIADO REFERIDO AL PESO DE MAIZ

Con el propósito de verificar el comportamiento del sistema de maíz-frijol asociado como tal, se practicó un análisis de varianza combinado al peso equivalente de dicho sistema, pero referido al maíz, a fin de poder discriminar cuáles son las fuentes de variación que más influyen en la eficiencia final de la asociación.

En el cuadro 16, nuevamente se observa la alta significancia que se produjo entre localidades, lo cual era deseable para los objetivos del estudio, pues se pretendía encontrar una combinación de genotipos de maíz y de frijol estable hasta donde fuera posible ya que es conocido que las condiciones del altiplano son sumamente variables (gráficas 6 y 7), de allí lo difícil de general alternativas en sistemas que tengan una amplia adaptabilidad.

CUADRO 16. Rendimientos de grano de maíz, expresados en ton/ha, de variedades de maíz asociado con frijol voluble por localidades y prueba de Tuckey aplicada a los rendimientos promedio-Chimaltenango, 1982

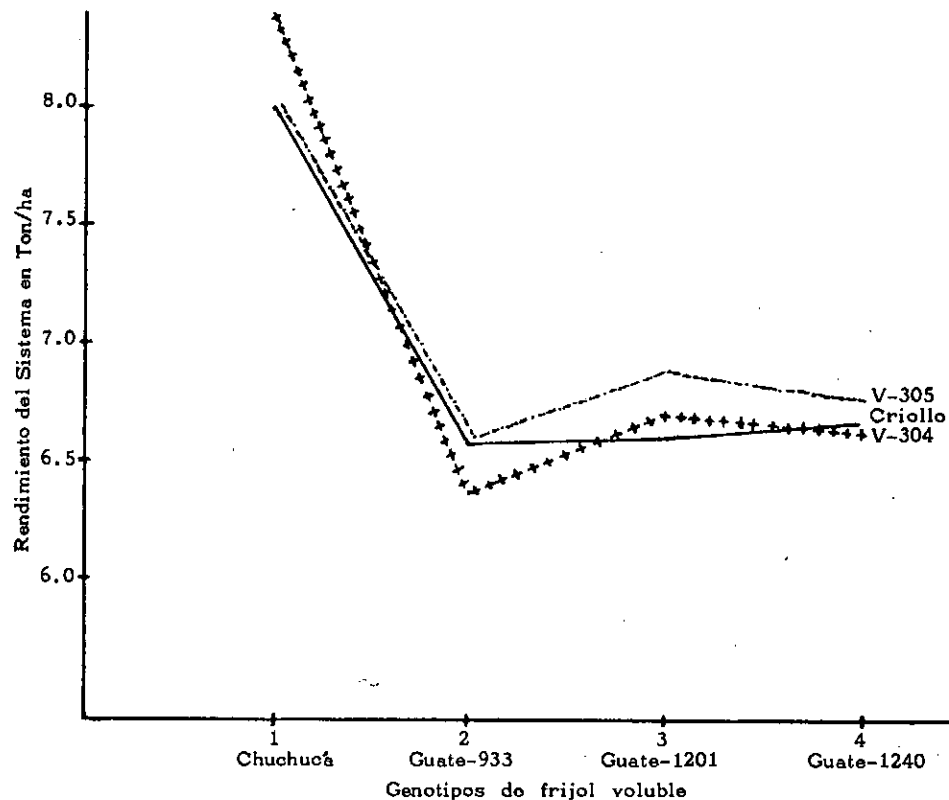
Localidad	V-305	Criollo	V-304	$\bar{x}$
(2) Tecpán	6.100	5.551	5.847	5.833
(2) Patzún	7.529	7.182	6.473	7.061
(3) Balanyá	4.722	4.624	4.523	4.623
(1) Santa Apolonia	4.741	4.552	3.817	4.370
(2) Patzicfa	4.222	4.316	3.995	4.178
(2) Zaragoza	4.460	4.432	4.423	4.438
	5.296 _a	5.110 _a	4.846 _b	5.084

Comparador Tuckey = 0.445

En el mismo cuadro (16) se observa la alta significancia de los genotipos de frijol en cuanto a rendimiento sobre el sistema integrado, cuestión también observada en los dos análisis combinados discutidos con anterioridad.

Las situaciones anteriores repercutieron en que la interacción localidad por genotipos de frijol (A) resultara también altamente significativa, situación que se ilustra consistentemente en la gráfica 6, señalándonos esto, que los genotipos de frijol evaluados son sumamente contrastantes, no solamente entre localidades, sino aún dentro de las mismas, esto vuelve a confirmar que dentro de un municipio mismo se encuentran condiciones de suelo, clima y manejo sumamente variables.

Dentro del análisis de varianza combinado para el peso equivalente del sistema, no resultó estadísticamente significativo el factor genotipo de maíz, lo cual hace suponer que es el componente de frijol del sistema el que produce las variaciones en el mismo, esto puede ser confirmado al observar la gráfica 7, en donde los genotipos de maíz son estadísticamente iguales entre localidades y dentro de localidades, con excepción de la variedad V-304 para la localidad de Santa Apolonia y Patzún. Esta misma tendencia es observada en la gráfica 10 de acuerdo con los resultados de los análisis de varianza combinado (cuadro 15), que señala que el factor genotipos de maíz incidió significativamente sobre los rendimientos de frijol (gráfica 9), con lo cual se puede rechazar la primera hipótesis planteada, que señalaba que los genotipos de maíz en evaluación eran igualmente eficientes como soporte para asociar los diferentes tipos de frijol. Cuando se analizan aisladamente los rendimientos de frijol y los rendimientos de maíz, sin embargo, la hipótesis no puede ser rechazada, cuando se analizó el sistema integrado en término de peso equivalente referido al maíz, pues de acuerdo al análisis de varianza del cuadro 16 el factor maíz (B) resultó ser no significativo, lo cual se ilustra en la gráfica 10 y cuadro 18.



GRAFICA 10. Rendimiento de los sistemas de maíz-frijol voluble asociados, en términos de peso equivalente referido al peso del maíz.

Para el caso en que la hipótesis es rechazada, la gráfica 10 re-señala que la variedad de maíz V-304 fue el mejor soporte para los 4 genotipos de frijol, alcanzándose un rendimiento promedio sobre las 12 localidades con el genotipo Chuchucá, de 1362 kg/ha, con Guate 1201, 627 y con Guate 1240 de 716 kg/ha. Le siguió como mejor tutor el material criollo de maíz proporcionado por cada agricultor colaborador, quedando en último lugar la variedad de maíz V-305.

También sobre la base del análisis de varianza (cuadro 15), comparación de medias (cuadro 17) y tendencia de rendimiento (gráfica 6), se rechaza la segunda hipótesis planteada, ya que estadísticamente, los genotipos de frijol voluble se comportaron en forma diferente en cuanto al rendimiento de grano, para el análisis integrado del sistema (cuadro 16).

Finalmente, la tercera hipótesis planteada también queda rechazada de acuerdo al análisis de varianza presentado en el cuadro 14, en donde la interacción A x B fue altamente significativa para el análisis de rendimiento por cultivo, pero cuando el análisis se hizo en términos de peso equivalente del sistema referido al maíz, la interacción A x B resultó ser no significativa, por lo que bajo estas condiciones la hipótesis no podría ser rechazada, cuestión que parece ser más acertada en análisis de agro-sistemas.

6.8 DEL ANALISIS DE COMPARACION DE MEDIAS

En el cuadro 16 se presentan las medias de rendimiento de maíz para el total de localidades e independientemente de la especie de frijol asociado. Dichos rendimientos se consideran satisfactorios si se toma en cuenta que sobrepasan los 4.8 toneladas métricas/ha de grano (74 qq/mz).

CUADRO 17. Rendimiento de grano de frijol, expresado en ton/ha de variedades de frijol voluble asociado con maíz por localidades y prueba de Tuckey aplicada a los rendimientos promedio. Chimaltenango, 1982

Variedad Localidad	Chuchuca	G-933	G-1240	G-1201	$\bar{x}$
(2) Tecpán	1.141	1.599	1.574	0.697	1.253
(2) Patzún	1.492	0.890	0.764	0.752	0.975
(1) Santa Apolonia	1.80	0.659	0.900	0.446	0.951
(3) Balanyá	0.973	0.621	0.696	0.567	0.714
(2) Patzicfa	1.369	0.591	0.389	0.344	0.673
(2) Zaragoza	0.650	0.323	0.299	0.221	0.373
	1.238 <u>a</u>	0.780 <u>b</u>	0.771 <u>b</u>	0.504 <u>c</u>	0.823

Comparador Tuckey = 0.167 Tm/ha

CUADRO 18. Comportamiento de los diferentes genotipos de maíz como soporte para cada genotipo de frijol

----- Genotipos -----		Rendimien- to Maíz ton/ha	Signifi- cancia Tuckey
Frijol	Maíz		
Chuchucá	V-305	5.2	a
	V-301	5.1	a
	Criollo	5.01	a
Guate-933	V-305	5.09	a
	Criollo	4.96	a
	V-304	4.47	a
Guate-1201	V-304	5.65	a
	V-305	5.20	a
	Criollo	4.91	a
Guate-1240	V-305	5.21	a
	Criollo	5.18	a
	V-304	4.86	a

Tuckey al 5% = 0.7505 ton/ha, para comparar promedios en cada parcela grande.

Cuando les fue practicada una comparación de medias por el método de Tuckey, las variedades criollas de maíz y la V-305 resultaron estadísticamente diferentes y superiores a la variedad V-304, lo que hace pensar en el alto potencial de los materiales criollos de maíz de la región y en la necesidad de continuar su mejoramiento, pues tanto V-305 como V-304 son materiales también criollos mejorados.

La prueba de Tuckey nos lleva a concluir que independientemente, los maíces criollos son tutores adecuados para introducir y asociar con ellos las especies mejoradas de frijoles volubles.

El mismo cuadro nos permite observar que los mejores rendimientos de maíz, a nivel de promedio para los tres materiales, se obtuvieron en Patzún, Tecpán y Balanya; cuestión que es importante para estudios posteriores, como se ilustra en la gráfica 7. La prueba de Tuckey practicada a los rendimientos promedio de frijol, independientemente del genotipo de maíz sobre el que se asoció y a nivel de todas las localidades, indica (según cuadro 17), que la especie P. coccineus (Chuchucá), resultó ser estadísticamente diferente y superior a los tres restantes, sin embargo, la especie P. vulgaris, Guate 933, Guate 1240 fueron estadísticamente iguales, quedando en último lugar Guate 1201.

Esta situación era de esperarse si se toman en cuenta las características propias de la especie coccineus, sin embargo, los genotipos Guate 933 y Guate 1240 tienen grandes posibilidades para ser asociados con maíz en el área mediante algunas modificaciones en sus características fenotípicas, ya que los rendimientos logrados superaron en más del 100% a los rendimientos que los agricultores obtienen con su tecnología tradicional.

En el cuadro 20 se muestra la prueba de Tuckey practicada a los promedios de peso equivalente del sistema referido al maíz, observándose una consistencia en la superioridad de la especie coccineus sobre los tres materiales de P. vulgaris evaluadas, sin embargo, es importante insistir en que no se presenta diferencia estadísticamente significativa en términos de peso equivalente en las asociaciones en donde no fue incluida la especie coccineus llevándonos esto a suponer que se ha llegado a un punto de la investigación en que se tiene tanto genotipos de maíz como de frijol que tienen buen comportamiento a nivel de campo.

6.9 DEL ANALISIS DE CORRELACIONES PARA RENDIMIENTO Y ALGUNAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS

Con el propósito de verificar el grado de significancia del rendimiento del frijol sobre el rendimiento del maíz por tratamiento, se calcularon 12 correlaciones a partir de los datos del cuadro 21 y cuyos resultados se presentan en el mismo cuadro y gráfica 10.

Puede observarse en términos generales que a medida que los rendimientos de frijol aumentan, también crece el rendimiento de maíz, aunque solamente en tres tratamientos (Guate-1201 asociado con V-305, Guate 1201 asociado con criollo y Guate 1201 asociado con V-304) resultaron las correlaciones estadísticamente significativas al nivel del 5%, adicionalmente los tratamientos Chuchucá asociado con V-304, Guate 933 asociado con V-305 y Guate 933 asociado con criollo tuvieron significancia estadística pero a un nivel del 10%.

Aunque estas correlaciones no están directamente relacionados en términos de peso equivalente o ingreso bruto como puede observarse en el cuadro 20, significaría esto que la correlación por sí sola no nos da idea del mejor tratamiento, pero sí ayuda

a explicar las posibilidades de asociación entre maíz y frijol para fines de continuar el mejoramiento genético.

Esta situación es consistente para la especie de frijol Guate 1201 como se observa en el cuadro 20, aunque de acuerdo con el cuadro 12, por el número de ramas laterales se considera medianamente "agresiva"; sin embargo, fue la especie de frijol que menor número de racimos presentó, al igual que el menor número de vainas/planta, el número de granos/vaina y menor peso de 100 semillas y finalmente los más bajos rendimientos a través de todas las localidades, lo cual hace suponer sean las causas de esa alta correlación positiva como se ilustra en la gráfica 6.

En resumen puede decirse que existe una buena compatibilidad entre las especies de frijol y maíz evaluadas que es justamente lo que se desea para ofrecer mejores alternativas a este sistema tradicional dentro de la región.

Otro aspecto que se estimó conveniente dentro del estudio, fue tratar de determinar, para las diferentes asociaciones, qué características de dichos sistemas tenían una influencia tanto sobre el rendimiento de maíz como sobre el rendimiento de frijol, con el propósito de introducir mejoras genéticas en el futuro.

De esa cuenta en el cuadro 19 se presentan los resultados de 16 correlaciones para cada una de las siguientes asociaciones Guate 1201-V-304, Guate 1201-criollo y Guate 1201-V-305, que son las asociaciones que presentaron significancia al 5% en el coeficiente de correlación (r) cuadro

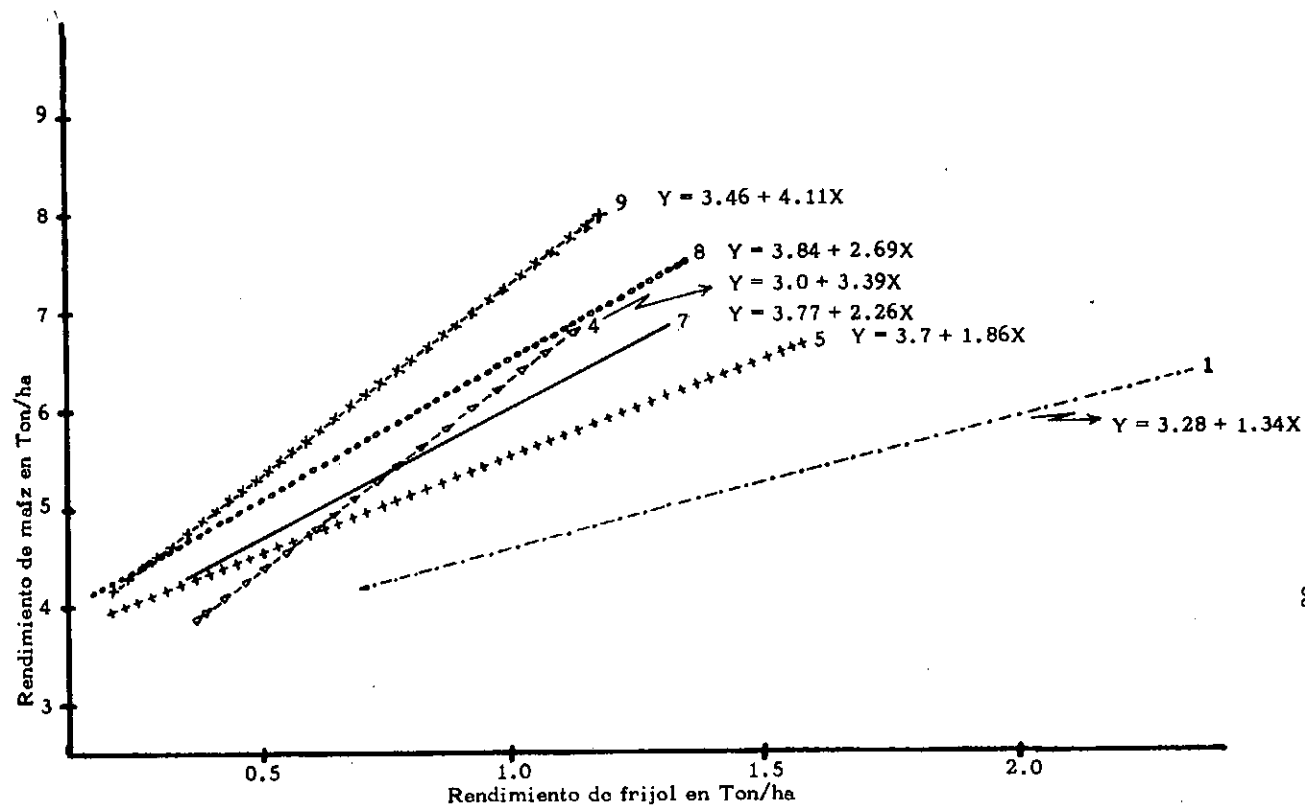
En términos generales en el cuadro 19 se observa que el acame del tallo del maíz afectó significativamente y negativamente al rendimiento de los tres genotipos de maíz, no así a los rendi-

CUADRO 19. Coeficientes de correlación (r) para las características agronómicas de los tratamientos que presentaron correlaciones significativas entre rendimientos de maíz y rendimientos de frijol

Variables Correlacionadas	Tratamientos Correlacionados Significativamente por Rendimiento		
	Guate-1201	Guate-1201	Guate-1201
	vrs V-304	vrs Criollos	vrs V-305
Altura planta x Rend. de Maíz	0.25	-0.38	-0.21
Acame tallo x Rend. de Maíz	0.58**	-0.87**	-0.63**
Acame raíz x Rend. de Maíz	0.17	0.49*	0.36
No. Nudos TC x Rend. de Maíz	-0.32	-0.59**	- .25
No. ramas lat. x Rend. de Maíz	0.76**	0.48	0.77**
Altura de planta x Rend. de Frijol	0.08	%-0.21	.33
Acame raíz x Rend. de Frijol	0.47	0.39	.64**
Acame tallo x Rend. de Frijol	0.34	0.45	.75**
No. nudos TC x Rend. de Frijol	-0.28	-0.57	- .22
No. ramas laterales x Rend. de Frijol	-0.14	-0.0019	0.10
Altura de planta x Acame Raíz	0.43	0.94**	0.31
Altura de planta x Acame Tallo	0.63**	0.075	0.30
Altura de planta x Nudos tallo central	-0.07	0.13	-0.22
Altura de planta x Ramas laterales	0.19	-0.15	0.25
No. de nudos TC x Acame tallo	-0.36	0.16	-0.16
No. ramas lat. x Acame tallo	-0.36	0.44	0.58**

* Significativo al 10% (0.4973)

** Significativo al 5% (0.576)



GRAFICA 11. Correlaciones entre rendimiento de maíz y rendimientos de frijol para los tratamientos que presentaron coeficiente de correlación (r) significativo.

CUADRO 20. Rendimientos del sistema maíz-frijol asociado, en peso equivalente referido al maíz, obtenidos por localidad e ingreso bruto del sistema

Tratamientos	Tr.	R. Díaz	J. Sitay	L. Figueroa	J.J. Figueroa	A. Salazar	M. Salazar	Alquijay	L. Sanic	Mejía	Tamat STA. APO-LONIA	A. Marroquín	V. Bella	Peso Equivalente	Prueba de Tuckey	Ingreso Bruto
		PATIZICIA		ZARAGOZA		-----	BALANYA	-----		PATZUN		TECPAN G.				
Chuchucá V-304	1	10.62	5.36	7.09	6.18	5.47	7.14	8.18	10.34	11.49	7.96	6.78	13.92	8.37	a	1385
Chuchucá J.M.	2	8.93	5.10	6.21	5.47	5.80	6.76	7.54	10.70	11.82	8.73	6.41	13.30	8.06	a	1322
Chuchucá Criollo	3	10.63	5.03	5.94	6.49	6.31	7.75	7.16	9.14	10.47	8.95	6.00	12.28	8.06	a	1332
Guate-1201 J.M.	9	5.46	5.53	5.20	4.95	5.33	6.35	6.26	9.78	9.24	6.46	5.72	12.23	6.88	b	1067
Guate-1240 J.M.	10	4.59	5.93	4.95	5.59	5.88	6.95	6.92	9.11	8.50	6.85	5.37	10.53	6.76	b	1121
Guate-1201 V-304	7	5.09	4.66	5.16	4.92	5.23	7.25	6.44	8.41	9.26	5.85	6.27	11.84	6.70	b	1183
Guate-1201 Criollo	8	5.83	4.55	5.04	4.23	5.12	6.34	6.92	7.66	9.72	5.9	6.27	11.90	6.62	b	1032
Guate-933 J.M.	4	5.31	5.19	5.0	5.24	5.21	5.50	6.97	10.04	9.12	5.71	5.08	10.68	6.59	b	1086
Guate-933 Criollo	5	5.41	5.12	4.68	4.82	5.11	6.38	7.52	9.17	9.31	5.6	5.59	10.4	6.59	b	1129
Guate-1240 V-304	11	5.07	5.13	5.66	5.34	5.39	6.26	7.13	8.27	9.01	5.98	5.68	10.08	6.58	b	1087
Guate-1240 Criollo	12	5.60	5.04	5.19	5.19	5.27	6.60	7.76	9.31	7.98	3.90	5.19	10.21	6.44	b	1121
Guate-933 V-304	6	5.08	5.04	5.07	4.74	5.10	6.02	7.33	8.42	7.81	5.9	5.21	10.6	6.36	b	1051

CUADRO 21. Rendimientos en ton/ha de grano de maíz y frijol en asociación, obtenidos por localidad y corregidos al 15 y 14% de humedad, respectivamente. 1982

Tra- tam.	Subtratamientos	Tamat STA. APOLQ NIA	A. Marro- quín TECPAN	V. Bella G.	L. Sanic PATZUN	R. Mejía	A. Sala- zar BALANYA	Alque- jay	M. Sala- zar	R. Díaz PATZICIA	J. Sitán	L. Figue- roa ZARAGOZA	J.J. Figue- roa	Coefficien- te de Correla- ción r
1	Chuchucá V-304	3.348 1.923	4.361 1.007	8.35 2.320	6.778 1.487	7.083 1.837	3.483 .826	5.926 .941	3.851 1.320	5.043 2.325	3.694 .696	4.970 .882	4.413 .738	0.51*
2	Chuchucá J.M.	4.425 1.794	3.938 1.031	8.218 2.118	8.235 1.029	7.225 1.915	3.908 .789	6.088 1.606	3.877 1.203	4.607 1.800	3.839 .524	4.883 .552	3.917 .648	0.44
3	Chuchucá Criollo	4.463 1.871	3.484 1.049	6.712 2.320	7.475 .945	6.298 1.737	3.954 .980	5.082 .867	4.190 1.482	5.064 2.321	3.729 .544	4.694 .518	5.001 .622	0.33
4	Guate-933 J.M.	4.504 .504	3.452 .679	7.95 1.138	8.584 .606	6.569 1.059	4.124 .452	5.904 .445	3.917 .659	3.701 .672	3.854 .557	4.374 .259	4.304 .390	0.50*
5	Guate-933 Criollo	4.252 .560	3.827 .736	6.588 1.588	7.728 .602	6.934 .991	4.064 .434	5.899 .675	4.015 .986	4.072 .556	3.933 .495	4.240 .184	3.988 .348	0.49*
6	Guate-933 V-304	3.540 .983	3.453 .732	7.039 1.485	6.603 .757	4.633 1.322	3.966 .474	5.563 .735	3.800 .926	3.472 .670	3.608 .597	4.386 .285	3.526 .507	0.47
7	Guate-1201 V-304	4.590 .526	4.300 .821	8.533 1.330	7.411 .415	6.447 1.173	4.124 .459	5.236 1.503	4.713 1.057	3.915 .491	4.080 .241	4.731 .177	4.115 .334	0.57**
8	Guate-1201 Criollo	4.874 .427	5.049 .509	8.652 1.355	6.772 .369	7.084 1.099	4.141 .408	5.848 .446	4.039 .959	4.798 .430	4.057 .206	4.704 .141	3.726 .272	0.69**
9	Guate-1201 J.M.	5.425 .432	4.473 .519	9.549 1.118	8.595 .474	6.889 .981	4.437 .372	5.422 .349	4.596 .732	4.263 0.500	4.781 .316	4.736 .193	4.263 .299	0.65**
10	Guate-1240 J.M.	4.611 .932	3.716 .691	7.510 1.258	7.415 .707	6.709 .747	4.251 .680	5.813 .463	4.328 1.094	3.963 1.260	4.771 .482	4.494 .190	4.703 .369	0.41
11	Guate-1240 V-304	3.792 .911	4.036 .687	6.705 1.408	6.460 .749	6.366 1.102	4.132 .524	5.628 .625	3.859 1.00	3.938 .471	4.206 .384	4.816 .352	4.422 .383	0.05
12	Guate-1240 Criollo	4.617 .952	3.359 .762	6.740 1.445	7.986 .550	7.179 .805	4.144 .468	6.291 .613	3.831 1.154	4.674 .386	4.202 .348	4.680 .212	4.420 .322	0.21

Mⁿ = Rendimiento Maíz
Fⁿ = Rendimiento Frijol

r* 5% = 0.576
r** 10% = 0.497

mientos de frijol, para el caso en que éste fue asociado con maíz V-304 y criollo, aunque cuando fue asociado con maíz V-305 (Justo Méndez) el rendimiento de frijol salió favorecido seguramente en parte a las características de planta y rendimiento del maíz V-305 (Justo Méndez), que como ya se mencionó obtuvo el mayor rendimiento, y el acame, probablemente, permitió al frijol características ambientales que favorecieron su "mejor desempeño".

En cuanto a la correlación, número de nudos en el tallo central del frijol por rendimiento y maíz y rendimiento de frijol, se observa una tendencia negativa en términos generales como era de esperarse, ya que el número de nudos es una característica de "agresividad", que como ya se ha discutido no es deseable en este tipo de asociaciones.

La correlación solamente se presentó en forma significativa y negativa en la asociación Guate 1201-maíz criollo, para el total de localidades, probablemente debido a la poca uniformidad de los materiales criollos en diferentes características agronómicas.

La correlación número de ramas laterales de frijol por rendimiento de maíz se presentó en forma positiva y significativa sobre el rendimiento de maíz, probablemente debido a que las ramas laterales del frijol disminuían el acame al propiciar un mayor anclaje al sistema, al menos para el caso de la especie de frijol Guate 1201, el cual si se recuerda, presentó los más bajos rendimientos de grano. Aunque esta correlación no se esperaba pues está asociada con "agresividad".

La correlación altura de planta de maíz por rendimiento de frijol fue inconsistente y no significativa dándonos éste la idea

que podría usarse para este sistema plantas de maíz de porte bajo, al menos para la asociación Guate 1201; igualmente la altura de planta de maíz por rendimiento de maíz fue inconsistente y no significativa, lo que también nos lleva a suponer que el uso de variedades de maíz de porte más bajo es posible bajo las condiciones de este estudio, como lo menciona Esquivel citado por del Valle (5).

Finalmente, solamente se presentó una correlación positiva y significativa entre altura de planta de maíz por acame a la raíz cuando fue asociado Guate 1201 con materiales criollos, y entre altura de planta y acame de tallo cuando fue asociado Guate 1201 con V-304. Esta situación era de esperarse, sin embargo, no fue consistente para las tres asociaciones, probablemente debido a sistemas radicales bien desarrollados.

6.10 DEL ANALISIS DEL MEJOR TRATAMIENTO DE MAIZ Y FRIJOL ASOCIADO

De acuerdo al cuadro 20, tres fueron los tratamientos estadísticamente superiores dentro de los doce tratamientos en estudio, desde el punto de vista de peso equivalente del sistema y en términos de ingreso bruto, considerando que los costos de producción y el precio del producto son similares para todos los tratamientos, estos tres tratamientos correspondieron a la asociación de Chuchucá (*P. coccineus*) con V-304, Chuchucá con Justo Méndez y Chuchucá con los materiales criollos, dando un ingreso bruto de Q.1,385, Q.1,322 y Q.1,332/ha, respectivamente, no habiendo diferencia estadísticamente significativa entre ellos; esta situación se presentó a nivel de promedio de las doce localidades y se ilustra en las gráficas 6, 7 y 10.

Si se observa el cuadro 20, la diferencia en el ingreso bruto de los tres primeros tratamientos se debe a los rendimientos de grano de Chuchucá, *P. coccineus*, (gráfica 6), pues superaron en casi el 100% al rendimiento de grano de los nueve tratamientos restantes de *P. vulgaris*, ya que los rendimientos de maíz sobre las doce localidades fueron estadísticamente iguales para los genotipos V-305 y los criollos y un poco menor para el genotipo V-304, aunque estadísticamente significativa (gráfica 7 y cuadro 18). Sin embargo, este rendimiento menor de V-304 no afectó finalmente a la asociación con Chuchucá, puesto que para esta situación en particular fue el mejor tratamiento y en el resto de tratamientos no se observa que esta baja en el rendimiento de maíz V-304 lo coloque en una situación de desventaja, puesto que los restantes nueve tratamientos son estadísticamente iguales y más aún si se observa la gráfica 9, fue el mejor soporte.

Dado que la asociación de Chuchucá, *P. coccineus*, con cualquiera de los genotipos de maíz resultó ser el mejor tratamiento, su importancia radica en las posibilidades de "domesticar" a *P. coccineus* en forma más intensiva bajo el sistema tradicional, con fines de ofrecer una alternativa de asociación que le permita mayores ingresos al pequeño y mediano agricultor quedando únicamente por asegurarse el mercado para este tipo de grano.

Desde el punto de vista de la asociación de *P. vulgaris* los tratamientos fueron estadísticamente iguales, tanto desde el punto de vista de peso equivalente del sistema como en términos de ingreso bruto, lo cual ofrece tres alternativas adicionales para los agricultores del área en términos generales, pero si se recuerda que los tipos de frijol Guate-933 y Guate 1201 son de grano de color negro y "agresivo" cabría la posibilidad de que mediante mejoramiento sucesivo pudieran ser recomendados finalmente a nivel comercial.

Por su parte Guate-1240 resultó ser estadísticamente igual en rendimiento a Guate-933 (gráfica 4), pero es de grano rojo y medianamente "agresivo", lo cual ofrece buenas perspectivas al ser mejorados estos aspectos de agresividad, puesto que los frijoles rojos alcanzan buen precio en el mercado y los agricultores del área cuentan con muy pocos genotipos trepadores para sus asociaciones.

El comportamiento de las variedades de frijol y maíz asociado, por localidades, se ilustra en las gráficas 6 y 7, y en donde se observa que si son entendidos en forma más exhaustiva los factores del suelo, clima y manejo que producen las variaciones por localidades, los mejoradores podrían hacer avances más rápidos para encontrar estabilidad en los genotipos de frijol, fundamentalmente, o como en este caso particularmente, recomendar alternativas de asociación para áreas más restringidas y homogéneas.

7. CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos e hipótesis planteadas y los resultados obtenidos y discutidos en el presente estudio, se puede concluir lo siguiente:

- a. Los sitios experimentales muestreados permitieron por su amplia variación, en cuanto a las condiciones de clima, suelo y manejo, verificar el potencial de los tratamientos evaluados en las asociaciones maíz-frijol, lo cual se observa en los cuadros y gráficas que ilustran los rendimientos y sus tendencias.
- b. Existe una gran variabilidad en cuanto al contenido de fósforo en el suelo, al pasar de la profundidad 0-20 cms, a la profundidad 20-40 cms, siendo de mayor contenido el estrato superior, lo que permite indicar que la práctica tradicional de aplicar superficialmente los fertilizantes tiene una fuerte influencia sobre el tipo de cultivo, debido a su sistema radicular.
- c. Se presentaron diferencias considerables entre los genotipos de frijol voluble estudiados, en cuanto a las características número de ramas laterales y número de nudos en las ramas laterales con lo que se pudo discriminar mayor "agresividad" para los genotipos Guate-933, por su amplia variabilidad en las dos características al pasar del período de floración al período de madurez fisiológica; siguiéndole el genotipo Guate-1201, por su variación considerable, únicamente en la característica de ramas laterales; por último el genotipo Guate-1240 por su variación en el número de nudos en las ramas laterales (cuadro 12).
- d. El genotipo Chuchucá, *P. coccineus*, fue el material que presentó menores características de "agresividad".

- e. En cuanto al número de racimos por planta y número de vainas por planta el genotipo Chuchucá superó considerablemente a los otros tres genotipos de *P. vulgaris*, quienes a su vez entre sí no presentaron grandes variaciones para estas dos características.
- f. Solamente en la característica número de granos por vaina, Chuchucá, *P. coccineus*, resultó en el último lugar, porque en cuanto al peso de 100 semillas supero en casi el 100% al peso de 100 semillas de los otros genotipos, debido posiblemente a su gran tamaño de grano.
- g. En lo relativo a las características agronómicas de las variedades de maíz evaluadas, se observó que en asociación con frijol, se presentó un mayor porcentaje de acame al tallo que a la raíz debido a la práctica tradicional de aporcar el sistema.
- h. El acame en maíz parece no haber estado correlacionado con la altura de planta del mismo, pues los genotipos de maíz tuvieron alturas muy similares, al igual que las alturas de mazorca en la planta, cuadros 13 y 19, cumpliéndose de esta manera el segundo objetivo propuesto.
- i. Los genotipos de maíz fueron similares en cuanto a días a floración.
- j. Los rendimientos de maíz en el sistema, por genotipo y a través de las doce localidades variaron de 4.47 toneladas métricas por ha, a 5.65 toneladas métricas/ha (68.8 qq/mz a 87.0 qq/mz) rendimientos que se consideran aceptables comparados con el promedio subregional (3.40 tm/ha); la prueba de Tuckey aplicada a los promedios de rendimiento de los tres genotipos de maíz asociados, independientemente con cada genotipo de frijol indicó que no existe diferencia estadísticamente significativa entre di-

chos genotipos de maíz para "soportar" al frijol, lo cual se muestra consistentemente en el cuadro 18 y que permite recalcar las grandes posibilidades de las nuevas variedades de maíz para ser utilizadas a nivel comercial en la asociación maíz-frijol voluble, en el área de estudio; tal situación no permite rechazar la primera hipótesis planteada.

- k. De acuerdo con la prueba de Tuckey los genotipos de maíz V-305 (J.M.) y los criollos locales, resultaron ser estadísticamente superiores al genotipo V-304 para el promedio de las doce localidades e independientemente de los genotipos de frijol con los que estuvieron asociados (cuadro 16 y gráfica 7), aunque como soportes para el frijol son igualmente eficientes.
- l. Las localidades de Patzún y Tecpán fueron los mejores ambientes para la producción de grano de maíz en el sistema, con 7.06 y 5.83 toneladas métricas/ha de maíz, respectivamente (cuadro 16), probablemente por condiciones climáticas uniformes (gráficas 1 y 2), contenido de materia orgánica más elevado, contenido de fósforo satisfactorios (cuadro 11) y para el caso de Patzún, que el genotipo de maíz V-305 (Justo Méndez), es criollo de ese municipio
- m. Los rendimientos de frijol en el sistema por genotipo y a través de las doce localidades variaron de 0.523 a 1.362 tm/ha de grano (8.07 a 21.02 qq/mz), rendimientos que sobrepasan en un 322.8% al promedio del área en estudio, que es de 0.162 tm/ha (2.5 qq/mz); obteniéndose los mejores rendimientos con el Chuchucá (*P. coccineus*), con un promedio de 1.238 tm/ha y que de acuerdo con la prueba de Tuckey, esta diferencia superó a los genotipos Guate-933 y Guate-1240 que tuvieron rendimientos de 0.780 y 0.771 tm/ha de grano, respectivamente y al genotipo Guate-1201 que llegó a rendir un promedio de 0.504 tm/ha de grano (cuadro 17 y gráfica 6), con lo cual queda rechazada la segunda hipótesis planteada.

- n. Al igual que para maíz, las localidades de Tecpán y Patzún fueron los mejores ambientes para la producción de grano de frijol independientemente del genotipo de maíz utilizado como soporte (cuadro 17 y gráfica 6).
- ñ. Los rendimientos de frijol resultaron ser más sensibles a las diferentes localidades, observándose una tendencia a disminuir el rendimiento a medida que se baja en altura a nivel del mar (gráfica 6), lo que es en cierta forma coincidente con la tendencia observada con los rendimientos de maíz (gráfica 7) y también con lo encontrado por Masaya* y colaboradores en sus estudios fisiológicos de frijol en la misma área del estudio.
- o. Solamente en la asociación con los tres genotipos de maíz en donde el genotipo de frijol P. vulgaris fue Guate-1201 se presentó una correlación positiva y estadísticamente significativa al 5% entre rendimientos de maíz y rendimientos de frijol para el promedio de los doce sitios experimentales (cuadro 21 y gráfica 10); aunque hubo una tendencia general a una complementariedad entre las dos especies asociadas para todos los tratamientos y a nivel de promedio en todas las localidades, lo cual recuerda el por qué de la importancia de los sistemas como unidades de producción más estables (cuadro 21 y gráfica 10).
- p. Los tratamientos estadísticamente superiores para la asociación maíz-frijol voluble desde el punto de vista de peso equivalente del sistema referido al maíz o en términos de ingreso bruto fueron: Chuchucá-V-304, Chuchucá-V-305 (J.M.) y Chuchucá-criollos locales, con pesos equivalentes de 8.37, 8.06 y 8.06 tm/ha respectivamente ó Q.1,385; Q.1,322 y Q.1,332 por hectárea en

* Comunicación personal con el Dr. Masaya, Coordinador del Programa de Frijol del ICTA.

su orden, pero debe recordarse que Chuchucá, P. coccineus, es una especie diferente.

- q. A nivel de Phaseolus vulgaris L. los tres genotipos evaluados, Guate-933, Guate-1201 y Guate-1240, no se presentó una diferencia estadísticamente significativa en cuanto a peso equivalente o ingreso bruto, quedando en segundo lugar en cuanto a las variables de comparación.
- r. Finalmente en cuanto a la asociación con Phaseolus vulgaris y en términos de peso equivalente y de ingreso bruto, estos quedaron en segundo lugar, dadas las características propias de dicha especie, aunque entre los diferentes materiales de la misma especie, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas (cuadro 20 y gráfica 10).

8. BIBLIOGRAFIA

1. DAVIS, J.H. Interacciones de genotipos por sistema de cultivo en frijol y maíz. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1979. pp 1-5 (MIMEO).
2. -----; AMEZQUITA, M.C. y MUÑOZ, J.E. Estudio sobre el manejo de ensayos de frijol voluble y maíz en asociación y en monocultivo. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1979. pp 1-3 (MIMEO).
3. -----; GARCIA, S. Algunos conceptos de metodología de la investigación aplicada a la asociación frijol-maíz. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1979. pp 4-5 (MIMEO).
4. -----. Efecto del hábito de crecimiento en la productividad y la rentabilidad de la asociación maíz-frijol voluble. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1979. pp 1-8, 9-13 (MIMEO).
5. DEL VALLE, R. La asociación maíz-frijol de gufa sembrados en surcos dobles (0.4 m entre par de surcos) con calles anchas de 2 metros, una alternativa para intercalar trigo en áreas de temporal. Tesis Mg. Sci. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, 1978. pp 42, 77, 80.
6. DUARTE, M. *et al.* Tecnología y estructura agrosocioeconómica del minifundio del Occidente de Chimaltenango. Guatemala, ICTA, 1977. pp 1-17.
7. GARCIA, M.S. Principios básicos de la asociación de cultivos. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1979. 12 p (MIMEO).
8. GOMEZ, R. Importancia del frijol en América Latina y variabilidad en su composición química *IN* Reunión Anual del PCCMA, 16a., Antigua Guatemala, Guatemala, Dirección de Investigación Agrícola, 1970. pp 2-6.
9. GUATEMALA, INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. Fertilización de variedades criollas de maíz para Chimaltenango. Guatemala, 1980. pp 3-4 (Boletín Técnico No. 11).

10. ----- Informe técnico 1977; prueba de tecnología, región V, Chimaltenango. Guatemala, 1978. pp 29-33.
11. ----- Informe técnico 1978-1979; programa de maíz. Guatemala, 1980. pp 23-25.
12. ----- Informe anual 1980; programa de frijol. Guatemala, 1983. pp 20-24.
13. HART, R.D. Agroecosistemas; conceptos básicos. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1979. pp 1-12, 82-83.
14. HOLDRIGE, R.L. Mapa ecológico de Guatemala. Guatemala, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1959. 24 p (Materiales de enseñanza en café y cacao No. 16).
15. LEPIZ, L.R. Asociación de cultivos maíz-frijol. México, Instituto Nacional de Investigación Agrícola, Boletín Técnico No. 58. 80 p. 1973.
16. MASAYA, D. La producción de frijol en Guatemala, Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, 1981. pp 1-9 (MIMEO).
17. MORENO, R. Las asociaciones de maíz-frijol en uso de alternativo de la tierra. Tesis Mg. Sci., Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, 1972. 80 p.
18. PANSE, V.G., SUKHATME, P.U. Métodos estadísticos para investigadores agrícolas. 2a. ed. México, D.F., Fondo de Cultura Económica, 1963. pp 196-212.
19. SIMMONS, C.S., TARANO, J.M. y PINTO, J.H. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, Editorial José de Pineda Ibarra, 1959. pp 24-28.
20. TEJADA, G., GARCIA, S. y DAVIS, J.H. Factores agronómicos en la asociación maíz-frijol. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1979. pp 1-8, 9-13 (MIMEO).



[Handwritten signature]

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1943

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto

"IMPRIMASE"



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