

INTERACCIONES ENTRE DOS SISTEMAS DE LABRANZAS, COMBATE DE INSECTOS Y CUATRO NIVELES DE FERTILIDAD EN UN SISTEMA DE PRODUCCION DE MAIZ EN LA ZONA ATLANTICA DE COSTA RICA (1)

M. Shenk (2)
J. Saunders (3)

- 1) Presentado en XXVIII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centro Americano para el mejoramiento de cultivos alimenticios. 22 - 26 de Marzo, 1982. San José, Costa Rica.
- 2) Investigador - Combate de Malezas. IPPC - Oregon State University/USAID con sede en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- 3) Entomólogo Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

INTRODUCCION

Es reconocido que la producción agrícola depende de muchos factores en forma dependiente e interdependiente, tales como condiciones ambientales y edáficas, plagas, malezas y el propio cultivo.

En las últimas décadas se ha reconocido la importancia de un enfoque integral sobre la producción agrícola lo que ayuda a establecer relaciones entre diferentes componentes en un sistema de producción.

El desarrollo de programas de control integrado de plagas es el resultado de este enfoque global sobre los factores de producción. El manejo dado a un factor puede afectar el comportamiento de una planta frente a otro factor, debido a la interdependencia que existe entre los muchos componentes de un sistema.

Resultados reportados en la literatura indican que el manejo del suelo puede afectar el complejo de malezas e insectos, la humedad y la fertilidad del suelo. A la vez, el complejo de malezas puede afectar el complejo de insectos y todos pueden influir sobre los rendimientos del cultivo.

El ensayo que se reporta en este trabajo fué diseñado para estudiar las interacciones entre dos tipos de labranza, el combate de insectos y cuatro niveles de fertilidad en el cultivo de maíz.

REVISION DE LA LITERATURA

Los estudios llevados a cabo en los trópicos durante los últimos diez años han demostrado que con la no labranza los rendimientos de maíz son iguales o superiores a los obtenidos con mecanización (10,11, 15, 16, 17). Durante la época seca los rendimientos son considerablemente mayores con no labranza debido a la mayor disponibilidad de humedad (6, 9, 10, 11, 12).

Con el cultivo de maíz, la incidencia de insectos ha sido menor con la no labranza en Costa Rica. (4, 18), pero los daños causados por la babosea en frijol lima (9), han sido mayores.

Estos resultados contradicen lagunas experiencias reportadas en clima templado donde se reportan que la incidencia de insectos puede ser más seria en la técnica de no labranza (1, 3, 13).

En Brasil se reporta que el ataque de Elasmopalpus lignosellus (Zeller, 1848) es menor en maíz y el de Spodoptera frugiperda (J. E. Smith, 1797) ha sido igual con zero labranza que con mecanización. (5).

Algunos investigadores en climas templados reportan que cuando se utiliza no labranza es necesario aplicar más N para obtener los mismos rendimientos que se conseguirían con la labranza convencional.

Sin embargo, en el sureste de los Estados Unidos de Norte America, Phillip, et.al (14) determinaron que si se demora la aplicación de N hasta 30 días después de la siembra en la no labranza, los rendimientos son iguales en los dos tipos de labranza. Se cree que hay mayor pérdida de nitrato por percolación en los macro espacios porosos que existen en mayor número en la no labranza.

Crovetto (7) indica que esta dosis adicional de N es temporal, siendo necesario apenas durante los primeros tres años de haber introducido la no labranza en un campo. Posteriormente la cantidad de N disponible se iguala para los dos sistemas de labranza, sobre todo si se usa en cultivo de abono verde.

Trabajando en Turrialba, Costa Rica, Jimenez (9) y Maldonado (12), reportaron mayores rendimientos de maíz a un nivel determinado de N en época seca a favor de la no labranza. Pero en época lluviosa, se obtuvieron rendimientos iguales o mayores en parcelas aradas.

Crissien (6) obtuvo rendimientos de maíz muy superiores con no labranza a cinco niveles de P durante la época seca. Se cree que esta respuesta fué debida a la mayor humedad del suelo conseguida con las técnicas de no labranza.

En un ensayo preliminar en la zona Atlántica de Costa Rica (1) los rendimientos de maíz local fueron mayores en tres niveles de fertilización con no labranza. Con una variedad mejorada los rendimientos fueron mayores con no labranza hasta 80 Kg/ha, después de lo cual los rendimientos fueron iguales para los dos tipos de labranza.

MATERIALES Y METODOS

Con un diseño de parcelas divididas con seis repeticiones, se estudiaron dos tipos de labranza, dos combates de insectos y cuatro niveles de fertilidad.

La parcela principal fue el tipo de labranza (M_1 = arado y rastreado, M_2 = no labranza. Se aplicó 1.3 Kg e.a./ha de glifosato 12 días antes de la siembra). Cuatro niveles de fertilidad constituían las sub-parcelas: F_1 = 0-0-0, F_2 = 40-0-0, F_3 = 40-30-10, F_4 = 80-0-0, NPK respectivamente, aplicando el P y 30% del N en banda en el momento de la siembra, en F_3 . El resto del N en F_3 y F_2 y F_4 fué aplicado 30 días después de la siembra (DDS).

La pluviosidad anual en esta zona es 3145 mm, la temperatura promedio es 25.1°C, con 90 metros de elevación.

La sub-subparcela consistía de combate de insectos (I_1 = ningún combate, I_2 = aplicación de 1.0 Kg/ha de carbofuran con la semilla en el momento de la cosecha).

El tamaño de la parcela principal medía 12 m x 16 m. La subparcela medía 4 m x 12 m, y la sub-subparcela medía 4 m x 6 m.

Se usó la variedad Tuxpeño con un espaciamiento de 1.0 m x .5 x x 3 semillas, sembrando el 3 de Setiembre de 1980 y cosechando el 30 de Diciembre de 1980. La pluviosidad fue más de 1400 mm durante el período de ensayo. El ensayo fué establecido en una finca particular con un suelo franco-limoso en San Luis-Guácimo, Costa Rica.

(1) Shenk, M. Reporte 78-9 y 78-10. Datos no publicados. CATIE.

RESULTADOS Y DISCUSION

La Tabla 1 demuestra los rendimientos promedios de maíz que se obtuvieron en este ensayo.

TABLA 1. Rendimiento de maíz en grano (Kg/ha) para dos sistemas de labranza, dos combates de insectos y cuatro niveles de fertilidad. San Luis-Guácimo, Costa Rica, 1980.

	Kg / ha maiz en grano									
	Mecanizado				No labranza					\bar{X}
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄		
Sin insecticida	1902	1671	2333	2402	3219	3149	2680	3297	2580	
Carbofuran	2349	2187	2595	2826	3288	4374	3350	3850	3103	

\bar{X} Fertilizante F₁ - F₄ 2687 2849 2741 3095, respectivamente.
CV = 10.5%

DMS .05 para labranza = 480 Kg/ha

DMS .05 para insectos = 213 Kg/ha

El análisis de variancia (Tabla 2), confirma que hubo diferencia significativas según el tipo de labranza y el combate de insectos.

La superioridad de la no labranza en este ensayo es marcada, con un rendimiento promedio de 3396 Kg/ha en contraste a 2279 Kg/ha para los tratamientos arados. Esto representa una ventaja de 49% en la producción con no labranza.

El combate de insectos del suelo mediante la aplicación de carbofuran aumentó el rendimiento promedio de 2580 Kg/ha a 3103 Kg/ha o sea un 20.3%.

Mientras el rendimiento fue de 2687, 2849, 2741 y 3095 Kg/ha, para F₁, F₂, F₃ y F₄, respectivamente. El aumento máximo sobre el testigo (0-0-0, NPK), fue apenas 408 Kg/ha (13.1%) con la aplicación de 80 Kg/ha.

En otros trabajos realizados en esta zona también se ha reportado una respuesta modesta a N, P, y K (2, 15). La razón podría estar en el alto contenido de M.O. (6.8%), niveles bajos de S (4-7 ppm), o a la alta capacidad de fijación de P en estos suelos. (1)

- (1) Análisis del suelo en el Laboratorio de Suelos, CATIE y comunicaciones personales con el Dr. Alvaro Cordero, U.C.R. y Ing. Agr. Roberto Diaz Romeu, CATIE.

TABLA 2. Análisis de variancia de rendimientos de maíz en grano para los factores de labranza, combate de insectos y niveles de fertilidad.

Fuente de variabilidad	Grados de Libertad	Suma cuadrado	Cuadrado medio	F Calculado
Total	95	181.100	-	-
Labranza	1	50.430	50.430	35.68*
Error (a)	5	7.070	1.410	-
Fertilizante	3	4.010	1.340	0.85
Lab. x fert	3	8.740	2.914	1.88
Error (b)	30	47.070	1.570	-
Insectos	1	10.880	10.880	24.33 **
Lab x in	1	0.465	.465	1.04
Fert. x In	3	2.034	.678	1.52
Lab. x Fert. x In	3	1.684	.561	1.25
Error (c)	36	17.891	.447	-

** significativo al 1.0%.

En parte se puede explicar los mayores rendimientos con la aplicación de carbofuran por población de plantas en la cosecha. Sin combate de insectos en el suelo hubo 29,038 plantas/ha comparado con 36,200 al aplicar carbofuran. El coeficiente de correlación entre población en la cosecha y rendimiento fue $r = .62$.

La altura del maíz en la cosecha tuvo un coeficiente de correlación con el rendimiento de $r = .90$. La altura promedio con la aplicación de carbofuran fue de 238 cm y apenas 205 cm sin insecticida. En las parcelas con no labranza la altura fue de 253 cm y en las mecanizadas fue de 203 cm. En otros ensayos en esta zona se ha encontrado una alta correlación entre altura y rendimiento (16, 18).

No hubo diferencias en altura promedio para los cuatro niveles de fertilidad siendo 223 cm, 227 cm, 230 cm, y 231 cm para F1, F2, F3 y F4 respectivamente.

Durante el período de crecimiento vegetativo (de los 15 a los 70 DDS) se observó menos vigor en las plantas de maíz en las parcelas aradas. Aún con la aplicación de N a los 30 DDS, el maíz en estas parcelas tuvo color menos verdoso con una altura menor. Estas observaciones concuerdan con otros resultados (16, 18), y sugieren qué altura puede ser un indicador de vigor, y rendimiento de una variedad determinada. Se sugiere que un análisis foliar de nutrimentos ayudaría a determinar si realmente el cultivo está absorbiendo más nutrientes en un tipo de labranza que otro. Phillips et. al (14), y Blevins et.al (2) sugieren que la eficiencia del uso de N es mayor con la no labranza. El trabajo de Crissien en Turrialba (6) y reportes de Phillips (14), sugieren que por el mayor contenido de humedad en el suelo con cero labranza el cultivo de maíz también aprovecha más del P en el suelo.

Debido a la germinación de Rottboellia exaltata, fué necesario aplicar 0.2 Kg/ha de paraquat con una pantalla 22, 40 y 60 DDS en las parcelas mecanizadas. En contraste, en las parcelas de no labranza, debido a la cobertura de material vegetativo, la germinación de Rottboellia exaltata fue retrasada y una sola aplicación de paraquat a los 45 DDS fué suficiente para mantener el campo limpio. Con la aplicación de glifosato en parcelas de no labranza se notó un cambio en el complejo de malezas de una predominancia de Paspalum paniculatum, al iniciar el ensayo, a malezas anuales posteriormente. En las parcelas mecanizadas las malezas gramíneas siguieron predominantes.

Un análisis económico considerando gastos en efectivo demuestra que los mayores ingresos en efectivo fueron obtenidos en parcelas con no labranza (Tabla 3.)

TABLA 3. Rendimiento de maíz, costos en efectivo e ingreso en efectivo para diferentes niveles de combate de insectos y niveles de fertilidad bajo dos tipos de labranza. San Luis-Guácimo. 1980.

Combate insectos- Fertilidad	Costos en Efectivo ¢/ha		Ingresos en Efectivo ¢/ha (1)	
	Mec.	No Lab.	Mec.	No Lab.
F1 I1	2171	2034	1942	4076
I2	2727	2589	2201	4768
F2 I1	2569	2442	1544	3668
I2	3125	2988	1803	4369
F3 I1	2915	2777	1336	3333
I2	3471	3333	1457	4024
F4 I1	2848	2710	1403	3400
I2	3403	3266	1525	4091

(1) En vista de la falta de diferencias significativas en rendimientos para los diferentes niveles de fertilidad se usaron rendimientos promedio para los cuatro grupos de M1I1, M1I2 y M2I1, y M2I2. Se multiplicó el rendimiento por el valor de maíz (¢1.98/Kg), restando el costo respectivo para calcular el ingreso en efectivo para cada tratamiento.

Debido a los rendimientos más altos y los menores costos en efectivo, la no labranza permitió ingresos en efectivo más altos que los obtenidos al mecanizar. Con mecanización, el tratamiento más rentable será apenas la aplicación de carborufan sin ningún fertilizante, dando un ingreso en efectivo de ¢2.201/ha.

Con la no labranza, este mismo tratamiento será lo más indicado con un ingreso en efectivo de ¢4.768/ha. Se destaca el hecho que la aplicación de fertilizantes no fué rentable en las condiciones de este ensayo.

El nivel de fertilizante F3 (40-30-10 Kg NPK/ha respectivamente) tuvo un costo de \$69/ha más que 80 Kg N/ha (Fu), mientras que no demostró ninguna ventaja. Cabe mencionar que estos niveles de fertilización son muy bajos, pero los primeros tres representan niveles comúnmente usados por los agricultores en la zona. El nivel cuatro fue incluido para comparar económicamente el uso de un fertilizante compuesto (F3) y el uso exclusivo de nitrógeno.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La técnica de no labranza permitió rendimientos significativamente mayores a los obtenidos con la mecanización.
2. El combate de insectos en el suelo aumentó el rendimiento significativamente.
3. No hubo una respuesta significativa en rendimientos a la aplicación de fertilizantes.
4. El ingreso en efectivo más alto fue obtenido con la no labranza, aplicando 1.0 kg/ha de carbofuran.
5. Con los dos tipos de labranza a un nivel determinado de fertilidad el ingreso en efectivo fue siempre mayor al aplicar carbofuran al suelo.

Estos resultados tienen implicaciones muy importantes para la zona Atlántica de Costa Rica, donde se ha notado una tendencia hacia la mecanización y el uso de fertilizantes. Es recomendable que las instituciones oficiales no promuevan la mecanización indiscriminadamente en esta zona. Y finalmente se debe estudiar los factores gobernando la respuesta (o su falta) del cultivo del maíz a la fertilización para asegurar el uso más económico de este recurso tan costoso.

BIBLIOGRAFIA

1. ALL, J.N. 1980. Pest management decisions in no-tillage agriculture. P. 1-6. In R.N. Gallaher, ed. Proc. of the third annual no-tillage systems conference. Theme: Energy relationships in minimum tillage systems. University of Florida, Gainesville.
2. CATIE. 1981. Informe Trimestral. 1° de abril-30 de junio, 1981. Proyecto Sistemas de Producción para Fincas Pequeñas. Convenio CATIE/ROCAP Contract AID N° 596-0083. Serie Institucional. Informe de Progreso N° 13a. Turrialba, Costa Rica.
3. BLEVINS, R.L., W.W. FRYE, and M.J. BITZER. 1980. Conservation of energy in no-tillage systems by management of nitrogen. Proc. of Third annual No-Tillage Systems Conference. University of Florida. Gainesville, p. 14-20.
4. CARBALLO VARGAS, M. 1979. Incidencia de plagas en maíz (*Zea mays* L.) bajo diferentes sistemas de manejo de malezas. Tesis Ing. Agro. Guápiles, Costa Rica. Universidad, Centro Universitario del Atlántico, 89 pp.
5. CARVALHO, A.O.R. y B. BIANCO. 1981. Ocorrencia e controle de pragas: cultura do milho. P. 145-169. In Plantio direto no estado do Paraná. Circular IAPAR N° 23. Fundação Instituto Agronomico do Paraná (IAPAR) e a ICI Brasil S.A. Londrina, Paraná.
6. CRISSIEN, J. 1979. Efecto de fuentes y dosis de fósforo en la producción del sistema maíz y frijol bajo dos métodos de labranza. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 87 p.
7. CROVETTO, C.L. 1981. Consideraciones sobre la cero labranza. Agricultura de Las Americas. Agosto 1981.
8. GREGORY, W.W. and H.G. RANEY. 1981. Pests and their control, insect management. Pages 55-68 In R.E. Phillips, G.W. Thomas, and R.L. Blevins, eds. No-tillage research: research reports and reviews. University of Kentucky. Lexington.
9. JIMENEZ, T. 1981. Desempeño de sistemas de cultivos con maíz, frijol común y frijol lima, en dos tipos de laboreo del suelo y dos niveles de fertilización con nitrógeno. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 75 p.
10. LAL, R. 1974. Role of mulching techniques in tropical soil and water management. Ibadan, Nigeria, IITA. 38 p. (Technical Bulletin).
11. LAL, R. 1977. The soil and water conservation problem in Africa. Ecological differences and management problems. In Soil Conservation and Management Practices in the Humid Tropics. Edited by D.J. Greenland and R. Lal, John Wiley and Sons. Chichester. p. 143-149.

12. MALDONADO, M. A. 1981. Evaluación agro-económica y energética de la capacidad de sustitución de diferentes métodos de laboreo a distintos niveles de fertilización nitrogenada en sistemas de maíz y frijol. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 112 p.
13. MUSICK, G.J. 1970. Insect problems associated with no-tillage corn production. Proc. N.E. No-tillage Conference. 1:44-59.
14. PHILLIPS, R. E., R.L. BLEVINS, G.W. THOMAS, W.W. FRYE, and S.H. PHILLIPS 1980. No-tillage agriculture. Science 208 (4448): 1108-1113.
15. SHENK, M. 1979. Reporte Anual 1970. Proyecto Combate de Malezas. Oregon State University/CATIE/USAID. Experimento 79-3. Turrialba, Costa Rica. CATIE.
16. SHENK, M. 1980. Reporte anual 1980. Proyecto Combate de Malezas. Oregon State University/CATIE/USAID. Turrialba, Costa Rica.
17. SHENK, M., E. LOCATELLI. 1978. Reporte Anual, Proyecto Combate de Malezas. Oregon State University/CATIE/USAID. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
18. SHENK, M., M. CARBALLO, and J. SAUNDERS. 1980. Interacciones entre sistemas de manipulación de malezas y combate de plagas en maíz. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, 26a, Guatemala, Resúmenes, Guatemala, ICTA.
19. ZAFFARONI, E., H. BURITY, E. LOCATELLI, and M. SHENK. 1979. Influencia del no laboreo en la producción de maíz y frijol en Turrialba, Costa Rica. In Reunión de la Asociación Latinoamericana de Ciencias Agrícolas, 10a., Acapulco, México. Resúmenes de ponencias. México, ALCA. p. 48.