

EFECTO DE INTERCALAR LEGUMINOSAS, CON DIFERENTES DOSIS DE FOSFORO SOBRE EL RENDIMIENTO DE MAIZ, ZEA MAYS L. EN CENTROAMERICA*

José L. Zea**

RESUMEN

Durante 1989 y 1990 se establecieron 24 ensayos similares con maíz a través de Centroamérica y El Caribe con el propósito de: I) evaluar el efecto de intercalar leguminosas con el cultivo del maíz, II) establecer los requerimientos de fertilización con P en un sistema de maíz intercalado con leguminosa, III) determinar la cobertura del suelo por la leguminosa como indicador del potencial para reducir la erosión y IV) evaluar el control de las malezas ocasionado por la leguminosa intercalada. En los dos años de experimentación se evaluaron tres leguminosas: *Stizolobium deeringianum* Bort (mucuna), *Vigna unguiculata* L. y *Canavalia ensiformis* L., bajo una dosis de 20 y 40 kg P/ha. En general, los resultados obtenidos en 1989 fueron similares a los de 1990. Los rendimientos medios de grano de maíz para las diferentes localidades variaron entre 1,8 y 6,0 t/ha en 1989 y 1,0 y 5,6 t/ha en 1990, ilustrando la gran diversidad de condiciones ambientales imperantes en las zonas maiceras de Centroamérica. El rendimiento de maíz siempre fue menor con leguminosas que sin leguminosas a las mismas dosis de P. A través de ambos años *C. ensiformis* redujo el rendimiento de maíz en 0,310 ($\pm 0,32$) t/ha, *V. unguiculata* en 0,540 ($\pm 0,48$) t/ha y *S. deeringianum* con 0,610 t/ha ($\pm 0,69$) t/ha. La respuesta a la aplicación de P fue variable y dependió del año, el sitio y la leguminosa. En ambos años se observó una respuesta positiva a la aplicación de P en maíz sin leguminosa. En 1989, se observó una respuesta positiva a la aplicación de P en maíz intercalado con *S. deeringianum*, y en 1990 con *C. ensiformis*. La evaluación de cobertura del suelo por la leguminosa (promedio de 8 ensayos) indicó que a los 30 días después de la siembra del maíz, *V. unguiculata* fue la de mejor cobertura, con 62 %, seguido de *C. ensiformis* con 38% y *S. deeringianum* con 35%.

ABSTRACT

Twenty four similar trials with corn were conducted throughout Central America during 1989 and 1990. The specific objectives were: i) to evaluate the effect of intercropping legumes with corn, ii) to establish P requirements in a system of intercropping corn with legumes, iii) to evaluate soil coverage by the legume as an indicator of a potential for erosion reduction and iv) evaluate weed control in the intercropped system. The following legumes were tested: *Stizolobium deeringianum* Bort (mucuna), *Vigna unguiculata* L. and *Canavalia ensiformis* L. each one with P doses of 20 and 40 kg/ha. In general, the results obtained in 1989 were similar to those of 1990. The average corn yield for the different locations varied between 1.8 and 6.0 t/ha in 1989 and 1.0 and 5.6 t/ha in 1990, indicating the great environmental variability of the corn zones of Central America. The corn yield was always lower with legumes than without them, at the same rate of P to both years, *C. ensiformis* reduced the corn yield by 0.310 (± 0.32) t/ha, *V. unguiculata* by 0.540 (± 0.48) t/ha and *S. deeringianum* by 0.610 (± 0.69) t/ha. The response to P was variable and depended on the year, the location and the legume. A positive response to P applied to corn without the legume was observed in both years. There was a positive response to P in corn intercropped with *S. deeringianum* in 1989 and in corn intercropped with *C. ensiformis* in 1990. The legume evaluation as a mulch (average of 8 trials) indicate that at 30 days after the corn planting, *V. unguiculata* gave the best coverage with 62%, followed by *C. ensiformis*, with 38% and *S. deeringianum* with 35%.

INTRODUCCION

En la región de Centroamérica y El Caribe una gran proporción del maíz (*Zea mays* L.) se siembra en áreas marginales. Muchas de estas zonas están caracterizadas por suelos de baja fertilidad y frágiles, frecuentemente en laderas, precipitación errática e insuficiente, y bajo una agricultura típica de subsistencia con bajos insumos. Debido al mal manejo, los suelos en estas zonas marginales tienen un alto potencial de erosión Sánchez 1976 en el trópico húmedo se pierden cerca de 5 a 7

millones de hectáreas e suelo por año debido a la erosión y han sufrido una degradación severa en sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Sánchez 1976). El mantenimiento y la restauración de la fertilidad y estructura del suelo, es esencial en el soporte de sistemas agrícolas a largo plazo (National Academy of Sciences, 1984). Con la perspectiva de desarrollar tecnologías adecuadas para mantener la sostenibilidad de los sistemas de producción de maíz en zonas marginales, en 1989 se inició un proyecto a través de la región de Centroamérica para evaluar el uso potencial de leguminosas intercaladas

* Presentado a la XXXVII Reunión Anual del PCCMCA, Panamá. Panamá. 1991.

** ICTA, Guatemala. Proyecto colaborativo de agronomía de los Programas Nacionales de Centroamérica y El Caribe, y el CIMMYT.

con la siembra del maíz. La razonabilidad de intercalar leguminosas era: (a) reducir la erosión al mantener una mayor cobertura del suelo; (b) reducir la incidencia de malezas; (c) mejorar la estructura del suelo al incrementar la materia orgánica; y (d) aportar nitrógeno (N) al sistema por fijación directa del N atmosférico por la leguminosa. Posibles desventajas al maíz serían la competencia directa de la leguminosa por agua, radiación solar y nutrimentos, con posibles reducciones a corto plazo en el rendimiento del maíz, debido a que la leguminosa actuaría como una maleza.

Se han realizado numerosos estudios para buscar la posibilidad de establecer leguminosas, tanto anuales como perennes, como cultivos intercalados con cereales. La agroforestería con leguminosas arbóreas es una variante de este mismo principio, y los beneficios de la rotación de cultivos con leguminosas son bien conocidos. Carroll y Sharp (1981) en estudios a largo plazo demostraron que se podía establecer *Vicia* spp, *Lotus corniculatus* y *Lathirus sylvestris* como cultivos de cobertura permanentes asociados con maíz. En Nigeria se mostró que *Centrosema pubescens* y *Psophocarpus palustris* se podrían establecer junto con el maíz para controlar malezas (Akobundu (1980). Los resultados mostraron que los rendimientos fueron más altos cuando se usó este sistema en comparación con los testigos bajo labranza de conservación. Normalmente, a corto plazo, se produce una reducción en el rendimiento de los cereales cuando se asocian con una leguminosa, Francis (1989). Sin embargo, lo que hace que estos sistemas sean ventajosos a largo plazo es el beneficio que brinda la leguminosa al fijar N, proteger al suelo contra la erosión, alterar la dinámica de plagas e insectos, mejorar la estructura del suelo, y aportar materia orgánica (Leach, *et al.* 1986). Se han obtenido rendimientos de materia fresca de 23,4 t/ha para *C. ensiformis* y de 27,6 t/ha para *Stizolobium deeringianum*, con contenidos de N en la materia seca de 3,5 y 2,8%, respectivamente (Mello 1978). En ese mismo estudio se mostró que las cantidades de N fijados fueron de 190 y 157 kg/ha por año. Considerada la dinámica, en los sistemas de siembras intercaladas, es difícil atribuir los cambios en rendimiento a un solo efecto; por ejemplo, los beneficios de N dados por la leguminosa tienen un costo de competencia por radiación solar, agua y otros nutrimentos (e. g. P), al ser estos demandados simultáneamente por ambas especies (Francis 1989).

Se ha estimado que la presión por las malezas puede ser el factor más importante que limita la producción de los cultivos en países del trópico (Holm, 1971). El control de las malezas representa la mayor demanda de mano de obra durante el ciclo y limita el área sombrada por el agricultor (Moody, 1977). El control de las malezas constituye además uno de los costos más importantes en el cultivo. Las siembras intercaladas juegan un papel específico, en este sentido, en virtud de que la rápida cobertura del suelo disminuye la incidencia de malezas. Un trabajo realizado por Gliessman (1983) indicó que *Vigna sinensis*, *C.ensiformis* y *S. deeringianum* tenían un efecto alelopático en el control de las malezas cuando fueron sembradas en asocio con maíz.

Varias leguminosas que han sido señaladas como aptas para asociados con el maíz, y que tendrían posible buena adaptación en los sistemas de cultivo existentes a altitudes menores de 1500 msnm, lo cual representa más del 80% del área sembrada con maíz en Centroamérica. La lista incluía *S. deeringianum* Bort (Mucuna), *C. ensiformis* L., *V. unguiculata* L., *P. phaseoloides* L. (kudzu), *Lablab purpureus* L., *Centrosema* spp, *Cajanus cajan* L. y *Sesbania* spp. En estudios preliminares realizados en Panamá y Guatemala se determinó que las especies *C. cajan*; *P. phaseoloides*; *L. purpureus* y *Sesbania* spp. no se adaptaron a las siembras intercaladas, por lo que se les descartó para estudios posteriores. Una característica esencial de la leguminosa destinada a siembras intercaladas con maíz es su capacidad de tolerar condiciones de sombra.

En estos estudios se evaluó el efecto de intercalar las tres leguminosas con maíz: *S. deeringianum* Bort, *V. unguiculata* L. y *C. ensiformis* L. en una gran variedad de ambientes a través de la región Centroamericana. Los objetivos específicos fueron: (a) evaluar el rendimiento del maíz en asocio con las leguminosas; (b) establecer los requerimientos de fósforo (P) con base en dos dosis; 20 y 40 kg P /ha; (c) determinar la cobertura del suelo por las leguminosas como indicador del potencial para reducir la erosión; y (d) medir el control de las malezas ocasionado por la leguminosa intercalada.

MATERIALES Y METODOS

Se realizaron 24 ensayos similares a nivel regional para la evaluación de tres leguminosas, *S. deeringianum*

Bort (mucuna), *C. ensiformis* L. y *V. unguiculata* L.(var.Costa Sur), en siembra intercalada con maíz en diferentes localidades de Centroamérica, durante los ciclos lluviosos (mayo-octubre) de 1989 (11 localidades) y 1990 (13 localidades) .

La variedad de maíz utilizada en cada localidad fue la recomendada por los respectivos Programas Nacionales de Investigación en maíz para Centroamérica y El Caribe. En todas las localidades, excepto una, se utilizaron variedades mejoradas o híbridos de maíz con alto potencial de rendimiento.

Los ensayos se establecieron en su mayoría bajo el sistema de labranza mínima. Las siembras se realizaron en los meses de mayo y junio, después del establecimiento de las lluvias. En 1989, las leguminosas se sembraron entre 0 y 15 días después del maíz, y en 1990 simultáneamente con maíz. Los tratamientos consistieron en tres leguminosas y un testigo sin leguminosa y dos dosis de P (20 y 40) kg P /ha en arreglo factorial. El diseño experimental, en todas las localidades, fue en bloques completos al azar con tres repeticiones.

Para la fertilización del maíz se aplicaron a la siembra, 50 kg N/ha como urea (46-0-0), con las dosis de P (20 y 40 kg P /ha) y S (20 kg S/ha como CaSO₄ · 2H₂O). A los 35 a 45 días después de la siembra (DDS) se aplicó 50 kg/ha como urea (46-0-0). En 1989, la parcela experimental fue de cuatro surcos de maíz de 5 m de largo. En 1990 la parcela experimental fue de 6 surcos de 5 m de largo. La distancia entre surcos varió entre 0,8-1,0 m con dos plantas por postura cada 0,5 m para una densidad promedio de maíz de 44,000 plantas/ha. La siembra de las leguminosas se realizó en el espacio entre los surcos de maíz, utilizando distancias de 0,50 m entre posturas para *S. deeringianum* y *C. ensiformis* en un solo surco (44,000 plantas/ha) y de 0,25 m para *V. unguiculata* en dos surcos (88,000 y 176,000 plantas/ha) para 1989 y 1990, respectivamente). Una descripción detallada de estas leguminosas se encuentra en Zea *et al.* (1990).

Para el manejo de la leguminosa, en 1990, *S. deeringianum* se despuntó 2 o 3 veces durante el ciclo para evitar que compitiera mucho con el maíz. En 1989, esta actividad no se realizó. En cada localidad se intentó mantener el cultivo libre de plagas y enfermedades, y en las parcelas sin leguminosas se hizo control de malezas cuando fue necesario. En la localidad de Jutiapa, Guatemala, el maíz se sembró en asocio con sorgo (*Sorghum bicolor* Moench), ya que esta es una práctica

común en la región. Los datos de esta localidad muestran los rendimientos obtenidos del maíz y del sorgo, sólo que el efecto sobre el rendimiento del sorgo se muestra en forma independiente.

En 1989, se registraron peso de mazorcas de los dos surcos centrales de cada parcela sin eliminar bordes. En 1990, se cosecharon las mazorcas y se determinó el peso rastrojo de maíz en los cuatro surcos centrales de cada parcela experimental. Para convertir peso de mazorca a peso de grano se asumió un porcentaje de desgrane de 80%. La humedad de grano de maíz se determinó utilizando un determinador de humedad portátil. Las muestras de rastrojo se secaron en secadoras comerciales o solares hasta lograr peso constante. En algunas localidades en 1990 se evaluó la cobertura del suelo por la leguminosa y por las malezas utilizando un marco de 70 x 70 cm subdividido en segmentos de 10 x 10 cm, determinando el porcentaje de segmentos cubiertos por leguminosa o malezas en dos lecturas por parcela cada 15 días. Asimismo en varias localidades, se midió el peso de la biomasa de las leguminosas en los cuatro surcos centrales.

En cada localidad se realizó un análisis de varianza y se efectuaron contrastes ortogonales de un grado de libertad para comparaciones específicas preplaneadas. Para la evaluación de las diferencias entre los rendimientos de maíz con leguminosa y el tratamiento sin leguminosa a cada dosis de P, se utilizó una modificación de método de estabilidad relativa entre pares de tratamientos Mead *et al.*, (1986). En este método se graficaron el valor de la media ambiental de todos los tratamientos contra las diferencias entre los pares de tratamientos de interés, lo que permitió la evaluación del efecto neto de la leguminosa con relación a la siembra sin leguminosa, en el rendimiento del maíz.

RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto de las leguminosas en el rendimiento de maíz

En general los resultados obtenidos en 1989 son similares a los de 1990. El Cuadro 1 se presentan los rendimientos de los tratamientos por cada localidad, variables estadísticas, y características climáticas y edafológicas de cada localidad para los datos de 1989 (11 ensayos) y 1990 (13 ensayos). Los rendimientos promedios de todos los tratamientos de grano de maíz variaron desde 1,0 a 6,0 t/ha a través de las 24 localidades,

Cuadro 2. Valores medios del rendimiento de maíz t/ha asociado con leguminosas bajo dos dosis de fósforo en Centroamérica 1990.

Localidades	Jutiapa	Zacapa	Cuyuta	La Máquina	San Jim.	Sacacoyo	Ciudad Arce	Opico	Siquiatepeque	Nicaragua	Parita	La Honda	Las Tablas	Prom.
Tratamiento*	Guatemala			El Salvador			Honduras	Panamá						
Maíz · S.d. · 20P	1,99	0,64	1,69	4,88	2,45	3,66	2,81	2,95	4,03	2,95	5,10	5,13	4,72	3,31
Maíz · S.d. · 40P	2,15	0,66	1,70	5,02	3,25	3,53	2,62	3,28	2,97	2,92	4,79	5,03	5,20	3,32
Maíz · v.u. · 20P	1,76	0,73	1,93	4,54	2,59	2,57	2,26	3,00	3,07	2,64	5,40	5,24	5,00	3,13
Maíz · v.u. · 40P	1,96	0,78	1,86	4,54	2,86	2,57	1,89	3,02	3,20	2,81	5,82	5,70	5,30	3,25
Maíz · c.e. · 20P	1,57	0,48	1,66	5,20	3,19	3,68	1,77	3,07	4,16	2,98	5,22	5,53	4,52	3,31
Maíz · c.e. · 40P	2,62	0,80	2,62	4,96	2,61	3,41	2,58	3,16	4,26	3,33	5,37	5,42	4,35	3,50
Maíz Solo · 20P	1,92	1,30	2,38	5,37	3,38	3,25	2,29	3,21	4,04	3,32	5,77	5,64	5,00	3,60
Maíz Solo · 40P	2,70	1,69	3,15	5,43	3,04	3,68	2,58	3,03	4,86	3,47	5,96	6,04	5,12	3,90
Maíz Solo · 0P	1,17	1,20	2,45	4,37	3,32	3,43	1,66	2,56	4,35	2,97	5,97	5,27	4,24	3,30
Maíz Solo · 40P, 0S	3,43	1,59	2,60	5,83	2,05	4,11	2,23	2,98	4,93	3,45	5,82	6,06	4,85	3,84
Promedio	2,15	1,00	2,11	4,91	2,90	3,40	2,26	2,98	3,98	3,02	5,57	5,56	4,89	3,44

*Sd_ *Stizolobium deringianum*; v.u_ *Vigna unguiculata*; c.e_ *Canavalia ensiformis* 0,20 y 40 p =P en kg/ha.

indicando la gran variabilidad en el potencial ambiental de las distintas localidades. El error estándar de las diferencias entre promedios varió desde 0,24 a 0,70 t/ha, y fue independiente del nivel del rendimiento ambiental.

Dada la ausencia de una relación clara entre el efecto de tratamientos con el potencial de rendimiento, a través de las diferentes localidades, se procedió a unificar la información de los análisis de varianza y los contrastes de un grado de libertad de todas las localidades. En general, los rendimientos de maíz fueron menores en los tratamientos con leguminosa que sin leguminosa a las mismas dosis. Las leguminosas *V. unguiculata* y *S. deeringianum* mostraron mayor competencia con el maíz que la observada para *C. ensiformis*. Asimismo la variabilidad de la respuesta fue menor para *C. ensiformis*.

Debido a que el efecto de la leguminosa sobre el rendimiento de maíz fue independiente del potencial ambiental y dosis de P, se utilizaron los promedios globales y sus desviaciones estándar para caracterizar la reducción neta del rendimiento a través de los diferentes ambientes evaluados. A través de los dos años y las 24 localidades evaluadas, *C. ensiformis* redujo el rendimiento de maíz en $0,31 \pm 0,32$ t/ha, *V. unguiculata* en $0,54 \pm 0,48$ t/ha y *S. deeringianum* en $0,61 \pm 0,69$ t/ha.

La considerable reducción del rendimiento de maíz observada para *S. deeringianum* posiblemente se debe en parte a que en 1989 no se despuntó y su competencia con el maíz fue mayor (Figura 1a, 1b). En 1990, se despuntó entre dos y tres veces para mantener su desarrollo bajo control, y se observó que la reducción ocasionada fue a la

causada por las otras leguminosas. Por su parte, *V. unguiculata*, redujo más el rendimiento en 1990 que en 1989 (Figura 3a, 3b). Esto se explica debido a que en el primer ciclo de ensayos esta leguminosa se sembró a 88,000 plantas/ha mientras que en 1990 se sembró a 176,000 plantas/ha, causando una mayor competencia al maíz. Esto concuerda con estudios realizados por Enyi (1973) y por Chang y Shibles (1985), que muestran que la siembra intercalada de esta leguminosa siempre reduce el rendimiento de maíz, especialmente a densidades altas. A pesar que *V. unguiculata* ocupó el segundo lugar en reducción de rendimiento de maíz, debe tenerse presente que produce ejote (vainas) y grano comestible y puede compensar en parte la pérdida en rendimiento de maíz durante el ciclo de cultivo. De las tres leguminosas, *C. ensiformis* fue la que provocó la menor reducción en rendimiento de maíz, y por tanto, fue la más aceptable. La menor competencia de esta leguminosa posiblemente se debió al hábito de crecimiento arbustivo de la especie evaluada y a la profunda raíz pivotante, lo que hace que explore agua y nutrientes a niveles más profundos que el maíz, que depende de las regiones más superficiales del suelo.

Dentro del rango de ambientes evaluados (de 1,0 a 6,0 t/ha), la reducción en el rendimiento de maíz por la leguminosa fue independiente del potencial ambiental. La independencia del efecto de reducción del rendimiento de maíz por la leguminosa sobre el nivel de rendimiento para una localidad dada, constituye un argumento valioso en soporte de la obtención de información agronómica a través de ensayos regionales de este tipo.

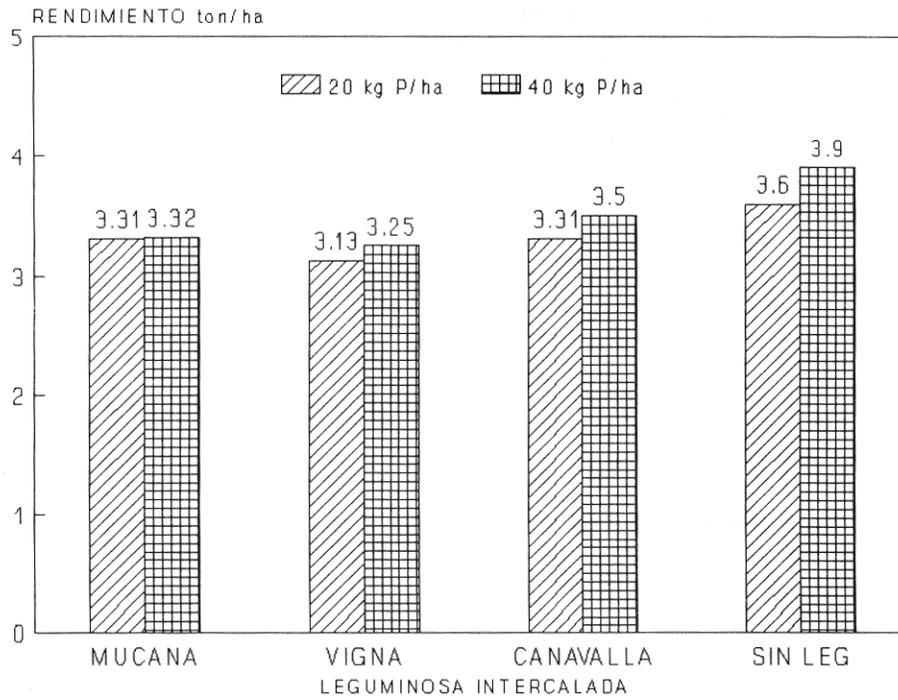


Figura 1. Efecto de intercalar leguminosas bajo dos dosis de P sobre el rendimiento de maíz. Centroamérica. 1990.

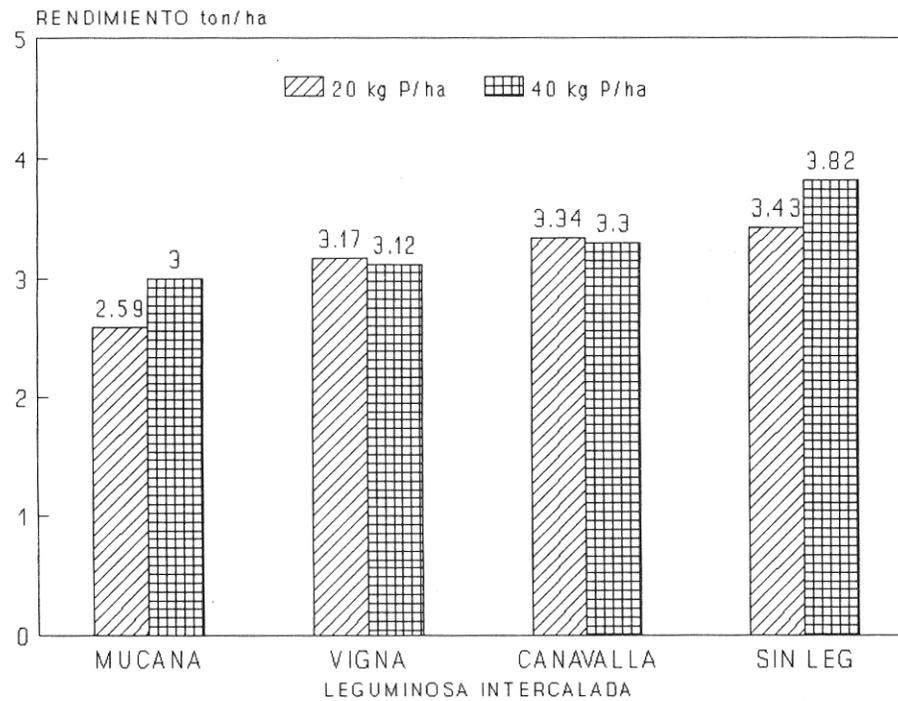


Figura 2. Efecto de intercalar leguminosas bajo dos dosis de P sobre el rendimiento de maíz. Centroamérica. 1989.

Efecto de las dosis P

La respuesta a la aplicación de P fue variable y dependió del año, el sitio y la leguminosa. Sin embargo,

en general, la reducción en rendimiento por la leguminosa fue similar a ambos niveles de P. La respuesta a P no fue consistente a través de años ni leguminosas. En 1989, se observó una respuesta a P en los promedios a través de localidades para *S. deeringianum* (Figura 2), y en 1990 en *C. ensiformis* (Figura 1). Estos datos sugieren parcialmente que la reducción en rendimiento de maíz debe a una competencia por nutrientes en particular P.

Efecto sobre la cobertura del suelo y control de malezas

La cobertura del área entre surcos de maíz fue variable en cada localidad, leguminosa, así como a través del tiempo. Los datos promedio obtenidos en 8 ensayos a través de Centroamérica en 1990 muestran que a los 15 días después de la siembra del maíz, las tres leguminosas mostraron en promedio la misma cobertura (Figura 3). La cobertura de *C. ensiformis* y *S. deeringianum* fueron bastantes similares en las cuatro lecturas efectuadas a través del tiempo. A los 30 días estas dos leguminosas cubrieron aproximadamente el 45% y 41% del suelo, respectivamente a los 45 días ambas cubren cerca del 58% y a los 60 días *C. ensiformis* cubre el 72% del suelo mientras que *S. deeringianum* solo cubre el 63%. El comportamiento de *V. unguiculata* es diferente a las dos anteriores. Por su ciclo corto (60-70 días) y la densidad a la que fue sembrada (176,000 plantas/ha), esta leguminosa produjo mayor cobertura que las otras y a los 30 días cubrió el 67%, llegando a los 45 días a 87%, esta es la mayor cobertura que realiza, pues luego inicia su defoliación, tal como lo indica el 73% de cobertura a los 60 días.

El desarrollo de las malezas en los tratamientos con leguminosas fue también variable en relación con la especie y el tiempo (Figura 4). Los datos de cobertura por maleza que se presentan fueron tomados en cuatro localidades de Guatemala. A los 15 días, el porcentaje de suelo cubierto por maleza fue similar en las tres leguminosas (11% para *S. deeringianum*, 12% para *V. unguiculata* y 13% para *C. ensiformis*). El tratamiento con *V. unguiculata* muestra una disminución de la cobertura por maleza a través del tiempo. A los 30 días baja a 10% y a los 45 días llega a 9%. Esto se explica en relación con el ciclo corto de esta leguminosa. A los 60 días, cuando *V. unguiculata* ya está en plena senescencia, el porcentaje de suelo cubierto por maleza tiende a aumentar (11%). En los tratamientos con *S. deeringianum* y *C. ensiformis* el comportamiento de las malezas tendió a ser similar en los primeros 45 días, aunque ligeramente mayor para *C. ensiformis* (13%, 18% y 20% contra 11%, 14% y 14%, a los 15, 30 y 45 días, respectivamente). A los 60 días, la cobertura por las malezas en estos tratamientos, se

estabilizó o disminuyó ligeramente. Los datos de cobertura de la leguminosa demuestran que durante los primeros 30 días es posible tener una cobertura significativa a nivel del suelo, lo que contribuiría a disminuir la erosión durante este período crítico.

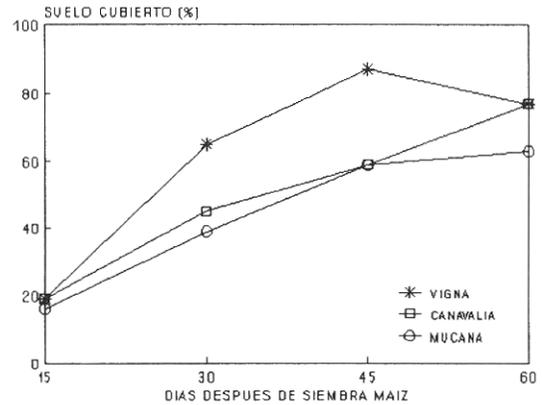


Figura 3. Cobertura del área entre surcos de maíz hecha por las leguminosas a través del tiempo. Centroamérica. 1990.

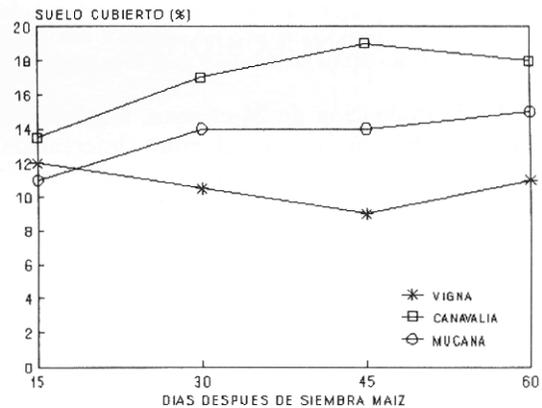


Figura 4. Cobertura del área entre surcos de maíz hecha por las leguminosas a través del tiempo. Centroamérica. 1989.

En las localidades en donde se obtuvieron datos de biomasa de las leguminosas, los resultados en promedio fueron: *S. deeringianum* 1,73 t/ha, *V. unguiculata* 3,59 t/h y *C. ensiformis* 5,40 t/ha.

Efecto de la leguminosa en el asocio maíz-sorgo

En la localidad Jutiapa, Guatemala, se sembró el maíz asociado con sorgo. Aunque no se observaron diferencias estadísticamente significativas en el

rendimiento de grano de sorgo entre las tres leguminosas, *C. ensiformis* causó la mayor reducción de rendimiento de grano con 0,517 t/ha, en promedio sobre dosis de P (Cuadro 2). Esto se explica porque esta leguminosa continuó en crecimiento durante todo el ciclo del sorgo. Después de la dobla del maíz esta leguminosa desarrolló hasta cubrir totalmente el espacio entre surcos, lo cual necesariamente produjo más competencia con el sorgo, especialmente por humedad.

Cuadro 2. Rendimiento de grano de sorgo al 15% de humedad y comparaciones entre tratamientos en el ensayo de leguminosas intercaladas. Jutiapa, Guatemala. 1990.

Tratamiento	Rend. (t/ha)	Comparación	(t/ha)
Maíz + S.d. 20P	1,62	S.d. 20P vs SL 20P	0,00
Maíz + S.d. 40P	1,46	S.d. 40P vs SL 40P	-0,75
Maíz + V.u. 20P	1,63	V.u. 20P vs SL 20P	+0,01
Maíz + V.u. 40P	1,80	V.u. 40P vs SL 40P	-0,41
Maíz + C.e. 40P	1,24	C.e. 20P vs SL 20P	-0,38
Maíz + C.e. 40P	1,56	C.e. 40P vs SL 40	-0,65
Maíz Solo 20P	1,62		
Maíz Solo 40P	2,21		

CONCLUSIONES

En la evaluación de 24 ensayos, a través de dos años, se observó que la siembra intercalada de leguminosa disminuyó consistentemente el rendimiento del maíz comparado con la siembra del maíz sin leguminosa. Dentro del rango de ambientes evaluados, la reducción del rendimiento del maíz fue independiente del potencial de rendimiento ambiental. La reducción neta del rendimiento de maíz fue de $0,31 \pm 0,32$, $0,54 \pm 0,48$ y $0,61 \pm 0,69$ t/ha, respectivamente para *C. ensiformis*, *V. unguiculata* y *S. deeringianum*.

La independencia del efecto de reducción del rendimiento de maíz por la leguminosa sobre el nivel de rendimiento para una localidad dada, constituye un argumento valioso en soporte de la obtención de información agronómica a través de ensayos regionales bajo condiciones ambientales muy variables.

La respuesta a la aplicación de P fue variable y dependió del año, el sitio y la leguminosa. En 1989, se observó una respuesta a P en los promedios a través de localidades para *S. deeringianum* (0,41 t/ha) y en 1990 en *C. ensiformis* (0,19 t/ha).

Los datos de cobertura de la leguminosa muestran que durante los primeros 30 días es posible tener una

cobertura significativa a nivel del suelo, lo que contribuiría a disminuir la erosión durante este período crítico. La reducción en la erosión de suelo por la cobertura de la leguminosa, el control de las malezas, los aportes de materia orgánica y N, y la mejoría paulatina en la estructura y fertilidad de suelo, convierten a las leguminosas intercaladas en tecnologías con alto potencial para mantener la productividad del recurso suelo en situaciones de ladera y alto potencial erosivo.

LITERATURA CITADA

- AKOBUNDU, I.O. 1980. Live mulch a new approach to weed control in the tropics. Proc. 1980 British Crop Protection Conference-Weeds. pp.377-382.
- CARROLL, D. A.; SHARP, W.C. 1981. Permanent legume cover in notill corn. Agron Abs. American Society of Agronomy. Madison, WI, p.214.
- CHANG, J. F.; SHIBLES, R.M. 1985. An analysis of competition between intercropped cowpea and maize. II. The effect of fertilization and population density. Field Crops Res. 12:145-152.
- ENYI, BAC. 1973. Effects of intercropping maize or sorghum with cowpeas, pigeon peas or beans. Expl. Agric. 9:83-90.
- FRANCIS, C. A 1989. Biological efficiencies in multiple cropping system. Advances in Agronomy, Vol.41 Madison, WI.
- GLIESSMAN, S. R. 1983. Allelopathic interactions in crop-weed mixtures: applications from weed management. Journal of Chemical Ecol. 9,8. 991-999.
- HOLM, L R 1971. Weed Sci. 19,485-490.
- LEACH, GJ.; REES, M.C.; CHARLES-EDWARDS, D.A.1986. Field crops. Res. 15:17-37.
- MEAD R; RYLEY, J.; DEAR, K; SINGH, S.P. 1986. Stability comparisons of intercropping and monocropping system. Siometrics 42:253-266.
- MELLO, F. 1978. N fixation by some legumes. Revista de Agricultura, Piracicaba, Bra. vol.53, No.1,2.
- MOODY, K. 1971. Proc. Symp. crop Syst. Res. Dev. Asian Rice Farmer, I.R.R.I., Los Banos, Philipp. pp.281-294.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1984. Tropical Legumes Resources for the future. Washington, D.C. pp. 292-332.
- SANCHEZ, P. 1976. Properties and management of soils in the tropics. New York. John Wiley and Sons.
- ZEA J.L; RAUN, W.R; BARRETO, HJ. 1990. Efectos de intercalar leguminosas a diferentes fechas de siembra y dosis de fósforo sobre el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.), Centroamérica, Panamá y El Caribe. Documento de trabajo, CIMMYT, Guatemala, Guatemala.