

Efecto de Rotación de Cultivos y Control de Malezas Sobre el Banco de Semillas en el Suelo

Helmut Eiszner*, Dennis Salazar** y Jürgen Pohlan*

1 Introducción

El control de las malezas en los cultivos anuales consume un 40 hasta 60 % de la mano de obra en la pequeña producción (ALEMAN, 1991; FAO, 1987). Este control se basa en el enmalezamiento actual, emergido en el campo (DE LA CRUZ, 1986), que solo representa entre 5 hasta 10 % del potencial de semillas en el suelo (PAREJA, 1988). Este potencial refleja los efectos acumulados de los manejos de cultivos precedidos, dirigidos hacia una reducción permanente del enmalezamiento. Por otro lado, el banco de semillas en el suelo garantiza el recubrimiento y la protección antierosiva de áreas agrícolas en barbecho. Para esto se requiere de una cenosis de malezas con una estructura diversa y equilibrada entre diferentes clases botánicas y formas de vida.

Factores antropogénicos como rotación de cultivos y métodos directos de manejos de malezas influyen sobre la composición florística y la producción de semillas de la cenosis (BARRALIS, 1972; VECCHIO et al., 1992). La aparición real de las malezas en los agro-ecosistemas exige la comprensión de las relaciones entre el suelo, su reserva de semillas y la vegetación, además, de los factores que provocan la germinación bajo diferentes manejos agronómicos y las condiciones atmosféricas (POST, 1986).

La rotación de cultivos es un componente eficaz del manejo integrado de malezas. Esta puede modificar la distribución modelo de una cenosis de malezas a través de siembras repetidas con sus prácticas culturales típicas, p.ej. sistema de labranza, preparación de suelo y uso de insumos externos. Este impacto antropogénico puede dirigir a las diferentes composiciones de las cenosis de malezas (POST, 1986; ALEMAN, 1991).

Bajo condiciones tropicales existe poca información sobre el efecto de factores antropogénicos referente a la relación existente entre el enmalezamiento actual y potencial. Si se analizará la forma en que dichos factores alteren las poblaciones de las malezas, será posible que en ciclos posteriores se realicen predicciones sobre el enmalezamiento actual. De esta manera se esperan, también, mejores beneficios ambientales (MALESPIN RAMIREZ, 1993).

* Dr. agr., Universidad de Leipzig, Sección Ciencias Agrarias, Dpto. Agricultura Tropical Fichtestr. 28, D-04275 Leipzig, Alemania

** Dr. agr., Universidad Nacional Agraria (UNA) Km. 12½ Carretera Norte - Apartado 453, Managua, Nicaragua

En el presente trabajo hemos analizado el ensayo permanente en la finca "Las Mercedes" de la Universidad Nacional Agraria (UNA) con los siguientes objetivos:

- Cuantificar el efecto de diferentes rotaciones de cultivos y métodos directos de control de malezas sobre el banco de semillas en el suelo
- Determinar la relación existente entre el enmalezamiento actual y potencial.

2 Materiales Y Metodos

La finca experimental "Las Mercedes" de la Universidad Nacional Agraria está localizada a una altura de 56 m.s.n.m., situada entre las coordenadas 12° 08' latitud norte y 88° 10' longitud oeste. El clima se caracteriza por una temperatura promedio anual de 26.8 °C y 1092 mm de precipitación anual con el período lluvioso de mayo a noviembre. De acuerdo a HOLDRIDGE (1960), la localidad experimental pertenece a la zona de vida Bosque Tropical Seco. El suelo de la serie La Calera (CATASTRO, 1971) es fértil, pero tiene un drenaje pobre y baja permeabilidad, clasificado como Mollic Gleysol según FAO-UNESCO (1974). El contiene 41.3 % de arcilla, 38.2 % de limo, 20.5 % de arena y 2.0 % de materia orgánica. El perfil es ligeramente húmedo a partir de los 20 cm (VILLANUEVA, 1990). Las propiedades físicas y químicas se resume en el cuadro 1.

El experimento permanente en campo se estableció en agosto de 1987 en un diseño bifactorial con arreglo en parcelas divididas y 4 replicas. En las parcelas principales (74 m²) se estudiaron diferentes rotaciones de cultivos con dos siembras anuales, combinando granos básicos, oleaginosas y hortalizas, aptos para la zona. En las subparcelas (24 m²) fueron establecidos tres diferentes métodos de control de malezas. Los factores de prueba y sus niveles resume el cuadro 2.

Cuadro 1: Propiedades físicas y químicas del suelo en "Las Mercedes", Managua (EISZNER, 1994)

pH	Materia Orgánica	Arcilla	Limo	Arena	Capacidad de campo	P	K	Ca	Mg
(H ₂ O)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	µg/ml	meq / 100 ml suelo		
7.1	2.0	41	38	21	46	20	2.45	25.0	6.5

La historia del campo experimental era la siembra anual en el sistema barbecho - monocultivo maíz en los 7 años anteriores al ensayo, siendo anteriormente un área de frutales. El sistema de preparación del suelo fue convencional con arado de disco y dos pases de grada. Las siembras se realizó según los parámetros en el cuadro 3. Se efectuó una fertilización completa después de tres años experimentales con la fórmula 12-30-10 a razón de 130 kg/ha. En todos los ciclos de cultivo se aplicó fertilizante nitrogenado en forma de urea en dos fracciones, siendo para maíz, sorgo y pepino 60 kg/ha. La soya se inoculó con 600 g de inoculante comercial para 50 kg de semillas sin

fertilización nitrogenada. La baja intensidad de cultivo no hizo necesaria la aplicación programada de pesticidas. La cosecha de los cultivos se hizo de forma manual.

Cuadro 2: Factores de prueba y sus niveles en el experimento permanente de 1987 hasta 1990

Factor A: Rotación de cultivos	a1	Primera Sorgo	Postrera Sorgo
	a2	Maíz	Sorgo
	a3	Maíz	Soya
	a4	Pepino	Soya
	a5	Pepino	Sorgo
Factor B: Control de malezas	b1	Control Químico	
		Sorgo Atrazina	
		Maíz Fluometuron o Acifluorfen	
		Soya Fomesafen, Bentazon	
		Pepino Dalapon + Mecoprop	
	b2	Control por Período Crítico	
		Sorgo	
		Maíz 1 pase de azadón	
	b3	Soya en el período crítico	
Pepino			
Control por Limpias Periódicas			
Sorgo			
	Maíz 3 pase de azadón		
	Soya entre 15 - 45 dds		
	Pepino		

Cuadro 3: Parámetros de siembra en el experimento permanente "Las Mercedes", Managua

Cultivo	Variedad	Cantidad de semillas	Distancia de siembra	Profundidad de siembra
		(kg/ha)	(cm)	(cm)
Maíz	NB - 6	50	60 * 20	4-5
Sorgo	D - 55	17	30 * 12	2-3
Soya	Cristalina	83	60 * 4	3-4
Pepino	Poinset H-76	4	80 * 40	2-3

Los cambios de la estructura y dinámica de la cenosis de las malezas se estudió de manera siguiente a los tres años de haber realizado el ensayo en la postrera de 1990:

Enmalezamiento actual: Se realizaron cinco recuentos de malezas por época de siembra en un área fijo de un m² por cada subparcela (EISZNER y POHLAN, 1992). Las variables tomados fueron:

- abundancia (numero de individuos por especie y m²)
- diversidad (numero de especies por m²)

La comparación con el enmalezamiento potencial fue calculada a base de los valores máximos por cada especie y época de siembra, alcanzados generalmente en el segundo recuento a los 30 dds.

Enmalezamiento potencial: Se tomó una muestra de suelo de 962 cm³ por cada subparcela en la siembra de postrera, utilizando un barreno cilíndrico de 7 cm de diámetro con una profundidad de 25 cm. El suelo fue tamizado para separar los partículas orgánicos y anorgánicos mayor de 5 mm, homogenizado y secado al aire. La determinación del banco de semillas se hizo a través del método de cultivación bajo condiciones controladas de invernadero. Se colocaron 400 cm³ de suelo en macetas plásticas de 12 cm de altura y 23 cm de diámetro, ubicados sobre almacenadores de agua, los cuales suministraron este líquido mediante una mecha de fibra de vidrio de 25 cm de longitud. La muestra de suelo fue distribuida de manera uniforme con un grosor menor de 1 cm sobre una capa de arena fina con un grosor de 7 cm. Una vez germinadas y emergidas las plantulas, se cuantificó la abundancia por especie. Esta se registró a los 7, 10, 17 y 35 dds por el método destructivo. Los valores totales por especie y muestra fueron transformados a un área de 1 m² para ser comparables con los valores del enmalezamiento actual. Los resultados de la abundancia actual y potencial fueron sometidos a un análisis de varianza y a la prueba de rangos múltiples de DUNCAN.

3 Resultados Y Discusion

Después de tres años de establecido el experimento se habian manifestadas diferencias cuantitativas y cualitativas en el enmalezamiento actual y potencial, causados tanto por efecto de las rotaciones de cultivo como por los controles de malezas.

Comparando las rotaciones, se evidencia, que una mayor incorporación de cultivos monocotiledóneas (maíz, sorgo) aumenta el poder competitivo contra las malezas (Fig. 1; 2). Así se explica, que la rotación pepino-soya con dos cultivos dicotiledóneas registró el mayor enmalezamiento actual de 330 ind./m², reduciendose a 141 ind./m², cuando se alternan pepino-sorgo, 124 ind./m² en la rotación maíz-soya y hasta 101 ind./m² en la rotación maíz-sorgo con dos cultivos monocotiledóneas. Reemplazar la rotación por el monocultivo aumenta el enmalezamiento actual, como lo demuestra el sorgo, cultivo monocotiledónea de alta competitividad, aumentando en monocultivo hasta 163 ind./m² de malezas. Observaciones similares hizo SALAZAR (1994) en zonas aledañas al ensayo.

Evaluando los efectos sobre el enmalezamiento potencial (Fig. 2), existe una fuerte concordancia al enmalezamiento actual con la excepción, que a largo plazo la competitividad de las rotaciones alternas entre cultivos mono- y dicotiledóneas se mejora, mostrando así la rotación maíz-soya (4010 sem./m²) valores similares a la rotación maíz-sorgo con 4375 sem./m². A la vez se nota en las rotaciones alternas un mayor equilibrio entre malezas dicotiledóneas, otras Monocotiledóneas y *Rottboellia coch-*

chinensis (Lour.) Clayton. No obstante, en todas las rotaciones evaluadas predominaron las malezas monocotiledóneas sobre las especies dicotiledóneas. Esto se debe a su alta plasticidad y rápido crecimiento como plantas del ciclo C₄.

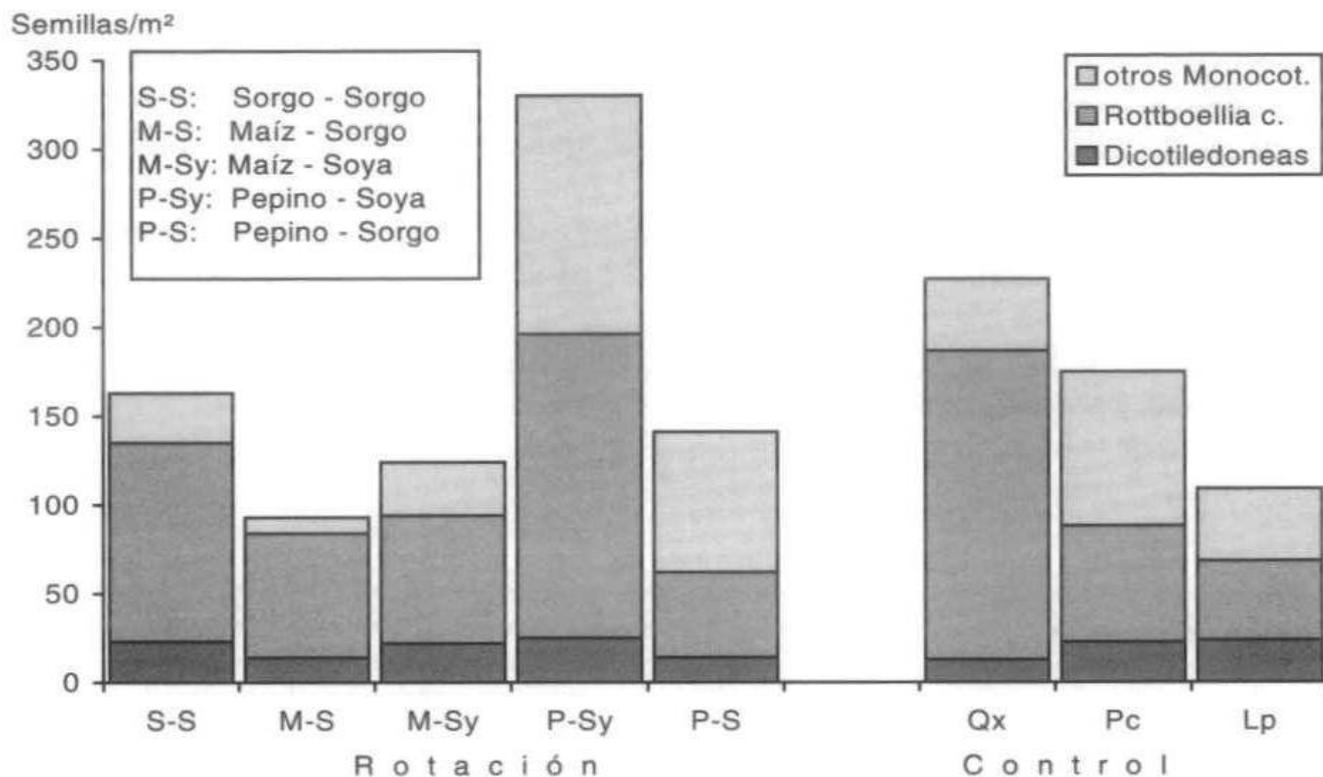


Figura 1: Efecto de rotación y control sobre la abundancia actual, LAS MERCEDES 1990

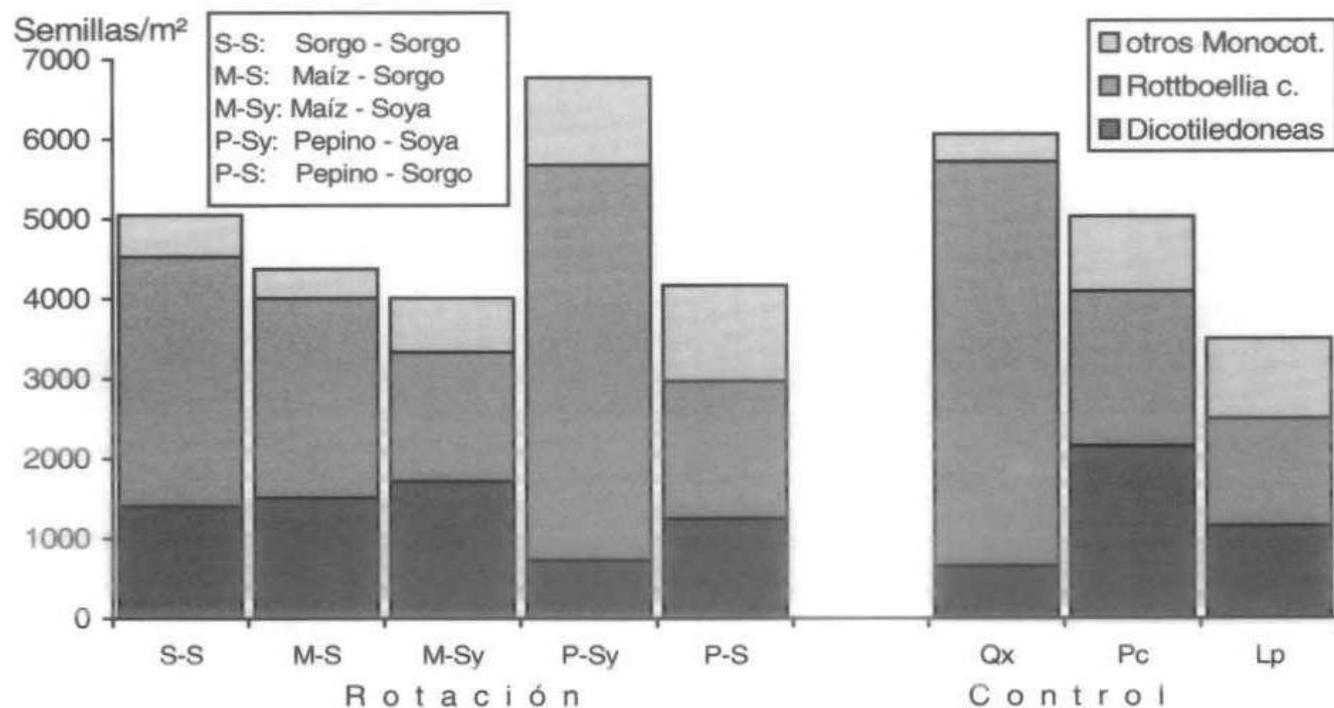


Figura 2: Efecto de rotación y control sobre el banco de semillas, LAS MERCEDES 1990
Comparando los efectos del control de malezas (Fig. 1; 2) sobre el enmalezamiento

actual y potencial es evidente, que los herbicidas atrazina, metolachlor, alachlor, fomesafen y dalapon + mecoprop no controlaron a *R. cochinchinensis* de manera suficiente, alcanzando en el control químico valores de 227 ind./m² y 6062 sem./m², que son superiores a los determinados en los otros dos métodos de control. El control por limpieas periódicas estimula la germinación de las malezas, las remueve continuamente, reduce la producción de semillas y disminuye el banco de semillas en el suelo. A causa de esto se contabiliza la menor abundancia actual (109 ind./m²) y potencial (3531 sem./m²) en este método de control. El control por período crítico a primera vista no fue muy exitosa con 180 ind./ m² y 5031 sem./m², pero fue el único método sin polarizar la cenosis de malezas hacia las Monocotiledóneas. Analizando este control por rotación (Fig. 3; 4) se observa, que en rotaciones con alta competitividad, como maíz-sorgo y maíz-soya, su efecto es igual al control por limpia periódica, pero con un gasto muy reducido. Esto significa la viabilidad del concepto de control por período crítico bajo condiciones tropicales, requiriendo para su realización exitosa de cultivos y rotaciones muy competitivos.

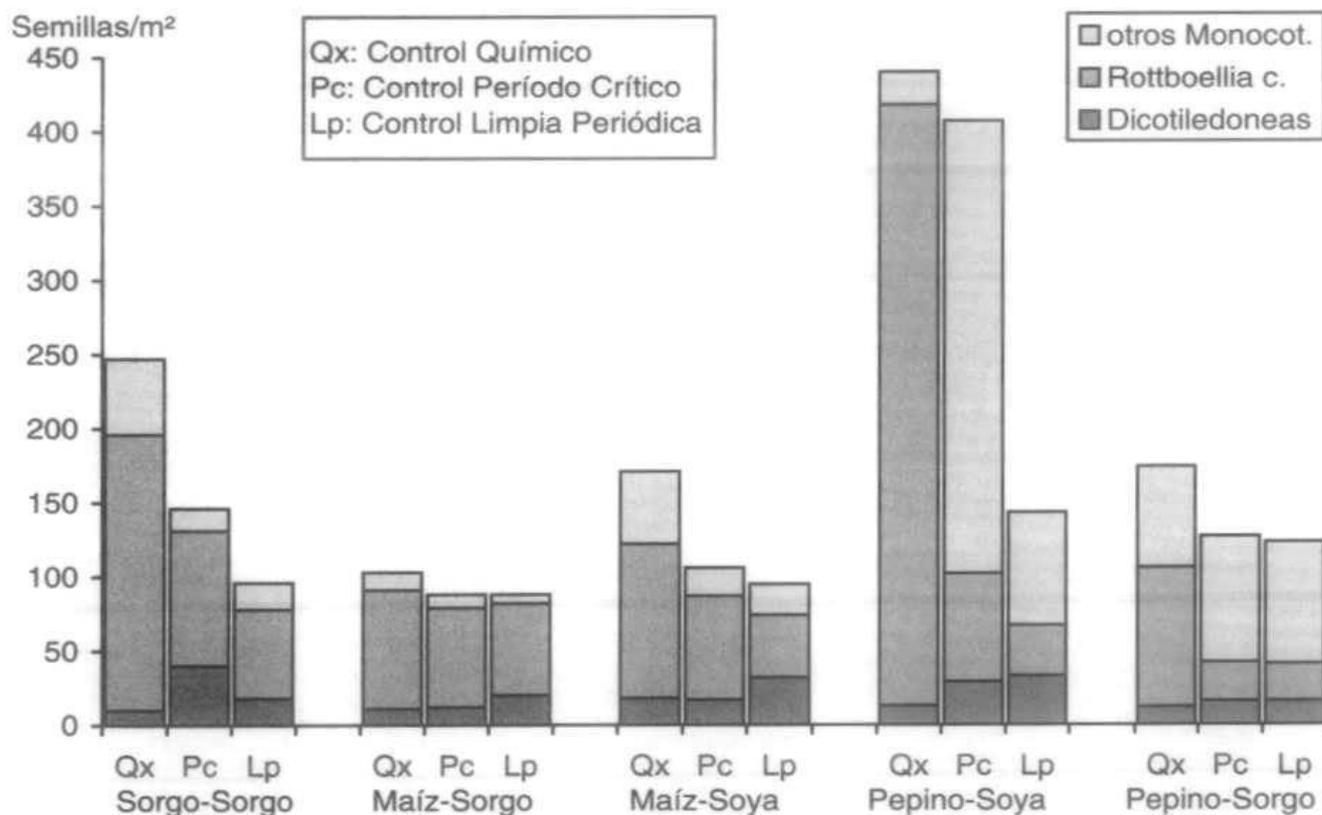


Figura 3: Efecto del control de malezas por rotación sobre el enmalezamiento actual

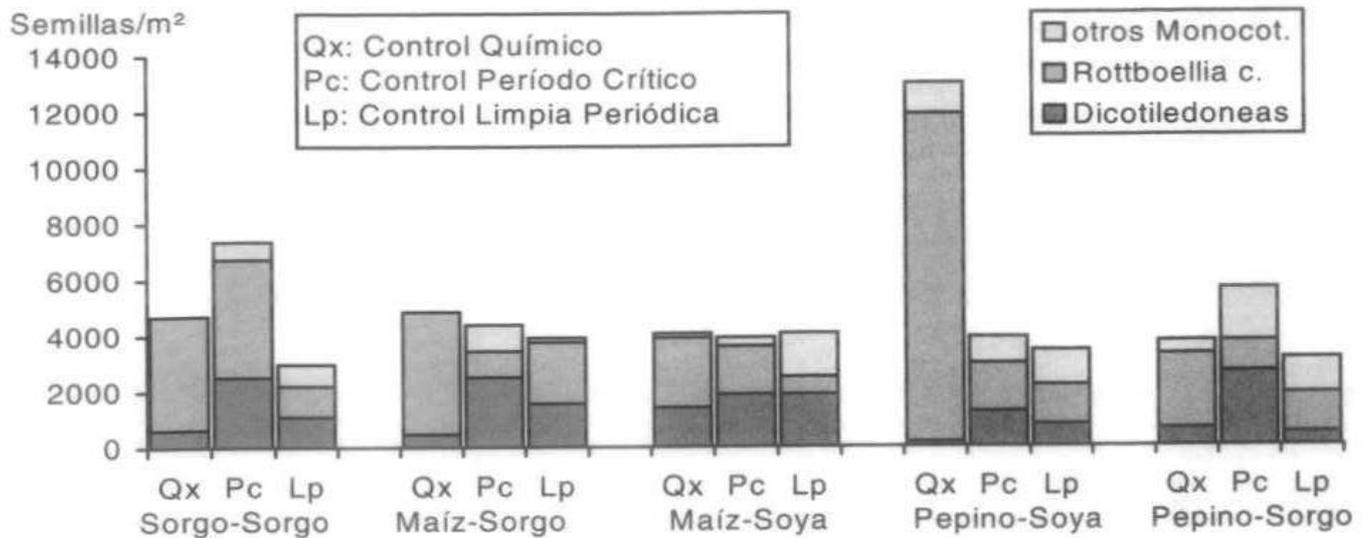


Figura 4: Efecto del control de malezas por rotación sobre el enmalezamiento potencial

El banco de semillas de malezas en el suelo se mostró muy dinámico con tasas de emergencia oscilando entre 0.5 y 14.2 % según clase botánica y tratamiento (Cuadro 4). Este rango muy amplio dificulta las intenciones para un pronóstico del enmalezamiento, permitiendo en esta fase del estudio conclusiones tentativas solamente. Sin embargo, queda demostrada, que la rotación de cultivos y el control de malezas son factores importantes para la emergencia de las malezas en el campo. Las Monocotiledóneas tenían una tasa de emergencia promedio entre 2.8 y 5.1 % y las Dicotiledóneas entre 0.9 y 3.4 %. La mayor germinación se determinó en la rotación pepino-soya con el mayor enmalezamiento, obteniéndose un porcentaje de germinación total de 4.9 %. Evaluando los métodos de control, el tratamiento de control por período crítico con la mayor abundancia de malezas monocotiledóneas mostró la mayor tasa de emergencia de 5.3 %. Esto indica que la dormancia de las semillas se reduce con altas infestaciones de malezas.

La tasa de germinación fue un parámetro muy característica para cada especie de malezas, causando una variación aún mayor que los factores agronómicos. *Cleome viscosa* L. presentó el máximo porcentaje de germinación con 29.2 % (Cuadro 5). La especie predominante en el ensayo, *R. cochinchinensis*, reportó 2.3 % de germinación de un potencial germinable de 2781 ind./m². Las especies *Cenchrus spp.*, *Kallstroemia máxima* (L.) Torr. et A. Gray, *Melanthera áspera* (Jacq.) Rich. et Spreng. y *Phyllanthus amarus* Schum. et Th. Kongt. mostraron una tasa de germinación muy baja, debiendo esto, con excepción de *K. máxima*, a un banco de semillas ya reducido. En el caso de malezas perennes, como *Cyperus rotundus* L. y *Cynodon dactylon* (L.) Pers., es muy difícil determinar su tasa de germinación, ya que la abundancia en el campo resulta de individuos propagados tanto por semillas como por órganos vegetativos.

Cuadro 4: Efecto de rotación de cultivos y control de malezas sobre la germinación (%) de malezas en el banco de semillas en el suelo.

Tratamiento	Monocotiledóneas	Dicotiledóneas	Total	Rottboellia
Sorgo-Sorgo				
C. Químico	5.8	1.6	5.3	4.6
C. Per. Crítico	2.2	1.6	2.0	2.2
C. Limpia Periódica	4.2	1.6	3.0	5.5
Maíz-Sorgo				
C. Químico	2.1	2.3	2.1	1.8
C. Per. Crítico	4.1	0.5	2.0	7.1
C. Limpia Periódica	2.9	1.3	2.2	2.8
Maíz-Soya				
C. Químico	5.8	1.3	4.2	4.2
C. Per. Crítico	4.8	0.9	2.7	4.1
C. Limpia Periódica	2.9	1.7	2.3	6.7
Pepino-Soya				
C. Químico	3.3	8.3	3.4	3.4
C. Per. Crítico	14.2	2.3	10.4	4.2
C. Limpia Periódica	4.1	4.2	4.2	2.4
Pepino-Sorgo				
C. Químico	5.2	1.9	4.6	3.5
C. Per. Crítico	4.2	0.6	2.3	2.4
C. Limpia Periódica	4.0	3.4	3.9	1.8
Rotación				
Sorgo-Sorgo	3.8	1.6	3.2	3.6
Maíz-Sorgo	2.8	0.9	2.3	2.8
Maíz-Soya	4.4	1.3	3.1	4.5
Pepino-Soya	5.1	3.4	4.9	3.5
Pepino-Soya	4.3	1.1	3.4	2.8
Control				
C. Químico	4.0	2.0	3.7	3.4
C. Per. Crítico	5.3	1.1	3.6	3.4
C. Limpia Periódica	3.6	2.1	3.1	3.4

Cuadro 5: Comparación entre la abundancia potencial y abundancia actual por especie de maleza

Especie	Abundancia potencial (ind./m ²)	Abundancia actual (ind./m ²)	Tasa de Germinación (%)
<i>Cyperus rotundus</i>	20	59	-
<i>Cenchrus spp.</i>	21	0.1	0.6
<i>Cynodon dactylon</i>	125	0.1	0.06
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	2781	65	2.3
<i>Cleome viscosa</i>	21	6.1	29.2
<i>Chamaesyce spp.</i>	62	1.6	2.6
<i>Kallstroemia máxima</i>	863	5.4	0.6
<i>Melanthera áspera</i>	73	0.2	0.3
<i>Phyllanthus amarus</i>	146	0.4	0.3

4 Conclusiones

- La rotación alterna con cultivos monocotiledóneas, altamente competitivos, y cultivos dicotiledóneas de menor competitividad, disminuyó a largo plazo el banco de semillas en el suelo, estabilizando una equilibrada cenosis de malezas.
- Cultivos monocotiledóneas en rotación (maíz-sorgo) redujeron el banco de semillas más que en monocultivo (sorgo-sorgo).
- El control químico polarizó la cenosis de malezas hacia la especie predominante *R. cochinchinensis*, ya que los herbicidas como atrazina, metolachlor, alachlor, fomesafen y dalapon + mecoprop no afectaron severamente la abundancia de *R. cochinchinensis*.
- El concepto de control de malezas por período crítico demostró su viabilidad en rotaciones con cultivos altamente competitivos, como maíz y sorgo. Su efecto principal fue el equilibramiento entre malezas mono- y dicotiledóneas.

5 Resumen

Cambios cuantitativos y cualitativos de la comunidad de malezas y del banco de semillas de malezas en el suelo como efecto de la rotación de cultivos y control de malezas fueron estudiados por la UNA Managua en la Estación Experimental "Las Mercedes" de 1987 hasta 1990. Un ensayo bifactorial permanente en campo combinó cinco rotaciones de granos básicos y tres manejos de malezas. Para determinar el banco de

semillas de malezas en el suelo se utilizó un método modificado de cultivación. Los resultados muestran diferencias significativas entre las rotaciones y manejos de malezas después del primer período experimental de tres años. El nivel del enmalezamiento actual varió de 88 hasta 440 ind./m², mientras en el enmalezamiento potencial se determinó 3125 hasta 12969 semillas/m², obteniendo tasas de emergencia de semillas de 0.5 a 14.2 %. Los valores más altos se registró en la rotación pepino-soya con 330 ind./m² y 6771 semillas/m². El control químico con 227 ind./m² y 6062 semillas/m² tenía una baja eficacia debido a la predominancia de la especie tolerante *Rottboellia cochinchinensis*, alcanzando hasta 405 ind./m². El menor enmalezamiento actual se registró en la rotación maíz-sorgo con 101 ind./m² y el menor potencial en la rotación maíz-soya con 4010 semillas/m². El control por limpiezas periódicas redujó la infestación de malezas a 109 ind./m² y 3531 semillas/m².

The Effect of Crop Rotation and Weed Control on the Weed Seed Bank in the Soil

Summary

Quantitative and qualitative changes in the weed community and the weed seed bank in the soil due to crop rotation and weed control measurement were studied by the UNA Managua at "Las Mercedes" Experimental Station from 1987 to 1990. A bifactorial permanent field trial combined five grain crop rotations and three weed management systems. To determine the weed seed bank in the soil a modified cultivation method was used. Results are showing significant differences between crop rotations and weed control systems after the first three year trial period. The level of weed infestation in the field (actual) varied from 88 to 440 ind./m², while the weed seed bank in the soil (potential) was determined from 3125 to 12969 seeds/m², giving emergence rates from 0.5 to 14.2 %. The highest values were registered in the cucumber-soya rotation with 330 ind./m² and 6771 seeds/m². The chemical weed control with 227 ind./m² and 6062 seeds/m² had a low efficiency due to predominance of tolerate species *Rottboellia cochinchinensis*, counting until 405 ind./m². The lowest actual infestation was reached in the corn-sorghum rotation with 101 ind./m² and the lowest potential in the corn-soybean rotation with 4010 seeds/m². Periodic weed control reduced weed infestation until 109 ind./m² and 3531 seeds/m².

Die Wirkung von Fruchtfolge und Unkrautbekämpfung auf den Unkrautsamenvorrat im Boden.

Zusammenfassung

Quantitative und qualitative Veränderungen der Unkrautgesellschaften und des Unkrautsamenvorrates im Boden als Wirkung von Fruchtfolge und Unkrautbekämpfung wurden durch die UNA Managua in der Versuchsstation „Las Mercedes“ von 1987 bis 1990 untersucht. In einem zweifaktoriellen stationären Feldversuch kamen fünf Rotationen mit Körnerfrüchten und drei Unkrautbekämpfungsvarianten zur Prüfung. Zur Bestimmung des Unkrautsamenvorrates im Boden wurde eine modifizierte Kultivierungsmethode angewandt. Die Ergebnisse zeigen signifikante Unterschiede zwischen

den Fruchtfolgen und Unkrautbekämpfungsmaßnahmen nach dem ersten Untersuchungszeitraum von drei Jahren. Das Niveau der aktuellen Verunkrautung variierte von 88 bis 440 Ind./m², während als potentielle Verunkrautung 3125 bis 12969 Samen/m² bestimmt wurden woraus sich eine Auflauftrate von 0,5 bis 14,2 % ergab. Die höchsten erzielte Werte die Fruchtfolge Gurke-Soja mit 330 Ind./m² und 6771 Samen/m². Die chemische Unkrautbekämpfung hatte mit 227 Ind./m² und 6062 Samen/m² eine nur geringe Effektivität auf Grund des dominanten Auftretens der toleranten Art *Rottboellia cochinchinensis*, die bis auf 405 Ind./m² anstieg. Die niedrigste aktuelle Verunkrautung wies die Fruchtfolge Mais-Sorghum mit 101 Ind./m² und die niedrigste potentielle Verunkrautung die Fruchtfolge Mais-Soja mit 4010 Samen/m² auf. Eine periodische Bekämpfung konnte die Verunkrautung auf 109 Ind./m² und 3531 Samen/m² reduzieren.

7 Literatura citada

1. BARRALIS, G. 1972. Evolution comparative de la flore adventice avec ou sans désherbage chimique. Weed Research. 12, p.115-127
2. CATASTRO, 1971. Inventario de recursos naturales de Nicaragua. Levantamiento de suelos de la región del Pacífico de Nicaragua. Descripción del suelo. Vol.I, p. 350-360
3. DE LA CRUZ, R. 1988. Las malezas en el contexto del manejo integrado de plagas en áreas tropicales. Sem. Manejo Integrado de Plagas. San José (CR). 1987. Memorias CATIE-MIP. Serie Técnica. Informe Técnico. no 81, p. 89-103
4. EISZNER, H. 1994. Base de datos experimentales. FAGRO - EPV. UNA Managua, 146 p.
5. EISZNER, H. y POHLAN, J. 1992. Struktur und Dynamik der Unkrautzönose unter dem Einfluss von Fruchtfolge und Unkrautbekämpfung. Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderh.XIII, Ed. Ulmer, Stuttgart, p. 253-261
6. FAO - UNESCO, 1974. Soil map of the world. Vol. 1. Legend. UNESCO Paris
7. HOLDRIDGE; L. 1960. Ecología basada en zonas de vida. Trad. del inglés por S.H. JIMENEZ. 1ra edición. San José, Costa Rica. Ed. IICA, 216 p.
8. MALESPIN RAMIREZ, A. O.: 1993. Efecto de rotación de cultivos y control de malezas sobre la dinámica del banco de semilla de malezas en el suelo de la Hacienda Las Mercedes. Tesis Ing. Agr., UNA Managua, 48 p.
9. PAREJA, R.M. 1988. Dinámica de las semillas de malezas en el suelo. Bol. inform. MIP. Olancho, Honduras. 8, p. 30-49
10. POST, B.J. 1986. Factors of influence on the development of an arable weed vegetation. Proc. EWRS Symp. Economic Weed Control. Wageningen, Holanda, p. 317-325
11. SALAZAR, D. 1994. Standort- und fruchtfolgespezifische Einflüsse bei variierter Unkrautbekämpfung im Gemüsemais-, Sorghum- und Sojaanbau Nikaraguas. Diss., Univ. Leipzig, 142 p.
12. VECCHIO, V., CASINI, P. y CALAMIA, P. 1992. Dynamique des mauvaises herbes en relation avec la rotation des cultures et les techniques de lutte. IX. Col. Intern. sur la Biol. des Mauv. Herbes. Dijon, Francia, p. 299-312
13. VILLANUEVA, E. 1990. Los suelos de la finca Las Mercedes y las propiedades más relevantes para planear su uso y manejo. Tesis Ing. Agr., ISCA Managua, 51 p.