

COMPORTAMIENTO ECOLOGICO DEL BANCO DE SEMILLAS DE MALEZAS BAJO CONDICIONES DEL TROPICO HUMEDO*

Celina I. Merino**
Ramiro De La Cruz***

Gilda Piaggio***
Mario Pareja***

ABSTRACT

The effect of three cropping systems, two tillage methods (conventional and zero) and the use of soil insecticides on weed vegetation and seed population in the soil bank were investigated during three planting cycles. Throughout the research, new weed seeds were not permitted to enter or be produced in the field. Weed vegetation types showed a poor relation with the seed bank's composition (species number and density). Climatic factors definitely interacted with tillage systems in the germination and emergence of the weeds. Soil insecticide application variables had no clear effect on vegetation nor on the seed bank due perhaps to their short duration (two years) or to the fact that they may act more efficiently on the reproductive part of the plant which was not reached in this experiment. Probably, for the same reasons, the effect of crops rotation was not definitive. Tillage variables, having been in the field for more than ten years, showed a clear effect on vegetation as well as on the seed bank. This was lower under no tillage. A high percentage of the weed seeds seem to have a short longevity, mainly when they stay on the soil surface. However, some species such as ELEIN, BOILF, CYPFE, and KILSS, seem to be more persistent. Apparently some species have an inhibitory effect on the germination of others since these begin to germinate when the first ones have diminished or vanished from the field.

RESUMEN

Durante tres ciclos de siembra se investigó el efecto de tres sistemas de cultivo (monocultivo de maíz, monocultivo de frijol y rotación de maíz con frijol), de la labranza (convencional y cero) y del uso de insecticida en el suelo (con y sin aplicación) sobre la vegetación de malezas y la población de semillas en el suelo. Durante la investigación, se evitó la entrada y la producción de nuevas semillas de malezas en el campo. La diversidad y la densidad de la vegetación mostraron una baja relación con el banco de semillas. Sin embargo, las de mayor densidad relativa en el banco presentaron valores similares a los de las especies en la vegetación. Esto indica que el banco bien podría ayudar en el diagnóstico de malezas. Los factores climáticos interactuaron decididamente con la labranza en la germinación y emergencia de las malezas. La aplicación de insecticida al suelo no tuvo un claro efecto sobre la vegetación ni sobre el banco de semillas, debido quizá a que el tratamiento sólo se aplicó durante dos años, o a que la actividad de los insectos es más eficaz sobre la parte reproductiva de la vegetación. En esta investigación no se permitió que las malezas alcanzaran su fase reproductiva. La rotación de cultivos redujo la población de malezas, aún cuando quizá también por el corto tiempo de estudio este efecto no fue muy contundente. Ambos sistemas de labranza, con más de 10 años de permanencia en el campo, mostraron un claro efecto sobre el banco de semillas, el cual fue menor en cero labranza. Un alto porcentaje de las semillas de malezas parece tener poca longevidad, principalmente cuando quedan sobre la superficie del suelo. Sin embargo, algunas especies como ELEIN, BOILF, CYPFE y KILSS parecen ser más persistentes. Algunas especies parecen tener efecto inhibitorio sobre la germinación de otras como LIDCR, LUDDE, pues éstas empiezan a germinar cuando las primeras ya han terminado o disminuido su presencia en el campo.

INTRODUCCION

Las malezas causan serios problemas para la producción agrícola, puesto que los cultivos se rigen por el principio de competencia de que "quien llega primero se sirve de los recursos del suelo y por tanto gana primero el espacio". Esto refleja el aspecto dinámico de la competencia entre las plantas y el papel limitante que pueden jugar las malezas. Los costos en muchos de los sistemas de producción agrícola se incrementan anualmente debido al creciente costo de las prácticas de control.

Algunas de las dificultades que presentan los sistemas de control de malezas se relacionan con la erosión del suelo y con la necesidad de conocimiento tecnológico del productor. Y aún así, las pérdidas en rendimiento por competencia pueden ser altas.

La densidad y tipo de maleza que crece en un campo de cultivo está íntimamente relacionada con otros factores de producción como la labranza, rotación de cultivos y el manejo de otras plagas. Todo lo anterior se ha estudiado ampliamente en zonas de clima templado, pero en nuestro medio el comportamiento ecológico de este grupo de plantas requiere un mayor estudio, especialmente en lo concerniente a la dinámica de las semillas de malezas en el suelo. Este banco o reserva de semillas en el suelo es donde las malezas basan su estrategia invasora y competitiva.

El objetivo de la investigación fué determinar el efecto que podrían tener algunas prácticas de cultivo sobre el banco de semillas de malezas en el suelo y sobre la dinámica de la población de las malezas en el campo.

Recibido: 24/06/92. Aprobado: 23/10/92

*Parte de la Tesis del primer autor. Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

**CENTA. San Salvador, El Salvador.

***CATIE. 7170 Turrialba, Costa Rica.

Efecto de la labranza sobre el banco de semillas. En general, se considera que la labranza del suelo es un promotor de la germinación y la emergencia de plántulas en el campo. Esto se debe al estímulo que produce el disturbio del suelo sobre las semillas, ya que las trae a la superficie del suelo donde pueden romper su latencia al recibir luz, mejorar la aireación y quedar expuesta a fluctuaciones de temperatura y humedad (Taylorson 1970; Egle 1986).

La labranza también influye en la dispersión de las semillas al incorporarlas a diferentes profundidades del suelo y además altera la distribución, tamaño, número y tipo de los agregados del suelo. Esto a su vez modifica las características de los micrositios de las semillas (Evans y Young 1972, Pareja 1984).

Las labores de labranza favorecen la permanencia de las especies anuales de reproducción por semilla sexual, por cuanto a la vez que el arado trae las semillas a la superficie para que germinen, entierra otras que permanecen como reserva en el banco. Sin embargo, bajo condiciones de cero labranza, la mayoría de las semillas anuales permanecen sobre la superficie del suelo donde estarán en condiciones de germinar, exponiéndose así a su destrucción mediante las prácticas de control (Froud-Williams *et al.* 1983).

Recientemente se investigó bajo condiciones del trópico húmedo, el efecto de diferentes tipos de labranza sobre la fluctuación de las poblaciones de malezas a través de tres ciclos de cultivos y se concluyó que las labranzas no afectaron la población total de las malezas emergidas en el campo, ni la cantidad total de semillas almacenadas en el banco, pero sí afectó la densidad de algunas especies en particular (Andino Medrano 1989).

En parcelas que permanecieron bajo tres sistemas de labranza por nueve años, Vargas (1988), encontró que el total de semillas en el perfil del suelo y el número de plántulas emergidas en el campo, fue mayor bajo labranza convencional. En este trabajo y en el referido antes, se permitió la producción de semillas por la vegetación que crecía en el campo.

Efecto de las rotaciones de cultivo sobre la población de malezas. Varias investigaciones han establecido que la labranza y la rotación de cultivos son herramientas importantes en el manejo de malezas. La práctica de rotación hasta los años 40 en los Estados Unidos, como ayuda en el manejo de suelos, sirvió también como ayuda en aspectos de nutrición de las plantas. Esta práctica se suspendió al introducir fuentes sintéticas de nitrógeno, en reemplazo del nitrógeno aportado por las leguminosas usadas en las rotaciones y con la introducción de plaguicidas nuevos y más eficaces (Walker y Buchanan 1982).

Una de las razones que justifican la rotación de cultivos es la de facilitar el manejo de las malezas aprovechando las diferencias morfológicas, fisiológicas y prácticas culturales que en la producción del cultivo pueden perjudicar a un grupo particular de malezas. Además, permite la rotación de herbicidas usados en la secuencia de los cultivos (Harper 1956, citado por Johnson y Coble 1986).

Harper (1977) considera que la rotación de cultivos tiene mucho efecto sobre las poblaciones de malezas, pudiendo diseñarse dicha actividad, por lo menos parcialmente, como una manera de controlar malezas. Bajo el sistema de monocultivo, las malezas pueden competir exitosamente con las plantas cultivadas y llegar a alcanzar proporciones epidémicas.

La secuencia de siembra en rotación o continua de un mismo cultivo (monocultivo), favorece ciertas especies de malezas que toleran las prácticas de cultivo. Dichas especies llegan a ser abundantes en el banco de semillas, resultando cambios en la flora de cultivos subsiguientes. Este hecho se demostró en un estudio en el cual dicho efecto fue más evidente en parcelas que recibieron arado de cincel, que en las que se usó arado de reja (Ball y Miller 1989).

Acción de depredadores sobre semillas de malezas en el banco. Louda (1989) opina que los estudios que se han realizado para medir el efecto de la depredación en el banco de semillas han sido escasos o de difícil seguimiento y que el consumo de semillas es una actividad mayormente gustativa que puede causar pérdidas significativas.

Tradicionalmente los análisis de depredación en el banco de semillas se han restringido a considerar las semillas que han sido incorporadas en el suelo. Sin embargo, el consumo de flores y de óvulos en desarrollo también puede influir en la entrada y flujo de semillas al banco. Por lo tanto, la depredación de semillas en la planta también debe ser considerada como proceso importante en la dinámica del banco de semillas (Louda 1989).

Sin embargo, Stinner *et al.* (1988) al estudiar la comunidad de microartrópodos (ácaros y colémbola) en el suelo bajo labranza convencional, reducida y cero, encontraron que la acción de estos organismos fue mayor en cero labranza. La aplicación de insecticidas al suelo presentó poca o ninguna interferencia en la población de colémbola, grupo con hábitos mixtos de alimentación. Además, la labranza reducida tiene un efecto positivo sobre la fauna de depredadores y artrópodos involucrados en la descomposición de residuos vegetales.

Debido a las distintas formas de distribución espacial de semillas, la depredación de éstas o la competencia de las plantas dentro de especies (denso-dependencia) puede resultar en un aumento en la mortalidad si las semillas están agrupadas (Bigdwood e Inouye 1988).

Mediante la acción colectiva, los depredadores de semillas crean una presión de selección en favor de semillas más pequeñas y de semillas de cubierta dura, las cuales persistirán en el suelo, mientras que las más grandes y menos dispersas son consumidas. Es evidente entonces el efecto de la depredación de semillas sobre el valor promedio de la población que permanece en el banco del suelo (Louda 1989).

MATERIALES Y METODOS

Descripción del área experimental. El trabajo de campo se realizó entre diciembre de 1989 y mayo de 1991 en un terreno que desde hacía 10 años se encontraba bajo condiciones continuas de labranza convencional y cero labranza localizado en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. El área del experimento permaneció en barbecho durante 1989 y la población de malezas alcanzó una alta densidad, uniformemente distribuida en todo el campo. Durante los años anteriores estuvo sembrada siempre de maíz.

Para la primera siembra fue necesario chapear mecánicamente la maleza, la cual se dejó secar sobre la superficie del campo para posteriormente retirar la cobertura muerta. Luego se preparó del terreno en las parcelas correspondientes a labranza convencional. Posteriormente, a lo largo de los ciclos de los cultivos se tuvo especial cuidado de no permitir la producción de nuevas semillas de malezas. Para tal efecto, durante la primera siembra se aplicó una dosis baja de la mezcla de pendimetalina más linuron (0.66 + 0.5 kg ia/ha). La corta residualidad de esta mezcla permitió iniciar los recuentos de germinación sobre la superficie, un mes después de la siembra. Con esta mezcla sólo se intentaba evitar la presión de las malezas durante las dos o tres semanas siguientes a la siembra.

Diseño experimental. El estudio se realizó durante tres ciclos de cultivo de maíz y frijol (Cuadro 1). Los tratamientos en estudio incluyeron las siguientes prácticas agrícolas:

CUADRO 1. Fechas de siembra y cosecha de los ciclos de cultivo estudiados. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

CICLO DE CULTIVO	FECHA SIEMBRA	FECHA COSECHA	
		Frijol	Maíz
I	20 Dic/89	Feb/90	Mar/90
II	24 May/90	Jul/90	Ago/90
III	12 Nov/90	Feb/91	Mar/91

a) **Sistema de cultivo (parcela principal):** monocultivo de frijol, monocultivo de maíz y rotación de maíz-frijol.

b) **Sistema de labranza (subparcela):** labranza convencional y cero labranza. La labranza convencional consistió en un pase de arado de discos a 20 cm de profundidad y dos pases de rastra de discos a 15 cm.

c) **Manejo de insectos del suelo (sub-subparcela):** con y sin aplicación de insecticida en el suelo al momento de la siembra.

En el primer ciclo de siembra se utilizó el insecticida clorpirifos en dosis de 0.75 kg ia/ha. En el segundo y tercer ciclo se usó carbofuran en dosis de 1.5 kg ia/ha. Estas dosis son superiores a las recomendadas comercialmente, con el propósito de lograr mejor control.

El diseño experimental (se usó una vez y se mantuvo) fue el de bloques al azar en parcelas sub-sub-divididas con 4 repeticiones, con un área total experimental de 3456 m², dividida así: parcela principal de 24 x 12 m, la sub-parcela de 24 x 6 m y la sub-subparcela de 12 x 6 m.

Recuento de malezas. Se hicieron varios recuentos con el fin de medir el efecto de los distintos tratamientos sobre la población de malezas en la superficie y en el banco de semillas.

1) Recuento de superficie: El recuento de malezas emergidas sobre la superficie del campo para cada uno de los ciclos de siembra, sólo se realizó en las repeticiones I y IV del experimento. Sobre toda la superficie de cada sub-subparcela se marcaron cuadrículas de 2 x 1 m (720 en total para las dos repeticiones) y en cada una, con ayuda de un marco de 0.25 x 0.25 m ubicado al azar dentro de la cuadrícula se contaron e identificaron las malezas dentro del marco. Estos recuentos se realizaron al inicio de cada ciclo, cuando la población había alcanzado su pico de emergencia y las especies eran fácilmente identificables.

2) Recuento de semillas en el suelo: Este se realizó mediante varios muestreos a profundidades de 0 a 5 cm y de 5 a 20 cm con un barreno graduado de 20 cm de longitud y 5 cm de diámetro.

Para tomar muestras dentro de cada sub-subparcela se seleccionaron cinco sitios al azar y en cada uno se hicieron diez perforaciones con el barreno a una distancia de 20 cm entre ellas y en forma de cruz (Fig. 1).

De las muestras compuestas de suelo se tomaron 400 g de suelo seco por sección del perfil y por tratamiento, los cuales se colocaron en maceteros plásticos de 4.5 cm de alto por 12.5 cm de diámetro en la base y 14 cm de diámetro en la parte superior en una casa de mallas. Cuando era necesario, el suelo se desmenuzaba manualmente y se retiraban piedras y fragmentos vegetales gruesos.

Una vez llenados los maceteros de cada muestreo, se regaron periódicamente para promover la germinación de las semillas de malezas. Así se estimuló la emergencia de malezas y tres semanas después de la emergencia se procedió a contar e identificar el número de individuos de cada especie.

Después de dicha identificación y remoción de las plántulas emergidas al suelo de cada macetero se desmenuzó, removió y humedeció nuevamente para promover una nueva germinación de la mayor cantidad posible de semillas. Esta actividad se repitió dos veces más a intervalos de dos o tres semanas durante cada período de lectura. Esto dió un total de cuatro lecturas de germinación en cada macetero.

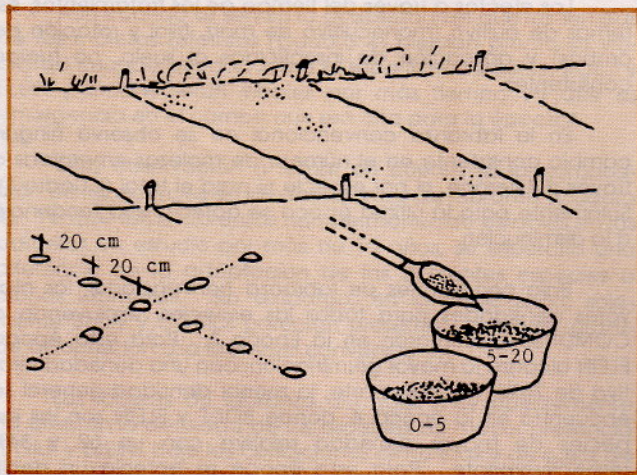


Fig. 1. Diagrama del método utilizado para la toma de muestras del suelo en cada sub-subparcela.

Los datos de malezas en maceteros y campo se transformaron a densidad de malezas (número de cada especie/unidad de superficie). Para maceteros se utilizó la transformación de peso a superficie, teniendo presente que en cada macetero se tenían 400 g de suelo. En el estudio de Forsythe y Diaz Romeu (1969) y según comunicación personal con el segundo autor, la densidad aparente es de 1.0 g/cm³ a una profundidad de 20 cm de los suelos en los cuales se hizo la presente investigación.

Análisis de los datos. Se calcularon promedios de las densidades de malezas obtenidas en los recuentos en la superficie del suelo y de las de las plántulas emergidas del banco de semillas en las casas de malla. En ambos casos se realizó un análisis de varianza. Para el análisis de los datos de las malezas en la superficie se incluye el factor épocas como cuarto nivel de subdivisión, en cambio para el análisis del banco de semillas, el factor perfil del suelo se consideró como un cuarto nivel de subdivisión y el factor épocas como un quinto nivel (parcelas subdivididas en el tiempo).

Posteriormente a los datos de densidades de las especies de malezas se les realizó un análisis de componentes principales (ACP) (Ludwig y Reynolds 1988, Johnson y Wichern 1982). Este análisis es una técnica estadística multivariada basada en la estructura de la matriz de correlaciones entre las variables (densidades de las diferentes especies de malezas). Consiste en formar combinaciones lineales de éstas, que se podrían interpretar como asociaciones de especies afectadas de manera similar por los tratamientos en el estudio (sistema, labranza, insecticida, época y sección de perfil del suelo en el caso de banco).

Estas combinaciones se denominan Componentes Principales y serán denotadas por CP. Estos son independientes entre sí y se ordenan según el grado en que son afectados por los factores variables en el estudio, medido por la magnitud de sus varianzas. Así, el CP de mayor varianza es el más afectado, y se denotará por CP1, el siguiente será CP2, y así sucesivamente.

RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 2 muestra las especies de malezas encontradas en el campo durante la presente investigación. Para la nomenclatura de las distintas especies se utiliza el código aceptado por la Weed Science Society of América. Se aprecia que únicamente el 35% del total de las especies presentes en el banco de semillas se encontraron en los recuentos de superficie. Estas son las especies de mayor importancia económica por cuanto fueron las más dominantes en la población de malezas.

CUADRO 2. Malezas presentes en el área experimental y determinadas mediante los recuentos de superficie y del banco de semillas⁽¹⁾ (1990/91).

ESPECIES	SUPERFICIE	BANCO DE SEMILLAS
<i>Acalypha</i> sp.		ACASS
<i>Alternanthera</i> sp.	ALRSS	ALRSS
<i>Bidens pilosa</i>		BIDFI
<i>Borreria latifolia</i>	BOILF	BOILF
<i>Browalia</i> sp.		BRWSS
<i>Cardamine bonariensis</i>		CARBO
<i>Cenchrus</i> sp.		CCHSS
<i>Commelina diffusa</i>	COMDI	COMDI
<i>Cuphea carthaginensis</i>		CPHCA
<i>Cyperus ferax</i>	CYPFE	CYPFE
<i>Digitaria sanguinalis</i>	DIGSA	DIGSA
<i>Drymaria cordata</i>		DRYCO
<i>Eclipta alba</i>	ECLAL	ECLAL
<i>Eleusine indica</i>	ELEIN	ELEIN
<i>Emilia fosbergii</i>	EMIFO	EMIFO
<i>Euphorbia heterophylla</i>		EPHHL
<i>Erechtites</i> sp.		ERESS
<i>Gnaphalium americanum</i>		GNAPU
<i>Hyptis capitata</i>		HYPCA
<i>Kyllinga</i> sp.	KILSS	KILSS
<i>Lindernia crustacea</i>		LIDCR
<i>Ludwigia decurrens</i>		LUDDE
<i>Mecardomia</i> sp.		MECSS
<i>Mimosa pudica</i>	MIMPU	MIMPU
<i>Mitracarpus hirtus</i>		MITHI
<i>Mollugo verticillata</i>		MOLVE
<i>Momordica charantia</i>		MOMCH
<i>Oxalis corniculata</i>		OXACO
<i>Panicum</i> sp.		PANSS
<i>Phyllanthus niruri</i>	PHYNI	PHYNI
<i>Pilea</i> sp.		PILSS
<i>Portulaca oleracea</i>		POROL
<i>Sida acuta</i>		SIDAC
<i>Solanum</i> sp.		SOLSS
<i>Spananthe paniculata</i>	SPAPA	SPAPA
<i>Spilanthus</i> sp.		SPLSS
<i>Xanthosoma</i> sp.	XANSS	XANSS

(1) Código de las especies según la Weed Science Society of America, 1982.

La baja representatividad en el número total de especies del banco en la superficie se debe posiblemente a que el método de muestreo superficial fue ineficaz para detectarlas por su baja densidad o que son especies que sólo logran su emergencia bajo condiciones muy particulares de clima y de manejo del suelo y cuando las especies dominantes tengan una menor presencia en la vegetación.

Para facilitar el manejo de la información obtenida, no se tomaron en cuenta aquellas especies cuya densidad relativa ((densidad de la especie/suma densidad de todas las especies) x 100) y presencia en la superficie y el banco fue muy baja y solamente aparecían de manera esporádica.

El Cuadro 3 señala las especies de mayor densidad relativa en las épocas de mayor presencia en la labranza convencional, tanto en la superficie del campo (Epoca 3)

CUADRO 3. Densidad absoluta y relativa de las especies de malezas seleccionadas por su mayor densidad (planta/m²) tanto en el banco de semillas en el suelo como en conteo en superficie (*).

ESPECIE	BANCO		SUPERFICIE	
	DENSIDAD		DENSIDAD	
	ABSOLUTA	RELATIVA (%)	ABSOLUTA	RELATIVA (%)
BOILF	11586	12.0	189	13.5
COMDI	392	0.4	13	0.9
CYPSS	2685	2.8	21	1.5
DIGSA	1063	1.1	30	2.1
DRYCO	388	0.4		
EMIFO	29	0.0		
ELEIN	72359	75.1	1073	76.4
ECLAL	5538	5.7	29	2.1
GNAPU	592	0.6		
LIDCR	513	0.5		
LUDDE	167	0.2		
MOLVE	38	0.0		
OXACO	79	0.1		
PHYNI	154	0.2	7	0.5
SPAPA	554	0.6	43	3.1
SIDAC	29	0.0		
XANSS	150	0.2		
TOTAL	96316	100%	1404	100%

(*) Época 1 en banco y época 3 en superficie; épocas con más altas densidades.

como en el banco de semillas del suelo (Epoca 1). Se destaca la similitud que se presentó en los valores de densidad relativa entre las distintas especies de malezas en el banco de semillas y la superficie del campo.

Parece que los factores que afectan o regulan la germinación tienen poco efecto sobre la relación numérica existente entre las semillas de las malezas presentes en el banco.

Trabajo experimental de campo: efecto de los tratamientos sobre flora de malezas. Los resultados de los recuentos de malezas en la superficie del campo, se presentan en el Cuadro 4.

CUADRO 4. Densidades (planta/m²) de malezas sobre la superficie en los dos sistemas de labranza y cuatro épocas.

MALEZA	LABRANZAS							
	CONVENCIONAL				CERO			
	EPOCAS				EPOCAS			
1	2	3	4	1	2	3	4	
BOILF	40	1	189	38	414	3	63	89
COMDI	45	73	13	1	16	7	0	0
*CYPSS	4	3	21	0	44	5	5	0
DIGSA	13	1	30	0	120	1	7	0
ELEIN	13	21	1073	21	373	28	35	33
ECLAL	20	1	29	1	22	0	2	0
PHYNI	5	0	7	0	11	0	2	1
SPAPA	26	28	43	0	54	1	2	0
TOTAL	166	128	1405	61	1054	45	116	123

E 1 = Ene/90; E 2 = Jun/90; E 3 = Nov/90; E 4 = May/91.
* CYPSS incluye dos generos: CYPFE y KILSS.

Los efectos a través del tiempo de los tratamientos, sistemas de cultivo (monocultivo de maíz, frijol y rotación de ambos) y aplicación de insecticidas al suelo, no fueron consistentes.

En la labranza convencional no se observó ningún cambio consistente en el número de malezas emergidas a través del tiempo, ni por especie ni para el total (Cuadro 4). Solamente para la última época se aprecia una tendencia a la disminución.

Bajo condiciones de labranza convencional, las mayores densidades para todas las especies, excluyendo a COMDI se presentaron en la Época 3. Para esta época ELEIN alcanzó la mayor germinación, con una densidad relativa de 76%. Por otra parte, la menor densidad general se encuentra en la época 4, donde BOILF y ELEIN son las especies de mayor densidad relativa con un 62 y 34% respectivamente. Para esta época se aprecia un declinamiento en las densidades totales y por especies. El número total de malezas determinado sobre la superficie durante los cuatro recuentos fue similar en los dos sistemas de labranza. Sin embargo, el mayor porcentaje de emergencia en cero labranza se produjo en la primera época (79%), mientras que en la labranza convencional la mayor emergencia (80%), se obtuvo en la tercera época.

La mayor emergencia de COMDI para la primera época en la labranza convencional se explica por la mayor humedad en el suelo para esta época, ya que esta especie se establece mejor bajo estas condiciones.

La variación en las densidades de las malezas en superficie a través del tiempo no presentó una tendencia definida a disminuir, y la germinación pareció estar muy influida por las variaciones en las condiciones climáticas. Las condiciones climáticas pueden favorecer una abundante germinación de algunas malezas en un tipo de labranza, pero no en el otro, lo cual indica una interacción entre clima y labranza que determina la expresión del banco de semillas. Un exceso en la humedad del suelo sería menos crítico para la germinación de las semillas que permanezcan sobre la superficie.

En las parcelas sin labranza, la mayor emergencia de malezas se presentó en la Época 1. Probablemente esto se debió a la alta concentración de semillas de malezas sobre la superficie en este tratamiento, siendo las condiciones de temperatura y humedad suficientes para promover una abundante germinación.

Las observaciones anteriores sobre la alta concentración de la germinación temprana en parcelas con cero labranza y el rápido declinamiento de la germinación en épocas posteriores, puede sugerir el siguiente comportamiento: 1) Una baja latencia en un alto porcentaje de la población de semillas. 2) Corta viabilidad en la mayoría de la población de semillas de las especies estudiadas cuando quedan sobre la superficie del campo.

Un sistema eficaz para controlar las malezas durante la emergencia temprana, ofrece más éxito en su manejo en los sistemas de cero labranza. El sistema de control a utilizar no debería provocar el enterramiento de semillas porque podría promover la latencia.

Aún cuando se señala la posibilidad de que las semillas de las malezas referidas (Cuadro 4) pierdan pronto su viabilidad cuando quedan sobre la superficie del suelo, BOILF y ELEIN permanecieron viables por más tiempo ya que su emergencia en el campo aún era alta para la época 4.

Otra observación a tomar en cuenta es la composición de las especies en los dos sistemas de labranza (Cuadro 4). Ya que estas labranzas han permanecido estables en las parcelas en estudio por más de 10 años, se esperaría una diferencia en la adaptación de las diferentes especies a dichas labranzas. Sin embargo, en la vegetación, solamente ELEIN y COMDI parecían presentar un mayor grado de adaptación a la labranza convencional.

Las labores de labranza utilizadas muy posiblemente no afectan la densidad de las especies de mayor presencia (BOILF y ELEIN) bajo las condiciones climáticas y de suelo de la presente investigación. Bajo otras circunstancias ecológicas, algunas especies perennes tienden a adaptarse mejor a condiciones de cero labranza.

Los factores, sistema de cultivo e insecticida, no mostraron efecto sobre la población de malezas emergidas. Posiblemente la duración (dos años) del experimento no fue suficiente para que dichas variables manifestaran su efecto. También se podría pensar que estos tratamientos tuvieron poco efecto sobre la etapa de reclutamiento de plántulas y que su mayor acción se ejerce sobre su fase vegetativa y reproductiva, fase que no se completó durante esta investigación.

Muchos de los resultados anteriores parecen indicar que la población de semillas de malezas se organiza en grupos, los cuales responden en forma similar a las variables ecológicas. Por esta razón se decidió procesar los datos obtenidos mediante el análisis de componentes principales (ACP) en lugar de análisis de varianza individuales.

En el Cuadro 5 se presentan las correlaciones entre los dos primeros componentes principales y las densidades de las malezas emergidas en la superficie del campo. El primer componente principal CP1, representa una asociación de BOILF, CYPSS, DIGSA, ELEIN, ECLAL, PHYNI y SPAPA. Esta asociación fue la más afectada por los factores tratamientos en el estudio, siendo responsable del 57% de la varianza total. El segundo componente principal CP2, está formado solamente por COMDI y SPAPA, con un 16% de la varianza. Los dos primeros CP's en conjunto son responsables del 73% de la varianza (varianza acumulada hasta el CP2).

En un análisis de varianza de los efectos de los factores en estudio sobre los CP1 y CP2, la interacción con mayor significancia fue la de labranza x época. Esto indica que la mayor variación de las asociaciones representadas por CP1 y CP2 consistió en una diferencia entre los sistemas de labranza a través de las épocas (Figs. 2 y 3). La magnitud de CP1 y CP2 debe interpretarse como intensidad de presencia de las asociaciones que ellas representan.

Se puede observar en estas figuras que las especies del CP1 presentaron un cambio a través del tiempo (factor Época) y que este cambio dependió del tipo de labranza (Labranza x Época). Esto indica que la labranza convencional en el tiempo presentó un efecto positivo en la disminución de la población de las especies que conforman este

CUADRO 5. Correlaciones entre los Componentes Principales (CP's) y las densidades de malezas en superficie durante cuatro épocas. Contribución de cada CP a la varianza.

ESPECIE	COMPONENTES PRINCIPALES	
	CP1	CP2
BOILF	0.92**	ns
COMDI	ns	0.92**
CYPSS	0.93**	ns
DIGSA	0.92**	ns
ELEIN	0.69**	ns
ECLAL	0.62**	ns
PHYNI	0.87**	ns
SPAPA	0.63**	0.61**
Varianza Acumulada	0.57	0.73
% del total de varianza	57	16

** significancia al 1%

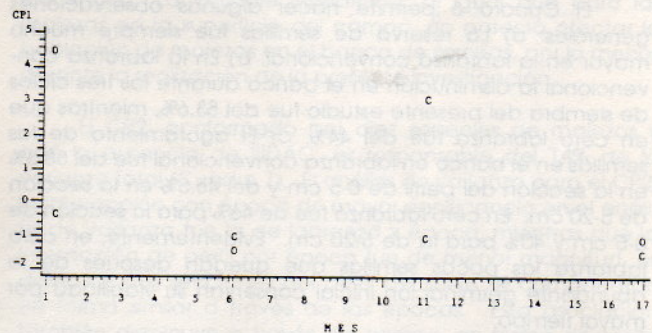


Fig. 2. Efecto de los dos sistemas de labranza (0 = cero, c = convencional) a través del tiempo sobre la emergencia en el campo de las especies del CP1.

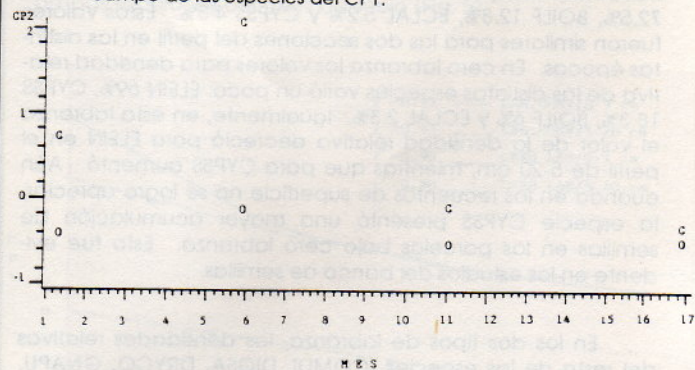


Fig. 3. Efecto de los dos sistemas de labranza (0 = cero, c = convencional) a través del tiempo sobre la emergencia en el campo de las especies del CP2.

grupo. Sin embargo, y como se indicó anteriormente, la mayor expresión en la emergencia para los grupos (CP1 y CP2) se registró en diferentes épocas, dependiendo de las condiciones climáticas, presentándose posiblemente, una interacción entre factores climáticos y labranza.

Es evidente entonces que con el tiempo se presenta una reducción del número de semillas en el banco y que el grado de reducción podría depender de la interacción entre el tipo de labranza, las condiciones climáticas y el tipo de maleza.

Trabajo experimental de casa de mallas. Debido a la poca luminosidad en la casa de mallas durante las lecturas de germinación de plántulas en muestreos de suelo para la Época 1, fue necesario ajustar mediante regresión, los valores observados para las especies ELEIN, CYPSS, ECLAL y BOILF para esta época. Principalmente las dos primeras especies, mostraron altos requerimientos de luz para su germinación. Al término de la lectura correspondiente a la Época 1, cuando los maceteros se trasladaron a un nuevo invernadero con condiciones adecuadas de iluminación y fluctuación de temperatura, se produjo una abundante emergencia de las cuatro especies mencionadas.

Las demás pruebas de germinación se continuaron en un invernadero con buenas condiciones de iluminación y con fluctuaciones de temperatura hasta de aproximadamente 15°C.

Una vez ajustados los valores, se procedió a la selección de las especies que por su densidad relativa y presencia en los muestreos fueron las más importantes.

El Cuadro 6 permite hacer algunas observaciones generales: a) La reserva de semillas fue siempre mucho mayor en la labranza convencional. b) En la labranza convencional la disminución en el banco durante los tres ciclos de siembra del presente estudio fue del 53.6%, mientras que en cero labranza fue del 44%. c) El agotamiento de las semillas en el banco en labranza convencional fue del 58.3% en la sección del perfil de 0-5 cm y del 46.5% en la sección de 5-20 cm. En cero labranza fue de 46% para la sección de 0-5 cm y 40% para la de 5-20 cm. Evidentemente, en cero labranza las pocas semillas que quedan después de la abundante germinación inicial conservan su viabilidad por mayor tiempo.

La densidad relativa promedio para los dos perfiles a través del tiempo en la labranza convencional fue: ELEIN 72.5%, BOILF 12.8%, ECLAL 5.2% y CYPSS 4.3%. Estos valores fueron similares para las dos secciones del perfil en las distintas épocas. En cero labranza los valores para densidad relativa de las distintas especies varió un poco: ELEIN 69%, CYPSS 18.3%, BOILF 6% y ECLAL 2.3%. Igualmente, en esta labranza el valor de la densidad relativa decreció para ELEIN en el perfil de 5-20 cm, mientras que para CYPSS aumentó. Aún cuando en los recuentos de superficie no se logró apreciar, la especie CYPSS presentó una mayor acumulación de semillas en las parcelas bajo cero labranza. Esto fue evidente en los estudios del banco de semillas.

En los dos tipos de labranza, las densidades relativas del resto de las especies (COMDI, DIGSA, DRYCO, GNAPU, LIDCR, LUDDE, PHYNI y SPAPA) estuvo entre el 1% y 3%.

El hecho de que la población de plántulas emergidas para LIDCR y LUDDE no presente disminución a través del tiempo sino más bien un incremento, podría deberse a un efecto de inhibición causado por una o varias especies presentes en la muestra o a una latencia más prolongada. Durante todas las lecturas de invernadero la primera germinación de plántulas fue la más alta, dominada generalmente por ELEIN, reduciéndose gradualmente el número de plántulas hasta llegar a la cuarta y última lectura, donde aparecen las especies que en las primeras lecturas no se presentaron o sólo aparecieron en densidades bajas. Este es el caso de LIDCR y LUDDE. Lamentablemente no se puede conocer mejor su comportamiento por carecer de suficiente información sobre el comportamiento biológico de las semillas de estas especies.

CUADRO 6. Densidades (plantas/m²) de malezas emergidas en maceteros con muestras de suelo de las dos labranzas, al inicio y al final de la investigación.

Labranza Convencional				
	Sección perfil de suelo (cm)			
	0 - 5		5 - 20	
MALEZA	EPOCAS			
	1	5	1	5
BOILF	11586	5575	7879	4450
COMDI	392	217	379	163
CYPSS	2685	1742	2853	1846
DIGSA	1063	383	1167	346
DRYCO	388	8	513	46
ELEIN	72359	28625	46044	24238
ECLAL	5538	2108	3676	1746
GNAPU	592	129	438	88
LIDCR	513	771	504	933
LUDDE	167	96	83	104
PHYNI	154	104	175	100
SPAPA	554	300	450	242
TOTAL	95991	40058	64161	34302
	60%	54%	40%	46%
	160152		74360	
Cero Labranza				
	Sección perfil de suelo (cm)			
	0 - 5		5 - 20	
MALEZA	EPOCAS			
	1	5	1	5
BOILF	3277	1750	1670	950
COMDI	67	17	17	13
CYPSS	5021	4413	5039	4513
DIGSA	863	267	338	117
DRYCO	629	38	525	33
ELEIN	37353	19200	17752	9425
ECLAL	1934	317	723	200
GNAPU	125	108	54	17
LIDCR	300	308	267	288
LUDDE	263	308	117	167
PHYNI	663	579	317	283
SPAPA	154	46	83	8
TOTAL	50649	27351	26902	16014
	65%	63%	35%	37%
	77551		43365	

nación de plántulas fue la más alta, dominada generalmente por ELEIN, reduciéndose gradualmente el número de plántulas hasta llegar a la cuarta y última lectura, donde aparecen las especies que en las primeras lecturas no se presentaron o sólo aparecieron en densidades bajas. Este es el caso de LIDCR y LUDDE. Lamentablemente no se puede conocer mejor su comportamiento por carecer de suficiente información sobre el comportamiento biológico de las semillas de estas especies.

Una menor densidad en el banco de semillas en cero labranza, comparada con la convencional, se podría explicar por la abundante germinación inicial en esta labranza y también podría deberse a la pérdida de viabilidad de una alta proporción de las semillas de las especies estudiadas cuando éstas quedan sobre la superficie del suelo. La labranza convencional, mediante el enterramiento de la semillas, estaría protegiéndolas.

Para los dos tipos de labranza, el agotamiento del banco de semillas estaría asociado con la germinación *in situ* y con la pérdida de viabilidad de muchas semillas. Es posible que ambos factores fueran de gran importancia en las parcelas bajo cero labranza.

El factor más importante para la disminución del banco en labranza convencional podría deberse al surgimiento de algunas semillas de los perfiles más profundos, rompiendo su latencia primaria o secundaria, promoviendo así su germinación. Al mismo tiempo, las semillas sobre la superficie o en perfiles superficiales son enterradas en perfiles más profundos donde quedarán protegidas por entrar posiblemente en latencia inducida.

De los resultados anteriores, y por la abundante germinación en la superficie en la primera época en las parcelas bajo cero labranza, se podría indicar la existencia, en esta labranza, de una capa superficial bien definida de semillas y diferente de las dos secciones del perfil estudiados.

Análisis de Componentes Principales en los estudios del banco de semillas. Al igual que para los datos de malezas en la superficie, la información sobre semillas en el banco se analizó de acuerdo con el enfoque de CP's (Cuadro 7).

Las correlaciones negativas se pueden interpretar como ausencia de una especie. Así, por ejemplo, el CP4 es una asociación de cinco malezas (EMIFO, LUDDE, DIGSA, XANSS y SIDAC) en la cual están ausentes las especies CYPSS, DRYCO, ECLAL, OXACO y SPAPA. El grado de importancia de cada especie dentro de cada asociación de malezas, está de acuerdo con la magnitud de su valor de correlación y con el grado de significancia correspondiente. Se considera que las malezas de menor significancia (5%) no tienen mucha fuerza en la asociación.

CUADRO 7. Correlaciones entre los Componentes Principales (CP's) y los recuentos de malezas en el banco de semillas durante cinco épocas y la contribución de cada CP a la varianza.

ESPECIE	COMPONENTES PRINCIPALES (CP)			
	1	2	3	4
BOILF	0.83**	ns	-0.30*	ns
COMDI	0.81**	ns	0.20*	ns
CYPSS	-0.58**	0.53**	0.18*	-0.35**
DIGSA	0.58**	0.30*	-0.18*	0.24*
DRYCO	0.24*	0.70**	ns	-0.33**
EMIFO	0.21*	0.47**	ns	0.64**
ELEIN	0.79**	0.37**	ns	ns
ECLAL	0.71**	ns	0.37**	-0.24*
GNAPU	0.19*	0.29*	-0.50**	ns
LIDCR	0.26*	ns	0.23*	ns
LUDDE	ns	0.40**	0.51**	0.42**
MOLVE	-0.38**	ns	0.47**	ns
OXACO	-0.39**	0.60**	ns	-0.35**
PHYNI	-0.45**	0.53**	ns	ns
SPAPA	0.73**	ns	0.50**	-0.23*
SIDAC	0.38**	-0.27*	0.57**	0.19*
XANSS	0.67**	0.34**	-0.34**	0.23*
Varianza Acumul.	0.29	0.43	0.54	0.62
% total de var.	0.29	0.14	0.11	0.08

* significancia al 5%, ** significancia al 1%

El CP1 representa la asociación más afectada por los tratamientos en el estudio, siendo responsable por el 29% de la varianza total. El CP1 está conformado entonces por doce especies, ocho de ellas con alto grado de importancia (Cuadro 7) y cuatro especies ausentes (CYPSS, MOLVE, OXACO y PHYNI). Aún cuando bajo los dos métodos de labranza se aprecia una disminución en el banco de semillas, ésta disminución varía entre especies y para los dos tipos de labranza a través del tiempo.

En un análisis de varianza efectuado para el CP1 las interacciones con época de mayor significancia fueron labranza x época y perfil x época. Con base en estos resultados, se ajustaron regresiones a través del tiempo para cada perfil por tipo de labranza. En la labranza convencional, el CP1 en el perfil 0-5 cm disminuye rápidamente de la época 1 a la 2, pero la tasa de decrecimiento a partir de la época 2 es menor y tiende a estabilizarse. Esta disminución inicial no es tan pronunciada en el perfil 5-20 cm.

En cero labranza en cambio, el decrecimiento es lineal en todo el período pues la tasa de decrecimiento es constante. La tasa de decrecimiento es mayor en la sección del perfil de 0-5 cm que en el de 5-20 cm en ambas labranzas (Fig. 4).

Los sistemas de cultivo dieron valores menores de significancia. La variable insecticida, al igual que para las malezas en la superficie del campo, no pareció afectar la población de malezas en el banco de semillas, por lo menos durante la realización de la presente investigación.

El CP2, conformado por diez especies de malezas y con la ausencia de SIDAC, es responsable del 14% de la varianza total (Cuadro 7). El análisis de varianza para el CP2, la interacción con época de mayor significancia en el análisis de varianza fue la de labranza x época, mientras que la interacción de perfil por época fue de menor magnitud, es decir, las dos secciones del perfil del suelo se comportaron en forma similar a través de las épocas. Esta asociación también disminuye a través del tiempo, en forma diferente según el tipo de labranza. Esto se muestra con claridad en el análisis de regresión, donde se tomaron los promedios en ambas secciones del perfil de suelo (Fig. 5).

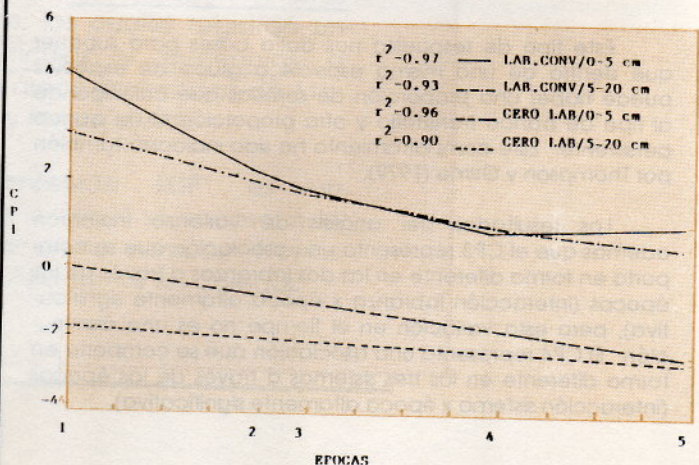


Fig. 4. Comportamiento de la asociación de malezas del CP1 en las dos secciones del perfil y los dos sistemas de labranza a través del tiempo.

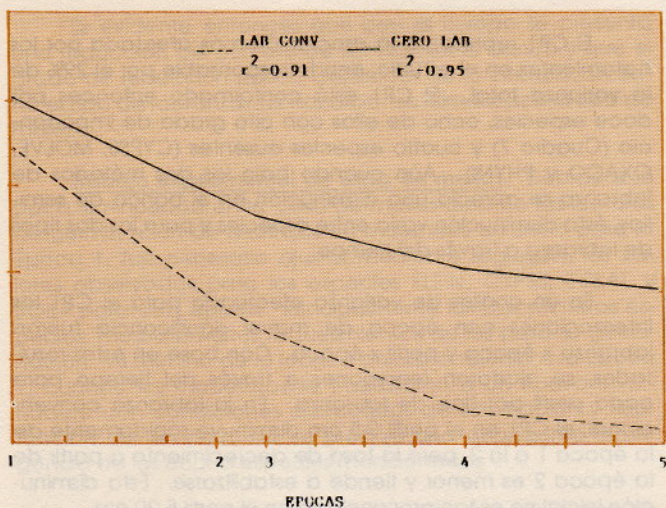


Fig. 5. Comportamiento de la asociación de malezas del CP2 en los dos sistemas de labranzas a través del tiempo.

La tendencia a la reducción en la población de malezas por efecto de las labranzas a través del tiempo (labranza por época) fue evidente en la discusión sobre las densidades (Cuadro 6). En ambos sistemas se aprecia una fuerte disminución en el banco a través del tiempo. Esta tendencia, no fue claramente demostrada en los análisis de la información obtenida en los recuentos de superficie, no obstante queda demostrada en los ACP para los datos del banco de semillas, ya que esta es la tendencia mostrada por los dos primeros CP's, que representan el 43% de la varianza de los datos.

La naturaleza de estas respuestas indica que un alto porcentaje de la población de las semillas de las especies dentro de los CP1 y CP2 tiene capacidad para una rápida germinación, principalmente en la labranza convencional, donde dicha labor promueve la germinación y que las semillas remanentes pueden permanecer por más tiempo, posiblemente latentes en la sección del perfil inferior del suelo, germinando únicamente en pequeñas proporciones a través del tiempo.

Este tipo de respuesta nos daría bases para suponer que dentro de una misma especie o grupo de especies puede haber una proporción de semillas que corresponde al tipo de banco transitorio y otra proporción al de banco persistente. Este comportamiento ha sido indicado también por Thompson y Grime (1979).

Los resultados del análisis de varianza indicaron además que el CP3 representa una asociación que se comporta en forma diferente en las dos labranzas a través de las épocas (interacción labranza x época altamente significativa), pero esta variación en el tiempo no es una disminución. El CP4 representa una asociación que se comporte en forma diferente en los tres sistemas a través de las épocas (interacción sistema x época altamente significativa).

CONCLUSIONES

Sólo un 35% de las especies presentes en el banco, fueron determinadas en los recuentos de superficie, pero son las especies de mayor importancia como malezas. Un 65% de las especies restantes permanecen como reserva en el banco a la espera de condiciones adecuadas para su germinación.

La población de las distintas especies de malezas en el campo sólo representó entre 0.52 y 7.76% de la población de semillas en el banco.

En la corta duración (dos años) de los tratamientos sistemas de cultivo y aplicación de insecticida al suelo, no se alcanzó a notar un efecto definido de ellas sobre el comportamiento del banco ni sobre las especies en la superficie.

Tanto en la superficie como en el banco, en la labranza convencional siempre hubo una mayor densidad total de malezas. Sin embargo, en el banco las especies CYPSS, DRYCO, LUDDE y SPAPA alcanzaron mayores densidades en cero labranza. No hubo diferencia en tipo de especies presentes en la vegetación en las dos labranzas. Parecería que las semillas de las malezas sobre la superficie en cero labranza germinan en forma rápida y abundante. DRYCO fue la especie cuyas semillas perdieron viabilidad más rápidamente.

Fue posible determinar asociaciones de especies que reaccionan en forma similar a las variables en estudio. Existen relaciones entre algunas de ellas, de tal manera que forman grupos que responden de manera similar a las manifestaciones del medio ambiente.

Algunas especies parecerían tener un posible efecto inhibitorio sobre la germinación de otras como LIDCR y LUDDE, las cuales aumentan su aparición en el banco cuando la población de las dominantes en el medio ha disminuido.

Bajo cero labranza, la competencia de las malezas anuales se podría reducir o eliminar con una medida de control eficaz al comienzo del establecimiento del cultivo. Una labor de labranza puede activar la reserva que se encuentra latente en el banco.

Las especies BOILF, CYPSS, ELEIN y ECLAL requieren buenas condiciones de luz y fluctuaciones amplias de temperatura para una germinación más abundante. COMDI germinó mejor en condiciones de humedad abundante en el medio. □

LITERATURA CITADA

- ANDINO MEDRANO, J.S. 1989. Efecto de las labranzas y rotación de cultivos sobre la población de malezas. Tesis Mg. Sc. Turrialba Costa Rica CATIE. 155 p.
- BIGDWOOD, D.W.; INOUE, D.W. 1988. Spatial pattern analysis of seed banks: an improved method and optimized sampling. *Ecology* 69:479-507.
- EGLEY, G.H. 1986. Stimulation of weed seed germination in soil. *Weed Science* 2:69-84.
- EVANS, R.A.; YOUNG, J.A. 1972. Microsite requirements for establishment of annual rangeland weeds. *Weed Science* 20(4):350-356.
- FROUD-WILLIAMS, R.J.; DRENNAN, D.S.H.; CHANCELLOR, R.J. 1983. Influence of cultivation regime on weed floras of arable cropping systems. *Journal of Applied Ecology* 20:187-197.
- HARPER, J. 1977. Population biology of plants. London, Academic Press. 892 p.
- JOHNSON, R.A. y WICHERN, D.W. 1982. Applied multivariate statistical analysis p. 361-362
- JOHNSON, W.C.; COBLE, H.D. 1986. Crop rotation and herbicide effects on the population dynamics of two annual grasses. *Weed Science* 34:452-456.
- LOUDA, S.M. 1989. Predation in the dynamics of seed regeneration. In *Ecology of soil seed banks*. Eds. by Leck, Mary Allesio, Parker, V. Thomas; Simpson, Robert L. San Diego, Calif. Academic Press. p. 25-49.
- LUDWIG, J.A. y REYNOLDS, J.F. 1988. *Statistical ecology a primer on methods and computing*. New York, Wiley. 337 p.
- MERINO, I.M. 1991. Comportamiento ecológico del banco de semillas de malezas en el trópico húmedo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 73 p.
- PAREJA, M. 1984. Seed soil microsite characteristics in relation to weed seed germination. Ph. D. Thesis. Ames, Iowa. EE. UU., Iowa State University. 185 p.
- STINNER, B.R.; McCARTNEY, D.A.; VAN DOREN, Jr. D.M. 1988. Soil and foliage arthropod communities in conventional, reduced and no-tillage corn (Maize, *Zea mays* L.) systems: a comparison after 20 years of continuous cropping. *Soil & Tillage Research* 11:147-158.
- TAYLORSON, R.B. 1970. Changes in dormancy and viability of weed seeds in soil. *Weed Science* 18:265-269.
- THOMPSON, K.; GRIME, J.P. 1979. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats.
- VARGAS GUTIERREZ, M. 1988. Distribución y germinación de algunas semillas de malezas en el perfil del suelo. Tesis, Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 72 p.
- WALKER, R.H.; BUCHANAN, G.A. 1982. Crop manipulation in integrated weed management systems. *Weed Science* 30 (Suppl.):17-24.

¡LA PROXIMA VEZ NO LE DIRAN DESACTUALIZADO!

Las "Páginas de Contenido MIP" le ofrecen trimestralmente alrededor de 150 títulos de revistas y memorias de congresos, los cuales registran un promedio de 2 600 artículos y ponencias a reuniones técnicas, sobre áreas específicas de Manejo Integrado de Plagas y temas afines.

"Páginas de Contenido MIP" es un instrumento que le facilita a usted el acceso a la literatura técnica reciente en su campo. No las archive, consúltelas y circúlelas entre los colegas.