

EVALUACION AGRONOMICA DE CULTIVOS ASOCIADOS
SOYA-MAIZ, SOYA-SORGO EN EL VALLE DE EL
ZAMORANO Y EN FINCAS DE AGRICULTORES

POR

Juan Carlos Andrade Coello

TESIS

PRESENTADA A LA
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA
OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO

MICROFIS:	4401
FECHA:	29/04/91
ENCARGADO:	<i>[Signature]</i>

El Zamorano, Honduras
Abril, 1991

COPIAS
1000

EVALUACION AGRONOMICA DE CULTIVOS ASOCIADOS
SOYA-MAIZ, SOYA-SORGO EN EL VALLE
DEL ZAMORANO Y EN FINCAS DE AGRICULTORES

por

Juan Carlos Andrade Coello

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana
permiso para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para los usos que considere necesarios.
Para otras personas y otros fines, se reservan
los derechos de autor.

Juan Carlos Andrade Coello

Abril - 1991

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso por darme la oportunidad de continuar con mis estudios y por que en los momentos más difíciles supo darme la fuerza necesaria para llegar hasta el final.

A mis padres Juan C. Andrade y Sonia Coello, y a mis hermanos Sonia y Gunther, por todo su amor, cariño y comprensión en todo momento durante estos cinco años de estudio lejos de casa.

A mis abuelos Octavio y Rosita, Leonardo e Hildita, por sus sabios consejos y su gran amor que llevo siempre conmigo; han sido los que me motivaron en todo momento para cumplir con el objetivo propuesto.

A mis Tios y Primos, los que siempre estuvieron presentes con su cariño, consejo, ayuda y comprensión durante esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A la Agencia Alemana de Cooperación técnica (GTZ) que a través del Proyecto Escuela Agrícola Panamericana-República Federal de Alemania, hizo posible este trabajo al financiar mi ingreso al Programa de Ingeniería Agronómica de la EAP. Al Dr. Alonso Moreno, jefe del Proyecto, por el apoyo brindado.

A la familia Corral-Rodas por su amistad y hospitalidad en todo momento.

A mi consejero principal Dr. Leonardo Corral, y asesor Dr. Marciano Rodríguez, por ayudarme y orientarme durante estos dos años.

A mis amigos Eduardo Miño y Oswaldo Sierra ya que sin su ayuda no lo hubiera logrado.

A José Luis Davó por su gran amistad, ayuda y apoyo a lo largo de estos años de Estudio-Trabajo.

A David Moreira por su amistad, consejo y compañerismo durante estos años de trabajo en los campos de producción.

A José Antonio Perdomo y Raúl Espinal, por su amistad y sabias enseñanzas que supieron brindarme en todo momento.

A José Roberto Andino, por su amistad y por que siempre estuvo dispuesto a brindar su ayuda desinteresada en cualquier situación.

A mis Abuelos Octavio y Rosita, a mis tios Joffre, Octavio y Freddy por su gran ayuda y apoyo a lo largo de estos años de estudio.

A Carmen Cecilia Anda por todo el cariño, apoyo y comprensión que supo brindarme sobre todo en los momentos más difíciles.

A mis compañeros de graduación del Programa Estudio-Trabajo Gerardo Murillo y Mauricio Zuniga por su amistad y compañerismo durante estos dos años.

A Oscar Díaz, Armando Calidonio, José Melgar, Joaquín Romero, Roque Barrientos, Rommel Hernández, David Rodríguez y todo el personal de cuarto año.

A mis compañeros de trabajo del Departamento de Agronomía por su ayuda y colaboración en las diferentes actividades realizadas a lo largo de estos dos años.

Al Programa de Desarrollo Rural y en especial a Alejandrina Carrasco por su ayuda en el planeamiento y ejecución de los ensayos en las fincas de agricultores.

A mis compañeros de estudio del cuarto año promociones 1990 y 1991 por esos buenos momentos que pasamos juntos.

A la señora Isbela de Alvarez por su amistad y ayuda en todo momento.

A todo el personal del Departamento de Agronomía por su compañerismo y amistad.

A la promoción de Agrónomos 1991 por la ayuda brindada en el desarrollo del experimento.

A todos mis amigos y compañeros.

INDICE GENERAL

	PAG.
Título	i
Derechos de autor	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Indice general	vi
Indice de Cuadros	vii
Indice de Anexos	viii
I INTRODUCCION	1
II REVISION DE LITERATURA	3
III MATERIALES Y METODOS	30
IV RESULTADOS Y DISCUSION	42
V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
VI RESUMEN	69
VII LITERATURA CITADA	71
Aprobación	78
Datos Biográficos del Autor	79

INDICE DE CUADROS

	PAG.
Cuadro 1. Cuadrados medios para las variables altura de planta y número de vainas por planta. El Zamorano, 1989	43
Cuadro 2. Medias de la interacción distancias de siembra x niveles de fertilización nitrogenada a las gramíneas para la variable altura de planta de soya (cm). El Zamorano, 1989	44
Cuadro 3. Medias de la interacción épocas de siembra x niveles de fertilización nitrogenada a las gramíneas, para la variable altura de planta de soya. El Zamorano, 1989	46
Cuadro 4. Cuadrados medios para las variables rendimiento de soya y Razón de Equivalencia de la Tierra (RET). El Zamorano, 1989	48
Cuadro 5. Medias de rendimiento de soya en asocio en kg/ha y RET para los factores y niveles en estudio. El Zamorano, 1989	49
Cuadro 6. Cuadrados medios para las variables altura de planta y número de vainas por planta. El Zamorano, 1990	53
Cuadro 7. Cuadrados medios para las variables rendimiento de soya y Razón de Equivalencia de la Tierra. El Zamorano, 1990	55
Cuadro 8. Medias de rendimiento de soya en asocio en kg/ha y RET para los factores y niveles en estudio. El Zamorano, 1990	56
Cuadro 9. Medias de la interacción variedades x épocas de siembra, para la variable rendimiento de soya en kg/ha. El Zamorano, 1990	59
Cuadro 10. Medias de la interacción épocas de siembra x niveles de fertilización nitrogenada a las gramíneas, para la variable rendimiento. El Zamorano, 1990	61

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos de campo y laboratorio tomados
para los factores y variables en estudio.
El Zamorano, Honduras, 198974

Anexo 2. Datos de campo y laboratorio tomados
para los factores y variables en estudio.
El Zamorano, Honduras, 199076

I. INTRODUCCION

La soya (Glicine max (L.) Merr.) puede convertirse en un cultivo de gran importancia a nivel centroamericano debido a las múltiples ventajas que esta leguminosa ofrece. En Honduras se han hecho varios esfuerzos por parte del Ministerio de Recursos Naturales, para incentivar la siembra de esta leguminosa en el país, con miras a aumentar la producción actual de este grano.

En el año 1974 se hicieron esfuerzos por aumentar la producción de soya pero no se lograron resultados satisfactorios, quedando sin efecto el plan de expansión de este cultivo. En el año 1988 se sembraron aproximadamente 300 hectáreas de soya en todo el país. Los pronósticos para este año indican que se llegará a una extensión de 4000 ha cultivadas. Como dicha cantidad no satisface la gran demanda existente en el país, el Gobierno de Honduras deberá importar para este año la cantidad de 40,000 toneladas métricas de soya para abastecer la demanda interna, principalmente de las fábricas de alimentos concentrados y de productos grasos, como aceites vegetales entre otros.

La soya es de gran importancia para la alimentación humana por su elevada cantidad de proteína de buena calidad que puede ser usada en la dieta de los habitantes del país. Tomando en cuenta el problema grave de desnutrición ya existente en zonas rurales, se podría optar por la incorporación de la soya en la dieta de personas de pocos recursos y contribuir en alguna forma a mejorar su

nivel nutricional.

Con base en estos argumentos podríamos decir que los que resultarían beneficiados con la introducción de este cultivo serían los pequeños productores. Se supone que la mejor forma de incorporar la soya a la economía familiar campesina sería introduciéndola en asocio con otro cultivo que sea conocido. Cabe mencionar los beneficios que trae la asociación de gramíneas con leguminosa, ya que la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico y llevarlo al suelo hace que la asociación presente mejores resultados en cuanto a rendimiento y mejor uso de la tierra, que se mide por la Razón de Equivalencia de la Tierra.

Los objetivos del presente trabajo de investigación fueron:

- 1.- Evaluar el comportamiento de cultivos asociados soya-maíz y soya-sorgo en términos de rendimiento y de Razón de Equivalencia de la Tierra (RET).
- 2.- Estudiar el efecto de varios factores sobre algunas características agronómicas de la soya cultivada en asocio con maíz y sorgo.
- 3.- Evaluar el posible grado de aceptación de los cultivos asociados soya-gramíneas por parte de pequeños agricultores.

II. REVISION DE LITERATURA

A. Historia, origen, usos e importancia

Villalobos (1981) menciona que la soya (*Glycine max.* (L.) Merr.) constituyó un cultivo de gran importancia en el Oriente desde tiempos remotos. A pesar de no conocerse exactamente el centro de origen se considera que la domesticación de la planta se realizó en el este de Asia, posiblemente en la China y Manchuria. Posteriormente se extendió al Japón, a la India, y regiones tropicales como la isla de Java. Fue introducido en los Estados Unidos a principios del siglo XIX y a Europa a principios del siglo XX.

Según Mateo (1961) la soya es originaria de las regiones centrales de la China. Su cultivo se extendió desde tiempos remotos por todo el Oriente, especialmente China, Japón y Manchuria; más tarde se empezó a cultivar en Rusia, Siberia, países Balcánicos y en los Estados Unidos. Actualmente se cultiva en países tropicales de Asia, Africa, América del sur y Central.

Probst y Judd (1973), sobre el origen e importancia de la soya, señalan que es nativa del este de Asia siendo uno de los cultivos más antiguos y más importantes de esa área. Los chinos usan el grano para consumo humano, consumo animal y ciertos usos medicinales. Este cultivo está considerado como la principal fuente de aceite y proteína para consumo humano a nivel mundial.

Según Delorit y Ahigern (1967) los usos de la soya se pueden dividir en tres principales: los industriales, alimenticios y forrajeros. Dentro de los usos industriales están la elaboración de jabón, plásticos, pinturas, glicerina, pegamento, lubricantes e insecticidas, entre otros. Dentro de sus usos para la alimentación humana están la elaboración de harina de soya, salsa de soya, dulces, chocolates, margarina, aceites para cocinar, leche vegetal, semillas asadas y verdes entre otros. En lo que respecta a los usos como forraje están la elaboración de heno, ensilaje; puede usarse para pastoreo y del grano se obtiene la harina y torta de soya.

BIBLIOTECA WILSON POPENDE
 ESCUELA ACCIÓN PANAMERICANA
 AV. FRANCISCO DE MARRAZO 103
 TEGUCIGALPA, HONDURAS

B. Botánica

Según Villalobos (1989) la soya es una planta erecta y ramificada que varía en altura y precocidad según la variedad. Casi todas las variedades muestran pubescencia en los tallos, hojas y vainas. El tallo es herbáceo, erecto con un promedio de altura de 50 cm a 1.5m, ramificado y con velocidades de pigmentación diversa. El sistema radical está constituido por una raíz principal de donde salen raíces secundarias que se ramifican profundamente. El 80% de las raíces se concentran en los primeros 15 cm del suelo. Asociadas a las raíces se encuentran las bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico del género Bradyrhizobium; gracias a lo cual la planta obtiene el nitrógeno necesario y la

bacteria recibe a cambio carbohidratos para su desarrollo.

Las hojas de la soya pueden ser de tres tipos:

- a) Dos hojas inmediatamente después de la germinación de la semilla, cada una corresponde a una mitad de la semilla; también se las conoce como cotiledonales.
- b) Dos hojas con lámina simple después de las cotiledonales.
- c) Hojas compuestas trifoliadas, que son las definitivas y características de la planta. Estas hojas presentan forma ovalada o lanceolada, angosta o ancha según la variedad.

Las flores son perfectas; es decir, poseen órganos sexuales masculinos y femeninos en la misma flor. El cáliz está formado por cinco sépalos de color verdoso y muy pubescentes (con vellocidades). La corola está constituida por pétalos de color blanco o púrpura y mide alrededor de un centímetro. Esta flor aparece en las axilas de las hojas o en el ápice del tallo, formando parte de inflorescencias racimosas. En cuanto a la reproducción, la flor se autofecunda, y se produce menos de 1% de cruzamientos naturales. Este porcentaje varía un poco de acuerdo con el tipo de cultivar o variedad, y con la región donde la planta se encuentre.

El fruto de la soya es una vaina de color amarillento pubescente que mide de 3 a 5 cm de largo y alrededor de 1 cm de ancho. Cada vaina puede contener de una a cuatro semillas. Según el tipo de cultivo, una planta de soya puede tener al mismo tiempo vainas jóvenes, maduras, flores

marchitas y brotes florales.

Las semillas son de forma ovalada o esférica; el color depende de la variedad pueden ser negras, similares al frijol común o de color café, verde o crema. El color del hilo es negro o café en diferentes tonalidades. Las variedades comerciales tienen un índice de semilla de 12 - 20 gramos por 100 semillas, dependiendo de la humedad, temperatura y fertilidad del suelo.

C. Aspectos agronómicos

Delorit y Ahlgren (1967) mencionan que la soya puede cultivarse con éxito en una gran variedad de suelos. Pueden obtenerse rendimientos hasta de 1,000 kg/ha en suelos de fertilidad relativamente baja, pero los mejores resultados se obtienen en suelos fértiles ricos en materia orgánica con rendimientos de hasta 3,500 kg/ha.

Según Mateo (1961), dentro de las prácticas agronómicas necesarias para un buen establecimiento del cultivo está la preparación del terreno, dejando el suelo firme, friable, libre de terrones, basura y malezas. Un pH recomendable está entre 6.0 y 6.5.

Según Mateo (1961) la planta de soya se adapta a climas muy diversos. El período más crítico es el de germinación, durante el cual puede ser muy perjudicial cualquier cambio repentino en las condiciones climáticas (heladas o frios

intensos, sequía, lluvias torrenciales, etc.). En cuanto a suelos, la planta de soya es poco exigente, puede adaptarse bastante bien a casi todos. Se recomiendan suelos de consistencia media, fértiles y profundos. La fertilidad de los suelos no es muy importante como para otros cultivos. La soya puede dar resultados satisfactorios (1,000 kg/ha) incluso en suelos pobres.

Carlson (1973) menciona que al igual que otros miembros de la familia de las leguminosas, la soya puede utilizar el nitrógeno libre del aire siempre que en sus raíces tenga las bacterias adecuadas para transformar ese nitrógeno a formas utilizables por la planta. La semilla debe ser inoculada cuando hay problemas con fertilidad en el suelo, si es la primera vez que se siembra en ese terreno y si no se ha cultivado soya recientemente. La inoculación debe hacerse el mismo día de la siembra, para asegurar una buena nodulación, debido a que la bacteria es muy sensible a las diferentes condiciones del medio ambiente.

Jethmalani (1969) (citado por Pendleton y Hartwig, 1973) reportó un incremento hasta de 83 % en rendimiento cuando se inocula la semilla de soya con la bacteria Bradyrhizobium japonicum. La bacteria crece en simbiosis con la planta de soya fijando el nitrógeno atmosférico y convirtiéndolo a formas utilizables por la planta.

Mateo (1961) menciona que la separación entre surcos depende de la época de siembra, del tamaño de la variedad,

de la clase de suelo y del clima; cuanto más alta sea la variedad mayor deberá ser la separación entre surcos. En suelos de buena fertilidad con climas favorables, la separación puede ser de 45 a 60 cm. En zonas muy cálidas y lluviosas donde se emplean frecuentemente variedades altas y tardías, la separación entre surcos es de 80 a 100 cm. Las distancias entre plantas van a depender de la densidad que se quiera tener, se recomienda una distancia de 5 a 7 cm entre plantas. Esto nos dará un gasto de semilla aproximado de 35 a 45 kg/ha y una densidad poblacional de 150,000 a 250,000 pl/ha.

D. Fijación biológica

Ridwell (1979) menciona que aunque la atmósfera de la tierra posee un 80 % de nitrógeno, este elemento se encuentra a menudo en cantidades reducidas en los organismos, particularmente en las plantas, porque sólo ciertos microorganismos son capaces de asimilar el nitrógeno molecular, convirtiéndolo en forma utilizable por ellos. De estos microorganismos hay cuatro grupos principales: micro simbióticos, que viven en las raíces de ciertas plantas, ciertas bacterias del suelo de vida heterotrófica, bacterias fotosintéticas y algunas algas fotosintéticas verde-azules. La importancia de la fijación de nitrógeno no puede ser subestimada, la mayor parte del nitrógeno orgánico que hay

sobre la tierra proviene de este proceso. Se ha sugerido una cifra de 100,000,000 de toneladas de N fijadas por año. En Norteamérica el nitrógeno fijado probablemente excede por un factor de tres a cuatro a la cantidad aplicada como fertilizante. Además de que el valor en el mercado del nitrógeno fijado (como leguminosa) es de tres mil millones de dólares por año en Estados Unidos este proceso (a diferencia de la fabricación comercial de fertilizante) no es contaminante. Es tan importante la fijación de nitrógeno que en la actualidad se dedica mucho esfuerzo en investigar como aumentar la eficiencia y las tasas de dicho proceso en cultivos que poseen dicha capacidad, como las leguminosas. Además, algunos científicos están experimentando para producir por selección y modificaciones genéticas, nuevas asociaciones simbióticas para que los cultivos importantes como cereales, que ahora no fijan nitrógeno, sean capaces de hacerlo. Si se tuviera maíz o trigo fijador de nitrógeno, el ahorro que se tendría en costo y esfuerzo al no fertilizar con el elemento sería inestimable.

Burns y Hardy (1975) mencionan que la capacidad de las leguminosas para fijar nitrógeno atmosférico se conoce desde 1833, aunque desde antes se sabía que las leguminosas tenían la propiedad de enriquecer el suelo. La fijación ocurre por la asociación simbiótica que establece la planta con algunas bacterias de la familia Rhizobiaceae. Estas bacterias infectan las raíces de las plantas e inducen la formación de

nódulos radicales, en el interior de los cuales se realiza la fijación, con la intervención de la enzima nitrogenasa, localizada en el interior de los rizobios. Las bacterias le ceden el nitrógeno fijado a la planta y a su vez esta le suministra a la bacteria los carbohidratos que promueven la energía necesaria para el proceso de fijación.

Según Bidwell (1979), las primeras indicaciones de que las plantas podían fijar nitrógeno del aire se obtuvieron en 1833 por Boussingault, quien demostró que las leguminosas pueden aumentar la cantidad de N_2 del suelo. En 1886, los fisiólogos alemanes K. Hellriegel y H. Wilfarth demostraron que las bacterias que viven en los nódulos de las leguminosas eran las responsables del proceso. Las plantas sin nódulos o que crecían en suelo esterilizado eran incapaces de fijar nitrógeno y no podían desarrollarse en un suelo deficiente de este elemento. Las leguminosas son el grupo principal de plantas que fijan nitrógeno simbióticamente.

Vest et al. (1973) mencionan que los rizobios son bacterias del suelo, caracterizadas por su habilidad para infectar las leguminosas e inducir la formación de nódulos fijadores de N_2 en las raíces; aunque en algunos casos los nódulos se forman en el tallo, como en *Sesbania* y *Aeschynomene*.

Según Vest et al. (1973), los rizobios son capaces de vivir heterotróficamente en el suelo. En estas condiciones

las cepas de rizobios varían en su tolerancia al calor, a la deficiencia de humedad y a los niveles extremos de pH; lo cual afecta la habilidad de las cepas individuales para sobrevivir y persistir en el suelo en ausencia de leguminosas hospedantes. Una vez que la leguminosa inicia el crecimiento, en su rizósfera se crean condiciones favorables para la multiplicación de los rizobios. De esta manera se inicia el proceso que conduce a la simbiosis.

Vest et al. (1973) mencionan que el proceso de infección ocurre por los pelos radicales (el maní es una excepción). Los rizobios penetran, a través de un hilo de infección, el hilo de infección crece dentro de la corteza de la raíz, lo cual permite que los rizobios penetren en las células corticales. Estas células, junto con los rizobios, empiezan a multiplicarse y eventualmente forman el nódulo. Un nódulo completamente formado puede ser de dos tipos, dependiendo de la especie hospedante: determinados e indeterminados. Los nódulos determinados tienen un meristema de vida corta y son de forma esférica, en tanto que los nódulos indeterminados tienen un meristema persistente y son de forma alargada, y pueden ser ramificados. Los rizobios presentes en los nódulos son pleomórficos y se conocen como bacteroides, los cuales contienen nitrogenasa. En una membrana peribacteroide pueden haber incluidos de uno a ocho bacteroides. La leghemoglobina se localiza fuera de las células bacteroides,

y desde allí cumple la función de suministrar oxígeno a estos organismos aeróbicos a la vez que mantiene oxígeno libre a niveles bajos.

Vest et al. (1973) mencionan que además de la energía para la formación y el mantenimiento del nódulo, la actividad de fijación de nitrógeno también depende de un suministro adecuado de carbohidratos por parte de la planta. El suministro de los carbohidratos varía con el ciclo de vida de la planta. Durante la fase vegetativa, la actividad de fijación de nitrógeno alcanza un nivel máximo y luego declina al iniciarse la competencia por carbohidratos para la producción de semillas. Los cambios en la tasa de fotosíntesis causados por varios factores, tales como luz, temperatura, humedad, etc., también afectan la fijación de nitrógeno. Las mediciones de las tasas de fijación de nitrógeno realizadas en un determinado momento tienen por lo tanto escaso valor para evaluar la cantidad total de nitrógeno fijado.

De Mooy et al. (1973) indican que debido a su toxicidad para las plantas, el amonio no puede ser transportado en la savia del xilema. La mayoría del amonio producido es transportado hacia la parte aérea en forma de amidas (glutamina y asparagina) o ureidos (alantoína y ácido alantoico).

Según Vest et al. (1973), los nódulos pueden desprenderse fácilmente al tirar de ellos suavemente, lo

cual permite distinguirlos de las agallas causadas por nemátodos. El tiempo entre la germinación y la aparición de los nódulos visibles varía dependiendo de la cepa de rizobio, la leguminosa, el tamaño de la semilla, los niveles de nitrógeno en el suelo, y otros factores.

De Mooy et al. (1973) manifiestan que el color interno de los nódulos efectivos es rojo o rosado debido a la presencia de leghemoglobina. Si el color interno del nódulo aparece blanco o verde, este generalmente es inefectivo. A medida que los nódulos se vuelven viejos y senescentes, la leghemoglobina se convierte en legcholeoglobina de color verde. Un solo nódulo efectivo puede mostrar, simultáneamente zonas blancas, rojas y verdes; las cuales indican áreas de crecimiento del nódulo, áreas de fijación activa de nitrógeno, y áreas de senescencia, respectivamente. Un nódulo muerto es de consistencia blanda y pierde su estructura rápidamente.

De acuerdo con Bidwell (1979), el primer paso en el proceso de nodulación es la producción por la raíz de una sustancia que parece contener hormonas que inducen a los pelos radicales a encorvarse, tomando una forma retorcida. También dice que en la invaginación y destrucción parcial de la pared celular del pelo radical toma parte enzimas extracelulares producidas por la bacteria; ésta invade el pelo radical y se mueve en el interior de la corteza, formando una estructura filamentosa consistente en un

material mucilaginoso en el cual queda embebida la bacteria. Las células corticales se dividen, estimuladas por el filamento infeccioso y de esta división se forman células poliploides; por lo general hay también algunas células tetraploides en la corteza de cualquier raíz diploide normal. La estructura del nódulo se forma por divisiones repetidas de las células poliploides. Las bacterias que infectan a las células del nódulo aumentan mucho en tamaño y en diversidad de forma y cesan de dividirse. Los bacteroides, como ahora se denominan, casi llegan a llenar las células infectadas. El nódulo crece por división de las células hospederas y llega a estar bien provisto de tejido vascular.

Bidwell (1979) menciona que para que la nodulación tenga éxito se necesita una fuerte inoculación de la bacteria. Los agricultores que practican la rotación de cultivos generalmente incluyen una leguminosa para mantener la fertilidad del suelo, y es práctica común inocular la semilla, o el suelo al sembrar, o poco después con un cultivo de *Rhizobium* apropiado para asegurar el máximo beneficio. La nodulación y la fijación del nitrógeno son afectadas por el estatus de la planta respecto al elemento N. Es necesario que haya un nivel mínimo de N en el suelo al momento de la germinación, para asegurar que las plántulas sean vigorosas; de ahí en adelante la cantidad de nitrógeno fijado es inversamente proporcional a la cantidad de N_2

fijado utilizable. Un nivel apropiado de nutrición de carbohidratos, y por lo tanto de fotosíntesis, se necesita también para una fijación efectiva de N_2 ; ya que la energía para hacerlo se deriva de los carbohidratos. El nitrógeno fijado en los nódulos se convierte a aminoácidos rápidamente, proceso que requiere estructuras de carbono que provienen de la actividad respiratoria. El N orgánico se transfiere a la planta hospedera por el xilema, en principio en forma de asparagina en las leguminosas. También Bidwell dice que hace mucho tiempo se encontró que los nódulos efectivos contenían un pigmento rojizo llamado leghemoglobina, que es similar a la hemoglobina de los mamíferos. Este pigmento parece funcionar como un transportador de oxígeno en el proceso de fijación de nitrógeno orgánico en los nódulos.

Alexander (1961) (citado por Steiner, 1982) menciona que la fijación biológica de nitrógeno por las leguminosas puede alcanzar considerables cantidades. El frijol caupí puede fijar entre 64 y 131 kg N/ha/año, la soya fija entre 64 y 104 kg N/ha/año. Estas cantidades de nitrógeno fijado pueden suplir la mayor parte o todos los requerimientos de nitrógeno de un cultivo.

E. Valor nutricional

Según Mateo (1961), esta leguminosa es cultivada a nivel mundial, y es de gran importancia en la alimentación humana y animal por su alto contenido de proteína (30 a 50 %) y por su contenido de aceite (15 a 25%). La industria utiliza la semilla como materia prima para la elaboración de aceite vegetal. El mismo autor menciona que dentro de sus múltiples usos están la elaboración de heno, ensilaje, productos industriales, como el aceite, la torta y la harina de soya; y sus usos en la preparación de diversos tipos de comidas a base de soya para alimentación humana, mejorando la dieta alimentaria, debido a su elevado contenido de proteína de buena calidad.

Mateo (1961), también indica que un 90 % de las grasas y de las proteínas de la soya son asimiladas sin dificultad por el organismo. Crescini (1951) (citado por Mateo, 1961) compara el valor nutricional de la leche de soya con el de la leche de vaca. La leche de soya es un producto muy utilizado en China, Japón e Indochina, y en otros países orientales, en donde se ha llamado la leche del pobre. El contenido de proteína de la leche de soya es de 3 a 4.9 % y el de la leche de vaca de 3 %. El contenido de grasas de la leche de soya es de 2 a 3.1 % y el de la leche de vaca es de 4 % . La leche de soya presenta un mayor contenido de proteína que la leche de vaca y un menor contenido de grasas, lo cual la hace más sana y de mayor importancia

nutricional. La leche de soya es de un alto valor nutritivo y de fácil preparación: Se dejan las semillas de soya en agua por veinticuatro horas y luego se someten a un prensado y filtrado; por último se añade el agua que se quiera para la concentración deseada. A veces se le añaden a este producto algunas otras sustancias, como azúcar, sal, fosfatos, etc. Mediante la adopción de tecnologías para preparar comidas a base de soya, se puede incentivar a los sectores rurales de nuestros países para que adopten el cultivo de la soya, y de esta manera contribuir en alguna forma a mejorar el nivel nutricional en la dieta de los pequeños productores del área rural.

Delorit y Ahlgern (1967) mencionan que el grano tiene un alto valor nutricional y se usa en la elaboración de muchos alimentos. Diversas partes de la semilla se usan en la manufactura de productos industriales; la harina y torta de soya se usa ampliamente en la alimentación del ganado. El contenido de proteína de la semilla puede ser del 30 al 50 % y el contenido de aceite del 15 al 25 %.

Golbitz (1991) menciona el alto valor nutricional de la soya en cuanto a su contenido de proteína; 200 gramos de frijol soya contienen unos 34 gramos de proteínas totales, con cantidades altas de aminoácidos esenciales como triptófano, treonina, leucina, lisina, valina entre otros. Este mismo autor menciona un tipo de preparación de la soya denominado "tofú" que se consume en grandes cantidades como

un producto tradicional en la China. A este producto se le conoce en occidente con el nombre de queso de soya; para obtener el tofú se comienza primero por obtener la leche de soya, luego se la cuece y se le añade cloruro magnésico para obtener un precipitado de sustancias proteicas. Este precipitado se corta en pequeños pedazos, se lava con agua corriente para eliminar las sales magnésicas, se pone en moldes. El queso de soya se puede consumir fresco o conservarse seco o ahumado. En Estados Unidos desde 1975 se han construido más de 130 fábricas de procesamiento de frijol soya para convertirlo en tofú.

Según Cowan (1967), la proteína de los productos elaborados a base de soya es mucho más alta en lisina y triptófano que cualquier otro cereal. Estos dos aminoácidos pueden ser limitantes en el crecimiento de animales jóvenes y seres humanos si llegasen a faltar en la dieta diaria. En los países latinoamericanos se presenta el grave problema de desnutrición a nivel de familias rurales de pocos ingresos que no reciben la cantidad adecuada de proteínas, aminoácidos y carbohidratos. El introducir el cultivo de la soya a nivel de estas familias y capacitarlas para que puedan preparar diferentes alimentos pueden ser alternativas para solucionar este problema.

F. Cultivos asociados

Según Steiner (1982) los cultivos asociados son definidos como un sistema de producción agrícola en el cual se cultivan dos o más especies al mismo tiempo y en el mismo terreno. La asociación de cultivos tiene un papel muy importante en la agricultura de subsistencia en las zonas del trópico húmedo y en cultivos forrajeros de climas mediterráneos y continentales. Hasta la fecha la mayoría de los alimentos para la humanidad a nivel mundial son producidos en cultivos asociados.

Andrews y Kassam (1976) definen el término "cultivos múltiples" como prácticas de cultivo donde el total de la producción por unidad de área en un año de siembra es alcanzado al sembrar cultivos en asocio, cultivos intercalados, o una combinación de cultivos en asocio con cultivos solos intercalados. Los cultivos múltiples son usados a nivel mundial bajo diferentes condiciones de tecnología. Los diferentes tipos de cultivos múltiples van a depender del área y de la disponibilidad de recursos que posean los agricultores.

De acuerdo con Lewis y Phillips (1976), los cultivos múltiples pueden maximizar el total de la producción por hectárea. Se pueden tener cultivos en asocio, arreglos de tres cultivos en dos años, o cinco cultivos en cuatro años. En resumen, los cultivos múltiples ayudan a incrementar la producción por unidad de área. Los sistemas de cultivo

demandan un manejo cuidadoso para obtener éxito.

Los cultivos en asocio aprovechan el tiempo y el espacio en el que se siembran. Además, un cultivo puede servir de ayuda o soporte al otro. Tal es el caso del asocio frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y maíz (*Zea mays* L.), en donde existe un complemento por parte de los dos cultivos (CIAT, 1973) (citado por Andrews y Kassam, 1976).

Los cultivos en asocio presentan mejores condiciones desde el punto de vista del riesgo, ya que los agricultores tienen dos o más fuentes que le van a generar ingresos. Si pierden la cosecha de un cultivo por alguna plaga o enfermedad pueden todavía recuperar algo de la inversión inicial con la cosecha del otro cultivo. Esto es importante a todo nivel de agricultura, especialmente con pequeños productores con niveles bajos de producción y donde las alternativas para producir son menores (Andrews y Kassam, 1976).

Steiner (1982) comenta que sobre el rendimiento de cultivos en asocio se han vertido muchos conceptos, como el coeficiente selectivo, el índice de competencia, el rendimiento relativo total, agresividad, la tasa de reemplazo relativo, y la tasa de competencia; pero el uso de la Razón de Equivalencia de la Tierra (RET) se ha puesto más en práctica en sistemas de asocio porque es relativamente fácil de entender y manejar.

G. Razón de Equivalencia de la Tierra

La Razón de Equivalencia de la Tierra (RET) es una medida que nos indica qué tan eficiente es un monocultivo en comparación con los cultivos en asocio (Steiner, 1982).

El RET indica el porcentaje de área que necesitan los cultivos puros para alcanzar los rendimientos obtenidos por dichos cultivos en asocio, teniendo el mismo nivel de manejo. RET es la suma de los cocientes entre los rendimientos de los cultivos en asocio sobre los cultivos puros (Andrews y Kassam, 1976):

$$\text{RET} = \frac{\text{Cultivo (A) en asocio}}{\text{Cultivo (A) solo}} + \frac{\text{Cultivo (B) en asocio}}{\text{Cultivo (B) solo}}$$

H. Soya en asocio con maíz y sorgo

A raíz de la introducción de la soya en los Estados Unidos se realizaron varios estudios sobre el asocio de esta leguminosa con el maíz, con el propósito de corte y ensilaje. Etheridge y Helm (1924) reportaron rendimientos de grano en maíz y soya cultivados en cuatro diferentes combinaciones por tres años. Se usó un distanciamiento entre surco de 1.12 m y se tuvo una densidad de 24,000 plantas de maíz por hectárea. Cuando se sembraron al mismo tiempo se obtuvo un RET de 0.5 y cuando se sembró la soya 15 días antes del maíz se obtuvo un RET de 1.0. Cuando se sembró soya en pares de filas espaciadas entre surcos se obtuvo un RET de 1.3, mientras que cuando fueron sembrados

juntos en la misma fila se obtuvo un RET de 1.1. Estos resultados probablemente se debieron a la competencia por agua, luz y nutrimentos existente entre las plantas de maíz y de soya.

Wahua y Miller (1978) realizaron un experimento de asocio sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) y soya, con el propósito de estudiar el efecto de la fijación biológica de nitrógeno de la soya y la composición de dicho elemento en los cultivos. Se utilizaron dos genotipos de sorgo uno alto (DeKalb FS-16) y uno semienano (DeKalb BR-44). La distancia entre surcos que se usó fue de 0.74 m entre surcos de gramínea y leguminosa. La fijación de nitrógeno fue medida por la reducción de acetileno de la enzima nitrogenasa en los nódulos. Partes vegetativas de las plantas fueron analizadas para determinar la presencia de nitrógeno. La fijación de nitrógeno de la soya en asocio con el genotipo de sorgo alto se redujo en un 99 %; también se redujo el número de nódulos por planta 77 %, el peso por nódulo (50 %) y la actividad del nódulo (50 %). La materia seca de la soya y el porcentaje de aceite se redujo en 87 y 8 %, respectivamente. El porcentaje de proteína en las semillas y el contenido de nitrógeno en las hojas de la soya no se vieron afectados por el asocio. La soya en asocio con el genotipo de sorgo semienano fijó 2.64 veces más nitrógeno que en cultivo puro, pero se redujo en un 40 % la producción de materia seca, y en un 3 % el contenido de aceite de las

semillas. El porcentaje de proteína de la semilla y el contenido de nitrógeno de las hojas no fue afectado por el asocio. El incremento en la fijación de nitrógeno en el asocio soya - sorgo (semienano) probablemente se debió al aumento en el número de nódulos por planta (62 %) y la actividad de los nódulos (364 %). Hay varias razones que explican el incremento de la actividad en los nódulos, una es el efecto aleloquímico (alelopatía), esto implica que el sorgo excretó alguna sustancia biológica activa que incrementó la fijación biológica de nitrógeno por parte de la bacteria en simbiosis con la soya. Una segunda posibilidad es que las raíces del sorgo redujeron la concentración de nitratos alrededor de las raíces de la soya. Según Richardson et al. (1957) (citados por Wahua y Miller, 1978), el nitrógeno en forma de nitrato reduce la nodulación y la fijación biológica de nitrógeno por parte de la bacteria en simbiosis con la planta de soya. Las raíces del sorgo al absorber los nitratos del suelo incrementaron más la fijación biológica de nitrógeno en el cultivo de la soya asociada comparado con el cultivo puro. Una tercera posibilidad puede deberse a una buena relación entre las plantas de sorgo (semienano) y soya, es decir no existió competencia por luz en las hojas superiores de las plantas de soya. El asocio leguminosas-gramíneas reduciría la aplicación de fertilizantes nitrogenados; En este estudio no existe evidencia de que el sorgo en asocio haya absorbido

nitrógeno proveniente de la fijación biológica. Si el asocio sorgo-soya se efectúa con el propósito de mejorar las características de fertilidad del suelo, es recomendable sembrar la soya en asocio con sorgos semienanos o enanos ya que existe un aumento en la fijación biológica de nitrógeno, en lugar de realizar el asocio con genotipos de sorgo altos. Los mejores rendimientos en el ensayo citado, se obtuvieron en el asocio de la soya con el genotipo de sorgo semienano lo que probablemente se debió a una menor competencia por luz.

Según Steiner (1982), la aplicación de fertilizantes nitrogenados en asociados entre leguminosas y gramíneas generalmente tiene un efecto negativo en la fijación biológica de nitrógeno; los rendimientos y el RET decrecen a medida que las cantidades de nitrógeno aplicado aumentan. Esto se puede deber a que la presencia de nitrógeno en el suelo interfiere con la fijación biológica, y a que la planta gramínea compite por luz con la leguminosa.

Crookston y Hill (1979) evaluaron dos diferentes formas de asocio soya-maíz bajo diferentes ambientes. El primer patrón que usaron fue el de sembrar los cultivos a 0.76 m entre surcos con diferentes arreglos espaciales: surcos alternos, tres surcos, seis surcos y doce surcos de cada cultivo. El segundo patrón, que utilizaron fue el de sembrar los cultivos a 0.38 m entre surcos con iguales arreglos espaciales. En el primer patrón los rendimientos

de la soya se redujeron a tal punto que ninguna de las combinaciones tuvo diferencia significativa en el uso de la tierra comparado con el cultivo puro. En el segundo patrón los rendimientos disminuyeron en los dos cultivos, así como el uso de la tierra. Esto probablemente se debe a que la separación de 0.76 m fue demasiado ancha y la de 0.38 m fué demasiado angosta para un asocio efectivo entre maíz y soya. En este experimento se recomendó probar con una distancia entre surcos de 0.50 y 0.60 m.

Liboon y Harwood (1975) mencionan que en un ensayo de asocio soya-maíz realizado en Filipinas, obtuvieron un RET de 1.47 cuando no realizaban aplicaciones suplementarias de nitrógeno; pero al aplicar 120 kg N/ha en los surcos de maíz, obtuvieron un RET de 1.10. Esta reducción en el RET se puede deber a que la presencia de nitrógeno afectó la eficiencia de la planta de soya para fijar nitrógeno atmosférico y que al recibir fertilización nitrogenada la planta de maíz compitió mayormente por luz con la planta de soya en asocio, reduciéndose de esta manera los rendimientos y el RET.

Searle et al. (1981) encontraron mediante un análisis de suelo que el nitrógeno intercambiable en el suelo para un asocio soya-maíz fue de 14.8 ppm y para la soya en cultivo puro fue de 23.1 ppm; esta disminución en la cantidad de nitrógeno residual del suelo para el asocio soya-maíz pudo deberse a una menor densidad poblacional de la soya y a una

reducción en el desarrollo vegetativo debido a competencia por luz y nutrimentos con la planta de maíz.

Según Steiner (1982), existe una situación especial cuando se asocian gramíneas y leguminosas. Las ventajas en rendimiento son más difíciles de interpretar debido a la fijación biológica de nitrógeno por parte de la leguminosa. La competencia entre leguminosas y gramíneas se puede reducir por medio de arreglos espaciales y temporales. Los aumentos en rendimiento del asocio gramíneas-leguminosas se deben a la fijación biológica de nitrógeno, pero no hay una evidencia directa de la cantidad de nitrógeno transferido de la leguminosa a la gramínea, debido a que es difícil hacer estos cálculos cuando los cultivos están en crecimiento activo y absorbiendo nutrimentos del suelo. Los cultivos sembrados en la próxima estación posiblemente van a aprovechar mejor los efectos residuales del nitrógeno fijado.

Hegewald (1978) (citado por Steiner, 1982) dice que los nódulos en las raíces de las leguminosas no excretan nitrógeno antes de la descomposición de las raíces. Sin embargo, cierta cantidad de raíces se descompone durante el período de crecimiento vegetativo, entonces existe cierta cantidad de nitrógeno que puede ser tomado por los cultivos en asocio. Esto ayudaría a explicar por qué en muchos casos el rendimiento de gramíneas asociadas con leguminosas es mayor que en cultivo puro.

Agboola y Fayemi (1972) mencionan que el asocio entre gramíneas y leguminosas precoces tiene mayor beneficio desde el punto de vista de aprovechamiento del nitrógeno fijado por la leguminosa, debido a que por la duración corta de su ciclo los nódulos en las raíces logran descomponerse y aportar el nitrógeno al suelo para que pueda ser absorbido por las gramíneas en asocio. Esto no sucede cuando se asocian las gramíneas con leguminosas tardías.

Nadi (1961) (citado por Steiner, 1982), al estudiar los efectos residuales del nitrógeno en suelos cultivados con leguminosas y encontró que el nitrógeno residual en el asocio soya-maíz y caupí-maíz fue significativamente más bajo que al sembrar la soya en cultivo puro. Menciona también que los agricultores tendrán un pequeño o ningún beneficio en términos de nitrógeno residual cuando la soya y el caupí sean sembrados en asocio con maíz. Estos resultados soportan la tesis de que existe una transferencia directa de nitrógeno de las leguminosas a los otros cultivos en asocio. A pesar de que los mecanismos de transferencia de nitrógeno de las leguminosas a los otros cultivos en asocio no están completamente estudiados, no existe duda de que los aumentos en rendimiento (con niveles de fertilidad bajos) de los cultivos asociados comparados con los cultivos puros son causados por la cantidad de nitrógeno aportado por las leguminosas.

I. Situación del pequeño productor de Honduras

Las fincas de pequeños productores de Honduras comprenden un área de menos de siete hectáreas en promedio, utilizadas para la siembra de cultivos básicos. Los productos son consumidos en la misma finca y eventualmente, si hay excedentes de producción, éstos salen al mercado. Estas fincas están clasificadas dentro del grupo de fincas de subsistencia, con una pendiente de 5 a 30 %, con suelos generalmente erosionados, pobres en nutrimentos y en materia orgánica.

Los cultivos principales que utiliza el pequeño agricultor en su alimentación diaria son el maíz y el frijol, pero en algunas zonas se cultivan ciertas hortalizas y frutales. El consumo de maíz por familia en las zonas rurales en promedio es de 2.3 a 3.2 kg/día, mientras que el de frijol es de 0.23 kg/día. El rendimiento promedio de maíz es de 1,150 kg/ha y el de frijol son de 614 kg/ha.

El cultivo de la soya es un cultivo nuevo en el país y los pequeños productores conocen muy poco o nada sobre el valor de este producto en la alimentación humana. La capacitación que han recibido en ciertas áreas ha sido enfocada a la preparación de alimentos a base de soya, pero esta capacitación no ha tenido un buen efecto multiplicativo (Puerta, 1987).

El consumo promedio de calorías en las zonas rurales más deprimidas de Honduras es de 1,000 cal/día. A nivel

nacional la ingestión diaria es en promedio alrededor de 2,061 calorías. El promedio per capita de consumo de proteína es de 40 g/día en las zonas rurales. A nivel nacional el consumo es de 62 g/día de proteína. De este consumo el 18 % es proteína de origen animal, 69 % de maíz y frijol y un 13 % proveniente de verduras y frutas. (Encuesta Nacional de Nutrición, 1987) (citado por Puerta, 1987).

III. MATERIALES Y METODOS

A. Ubicación del ensayo

El experimento se llevó a cabo en los años 1989 y 1990 en los terrenos de la terraza 9 y la Vega 1 del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), ubicada en el Valle de El Zamorano a 37 km de Tegucigalpa, capital de Honduras.

El Valle de El Zamorano se encuentra a una altitud de 805 msnm, a 14° 00' latitud norte y 87° 02' longitud oeste.

B. Características físicas y químicas del suelo

Previo a la siembra se efectuaron los análisis de suelo de las áreas experimentales, con el fin de conocer las condiciones del terreno antes de montar el ensayo. Los resultados de los análisis de suelo fueron:

Terraza 9

Textura	-----	Franca
pH (H ₂ O)	-----	5.8
Materia orgánica	-----	2.8 %
Fósforo	-----	33.47 ppm
Potasio	-----	750 ppm

Vega 1

Textura	-----	Franco arenosa
pH (H ₂ O)	-----	5.8
Materia orgánica	-----	2.0%
Fósforo	-----	9.0 ppm
Potasio	-----	400.0 ppm

C. Varietades empleadas

Los genotipos de maíz que se utilizaron en el presente ensayo fueron la variedad Hondureño Planta Baja (HPB), el híbrido de maíz Hondureño 27 (H-27). Ambos son genotipos liberados por la secretaría de Recursos Naturales de Honduras con rendimientos promedio de 3,500 y 5,000 kg/ha, respectivamente. Los dos genotipos tienen color de grano blanco. La altura de planta promedio de HPB es 2.30 m y de H-27 2.70 m, en la EAP.

También se utilizaron dos genotipos de sorgo: la variedad Isiap-Dorado proveniente del CENTA en El Salvador y la variedad de sorgo Sureño liberado por la Secretaría de Recursos Naturales de Honduras. Las alturas de planta de Isiap-Dorado y Sureño son en promedio 1.50 y 2.00 m y los rendimientos en promedio son 3,000 y 4,000 kg/ha, respectivamente para los dos genotipos. El color de los granos en ambos genotipos es blanco. La variedad Isiap-Dorado es granífera mientras que la variedad Sureño es de

doble propósito granífera y forrajera.

La variedad de soya utilizada fue Siatsa-194, que es una variedad desarrollada en Honduras de una cruce natural de Biloxi x Hardee. Es una planta alta (80-90 cm), de hábito semideterminado, buena ramificación y maduración tardía (145-150 días). La vaina contiene 2-3 semillas grandes, y es indehisciente. El color del grano es crema. Posee moderada resistencia al acame. La planta es insensible al fotoperíodo.

D. Preparación del terreno

La preparación del terreno consistió en arada, rastreada y surcada del suelo a una distancia de 1.00 m y 0.50 m entre surcos. Se procedió luego a marcar las parcelas en el terreno experimental.

E. Combate de malezas y plagas

En el presente ensayo el control de malezas se realizó manualmente, sin que se presentaran problemas por competencia entre las malezas y los cultivos. Para controlar el ataque de Spodoptera frugiperda y otros insectos, principalmente crisomélidos (Diabrotica sp y Ceratomya sp.), se aplicó methamidophos (MTD 600) en dosis de 0.5 L/ha, 30 días después de la siembra del maíz y sorgo. Se realizaron aplicaciones dirigidas solo a la soya, a los

25 y 45 días después de la siembra en dosis de 0.5 L/ha.

F. Diseño Experimental

El diseño experimental empleado fue de bloques completos al azar con dos repeticiones y un arreglo factorial $4 \times 2 \times 2 \times 2$ para la asociación soya-gramíneas (maíz y sorgo). Adicionalmente se sembraron parcelas con soya, maíz y sorgo en cultivo puro y en cada repetición para efectos de cálculo de la Razón de Equivalencia de la Tierra (RET).

G. Parcela experimental

La parcela experimental consistió de tres surcos de soya distanciados a 0.50 m y dos surcos de gramíneas a cada lado. La distancia entre surcos de gramíneas fue de 1 m. Los surcos tuvieron 3 m de largo. La distancia entre plantas de soya fue 0.07 m, igual que entre plantas de sorgo. El maíz se sembró a 0.20 m entre plantas.

Las parcelas en cultivo puro presentaron las siguientes características: el maíz se sembró a una densidad poblacional de 55,000 pl/ha, el sorgo a 200,000 pl/ha y la soya a 200,000 pl/ha. El manejo que se le dio a estas parcelas consistió en una fertilización básica al momento de la siembra de 80 kg/ha de P₂O₅. En el caso de el maíz se

realizaron dos fertilizaciones nitrogenadas con la aplicación de 100 kg N/ha, aplicados a los 30 y a los 55 días después de siembra en una proporción de 75 y 25%, respectivamente. El sorgo recibió 100 kg N/ha a los 30 días después de siembra. En todo caso se trató de que el manejo de las parcelas en cultivos puros fuera similar al de las parcelas en asocio.

H. Factores en estudio

Los factores estudiados fueron:

1. Gramíneas en asocio con la variedad de soya Siatsa-194:
 - a) Maíz híbrido H-27
 - b) Maíz variedad HPB
 - c) Sorgo variedad Sureño
 - d) Sorgo variedad Isiap-Dorado

2. Distancias de siembra entre surcos de soya y surcos de gramíneas:
 - a) 0.50 m
 - b) 1.00 m

3. Tiempo de siembra de soya:

a) Quince días antes de la siembra de las gramíneas

b) Siembra simultánea con las gramíneas

4. Fertilización nitrogenada en los surcos de las gramíneas:

a) 0 kg de N/ha

b) 100 kg de N/ha

I. Siembra e inoculación

En el experimento realizado en 1989, la siembra de la soya se realizó el 15 y 30 de junio, mientras que la siembra de las gramíneas fue el 30 de junio. En el segundo experimento la siembra de la soya se realizó el 15 y 21 de junio del año 1990, mientras que la siembra de las gramíneas fue el 21 de junio.

Al momento de la siembra se fertilizaron todas las parcelas con el equivalente de 80 kg PDS /ha. De acuerdo con los tratamientos, algunas parcelas recibieron el equivalente de 100 kg de nitrógeno adicional en forma de urea. En el caso del maíz esto fue dividido en dos aplicaciones a los 30 y 50 días. En el caso del sorgo se aplicó toda la urea a los 30 días después de la siembra.

Al momento de la siembra se inoculó la semilla de soya con Bradyrhizobium japonicum cepa USDA 110. La dosis empleada fue equivalente a 250 g de inoculante por 60 kg de semilla. El inoculante fue preparado en el Laboratorio de Microbiología de Suelos de la EAP.

J. Cosecha

Para el primer experimento (año 1989) la cosecha se realizó el 3 de octubre en el caso del sorgo, el 18 de octubre en el caso del maíz y el 12 de noviembre en el caso de la soya. Para el segundo experimento (año 1990) la cosecha se realizó el 1 de Octubre en el caso del sorgo, el 16 de octubre en el caso del maíz y el 10 de noviembre en el caso de la soya. La cosecha se hizo a mano. Solamente se cosecharon los 2 m de los surcos de soya y gramíneas, dejando 0.50 m de cada extremo del surco para disminuir el error debido al efecto de borde.

K. Datos tomados

Se tomaron los siguientes datos:

1. Altura de planta de soya

Se midió la altura promedio de 10 plantas en centímetros.

2. Número de vainas por planta

Se realizó el conteo de vainas de 10 plantas y se calculó el promedio.

3. Numero de semillas por vaina

Se obtuvo un promedio de semillas por vaina en muestras de 20 vainas.

4. Peso de 100 semillas al 14% de humedad

Se contaron cinco grupos de 100 semillas por parcela y se obtuvo un peso promedio que se corrigió al 14% de humedad.

5. Rendimiento de grano al 14% de humedad

Se pesó el grano limpio producido en cada parcela útil de soya y gramíneas, se obtuvo el porcentaje de humedad de cada muestra y se estandarizó al 14% de humedad.

L. Parcelas demostrativas

Con el propósito de promover el cultivo de la soya a nivel de pequeños productores se sembraron varias parcelas demostrativas del cultivo de la soya en asocio con maíz. Este trabajo se realizó en los años 1989 y 1990 en las localidades de Güinope, Las Mesas, Tatumbla, Galeras y San Francisco. Estas localidades reciben asistencia técnica por parte de extensionistas del Programa de Desarrollo Rural (PDR) de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP).

Para las actividades del primer año se identificaron

los agricultores con los cuales se iba a trabajar en la siembra de las parcelas demostrativas. Se trató de buscar agricultores líderes entre las diferentes localidades escogidas. Se organizaron grupos de trabajo y capacitación en las localidades de Güinope y Tatumbla. Se impartieron charlas sobre el cultivo de la soya, su ciclo, sus prácticas agronómicas, y sus bondades nutricionales.

Se realizaron días de campo en las localidades de Güinope y Tatumbla; estas dos localidades tienen una elevación promedio de 1500 a 1800 msnm. La localidad de Güinope es una zona ideal para el cultivo de frutales como cítricos, manzanos, perales, etc., pero también se encuentran los cultivos tradicionales como frijol y maíz, utilizados ampliamente en la alimentación de los habitantes de la zona. En la localidad de Tatumbla los agricultores, además de dedicarse a la siembra de cultivos tradicionales como frijol y maíz, tienen cultivos de hortalizas y manzanilla.

Se realizaron días de campo con el objetivo de promocionar el cultivo de la soya, demostrando sus bondades nutricionales y la cantidad de productos que se pueden realizar a base de esta leguminosa; como por ejemplo hamburguesas de soya, maní de soya, leche de soya, café de soya, copetines, chorizo de soya, entre otros. Estas preparaciones las realizaron los promotores del PDR en conjunto con las esposas de los agricultores. Se realizaron

prácticas de inoculación de la semilla de soya con la cepa USDA 110 de la bacteria Bradyrhizobium japonicum, explicando las ventajas que tiene esta práctica, desde el punto de vista de ahorro económico, al no tener que realizar aplicaciones suplementarias de nitrógeno.

El día 12 de Agosto de 1989 se sembraron las parcelas demostrativas para el asocio soya-maiz en la zona de Güinope con la ayuda de un productor de la localidad. Se utilizó la variedad de soya Siatsa-194 y el Híbrido de maíz H-27. La semilla de soya se inoculó antes de la siembra con la dosis de 250 g por cada 60 kg de semilla. Al momento de la siembra se realizó la fertilización básica con un fertilizante de la fórmula 18-46-0 para proveer el equivalente de 80 kg de P₂O₅/ha. Se realizaron dos aplicaciones del insecticida methamidophos (MTD 600) para el control de insectos del follaje, en dosis equivalente de 0.5 L/ha.

Existieron problemas con cierto tipo de roedores y animales que entraron en las parcelas y afectaron las plantas de soya cuando estaban en las primeras etapas de crecimiento vegetativo. Por este motivo no se llegaron a tomar datos.

Durante el segundo año (1990) se trabajó en las zonas de Galeras, Las Mesas y San Francisco. Estas zonas están a una altura promedio de 900 msnm y sus habitantes se dedican a la siembra de cultivos tradicionales como frijol y maíz,

entre otros.

Se seleccionaron los agricultores para posteriormente realizar las siembras de las parcelas demostrativas. Se utilizaron los mismos genotipos de soya y maíz que se usaron el año anterior. En Galeras la siembra se realizó el 5 de junio, en Las Mesas el 25 de junio y en San Francisco el 10 de junio. Al momento de la siembra se realizaron las prácticas agronómicas de inoculación, fertilización básica y aplicación de insecticidas para el control de plagas del follaje en igual dosis que el año anterior. Se impartieron charlas de promoción de la soya antes de la siembra y durante el ciclo del cultivo.

Se realizaron días de campo en la localidad de San Francisco, en donde se impartieron charlas del cultivo de la soya cuando estaba en la etapa de llenado de vainas, conjuntamente con las charlas se realizó una comida hecha a base de soya, con la ayuda de las esposas de los agricultores, los agentes de extensión y promotores del PDR.

El día 20 de noviembre se realizó la cosecha en las zonas de San Francisco y Las Mesas. En la zona de Galeras se tuvieron problemas con animales que se metieron a las parcelas y destruyeron la mayor parte de los cultivos, por este motivo no se pudieron obtener datos de rendimiento en esta zona. En las zonas de Las Mesas y San Francisco se obtuvieron buenos resultados desde el punto de vista de

promoción del cultivo, debido a que la soya obtuvo buenos rendimientos y no existieron problemas con animales que hicieran daño al cultivo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis de las variables del primer experimento (1989)

A. Análisis de las variables altura de planta de soya y número de vainas por planta

En el Cuadro 1 se presentan los cuadrados medios de las variables altura de planta de soya y número de vainas por planta.

a. Altura de planta de soya

Como se observa en el Cuadro 1, la variable altura de planta de soya presentó una interacción significativa ($P < 0.05$) entre los factores distancia de siembra y fertilización nitrogenada a las gramíneas, lo que nos indica que la aplicación de 100 kg de N/ha afectó la altura de planta de soya en las diferentes distancias de siembra. En el Cuadro 2 se presentan las medias de la variable altura de planta para cada distancia de siembra en relación con la dosis de nitrógeno. Hubo diferencia entre los niveles de nitrógeno ; cuando se aplicó 100 kg de N/ha con una distancia de 0.50 m entre surcos se tuvo una mayor altura que al aplicar la misma dosis de nitrógeno teniendo una distancia de 1 m. Esto probablemente se debe a que la cantidad de nitrógeno aplicado tuvo un efecto en el crecimiento vegetativo de la planta de soya, afectando las plantas que estaban más cerca de las gramíneas. Las plantas

Cuadro 1. Cuadrados medios para las variables Altura de planta y Número de vainas por planta. El Zamorano, Honduras, 1989.

<u>Fuente de variación</u>	<u>g.l.</u>	<u>Altura/pl</u>	<u>No vainas/pl</u>
Repeticiones	1	19.141	410.063*
Gramineas (G)	3	14.599	51.729
Dist de siembra (D)	1	21.391	217.563
G x D	3	57.016	45.063
Epoocas de siembra (E)	1	118.266	81.000
G x E	3	8.057	145.500
D x E	1	0.016	4.000
G x D x E	3	26.557	43.167
Fert. N (F)	1	47.266	4.000
G x F	3	38.307	54.167
D x F	1	213.891*	30.250
G x D x F	3	19.682	86.750
E x F	1	8.266	885.063**
G x E x F	3	9.057	185.063*
D x E x F	1	135.141	33.063
G x D x E x F	3	10.516	153.229
Error	31	32.850	55.837
C.V.		23.35%	16.39%

*, ** Denotan valores estadísticamente significativos a los niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01, respectivamente.

Cuadro 2. Medias de la interacción distancias de siembra x niveles de fertilización nitrogenada a las gramíneas, para la variable altura de planta de soya (cm). El Zamorano, Honduras, 1989.

Fertilización nitrogenada	Distancias de siembra		Medias fertilización
	0.50 m	1.00 m	
0 kg N/ha	76.44	78.94	77.69
100kg N/ha	78.38	73.56	75.97
Medias distancia	77.41	76.25	

DMS (.05) para las medias de la interacción es igual a 4.13

que estaban a una distancia de 0.50 m presentaron una mayor altura que las que estaban a 1 m. Cuando no se aplicó nitrógeno la altura de planta de soya fue mayor cuando se sembró a una distancia de 1 m entre surcos de soya-gramíneas. Esto se puede deber a que la competencia por agua y nutrimentos afectó la altura de las plantas que estaban más cerca de las gramíneas.

b. Número de vainas por planta

Como se observa en el Cuadro 1, la interacción entre los niveles de fertilización nitrogenada y las épocas de siembra fue significativa ($P < 0.01$); esto indica que la aplicación nitrogenada afectó el número de vainas por planta. En el Cuadro 3 se presentan las medias del número de vainas por planta para cada época, en relación con los niveles de fertilización nitrogenada. Hubo diferencia entre los niveles de fertilización. La dosis de 100 kg N/ha aplicado a los surcos de gramíneas aumentó el número de vainas por planta cuando se sembró la soya 15 días antes que cuando se sembró simultáneamente. Esto probablemente se debe a que la cantidad de nitrógeno aplicado afectó el crecimiento vegetativo de la planta de soya en tal forma que incrementó el número de vainas por planta. Al momento de la aplicación nitrogenada la planta de soya sembrada 15 días antes estaba llegando a la etapa de floración, entonces la aplicación de nitrógeno ayudó para que existiera un posible

Cuadro 3. Medias de la interacción épocas de siembra x niveles de fertilización nitrogenada a las gramíneas, para la variable número de vainas por planta. El Zamorano, Honduras, 1989.

Fertilización nitrogenada	Épocas de siembra		Medias fert.N.
	15 días antes	Siembra simultánea	
0 kg N/ha	61.12	66.31	63.71
100kg N/ha	69.06	59.37	64.21
Medias épocas	65.09	62.84	

DMS (.05) para las medias de la interacción es igual a 7.24

aumento en el crecimiento vegetativo que se manifestó en un mayor número de vainas por planta. Cuando no se aplicó nitrógeno a los surcos de las gramíneas el número de vainas por planta fue menor al sembrar la soya 15 días antes. Esto puede deberse a que existió competencia con la gramínea por nutrimentos produciéndose un menor número de vainas por planta. La competencia fue mayor cuando la soya se sembró 15 días antes debido a que cuando estaba llegando a la etapa de floración la gramínea estaba en una etapa de activo crecimiento vegetativo por lo que compitió más por nutrimentos y agua.

Estos incrementos en altura de planta y número de vainas por planta al aplicar 100 kg de N/ha no afectaron la variable rendimiento debido a que según (Liboon y Harwood, 1975) los niveles altos de nitrógeno afectan la nodulación y por ende el rendimiento. Pero estos niveles afectaron el crecimiento vegetativo en este experimento.

B. Análisis de las variables rendimiento, Razón de Equivalencia de la tierra (RET) y peso de 100 semillas.

En el Cuadro 4 se exhiben los cuadrados medios para las variables rendimiento, y Razón de Equivalencia de la Tierra. En el Cuadro 5 se presentan las medias de las variables estudiadas.

Cuadro 4. Cuadrados medios para las variables Rendimiento de soya y Razón de Equivalencia de la Tierra (RET). El Zamorano, Honduras, 1989.

<u>Fuente de variación</u>	<u>G.L.</u>	<u>Rendimiento</u>	<u>RET</u>
Repeticiones	1	3.443**	0.100
Gramíneas (G)	3	0.926**	0.111
Maíz vs. Sorgo	1	2.590**	0.229*
H-27 vs. HPB	1	0.045	0.079
Sureño vs. I. Dorado	1	0.142	0.025
Dist. de siembra (D)	1	0.625	0.002
G x D	3	0.430	0.028
Epocas de siembra (E)	1	1.430**	0.149
B x E	3	0.093	0.038
D x E	1	0.116	0.034
G x D x E	3	0.142	0.154
Fert. nitrogenada (F)	1	0.020	0.007
G x F	3	0.489	0.056
D x F	1	0.022	0.067
G x D x F	3	0.277	0.093
E x F	1	0.132	0.145
G x E x F	3	0.269	0.028
D x E x F	1	0.029	0.000
G x D x E x F	3	0.024	0.009
Error	31	0.176	0.060
<hr/>			
C.V.		23.35%	16.39%
<hr/>			

*, ** Denotan valores estadísticamente significativos a los niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01, respectivamente.

Cuadro 5. Medias de rendimiento de soya en asocio en t/ha y RET para los factores y niveles en estudio. El Zamorano, Honduras, 1989.

Factor	Rend (t/ha)	RET
GRAMINEAS		
Maíz H-27	1.64	1.49
Maíz HPB	1.56	1.39
Sorgo Sureño	1.93	1.53
Sorgo I.Dorado	2.07	1.59
<hr/>		
DMS 0.05	0.25	0.15
<hr/>		
ESPECIES		
Maíz	1.60	1.44
Sorgo	2.00	1.56
<hr/>		
Significación	**	*
<hr/>		
DISTANCIA SURCOS		
0.50 m	1.90	1.50
1.00 m	1.70	1.49
<hr/>		
Significación	n.s.	n.s.
<hr/>		
TIEMPO DE SIEMBRA		
15 días antes	1.65	1.45
Simultáneamente	1.95	1.55
<hr/>		
Significación	**	n.s.
<hr/>		
NIVELES DE N		
0 kg N/ha	1.82	1.51
100 kg N/ha	1.78	1.49
<hr/>		
Significación	n.s.	n.s.
<hr/>		
*, **, n.s.	Denotan valores estadísticamente diferentes al nivel de probabilidad de 0.05, 0.01 y valores no significativos al 0.05 de probabilidad.	

a. Rendimiento

El rendimiento de la soya fue superior cuando se sembró en asocio con sorgo que con maíz. Esto probablemente se debió a una menor competencia por agua, luz y nutrimentos, y por la diferencia entre el ciclo de vida de las gramíneas y de la soya. El ciclo de vida del sorgo fue de 110 días, el del maíz de 125 y el de la soya de 150 días.

El sembrar las gramíneas a 1.0 m de distancia de la soya tuvo el mismo efecto sobre el rendimiento que al sembrarlas a 0.50 m. Esto probablemente se debió a que no existió competencia al sembrar la soya a 0.50 m de separación. En ensayos futuros se pueden probar otras distancias de siembra y estudiar los posibles efectos.

Cuando se sembró la soya 15 días antes que las gramíneas, los rendimientos resultaron estadísticamente inferiores ($P < 0.01$) que en siembras simultáneas. Este efecto no se esperaba por una menor competencia que pudo favorecer a un buen establecimiento de la soya. Sin embargo, durante ese tiempo hubo escasez de lluvias lo que determinó una baja población de plantas.

La aplicación de nitrógeno en surcos de gramíneas tampoco tuvo efecto alguno sobre el rendimiento de la soya. Esto parece indicar que el nitrógeno aplicado a los surcos de las gramíneas no se difundió a los surcos de la soya. Se

pudo pensar también que el nitrógeno causaría un mayor desarrollo y crecimiento de las gramíneas, lo que provocaría una mayor competencia y menores rendimientos de la soya, pero esto no ocurrió.

No se detectaron interacciones significativas para rendimiento ($P < 0.05$) entre los factores estudiados. Esto indica que hubo independencia de efectos a los niveles usados

b. Razón de Equivalencia de la Tierra (RET)

En cuanto a la Razón de Equivalencia de la Tierra (RET) sólo se encontró diferencia significativa entre maíz y sorgo, como se observa en los Cuadros 4 y 5. El asocio de sorgo con soya presentó mayores rendimientos y consecuentemente un RET superior.

El RET promedio para el asocio soya-sorgo fue 1.56. Es decir que en las condiciones de este experimento, para obtener un rendimiento equivalente con los dos cultivos puros se hubiera requerido de 1.56 veces más de tierra que en los cultivos asociados. Esto podría deberse a una menor competencia por nutrimentos en el asocio soya-sorgo que en el asocio soya-maíz, debido a la mayor agresividad de el maíz en comparación con el sorgo.

c. Peso de 100 semillas

La variable peso de 100 semillas no presentó diferencia estadística significativa para los factores en estudio.

Análisis de las variables del segundo experimento (1990).

A. Análisis de las variables altura de planta de soya y número de vainas por planta

En el Cuadro 6 se presentan los cuadrados medios de las variables altura de planta de soya y número de vainas por planta.

a. Altura de planta de soya

Como se observa en el Cuadro 6 la variable altura de planta de soya presenta diferencia significativa ($P < .05$) para el efecto del nitrógeno. Cuando no se realizaron aplicaciones de nitrógeno suplementario a los surcos de gramíneas la altura de la planta de soya fue mayor. Esto pudo deberse a que al aplicar nitrógeno las gramíneas crecieron más vigorosamente y compitieron más con la soya por agua, luz y nutrimentos.

b. Número de vainas por planta

La variable número de vainas por plantas no presentó diferencias significativas para ninguno de los niveles de los factores estudiados.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
 ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS
 APDOCAZOTECAS
 TECUACALPA, HONDURAS

Cuadro 6. Cuadrados medios para las variables Altura de planta y Número de vainas por planta. El Zamorano, Honduras, 1990.

<u>Fuente de variación</u>	<u>G.L.</u>	<u>Altura</u>	<u>Vainas</u>
Repeticiones	1	81.000	232.563*
Gramíneas (G)	3	52.729	93.188
Dist. de siembra (D)	1	1.000	27.563
G x D	3	43.333	41.938
Epocas de siembra (E)	1	25.000	52.563
G x E	3	3.167	9.271
D x E	1	0.063	76.563
G x D x E	3	32.896	76.021
Fert. nitrogenada (F)	1	410.063**	6.250
G x F	3	5.896	14.875
D x F	1	0.000	72.250
G x D x F	3	17.167	25.625
E x F	1	4.000	16.000
G x E x F	3	4.333	43.542
D x E x F	1	22.563	2.250
G x D x E x F	3	13.563	6.042
Error	31	29.806	54.530

C.V.

7.61%

10.63%

I, ** Denotan valores estadísticamente significativos a los niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01, respectivamente.

B. Análisis de las variables rendimiento, Razón de Equivalencia de la tierra (RET) y peso de 100 semillas.

En el Cuadro 7 se muestran los cuadrados medios para las variables rendimiento y Razón de Equivalencia de la Tierra (RET); mientras que en el Cuadro 8 se presentan las medias de las variables estudiadas.

a. Rendimiento

El rendimiento de la soya se comportó de igual manera que en el primer experimento (1989), es decir se obtuvo mayor rendimiento cuando se sembró la soya en asocio con sorgo que con maíz. Esto probablemente se debió a una menor competencia por agua, luz y nutrimentos por la diferencia entre el ciclo de vida de las gramíneas y de la soya. El ciclo de vida del sorgo fue de 105 días, el del maíz de 120 y el de la soya de 150 días.

El sembrar las gramíneas a 1.0 m de distancia de la soya tuvo el mismo efecto en el rendimiento que al sembrarlas a 0.50 m. Este resultado coincide con el del primer experimento.

Cuando se sembró la soya 15 días antes que las gramíneas, los rendimientos resultaron estadísticamente superiores ($P < 0.01$) que en siembras simultáneas. Esto puede deberse a una menor competencia entre los cultivos que

Cuadro 7. Cuadrados medios para las variables Rendimiento de soya y Razón de Equivalencia de la Tierra (RET). El Zamorano, Honduras, 1990.

<u>Fuente de variación</u>	<u>g.l.</u>	<u>Rendimiento.</u>	<u>RET</u>
Repeticiones	1	4.693**	0.000
Gramíneas (G)	3	2.685**	0.107*
Maíz vs. Sorgo	1	6.490**	0.310**
H-27 vs. HPB	1	0.770*	0.007
Sureño vs. I. Dorado	1	0.795*	0.001
Dist. de siembra (D)	1	0.064	0.012
G x D	3	0.230	0.005
Epocas de siembra (E)	1	1.805**	0.035
G x E	3	0.377*	0.011
D x E	1	0.039	0.064
G x D x E	3	0.375*	0.023
Fert. nitrogenada (F)	1	0.641*	0.216**
G x F	3	0.049	0.005
D x F	1	0.096	0.000
G x D x F	3	0.086	0.029
E x F	1	1.048**	0.027
G x E x F	3	0.215	0.022
D x E x F	1	0.000	0.007
G x D x E x F	3	0.023	0.009
Error	31	0.123	0.034
<hr/>			
C.V.		15.72%	11.15%
<hr/>			

*, ** Denotan valores estadísticamente significativos a los niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01, respectivamente.

Cuadro 8. Medias de rendimiento de soya en asocio en t/ha y Razón de Equivalencia de la Tierra (RET), para los factores y niveles en estudio. El Zamorano, Honduras, 1990.

Factor	Rend. t/ha	REI
GRAMINEAS		
Maíz H-27	1.76	1.57
Maíz HPB	2.07	1.60
Sorgo Sureño	2.39	1.72
Sorgo I.Dorado	2.71	1.73
<hr/>		
DMS	0.34	0.13
<hr/>		
ESPECIES		
Maíz	1.91	1.51
Sorgo	2.55	1.72
<hr/>		
Significación	* *	* *
<hr/>		
DISTANCIA SURCOS		
0.50 m	2.26	1.67
1.00 m	2.20	1.64
<hr/>		
Significación	n.s.	n.s.
<hr/>		
TIEMPO DE SIEMBRA		
15 días antes	2.40	1.63
Simultáneamente	2.07	1.68
<hr/>		
Significación	* *	n.s.
<hr/>		
NIVELES DE N		
0 kg N/ha	2.34	1.72
100 kg N/ha	2.14	1.60
<hr/>		
Significación	*	* *
<hr/>		
*, **, n.s.	Denotan valores estadísticamente diferentes al nivel de probabilidad de 0.05 0.01 y valores no significativos.	

favoreció al buen establecimiento de la soya. Este efecto se esperaba ya que al adelantar la siembra de la soya existe una menor competencia por agua, luz y nutrimentos lo que determina un buen establecimiento del cultivo. Etheridge y Helm (1924) reportan que cuando se sembró la soya 15 días antes se obtuvo un incremento en el RET de un 50 % debido a la poca competencia que se tenía. Estos resultados son totalmente opuestos a los obtenidos en 1989, probablemente debido a la diferencia en el régimen de lluvias y a las diferentes condiciones edáficas de las parcelas donde se sembraron los dos ensayos.

Cuando no se aplicó fertilizante nitrogenado a los surcos de las gramíneas los resultados resultaron estadísticamente significativos ($P < 0.05$). Esto probablemente se deba a que la gramínea compita con la leguminosa por agua, luz y nutrimentos y a que la presencia de niveles de nitrógeno en el suelo afectan la eficiencia de la bacteria en asocio con la soya, notándose esto en una baja en los rendimientos y en el RET. Según Steiner (1982), la aplicación de fertilizantes nitrogenados en asociados entre leguminosas y gramíneas generalmente tiene un efecto negativo en la fijación biológica de nitrógeno; los rendimientos y el RET decrecen a medida que las cantidades de nitrógeno aumentan. Esto se puede deber a que la presencia de nitrógeno en el suelo interfiere con la

fijación biológica, y a que la gramínea compite por luz con la leguminosa. En el ensayo de 1989 la media de rendimiento al nivel de 0 kg N/ha también fue superior que la media al nivel de 100 kg N/ha, aunque en este caso esa diferencia no fue significativa.

Como se observa en el Cuadro 7, hubo una interacción significativa ($P < .05$) para la variable rendimiento de soya entre los factores gramíneas y épocas de siembra; lo que nos indica que las gramíneas afectaron el rendimiento del cultivo de la soya en forma diferente en las dos épocas de siembra. Las medias de esta interacción se presentan en el Cuadro 9. Se obtuvo un mejor rendimiento al sembrar la soya 15 días antes en asocio con la variedad de sorgo Isiap Dorado. Esto se puede deber a que al sembrar la soya con anticipación ésta va a tener menos competencia por agua y nutrimentos con el sorgo, y a que el genotipo de sorgo Isiap Dorado es de crecimiento semi-enano lo cual implica que no va a competir tanto por luz con la soya.

Cuando se realiza la siembra simultánea entre soya y gramíneas los rendimientos decrecen pero este efecto puede deberse a la competencia por nutrimentos que va a existir. El asocio con la variedad semi-enana Isiap Dorado es el asocio que menos competencia por luz presenta debido a la corta altura del sorgo. Se puede apreciar la diferencia de los rendimientos de la soya asociada con la variedad de

Cuadro 9. Medias de la interacción Variedades x Epocas de siembra, para la variable rendimiento de soya. El Zamorano, Honduras, 1990.

Gramíneas	Epocas de siembra		Medias gramíneas
	15 días antes	Simultánea	
t/ha			
H-27	1.72	1.80	1.76
HPB	2.32	1.82	2.07
SUREÑO	2.54	2.25	2.39
I. DORADO	3.03	2.40	2.72
Medias Epocas	2.40	2.06	

DMS (.05) para las medias de la interacción es igual a .36

sorgo alta Sureño y con los dos genotipos de maíz H-27 y HPB. Es probable que esa baja en rendimiento se deba a competencia por luz entre los cultivos asociados.

En el Cuadro 10. se presentan las medias para la interacción entre los factores épocas de siembra y niveles de fertilización nitrogenada a las gramíneas.

Como se puede observar, para la variable rendimiento se encontró una interacción significativa ($P < .05$) entre los factores épocas de siembra y niveles de fertilización nitrogenada. El sembrar la soya simultáneamente con las gramíneas y aplicar 100 kg N/ha redujo significativamente los rendimientos. Esto se puede deber a la competencia interespecífica existente entre los dos cultivos y a que la presencia del nitrógeno en el suelo inhibe la fijación eficiente de la bacteria en asocio con la soya.

b. Razón de Equivalencia de la Tierra (RET)

En cuanto a la Razón de Equivalencia de la Tierra (RET) se encontraron diferencias estadísticamente significativas al analizar los dos factores Gramíneas y Fertilización Nitrogenada (probabilidades menores a 0.05 y 0.01, respectivamente) (Cuadro 7).

En el Cuadro 8 se pueden apreciar los valores de las medias para los factpres en estudio. Se obtuvo un mejor RET al asociar la soya con los genotipos de sorgo. Esto se

Cuadro 10. Medias de la interacción EPOCAS de siembra x Niveles de fertilización nitrogenada a las gramíneas, para la variable Rendimiento de la soya. El Zamorano, Honduras, 1990.

Fertilización nitrogenada	EPOCAS de siembra		Medias fert.N. t/ha
	15 días antes	Siembra simultánea	
0 kg N/ha	2.63	2.04	2.33
100kg N/ha	2.17	2.09	2.13
Medias EPOCAS	2.40	2.06	

DMS (.05) para las medias de la interacción es igual a .3403

puede explicar debido a que el ciclo del cultivo del sorgo es menor que el del maíz, y a que la competencia por nutrimentos es menor en el caso del asocio soya-sorgo que en el del asocio soya-maíz. Resultados similares se obtuvieron en 1989.

Cuando no se aplicó nitrógeno a los surcos de las gramíneas el RET fue mayor, esto probablemente se debió a que la cantidad de nitrógeno afectó el proceso de fijación simbiótica. Liboon y Harwood (1975) mencionan que en un ensayo de asocio soya-maíz realizado en Filipinas, obtuvieron un RET de 1.47 cuando no realizaron aplicaciones suplementarias de nitrógeno; al aplicar 120 kg N/ha en los surcos de maíz, obtuvieron un RET de 1.10. Esta reducción en el RET se puede deber a que la presencia de nitrógeno afectó la eficiencia de la planta de soya para fijar nitrógeno atmosférico, y que al recibir fertilización nitrogenada la planta de maíz compitió por luz con la planta de soya en asocio, reduciendo de esta manera los rendimientos y el RET.

c. Peso de 100 semillas

La variable peso de 100 semillas no presentó diferencia estadística significativa para los factores en estudio. Consecuentemente se puede inferir que las diferencias encontradas en el rendimiento y en el RET se deben a otros componentes.

Promoción en fincas de agricultores

En el año de 1989 se sembró un lote con parcelas demostrativas en la zona de Güinope; el propósito principal fue promover el cultivo de la soya a nivel de pequeños productores y observar las características agronómicas del cultivo en dicha zona. No se tuvieron resultados buenos en cuanto a rendimiento por que la siembra se realizó en el mes de Septiembre en época de postrera y el cultivo no logró utilizar la mayor parte de la época de lluvias que terminó en noviembre. Se encontraron problemas con el cuidado de las parcelas porque al encontrarse retiradas de la casa del productor éste no podía evitar el ingreso de roedores y otra clase de animales dañinos al cultivo. Al final se perdió la cosecha por estas causas.

En el año 1989 el objetivo principal se vio enfocado a la capacitación de los productores por medio de charlas, reuniéndolos en grupos pequeños para poder llegar mejor a ellos y transmitir los beneficios y bondades del nuevo cultivo. Las charlas se combinaron con prácticas agronómicas y de preparación de comidas a base de soya. Los agricultores se sintieron motivados a sembrar soya debido a las múltiples ventajas que tiene el cultivo. Las esposas de los agricultores aprendieron ciertos tipos de preparaciones y recetas para cocinar a base de soya. De esta manera, lo que se quiere es introducir el cultivo en la dieta diaria

del pequeño productor para solucionar de alguna forma los problemas de desnutrición existentes en las áreas rurales.

En el segundo año (1990) se continuaron con las charlas de promoción del cultivo de la soya en las zonas de Las Mesas, San Francisco y Galeras. Se tuvo buenos resultados en las zonas de Las Mesas y San Francisco, pero en la zona de Galeras se presentaron problemas durante las etapas de crecimiento del cultivo. Se sembraron parcelas demostrativas en Las Mesas, y en San Francisco; al principio se sufrió por inundaciones en las parcelas, realizándose canales de drenaje para evacuar el exceso de agua. Las charlas trataban sobre las bondades nutricionales de la soya, haciendo énfasis en los productos derivados de este cultivo, como la leche de soya, el queso de soya, hamburguesas de soya y chorizo de soya, entre otros. Los agricultores y sus familias con la dirección de la promotora del PDR participaron en la elaboración de estos productos, los mismos que fueron de su agrado. En las parcelas demostrativas de la localidad de San Francisco se obtuvieron rendimientos en promedio de 1,922 kg/ha para las parcelas de soya en asocio y de 2,376 kg/ha para las parcelas de soya en cultivo puro. Esta diferencia en rendimiento se pudo deber al efecto de competencia entre la gramínea y la soya. Este rendimiento se obtuvo a pesar de que en las primeras etapas del cultivo, este sufrió estrés de sequía y

posteriormente tuvo problemas por inundaciones al desbordarse el agua de los diques del canal de riego.

En la zona de Las Mesas se obtuvieron rendimientos de 1,371 kg/ha para el cultivo asociado y de 1,938 kg/ha para el cultivo puro. Al momento de la siembra se inoculó la semilla de soya con la bacteria Bradyrhizobium japonicum cepa USDA 110 a razón de 250 g de inoculante por 60 kg de semilla. En la etapa de llenado de vaina se muestrearon cierto número de plantas para observar la nodulación y si los nódulos eran efectivos o no, encontrándose un mayor número de nódulos efectivos, según lo describe De Mooy et al. (1973).

Estas plantas se utilizaron también como material en las charlas para explicar las bondades de la soya como cultivo fijador de nitrógeno, ya que de esta manera se puede ahorrar los costos de la compra de fertilizante nitrogenado.

Alexander (1961) (citado por Steiner, 1982) menciona que la fijación biológica de nitrógeno por las leguminosas puede alcanzar considerables cantidades; como ejemplo se indica que la soya fija entre 64 y 104 kg N/ha/año. Estas cantidades de nitrógeno fijado pueden suplir la mayor parte o todos los requerimientos de nitrógeno de un cultivo, disminuyendo considerablemente los costos y mejorando las condiciones del suelo para próximos cultivos.

En la zona de San Francisco el cultivo de maíz del híbrido H-27 en asocio presentó una buena adaptación a las

condiciones de la zona, pero no se llegó a cosechar debido a que por la falta de vigilancia en la zona se robaron la cosecha.

En la zona de Las Mesas el maíz H-27 se adaptó a las condiciones del medio, obteniéndose rendimientos de 2,893 kg/ha para el caso del maíz asociado y 3,540 kg/ha para el cultivo puro.

Al realizar los cálculos de la Razón de Equivalencia de la Tierra (RET) se obtuvo un RET de 1.51 para el asocio soya-maíz en la zona de Las Mesas lo que se interpreta de la siguiente forma: los cultivos puros necesitarían un 51 % más de tierra para alcanzar los rendimientos obtenidos por los cultivos en asocio.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1) El rendimiento de la soya en asocio con sorgo fue superior que en asocio con maíz.
- 2) El adelantar la siembra de soya tuvo un efecto negativo sobre los rendimientos en el ensayo de 1989, pero tuvo efectos positivos en el ensayo de 1990.
- 3) El rendimiento de la soya y la Razón de Equivalencia de la Tierra se vieron afectados negativamente cuando se aplicó 100 kg N/ha a las gramíneas.
- 4) La Razón de Equivalencia de la Tierra fue superior para el asocio soya-sorgo que para el asocio soya-maíz.
- 5) El valor promedio de la Razón de Equivalencia de la Tierra en los dos ensayos fue de 1.58, lo que demuestra la eficiencia de las asociaciones empleadas.
- 6) Los resultados obtenidos en las parcelas demostrativas en fincas de agricultores indicaron los beneficios del asocio soya-gramínea, en términos de rendimiento y RET.
- 7) En los días de campo los pequeños productores demostraron interés en el cultivo de la soya.

- 8) Se recomienda continuar con ensayos parecidos en los que se evalúen otros factores y niveles.
- 9) Se recomienda continuar con la promoción del cultivo de la soya a nivel de pequeño agricultor.
- 10) En los sitios en que se siembren futuras parcelas demostrativas se recomienda usar cercos y otras medidas de protección contra daños.

RESUMEN

En la Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, y en fincas de agricultores de la región centro-oriental de Honduras se realizaron varios ensayos en 1989 y 1990 para evaluar el comportamiento de la soya en asocio con maíz y sorgo. El objetivo de este trabajo fue el tratar de introducir el cultivo de la soya a nivel de pequeño agricultor, por las bondades nutricionales de este producto. Este objetivo se puede alcanzar si el nuevo cultivo se efectúa en asocio con cultivos conocidos y los beneficios que se obtengan sean comparables a los del cultivo puro. Para estudiar los efectos de la asociación se evaluaron dos genotipos de maíz, dos de sorgo y la variedad de soya Siatsa-194. La leguminosa se sembró con 15 días de anticipación y simultáneamente con las gramíneas. Otro factor que se estudió fue la aplicación o no de 100 kg de N/ha a las gramíneas. También se probaron dos arreglos espaciales para evaluar posibles niveles de competencia. La semilla de soya fue inoculada con el equivalente de 250 g de inoculante por 60 kg de semilla. El rendimiento de la soya fue estadísticamente superior ($P < .05$) cuando se sembró en asocio con sorgo (2,275 kg/ha) que en asocio con maíz (1,758 kg/ha) promedio de los dos años de estudio. Esto probablemente se debió a una menor competencia por agua y nutrimentos por la diferente duración del ciclo de vida. En promedio el sorgo maduró a los 110, el maíz a los 125 y la soya a los 150 días. Los índices de Razón de Equivalencia de

la Tierra (RET) favorecieron a la asociación soya-sorgo con valores en promedio de 1.58. Cuando se sembró la soya 15 días antes que las gramíneas, los resultados fueron diferentes en 1989 que en 1990, posiblemente por razón de regímenes de lluvia diferentes en los dos años y diferentes condiciones edáficas. Los otros efectos principales tuvieron poco o ningún efecto sobre las variables estudiadas. En parcelas demostrativas en las aldeas de San Francisco y las Mesas, así como en pruebas de productos hechos con soya para alimentación humana en San Francisco y Tatumbla, Departamento de Francisco Morazán, los agricultores apreciaron las ventajas de este cultivo y demostraron interés en el mismo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGBOOLA, A. A. and FAYEMI, A. A. A. 1972. Fixation and excretion of nitrogen by tropical legumes. *Agronomy Journal* 64 (4): 409-412.
- ANDREWS, D. J. ; KASSAM, A. H. 1976. Multiple Cropping: The Importance of Multiple Cropping in Increasing World Food Supplies. In *Multiple Cropping*. Ed. N. Stelly. A.S.A. Special publication Number 27 Wisconsin, U.S.A.
- BIDWELL, R. G. S. 1979. *Fisiología Vegetal*. Editorial A. G. T. México, D. F. México.
- BURNS R. C. and HARDY R. W. F. 1975. *Nitrogen Fixation in Bacteria and Higher plants*. Springer-Verlag, New York.
- CARLSON, J. B. 1973. Soybeans : Improvement, Production and Uses. Morphology of Soybean. In *Soybeans: Improvement, Production and Uses*. Ed. B. E. Caldwell. A.S.A. Publication Number 16. Wisconsin, U.S.A.
- COWAN, J. C. 1973. Soybeans : Improvement, Production and Uses. Processing and Products of Soybean. In *Soybeans: Improvement, Production and Uses*. Ed. B. E. Caldwell. A.S.A. Publication Number 16. Wisconsin, U.S.A.
- CROOKSTON, R. K. ; HILL, D. S. 1979. Grain Yields and Land Equivalent Ratios from Intercropping Corn and Soybeans in Minnesota. *Agronomy Journal* 71: 41-44.
- DELORIT, R. J. ; AHLGREN, H. L. 1967. *Producción Agrícola*. Editorial Continental No. 4620. México D. F. México.
- DE MOOY, C. J., PESEK, J. and SPALDON, E. 1973. Soybeans: Improvement, Production and Uses. Mineral Nutrition. In *Soybeans: Improvement, Production and Uses*. Ed. B. E. Caldwell. A.S.A. Publication Number 16. Wisconsin, U.S.A.

- ETHERIDGE, N. Y. HELM, C. A. 1924. Corn and Soybeans. Missouri Agriculture Exp. Stn. Bull. 220.
- GOLBITZ, P. 1991. La Soya y su Utilización en la Elaboración de Queso y Productos Similares. Asociación Americana de Soya. Soya Noticias No. 224. 20p.
- LEWIS, W. M. ; PHILLIPS, J. A. 1976. Multiple Cropping: Double Cropping in Eastern United States. In Multiple Cropping. Ed. N. Stelly. A.S.A. Special Publication Number 27, Wisconsin, U.S.A.
- LIBOON, S. P. ; HARWOOD, R. R. 1975. Nitrogen response in corn-soybean intercropping. Paper presented at 6th Annual Scientific Meeting of the Crop Science Society of the Philippines. 8-10 May 1975. Bacolod City, Philippines.
- MATEO, J. M. 1961. Leguminosas de grano. Editorial Salvat No. 98. Barcelona. España.
- PENDLETON, J. W. ; HARTWIG, E. E. 1973. Soybeans : Improvement, Production and Uses. Management. In Soybeans: Improvement, Production and Uses. Ed. B. E. Caldwell. A.S.A. Publication Number 16. Wisconsin, U.S.A.
- PROBST, A. H. y JUDD, R. W. 1973. Soybeans : Improvement, Production and Uses. Origin, U. S. History and Development, and World Distribution. In Soybeans: Improvement, Production and Uses. Ed. B. E. Caldwell. A.S.A. Publication Number 16. Wisconsin, U.S.A.
- PUERTA, R. 1987 El pequeño agricultor en Honduras. Instituto de investigación y formación cooperativista, IFC. Fundación Friedrich Naumann, FPN. Tegucigalpa, D.C. Honduras, C.A.
- SEARLE, P. G. E., COMUDOM, Y., SHEDDEN, D. C. y NANCE, R. A. 1981. Effect of maize + legume intercropping systems and fertilizer nitrogen on crop yields and residual nitrogen. Field Crops Research 4: 133-145.

- STEINER, K. G. 1982. Intercropping in Tropical Smallholder Agriculture With Special Reference to West Africa. Published by the German Agency for Technical Cooperation (G.T.Z.), No. 137, Frankfurt, West Germany.
- VEST, G., WEBER, D. F., SLOBER, C. 1973. Soybeans : Improvement, Production and Uses. Nodulation and Nitrogen Fixation. In Soybeans: Improvement, Production and Uses. Ed. B. E. Caldwell. A.S.A. publication number 16. Wisconsin, U.S.A.
- VILLALOBOS, M. 1981. Cultivos básicos. EUNED. San José, Costa Rica. 298 p.
- WAHAU, T. A. T. ; MILLER, D. S. 1978. Effects of Intercropping on Soybean N₂- Fixation and Plant Composition on Associated Sorghum and Soybeans. Agronomy Journal 70: 287-291.

Anexo 1. Datos de campo y laboratorio tomados para los factores y variables en estudio. El Zamorano, Honduras, 1989.

<u>Var</u>	<u>Nombre/Descripción</u>									
1	Tratamientos									
2	Gramíneas (1= H-27, 2= HPB, 3= Sureño, 4= Isiap-Dorado)									
3	Distancias de siembra (1= 0.50 m , 2= 1.0 m)									
4	Epoocas de siembra (1= antes, 2= simultánea)									
5	Fertilización nitrogenada (1= 0 kg N/ha , 2= 100 kg N/ha)									
6	Repeticiones									
7	Peso de 100 semillas (gramos)									
8	Número de vainas por planta									
9	Altura de planta de soya (cm)									
10	Razón de Equivalencia de la Tierra (RET)									
11	Rendimiento (t/ha)									
CASO										
NO.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1,	1,	1,	1,	1,	1,	22.43,	62,	71,	1.36,	1.570
2,	1,	1,	1,	2,	1,	20.75,	75,	75,	1.27,	1.690
3,	1,	1,	2,	1,	1,	23.06,	78,	80,	1.54,	1.524
4,	1,	1,	2,	2,	1,	21.50,	53,	75,	1.72,	1.783
5,	1,	2,	1,	1,	1,	23.46,	40,	80,	1.60,	1.625
6,	1,	2,	1,	2,	1,	21.21,	70,	80,	1.65,	1.490
7,	1,	2,	2,	1,	1,	24.36,	71,	80,	1.63,	1.943
8,	1,	2,	2,	2,	1,	24.11,	56,	82,	1.64,	2.450
9,	2,	1,	1,	1,	1,	22.86,	67,	80,	1.39,	2.750
10,	2,	1,	1,	2,	1,	25.40,	75,	79,	1.14,	1.193
11,	2,	1,	2,	1,	1,	22.85,	52,	75,	1.65,	1.773
12,	2,	1,	2,	2,	1,	22.13,	56,	80,	1.64,	2.026
13,	2,	2,	1,	1,	1,	21.66,	67,	50,	1.62,	1.743
14,	2,	2,	1,	2,	1,	21.96,	78,	80,	1.14,	1.258
15,	2,	2,	2,	1,	1,	23.20,	54,	75,	1.65,	1.835
16,	2,	2,	2,	2,	1,	22.06,	58,	75,	1.72,	2.123
17,	3,	1,	1,	1,	1,	24.73,	56,	82,	1.60,	2.557
18,	3,	1,	1,	2,	1,	24.96,	72,	56,	1.21,	1.427
19,	3,	1,	2,	1,	1,	23.56,	72,	80,	1.87,	3.070
20,	3,	1,	2,	2,	1,	23.75,	53,	80,	1.74,	2.810
21,	3,	2,	1,	1,	1,	23.73,	52,	75,	1.95,	2.133
22,	3,	2,	1,	2,	1,	23.90,	62,	85,	1.52,	2.030
23,	3,	2,	2,	1,	1,	23.88,	52,	75,	1.51,	2.325
24,	3,	2,	2,	2,	1,	22.70,	65,	80,	1.10,	1.393
25,	4,	1,	1,	1,	1,	22.26,	49,	80,	1.68,	2.353
26,	4,	1,	1,	2,	1,	23.40,	52,	70,	1.63,	2.083
27,	4,	1,	2,	1,	1,	24.30,	56,	82,	1.13,	2.887
28,	4,	1,	2,	2,	1,	24.23,	62,	85,	1.95,	3.223
29,	4,	2,	1,	1,	1,	21.53,	60,	62,	1.56,	1.640
30,	4,	2,	1,	2,	1,	21.90,	65,	80,	1.16,	1.963

CASO	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
31,	4,	2,	2,	1,	1,	25.06,	70,	72,	1.26,	2.198
32,	4,	2,	2,	2,	1,	24.93,	56,	80,	1.94,	2.103
1,	1,	1,	1,	1,	2,	21.48,	65,	80,	1.09,	1.040
2,	1,	1,	1,	2,	2,	24.56,	60,	77,	1.66,	2.290
3,	1,	1,	2,	1,	2,	23.40,	77,	77,	1.18,	1.027
4,	1,	1,	2,	2,	2,	23.18,	56,	80,	1.70,	1.153
5,	1,	2,	1,	1,	2,	21.33,	50,	70,	1.77,	1.455
6,	1,	2,	1,	2,	2,	23.20,	70,	75,	1.36,	1.568
7,	1,	2,	2,	1,	2,	24.53,	67,	80,	1.42,	2.310
8,	1,	2,	2,	2,	2,	21.43,	52,	75,	1.18,	1.238
9,	2,	1,	1,	1,	2,	22.18,	80,	77,	1.45,	1.397
10,	2,	1,	1,	2,	2,	22.23,	76,	75,	1.08,	0.873
11,	2,	1,	2,	1,	2,	22.85,	77,	77,	1.31,	1.757
12,	2,	1,	2,	2,	2,	23.33,	69,	76,	1.65,	1.657
13,	2,	2,	1,	1,	2,	25.56,	55,	76,	1.06,	1.220
14,	2,	2,	1,	2,	2,	22.60,	76,	80,	1.27,	0.890
15,	2,	2,	2,	1,	2,	26.66,	72,	72,	1.11,	1.160
16,	2,	2,	2,	2,	2,	25.06,	52,	80,	1.32,	1.300
17,	3,	1,	1,	1,	2,	22.70,	68,	75,	1.62,	1.800
18,	3,	1,	1,	2,	2,	20.50,	78,	80,	1.42,	1.607
19,	3,	1,	2,	1,	2,	24.03,	55,	80,	1.78,	1.940
20,	3,	1,	2,	2,	2,	24.55,	67,	75,	1.40,	1.320
21,	3,	2,	1,	1,	2,	21.16,	70,	80,	1.48,	1.223
22,	3,	2,	1,	2,	2,	20.33,	56,	80,	1.73,	1.083
23,	3,	2,	2,	1,	2,	25.60,	57,	80,	1.60,	1.868
24,	3,	2,	2,	2,	2,	23.96,	69,	78,	1.83,	2.340
25,	4,	1,	1,	1,	2,	21.43,	70,	80,	1.48,	1.383
26,	4,	1,	1,	2,	2,	21.96,	70,	80,	1.83,	2.633
27,	4,	1,	2,	1,	2,	24.10,	76,	78,	1.57,	1.513
28,	4,	1,	2,	2,	2,	24.68,	72,	80,	1.36,	2.603
29,	4,	2,	1,	1,	2,	20.50,	67,	70,	1.40,	1.500
30,	4,	2,	1,	2,	2,	22.43,	70,	75,	1.16,	1.298
31,	4,	2,	2,	1,	2,	24.15,	75,	80,	1.92,	1.590
32,	4,	2,	2,	2,	2,	23.80,	54,	78,	1.43,	2.090

Anexo 2. Datos de campo y laboratorio tomados para los factores y variables en estudio. El Zamorano, Honduras, 1990.

<u>Var.</u>	<u>Nombre/Descripción</u>
1	Tratamientos
2	Gramíneas (1= H-27, 2= HPB, 3= Sureño, 4= Islap-Dorado)
3	Distancias de siembra (1= 0.50 m , 2= 1.0 m)
4	Epoocas de siembra (1= antes, 2= simultánea)
5	Fertilización nitrogenada (1= 0 kg N/ha , 2= 100 kg N/ha)
6	Repeticiones
7	Peso de 100 semillas (gramos)
8	Número de vainas por planta
9	Altura de planta de soya (cm)
10	Razón de Equivalencia de la Tierra (RET)
11	Rendimiento (t/ha)

CASO

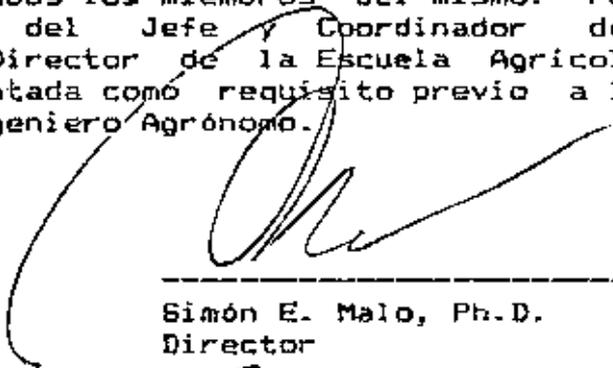
NO.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1	1	1	1	1	1	23.30	60	70	1.400	1.990
2	1	1	1	1	1	2	25.08	63	72	1.460	1.810
3	1	1	1	2	1	1	22.52	75	74	1.590	1.644
4	1	1	1	2	2	2	23.56	63	71	1.560	1.903
5	1	1	2	1	1	1	23.08	56	83	1.650	1.945
6	1	1	2	1	2	2	24.86	72	72	1.540	1.710
7	1	1	2	2	1	1	23.56	71	81	1.720	2.063
8	1	1	2	2	2	2	24.61	64	74	1.710	2.570
9	1	2	1	1	1	1	24.58	72	76	1.670	2.870
10	1	2	1	1	1	2	24.22	64	71	1.200	2.513
11	1	2	1	2	1	1	23.59	59	73	1.750	1.893
12	1	2	1	2	2	2	23.34	61	68	1.610	2.146
13	1	2	2	1	1	1	23.70	71	73	1.640	2.863
14	1	2	2	1	2	2	23.16	72	62	1.880	2.378
15	1	2	2	2	2	1	24.17	61	78	1.750	1.955
16	1	2	2	2	2	2	23.96	73	65	1.740	2.243
17	1	3	1	1	1	1	24.16	72	84	1.860	2.977
18	1	3	1	1	1	2	24.54	68	81	1.340	2.847
19	1	3	1	2	1	1	22.26	76	78	1.880	3.190
20	1	3	1	2	2	2	23.57	69	69	1.730	2.930
21	1	3	2	1	1	1	22.46	72	78	1.870	2.853
22	1	3	2	1	2	2	23.34	74	76	1.710	2.550
23	1	3	2	2	1	1	24.88	58	75	1.540	2.445
24	1	3	2	2	2	2	23.18	49	71	1.800	1.513
25	1	4	1	1	1	1	24.06	73	68	1.850	3.473
26	1	4	1	1	2	2	24.12	76	62	1.610	3.203
27	1	4	1	2	1	1	24.48	69	69	1.820	3.007
28	1	4	1	2	2	2	23.45	76	61	1.680	3.343
29	1	4	2	1	1	1	25.38	73	78	1.770	3.760
30	1	4	2	1	2	2	22.84	67	65	1.150	3.083

CASO

CASO	NO.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
31	1	4	2	2	1	23.38	64	77	1.780	2.318	
32	1	4	2	2	2	24.60	69	78	1.710	2.223	
1	2	1	1	1	1	23.39	71	71	1.610	1.860	
2	2	1	1	1	2	21.78	70	67	1.790	1.330	
3	2	1	1	2	1	23.30	69	73	1.720	1.147	
4	2	1	1	2	2	22.45	68	65	1.640	1.273	
5	2	1	2	1	1	22.74	80	78	1.750	1.875	
6	2	1	2	1	2	24.26	74	65	1.450	1.288	
7	2	1	2	2	1	24.30	57	73	1.420	2.430	
8	2	1	2	2	2	23.41	59	67	1.150	1.358	
9	2	2	1	1	1	24.16	79	79	1.450	2.517	
10	2	2	1	1	2	22.84	73	67	1.700	1.978	
11	2	2	1	2	1	22.70	75	78	1.790	1.877	
12	2	2	1	2	2	22.42	73	75	1.680	1.777	
13	2	2	2	1	1	24.62	62	76	1.640	1.840	
14	2	2	2	1	2	24.34	76	78	1.240	1.810	
15	2	2	2	2	1	23.66	79	64	1.580	1.280	
16	2	2	2	2	2	23.26	82	65	1.320	1.420	
17	2	3	1	1	1	23.90	74	69	1.790	2.320	
18	2	3	1	1	2	21.64	67	66	1.580	1.827	
19	2	3	1	2	1	24.76	66	78	1.780	2.060	
20	2	3	1	2	2	21.75	73	72	1.750	1.440	
21	2	3	2	1	1	22.80	71	73	1.780	2.743	
22	2	3	2	1	2	23.86	60	70	1.730	2.203	
23	2	3	2	2	1	23.86	59	69	1.760	1.988	
24	2	3	2	2	2	23.60	79	71	1.620	2.460	
25	2	4	1	1	1	22.45	75	79	1.820	2.803	
26	2	4	1	1	2	22.62	62	75	1.720	2.253	
27	2	4	1	2	1	23.59	79	68	1.840	1.633	
28	2	4	1	2	2	24.92	74	64	1.790	2.723	
29	2	4	2	1	1	23.78	78	68	1.850	3.420	
30	2	4	2	1	2	23.72	75	65	1.780	2.228	
31	2	4	2	2	1	22.43	77	67	1.770	1.710	
32	2	4	2	2	2	23.76	68	66	1.800	2.210	

Esta tesis fue preparada bajo la dirección del Consejero Principal del Comité de profesores que asesoró al candidato y ha sido aprobada por todos los miembros del mismo. Fue sometida a consideración del Jefe y Coordinador del Departamento, Decano y Director de la Escuela Agrícola Panamericana y fue presentada como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

Abril de 1991



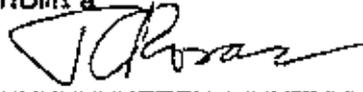
Simón E. Malo, Ph.D.
Director



Jorge Román, Ph.D.
Decano



Leonardo Corral, Ph.D.
Jefe del Departamento,
Agronomía

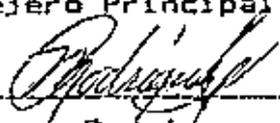


Juan Carlos Rosas, Ph.D.
Coordinador del
Departamento, Agronomía

Comité de Profesores:



Leonardo Corral, Ph.D.
Consejero Principal



Marciano Rodríguez, Ph.D.
Consejero

Alonso Moreno, Ph.D.
Consejero

80

2. D. Moreira, J. C. Andrade,
Producción de Cultivos de
Granos Básicos, El Zamorano
1990.