

# LAS ASOCIACIONES MAÍZ-LEGUMINOSAS: SU EFECTO EN LA CONSERVACIÓN DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS <sup>1</sup>

*Claro Alfonso <sup>2</sup>, Mario Riverol <sup>2</sup>, Pedro Porras <sup>3</sup>, Eduardo Cabrera <sup>3</sup>, Juan Llanes <sup>3</sup>,  
Juan Hernández<sup>3</sup>, Víctor Somoza<sup>2</sup>*

## RESUMEN

**Las asociaciones maíz-leguminosas: su efecto en la conservación de la fertilidad de los suelos .** Durante el trienio 1993-1995, se evaluaron el efecto de las asociaciones de maíz-leguminosas, sobre la conservación de la fertilidad del suelo y su impacto, como cultivos precedentes, sobre el rendimiento del frijol. Se estudiaron en Suelos Oxisoles y en parcelas de escurrimientos (Suelos Ultisoles), las siguientes asociaciones: para el agroecosistema del Sur de La Habana, caracterizado por suelos ultisoles (parcelas de escurrimiento): maíz; maíz+caupí; maíz+frijol de terciopelo; maíz+canavalia; maíz+crotalaria; maíz+sesbania. Para el agroecosistema de San Juan y Martínez: maíz; maíz+caupí; maíz+frijol de terciopelo; maíz+canavalia; millo y barbecho. Los resultados señalaron que las asociaciones del maíz con leguminosas beneficiaron las propiedades del suelo evaluadas, y que combinadas con el laboreo mínimo, en las condiciones de los suelos Oxisoles, complementaron el efecto benéfico de éste. El impacto de estas coberturas como precedente del cultivo del frijol fue significativo sobre su rendimiento con respecto al maíz solo. El balance de los nutrientes se vio favorecido por el reciclaje efectuado por los abonos verdes utilizados, con la reducción del nitrógeno en hasta un 25 %, y en un 100 % para el P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, teniendo en cuenta el alto abastecimiento de estos suelos. En los Ultisoles donde se establecieron las coberturas en parcelas de escurrimiento, además de repetirse los efectos de éstas, se vio el impacto antierosivo de las mismas, al disminuir las pérdidas de suelos con respecto al barbecho y al testigo con maíz solo.

## ABSTRACT

**The maize-legume association : a permissible alternative for the conservation of soil fertility in bean crops in Cuba.** During a three-year period from 1993 to 1995, experiments were conducted to determine the effect of the maize-legume associations on soil fertility and their impact upon the yields of subsequent bean crops. We studied under Research Station conditions on an Oxisol soil and on drainage plots in Ultisol soil, the following associations: for the agro-ecosystem South of Havana oxisol we considered maize + caupi; maize + velvet bean; maize + canavalia; maize + crotalaria; maize + sesbania. While for the agro-ecosystem of San Juan and Martínez (Ultisol) treatments were : maize, maize + caupi; maize + velvet bean; maize + canavalia; millet and fallow soil. The results showed that the intercropping of maize with legume was beneficial on the evaluated soil properties, and that, if combined with minimum tillage in the Oxisols, they complement the beneficial effects of both agronomic practices of that type of soil. The impact of these legume-maize-treatments in the subsequent cultivation of beans was significant on seed yield compared to the obtained after maize alone. The nutrient balance was favored by the recycling of nutrients from green manure left by the legume-maize treatments used. The recycling of nutrients made possible a nitrogen reduction of 25%, and one of 100% for P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O. In the Ultisol soils drainage plots where established, in addition to the mentioned effects, we observed an anti-erosive impact of the treatments which diminished soil losses as compared to maize alone and fallow soil.

---

<sup>1</sup> Presentado en la XLI Reunión Anual del PCCMCA en El Salvador, Centroamérica. 27 al 31 de marzo, 1996. Proyecto R3 del trienio 1993 - 1995 del Programa PROFRIJOL.

<sup>2</sup> Investigadores del Instituto de suelos de Cuba.

<sup>3</sup> Investigadores de La Estación de Suelos de San Juan y Martínez.

## INTRODUCCION

La importancia de la utilización de las coberturas con el fin de conservar principalmente el suelo, es un aspecto recurrente en la literatura especializada del tema, existiendo: tratados, memorias de talleres, libros, revistas, informes de proyectos, etc., que abordan profundamente esta importante temática.

El principal efecto de las coberturas es proteger el suelo del impacto de las gotas de lluvia, principal factor de la erosión. En las investigaciones realizadas hasta ahora en América Latina existe información de los beneficios de las coberturas, utilizadas solas o en asociación con otros cultivos. La asociación del maíz combinado con leguminosas, es la más usada (Miller, Graves y Willians, 1992; Restrepo, 1992).

No es muy frecuente encontrar informes del impacto de las gotas de lluvia sobre las pérdidas de suelo por la erosión, ni tampoco de las modificaciones que se producen en algunas propiedades del suelo, bajo estas coberturas. El objetivo del presente artículo fueron evaluar el efecto de la asociación maíz-leguminosa en la conservación de los suelos.

## MATERIALES Y METODOS

Las localidades donde se efectuaron los ensayos, fueron: Estación Experimental "La Reneé", ubicada en la localidad de Quivicán y La Estación de Suelos de San Juan y Martínez, en la provincia de Pinar del Río, en la localidad de Calderón. Las especificaciones de estos ensayos aparecen a continuación:

**Localidad de Quivicán (La Reneé):** Suelo ferralítico rojo según Hernández (1975), (Oxisol). Tamaño de las parcelas: 4,8 m x 6 m. Número de réplicas: Diseño experimental : bloques al azar. El tamaño de los bloques fue de 80x40m.

Las variedades de frijol sembrada fueron : CC-9, el 5 de noviembre de 1993, BAT-58 el 5 de noviembre de 1994 y CC-9 el 15 de octubre de 1995. Todos con grano color negro.

### Tratamientos:

- 1.- Maíz
- 2.- Maíz + caupí asociado (*Vigna unguiculata* variedad Viñales-144E).

- 3.- Maíz + Frijol terciopelo asociado (*Stizolobium deeringianum*, L.).
- 4.- Maíz + canavalia asociada (*Canavalia ensiformis*, L.).
- 5.- Maíz + crotalaria asociada (*Crotalaria juncea*, L.)
- 6.- Maíz + sesbania asociada (*Sesbania rostrata*, L.)

### La distancia de siembra fue:

- 1.- Maíz: 0,90m entre hileras X 0,40 m entre plantas.
- 2.- Caupí: 0,90 X 0,03 m (entre las hileras maíz) y además se sembró de dos a tres granos entre las plantas de maíz.
- 3.- Frijol de terciopelo 0,90 x 0,25m ( entre las hileras maíz) y además se sembró una semilla entre las plantas de maíz.
- 4.- Canavalia: 0,90 x 0,25m: (entre las hileras maíz) y además se sembró una semilla entre las plantas de maíz.
- 5.- Crotalaria: 0,90 X 0,03 m (entre las hileras maíz) y además se sembró de 2 a 3 granos entre las plantas de maíz.
- 6.- Sesbania: 0,90 X 0,03 m (entre las hileras maíz) y además se sembró de 2 a 3 granos entre las plantas de maíz.

La siembra de los socios , se efectuó en mayo de cada año y la incorporación, de la materia orgánica en agosto de cada año.

### Localidad de Calderón. San Juan y Martínez.

En la localidad de Calderón , este ensayo se desarrolló en parcelas de escurrimiento. Estas parcelas están dotadas de tanques sedimentadores y reductores, protegidos, para la medición de las pérdidas de suelos (Cuadro 1).

La rotación seguida: cobertura - frijol - tabaco - cobertura - frijol - tabaco - cobertura - frijol.

La variedad de frijol sembrada: la BAT-304 (grano negro).

Las fechas de siembra fueron : 20 de octubre de 1993; 2 de noviembre de 1994 y 15 de octubre de 1995.

Las asociaciones antecesoras del frijol fueron:

**Cuadro 1.** Características de las parcelas de escurrimiento. Localidad de Calderón, San Juan y Martínez.

No de parcelas	ASNМ (m)	Tipo de suelo	Area (m2)	Pendiente (%)	Dimensiones Largo y ancho	
1	50-60	Ferr. Cuar. Amar. L. (Ultisol)	80	9	20	4
2	50-60	Ferr. Cuar. Amar. L. (Ultisol)	80	9	20	4
3	50-60	Ferr. Cuar. Amar. L. (Ultisol)	80	9	20	4
4	50-60	Ferr. Cuar. Amar. L. (Ultisol)	80	9	20	4
5	50-60	Ferr. Cuar. Amar. L. (Ultisol)	80	9	20	4
6	50-60	Ferr. Cuar. Amar. L. (Ultisol)	80	9	20	4

- Parcela 1. Millo forrajero (*Sorghum annum*).  
 Parcela 2. Maíz  
 Parcela 3. Maíz asociado con caupí (*Vigna unguiculata* bar. Viñales 144E).  
 Parcela 4. Maíz asociado con Frijol de Terciopelo (*Stizolobium deeringianum*, L.).  
 Parcela 5. Maíz asociado con Canavalia (*Canavalia ensiformis*, L.).  
 Parcela 6. Barbecho.  
 Parcela 7. Suelo Desnudo.

Las asociaciones se establecieron en mayo de cada año y su incorporación en agosto.

En todos los ensayos se realizaron muestreos de suelo al inicio de los mismos, lo que se tuvo en cuenta para la fertilización posterior del cultivo del frijol se aplicó durante la siembra el  $P_2O_5$  y el  $K_2O$  en función de su contenido en el suelo y la demanda del cultivo (120-80-90) de N-P-K.

En el caso de suelos con tenores elevados de fósforo y potasio (suelos Ferralíticos Rojos), el nitrógeno se aplicó a 40 kg/ha. En ambos ensayos se inoculó el grano con *Rhizobium phaseoli*. Las cepas utilizadas según el suelo fueron: para los Oxisoles, la cepa FR-1 y para los Ultisoles la cepa Scrypton.

El análisis físico se efectuó siguiendo la metodología de Monnier, Stengel y Fies (1973) para la porosidad, la percolación, con permémetro de laboratorio y la penetrometría, con penetrómetro de bolsillo.

Se determinó la biomasa producida por las coberturas y los rendimientos de frijol.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los resultados del análisis inicial del suelo en las localidades de Quivicán y

Calderón y en el Cuadro 2 los resultados del análisis del suelo correspondiente al tercer año consecutivo en ambos ensayos.

Los resultados obtenidos (Cuadro 2), indican que en Quivicán el suelo está altamente abastecido en  $P_2O_5$  y  $K_2O$ , correlacionando los altos contenidos de Ca y Mg con el pH que presentan. Además de un contenido óptimo de materia orgánica. Estos suelos tuvieron valores considerados como óptimos por encima de 4%, según Bennett y Allison, (1929). En el caso de la localidad de Calderón, por ser área cultivada de tabaco desde principios de siglo, los valores de  $P_2O_5$  altos y  $K_2O$  bajos y los valores de materia orgánica a su vez son intermedios.

Al comparar los resultados del tercer año con los del primero, no se observaron diferencias en la mayoría de las variables, lo cual evidencia que las medidas conservacionistas introducidas tuvieron la fertilidad química estable. En cuanto a las modificaciones de las propiedades físicas, (Cuadro 4), las asociaciones, en el caso del Oxisol, mejoraron ligeramente el estado físico del suelo, lo que se presentó más evidente en el Ultisol, con base en los valores obtenidos con el del maíz en el ensayo de Quivicán y en comparación con el barbecho, en la localidad de Calderón. Este efecto fue señalado también por Kundler *et al*, (1984), citado por Restrepo, (1992) y por Riverol y Alfonso, (1995), para el uso de estas asociaciones en rotaciones sucesivas durante varios años.

En los suelos Oxisoles este comportamiento se vio enmascarado por ser el sistema de mínima labranza, un factor mejorador del estado físico del suelo que complementa la influencia de los sistemas radicales de las coberturas. Este comportamiento es coincidente con los informes de Alfonso, Riverol y Rivero (1995) y por Valdivia, (1987), para Cuba y Honduras respectivamente, con el uso de la labranza mínima de los suelos, como medida conservacionista.

La importancia de la mejora del estado físico del suelo, sobre todo en el caso del Ultisol, con peligro de erosión, lo constituyó el efecto antierosivo de las cober-

**Cuadro 2.** Características de los suelos utilizados. ( 1993).

Tipo de suelo	Localidad	Profundidad de capa (cm)	Acidez pH		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> PPM	K <sub>2</sub> O PM	Ca <sup>2+</sup> PM	Mg <sup>2+</sup> PPM	M.O %	Clase Textura USDA
			H <sub>2</sub> O	KCl						
Oxisol	Quivicán	0 - 15	6.7	6.0	800	490	435	215	3.00	Arcilla
Ultisol	Calderón	0 - 10	5.5	4.7	200	110	137	83	1.05	Loam arenoso

**Cuadro 3.** Modificaciones de las propiedades químicas después de tres años (1995).

Tipo de suelo	Localidad	Profundidad de capa (cm)	pH		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> PPM	K <sub>2</sub> O PM	Ca <sup>2+</sup> PPM	Mg <sup>2+</sup> PPM	M.O %	Variante
			H <sub>2</sub> O	KCl						
Oxisol	Quivicán	0 - 15	6,8	6,2	780	375	357	145	2,90	Maíz+Canavalia
Ultisol	Calderón	0 - 10	5,4	4,7	22	100	146	78	1,04	Maíz+Canavalia

Fósforo	Potasio
Bajo < 150 PPM	< 150 PPM
Medio 150-300 PPM	150-200 PPM
Alto > 300 PPM	> 200 PPM

**Cuadro 4.** Modificaciones de algunas propiedades físicas . (finales de 1995).

Tipo de suelo y localidad	Tratamientos (coberturas)	Profundidad (cm)	Porosidad (%)		P.E.	Permeabilidad fondo del		Compactación fondo surco kg/cm <sup>2</sup>
			P.G.	P.T.		surco mm/h	entre surco mm/h	
Oxisol La Renée	Laboreo mínimo							
	1. Maíz	0 - 15	70	43	27	-	-	-
		15 - 30	65	43	22	260	100	3,25
	2. Maíz + caupí	0 - 15	69	40	29	-	-	-
		15 - 30	64	41	23	280	120	2,75
	3. Maíz + f. terciopelo	0 - 15	70	42	28	-	-	-
		15 - 30	68	45	23	285	122	2,50
	4. Maíz + canavalia	0 - 15	70	41	29	-	-	-
		15 - 30	66	42	24	295	135	2,75
	5. Maíz + crotalaria	0 - 15	69	41	28	-	-	-
		15 - 30	65	42	23	263	125	2,75
	6. Maíz + sesbania	0 - 15	71	40	31	-	-	-
		15 - 30	66	41	25	270	126	2,50
		Laboreo tradicional						
	1. Maíz + Canavalia	0 - 15	68	44	24	-	-	-
		15 - 30	62	44	18	130	65	3,50
Ultisol San Juan y Mtnez. Calderón	1. Millo forrajero	0 - 10	61	42	19	-	-	-
		10 - 20	58	43	15	115	100	2,50
	2. Maíz	0 - 10	57	43	14	-	-	-
		10 - 20	55	45	10	100	95	3,25
	3. Maíz + caupí	0 - 10	59	43	16	-	-	-
		10 - 20	57	44	13	110	100	3,00
	4. Maíz + f. terciopelo	0 - 10	58	43	15	-	-	-
		10 - 20	56	44	12	105	101	2,75
	5. Maíz + canavalia	0 - 10	59	43	16	-	-	-
		10 - 20	57	44	13	108	96	2,50
	6. Maíz + crotalaria	0 - 10	58	41	17	-	-	-
		10 - 20	56	44	12	112	105	3,00
	7. Barbecho	0 - 10	56	44	12	-	-	-
	10 - 20	53	45	8	90	85	3,50	

P.G. = Porosidad Global P.T. = Porosidad Textural P.E. = Porosidad Estructural (P.G. - P.T. = P.E.)

turas utilizadas, (Cuadro 4). Se observó el control que ejercieron las mismas sobre las pérdidas por arrastres de suelo y fue evidente el efecto del millo forrajero, seguido por las asociaciones, sin diferencia estadística entre ellos. En orden descendente, quedaron maíz, el barbecho y el suelo desnudo. Varios autores obtuvieron resultados similares: Riverol, Rocha y Llamada (1992); Restrepo, (1992); Zimmerman, Graves y Willians (1988); Alfonso, (1987); Miller, Graves, Willians (1992) y Sánchez, (1981).

En relación con la biomasa producida, (Figuras 1, 2 y 2a), las coberturas estudiadas (abonos verdes solos o asociados con el maíz), no presentaron diferencias significativas en las dos localidades, siendo diferentes de la producida por el maíz, arrojando el mayor volumen, el que corresponde al millo forrajero; lo que explica el mejor efecto de esta especie en todas las variables estudiadas. Esto confirma la observación realizada por Monnier, (1965), en relación con el relevante efecto de las gramíneas cuando son empleadas como abonos verdes.

Con respecto al rendimiento del maíz, no se observó impacto negativo de las leguminosas. Por lo tanto, la velocidad de cubrimiento de las leguminosas (Cuadro 5) es la que puede determinar su empleo como abono verde en las condiciones de Cuba y sobre todo en los suelos con peligro de degradación (erosión y deterioro físico). En este sentido se destacan como las más precoces la canavalia y el caupí, aunque el millo forrajero a pesar de no ser leguminosa, fue mucho más efectivo y precoz. Estos resultados tienen puntos en común con los indicados por: Druzianich y Gutiérrez, (1983); Miller, Graves y Willians (1992) y Tandon, (1992).

Otro elemento que se tuvo en cuenta para seleccionar las coberturas más promisorias, fue la alelopatía de las mismas con respecto a las malezas y su resistencia al ataque de la bibijagua. De las especies estudiadas, el millo forrajero y la canavalia, resultaron los mejores.

En cuanto al posible reciclaje de nutrientes realizado por las coberturas, (Cuadro 6), se nota que todas pueden aportar por encima de 100 kg/ha de nitrógeno, mostrando superioridad sobre el que realiza el maíz. Esto confirma los informados por la Academia Nacional de Ciencias de USA, (1979).

A partir de los contenidos de nutrientes, que pueden reciclar las coberturas y de los tenores de fósforo y potasio del suelo, así como la asociación que se establece entre el *Rhizobium* y el frijol, es posible sustituir hasta un 25% del nitrógeno necesario para su cultivo, y todo el fósforo y el potasio en el Oxisol. En el Ultisol el nitrógeno y el fósforo se pueden manejar de la misma forma, no así el potasio (muy móvil), el que debe ser añadido parcialmente.

Los rendimientos del frijol, (Figuras 3, 4 y 4a), muestran que existió una leve influencia de las asociaciones formadas por leguminosas más maíz. En ambas localidades de los valores obtenidos en el tratamiento de maíz como cultivo antecesor, fueron inferiores. Los valores de dichas asociaciones no difieren entre sí. Esto se explica por el mejoramiento de la fertilidad física, química y biológica de los suelos, efectuada por las coberturas, lo que refleja dicho incremento. En particular en la localidad de Calderón, además, el efecto

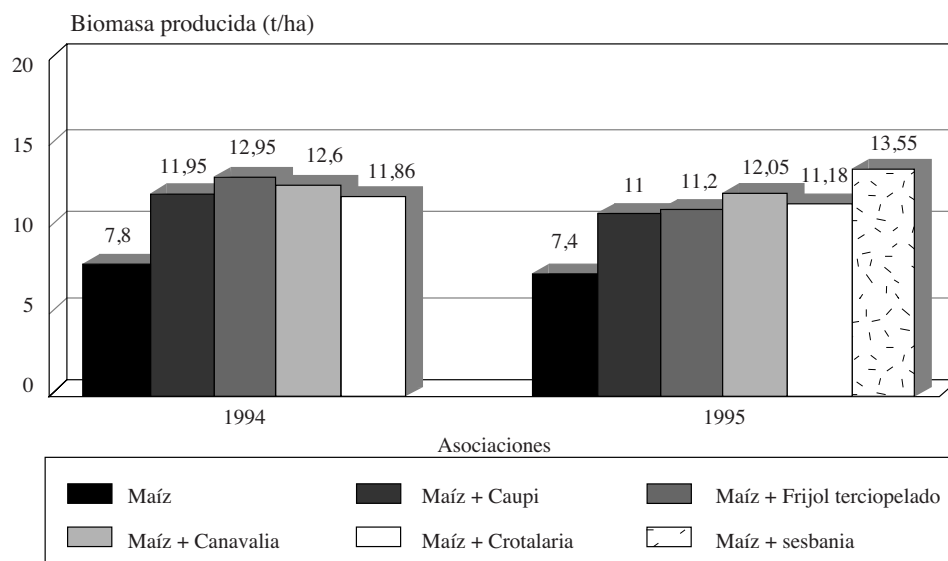


Fig. 1. Producción de biomasa de las coberturas (Oxisol, Quivicán).

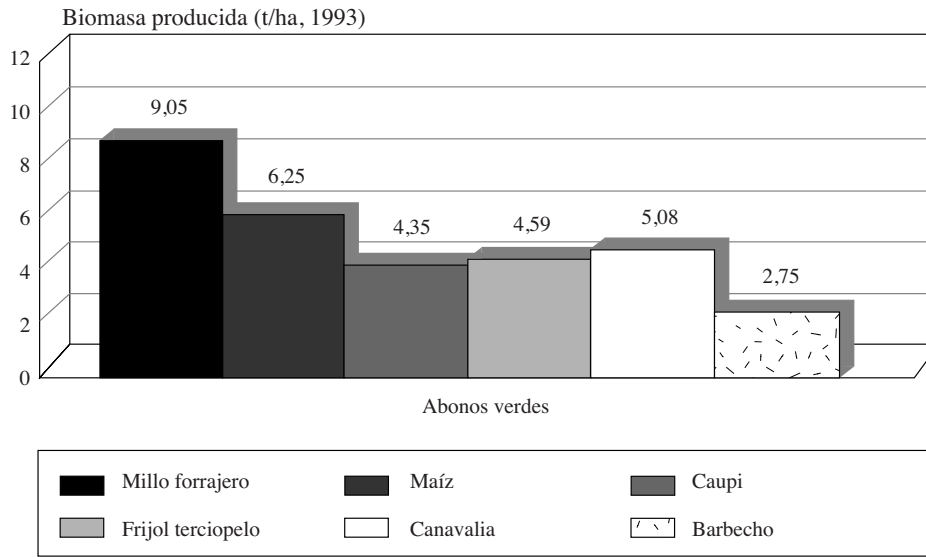


Fig. 2. Producción de biomasa de las coberturas (Ultisol, Calderón).

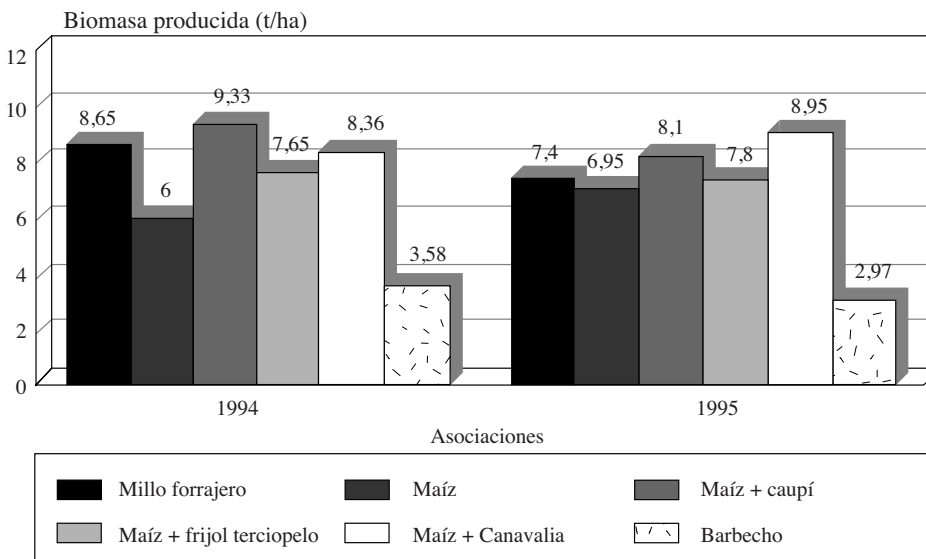


Fig. 2A. Producción de biomasa de las coberturas (Ultisol, Calderón).

antierosivo de las coberturas, tiene especial relevancia. Estos resultados coinciden con los brindados por Tandon, (1992), Werner y Rio, (1991), Miller *et al*, (1992) y Zilghean *et al*, (1993).

**CONCLUSIONES**

- La utilización de asociaciones de maíz con leguminosas, como abonos verdes, combinados con el laboreo mínimo, pueden ofrecer una alternativa viable para el mejoramiento de la fertilidad física de estos suelos.
- Todos los tratamientos evaluados influyeron en la conductividad de los suelos y también sobre la producción del frijol, al mejorar el estado físico en particular.
- Las coberturas permitieron una reducción de las pérdidas de suelos con respecto a las reportadas para los tratamientos con el suelo desnudo, en barbecho y bajo maíz.

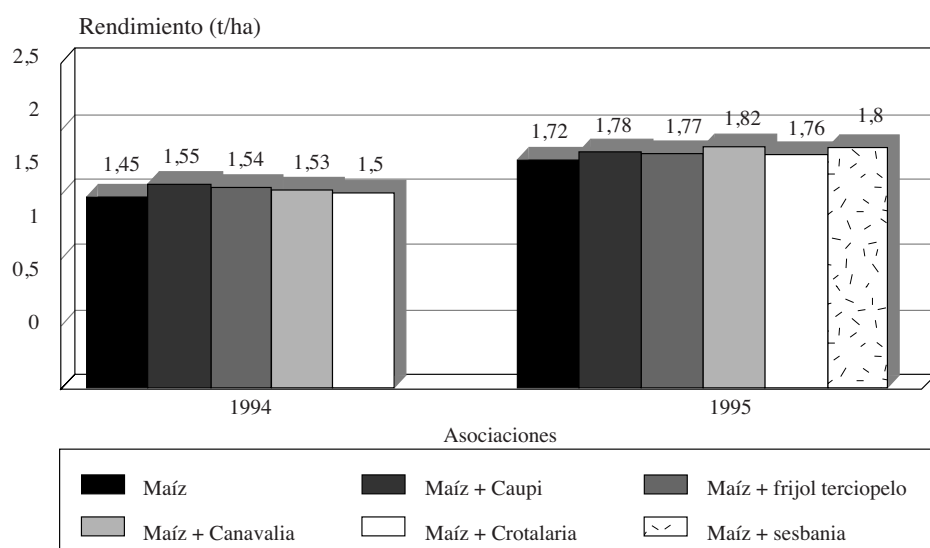
**Cuadro 5.** Comportamiento antierosivo de las coberturas en las parcelas de escurrimiento de Calderón.

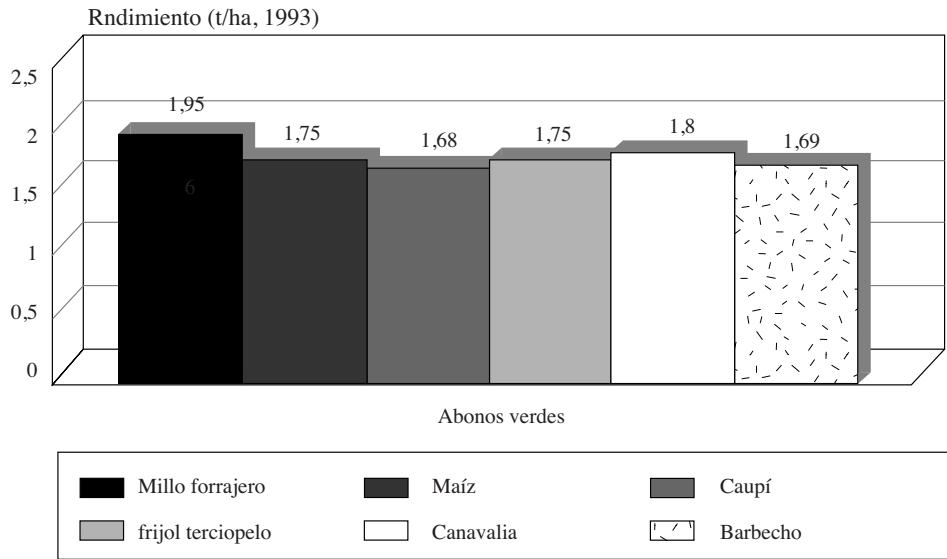
Tratamientos	Lluvia (mm)			Pérdidas de suelo (t/ha)						Tiempo de cubrim. (días)
	1993	1994	1995	1993		1994		1995		
				Cobert.	Frijol	Cobert.	Frijol	Cobert.	Frijol	
Maíz	405(7)	827(18)	935(15)	11.50	-	5.00	2.40	6.20	2.25	-
Millo forrajero	405	827	935	1.80	-	1,50	2,26	1.65	1.85	30
Soya	405	-	-	4.20	-	-	-	-	-	35-40
Caupí	405	-	-	2.00	-	-	-	-	-	32-35
Frijol terciopelo	405	-	-	5.30	-	-	-	-	-	40-45
Maíz + caupí	-	827	935	-	-	2.05	2.31	1.98	2.05	35-40
Maíz + f. terciopelo	-	827	935	-	-	2.10	2.22	1.94	2.15	40-45
Maíz + canavalia	-	827	935	-	-	2,15	2,17	1.84	2.04	40-45
Barbecho	405	827	935	-	-	2.80	2.50	3.52	2,35	-
Desnudo	405	827	935	41.30	-	35.00	-	56.00	-	-

( ) Eventos lluviosos erosivos ocurridos. Se considera un evento erosivo cuando la lluvia caída está por encima de 13 mm.

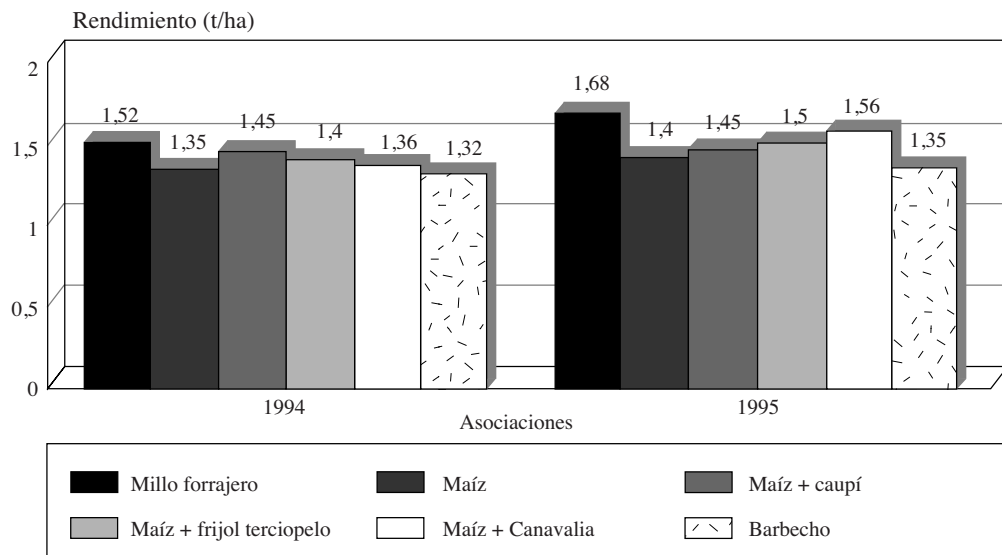
**Cuadro 6.** Posible reciclaje de nutrimentos de las coberturas utilizadas expresados en kg/ha.

Tipo de suelo	Localidad	Cobertura	N	P	K	Ca	Mg	
Oxisol	Quivicán	Maíz	86	35	250	71	12	
		Maíz + caupí		173	39	345	120	23
		Maíz + f. terciopelo		180	42	248	125	33
		Maíz + canavalia		189	43	260	128	35
		Maíz + crotalaria		175	62	275	172	37
		Maíz + sesbania		165	58	256	140	34
		Ultisol	Calderón	Millo forrajero		197	61	371
Maíz				91	41	241	82	15
Maíz + caupí				155	43	315	135	41
Maíz + f. terciopelo				164	45	317	133	44
Maíz + canavalia				182	45	319	140	47
Maíz + crotalaria				165	56	325	146	49
Barbecho				95	15	102	46	10

**Fig. 3.** Rendimiento del frijol (Oxisol, Quivicán)



**Fig. 4.** Rendimiento del frijol (Ultisol, Calderón).



**Fig. 4A.** Rendimiento del frijol (Ultisol, Calderón).

## LITERATURA CITADA

- ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS DE U.S.A. 1979. Tropical Legumes.
- ALFONSO, C.A. 1987. Etude de la degradation des sols cultives en tabac, (Cuba, province de Pinar del Río). Thèse Docteur Ingenieur, INA-P.G. France. 187p.
- ALFONSO, C.A.; RIVEROL, M.; RIVERO, L. 1995. Sistemas de manejo integral de los suelos Ferralíticos Rojos dedicados a cultivos varios. *In*: Informe de resultado 005-02, 1990-1995. Archivo Instituto de Suelos.
- BENNETT, H. H.; ALLISON, R. V. 1929. Los Suelos de Cuba. Comisión Nacional. UNESCO. La Habana. 1962.
- DRUZIANICH, E.; GUTIÉRREZ, J.R. 1983. Manejo de rastrojos y abonos verdes en la producción de algodón. INTA, Argentina.
- HERNÁNDEZ, A. 1975. Clasificación Genética de los suelos de Cuba. Serie Suelos 23.
- JOSIFOVICH, J. A. 1992. Historia de la Agricultura Soste-



- nible en EEUU. En: Agricultura Sostenible No. 13.
- MILLER, P.R.; GRAVES, W.L.; WILLIAMS, W.A. 1992. Cultivos de coberturas. Agronomy Progress Report-Universidad de California. DAVIS-USA.
- MONNIER, G. 1965. Action des matiérés organiques sur la stabilité structurale des sols. Thése Docteur. Université Paris, France.
- MONNIER, G.; STENGEL, P.; FIES, J.C. 1973. Une méthode de mesure de densité apparente de petits agglomérats terreux. Application a l'analyse des systemes de porosité su sol. *Anales Agronomiques*. 24 (5), 533-545.
- RESTREPO, J. M. 1992. La búsqueda de sistemas alternativos. *In: Taller de Agroecología en Paraguay*. pp. 155-193.
- RIVEROL, M.; LLANES, J.M.; CABRERA, M.; CASTRO, N. 1992. La influencia de los cultivos intercosecas y los abonos verdes en la protección del suelo. Informe del resultado 005-09. Instituto de Suelos, MINAG.
- RIVEROL, M.; ALFONSO, C. A. 1995. (II). La degradación de los suelos. Alternativas para su mejoramiento. pág. 16-19. II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. ICA, Habana.
- SÁNCHEZ, P. A. 1981. Suelos del Trópico: Características y manejo. IICA. San José, Costa Rica.
- TANDON, H.L.S. (ED.). 1992. Fertilizer organic manures recyclable wastes and biofertilisers. Fertilizer Development and Consultation Organization, New Delhi. pp. 148.
- VALDIVIA, C. 1987. Evaluación de dos tipos de labranzas y dos manejos de rastrojos en el sistema maíz y frijol en relevo. Dpto. de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana. Honduras.
- WERNER, M.; DEL RIO, L. 1991. Labranza mínima y uso de coberturas (*Mucuna* sp.). Escuela Agrícola Panamericana. Honduras.
- ZILGHEAN, CHOW W.; MOLINA, J. 1993. Informe proyecto. Coberturas Vegetales. Año 1992. PROFRIJOL.
- ZIMMERMAN, M.J.; ROCHA, M.; LLAMADA, T. 1988. Cultura de feijoeiro, factores que afectan e productividad. De Associasao Brasileira para Pesquisa de Potasa y Fosfato.