

El tipo de labranza afecta la flora y la distribución vertical del banco de semillas de malezas¹

Gisela Godoy², Jaime Vega³, Abelino Pitty⁴

Resumen: La flora de malezas cambia según las prácticas de producción. El objetivo fue determinar el efecto de labranza convencional (LCO) y cero (LCE) sobre la distribución y composición de especies del banco de semillas. Las muestras de suelo se tomaron en 1991, 1992 y 1993, después de seis años de cultivarse maíz-frijol bajo LCE. El suelo se dividió en tres o cuatro estratos y se regó para inducir germinación. Se contaron e identificaron las plántulas emergidas. En LCE hubieron más semillas a 0-5 cm y hubo una disminución con la profundidad. En LCO, el estrato de 0-5 cm produjo significativamente más plántulas que los estratos inferiores. En LCO, las plántulas estuvieron distribuidas más uniformemente en el perfil del suelo. En LCO las especies *Commelina diffusa* y *Cyperus rotundus* fueron más abundantes debido a que son diseminadas por el arado. *Amaranthus* spp. fue la más abundante maleza en ambos sistemas. Las malezas gramíneas fueron más prevalentes en LCE, pero las hojas anchas y ciperáceas en LCO. Estas diferencias son debido a que los sistemas de labranza afectan la humedad del suelo, la efectividad de los herbicidas y los microorganismos del suelo que favorecen un tipo específico de malezas. El índice de diversidad de Shannon y Wiener del total de malezas y hojas anchas fue mayor en LCE. Estos resultados indican que el sistema de labranza cambia la flora de malezas, la distribución vertical de semillas y la diversidad de malezas.

Palabras claves: labranza cero, labranza convencional, flora de malezas, índice de diversidad.

Abstract: Weed flora changes according to production practices used. The objective was to determine the effect of conventional tillage (CT) and no-tillage (NT) on the distribution and species composition of the weed seed bank. Soil samples were collected in 1991, 1992 and 1993, after six years of NT maize-dry beans production. Samples were divided into three or four strata and were watered to induce seed germination. Seedlings were counted and identified. In NT, the 0-5 cm stratum produced significantly more seedlings than lower strata. In CT, seedling were more uniformly distributed in the soil profile. In CT the species *Commelina diffusa* and *Cyperus rotundus* were more abundant because they are disseminated by the plow. *Amaranthus* spp. was the most abundant weed in both systems. Grasses were more prevalent in NT, but there were more broadleaves and sedges in CT. These differences are because the tillage system affect soil moisture content, herbicide performance and soil microorganisms that favour a specific type of weed. The Shannon and Wiener diversity index of total weeds and broadleaves was higher in NT. These results indicate that the tillage system shifts weed flora, vertical distribution of seeds and weed diversity.

Key words: no-tillage, conventional tillage, weed flora, diversity index.

¹Publicación EAP-DPV#627

²Ing. Agr. Ayudante de investigación, sección de labranzas-malezas. Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana

³M.Sc. Agronomy Department, Iowa State University.

⁴Ph.D. Jefe de la sección de labranzas-malezas. Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana.

INTRODUCCION

La composición y densidad de la flora de maleza es en general un reflejo del sistema agrícola de producción empleado. El tipo y frecuencia de la labranza, la rotación de cultivos y el tipo de herbicida utilizado influyen en la composición del banco de semillas (Mercado, 1979; Ball, 1992; Schweizer y Zimdahl, 1984).

La labranza cambia la distribución vertical de las semillas de malezas en el suelo, pero no afecta la relación entre la profundidad de la semilla y su emergencia o sobrevivencia (Mohler, 1993). Las semillas que se encuentran en la superficie del suelo, también son incorporadas al suelo, quedando protegidas al entrar en latencia, y trae a la superficie semillas que han permanecido en latencia, creando las condiciones necesarias para su germinación (Triplett, 1986 y Mercado, 1979).

La reducción de tamaño del banco de semillas es una meta a largo plazo a través de estrategias de manejo de las malezas, especialmente en campos continuamente cultivados (Schweizer y Zimdahl, 1984). Las adiciones y pérdidas en el banco de semillas dependen de factores físicos, biológicos y de manejo, lo que resulta en cambios en la flora de malezas (Cavers y Benoit, 1989). La interacción de herbicidas con la labranza y las prácticas culturales alteran el tamaño y naturaleza del banco de semillas (Roberts, 1981). La utilización de atrazina durante seis años en campos cultivados con maíz, redujo en 98% el banco de semillas (Schweizer y Zimdahl, 1984).

El establecimiento de las malezas está determinado por la cantidad de semillas viables en el suelo, su germinación y capacidad de competencia (Mercado, 1979). La adopción de los sistemas de labranza de conservación es limitada debido a un control de malezas deficiente. Esta labranza deja sobre el suelo muchas semillas de malezas que pueden germinar y establecerse, lo que requiere un incremento en el manejo inicial de malezas (Burnside *et al.*, 1986). Koch (1969) estimó que en el suelo hay de 30,000 a 350,000 semillas/m² o entre 3 a 3.5 billones de semillas/ha.

Cardina *et al.* (1991) encontraron que en suelos no labrados, a mayor profundidad, después de 25 años hay una rápida disminución en la densidad de semillas. Pareja *et al.* (1985) reportaron que después de 12 años, el 85% de las semillas en labranza reducida se encuentran en los primeros 5 cm de suelo, y solamente 28% en labranza convencional (LCO). La labranza también influye en la longevidad de las semillas de malezas, aquellas que se encuentran enterradas permanecen más tiempo viables que aquellas que están en la superficie.

La densidad de plántulas germinadas del banco de semillas generalmente es mayor en LCO que en labranza cero (LCE). La cantidad de gramíneas tiende a ser mayor en LCE y las hojas anchas mayor en LCO (Froud-Williams *et al.*, 1983; Monroy *et al.*, 1993).

Este estudio se realizó para determinar el efecto de los sistemas de labranza en la composición y diversidad de especies, distribución y reserva del banco de semillas en parcelas cultivadas con maíz y frijol en relevo.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, Valle de Yeguaré a 800 msnm. La temperatura mínima promedio es de 18 °C, máxima de 29°C y precipitación anual promedio de 1100 mm. Desde 1986, en los lotes experimentales se realiza una comparación de los sistemas de (LCO) y (LCE), sembrando maíz en primera y frijol en postrera, entre las calles del maíz. Los lotes de LCO habían estado por lo menos 40 años en ese sistema y los de LCE en 1991 tenían seis años de haber pasado de LCO a LCE. El suelo es de textura franco-arcilloso. Cada sistema de labranza tenía 3800 m², dividido en cuatro réplicas.

En LCO se hizo una arada y dos pases de rastra; en 1993 solamente se utilizó tres veces una rastra pesada. En LCE no se preparó el terreno, solamente se aplicó glifosato [N-(fosfonometil) glicina] en forma localizada sobre malezas perennes y una aplicación uniforme de paraquat [1,1'-dimetil-4'-ion

bipiridinium]. En LCO y LCE se aplicaron preemergente en el maíz los herbicidas atrazina [6-cloro-N-etil-N'-(metiletil)-1,3,5-triazina-2,4-diamina] y alachlor [2-cloro -N-(2,6-dietilfenil)-N-(metoximetil)-acetamida], para el control de malezas de hojas anchas y gramíneas. En frijol se aplicaron los herbicidas postemergentes fluazifop-p [(ácido (+)-2(4((5 trifluorometil) 2 piridinil)oxi)fenoxi)propanoico] y bentazon [3-(1 metiletil)-(1H)-2,1,3-benzotiadiazin-4 (3H)-1,2,2 dióxido]. En 1992 se aplicó EPTC [S-etil dipropilcarbamato], debido a la alta incidencia de *Cyperus rotundus* L.

Excepto en 1991, las muestras de suelo se tomaron antes de aplicar los herbicidas preemergentes, se usó un marco de 25x25 cm para demarcar el área donde se tomaron las muestras. En cada réplica se tomaron tres submuestras al azar, se mezclaron y se extrajo un volumen para una bandeja de 29x29x12 cm. Las bandejas fueron colocadas en una casa de malla y regadas para inducir germinación. Las malezas que germinaron fueron contadas e identificadas, las que no pudieron ser identificadas en estado de plántula se trasplantaron a maceteros hasta lograr su identificación. El suelo se revolvió una vez entre la sexta y décima semana después de recogidas las muestras, para inducir más germinación. El porcentaje total de semillas se obtuvo del volumen de todas las muestras de suelo.

En septiembre de 1991, se tomaron muestras a 0-5, 5-15, 15-25 y 25-35 cm de profundidad y se mantuvieron durante 19 semanas. En junio de 1992 se tomaron a 0-5, 5-15 y 15-25 cm y se mantuvieron 25 semanas. En junio de 1993 las muestras se tomaron a 0-5, 5-15 y 15-30 cm y se mantuvieron 26 semanas.

Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico SAS, donde se realizó un factorial para labranza, profundidad y la interacción.

Para establecer parámetros cuantitativos de diversidad de especies se usó el índice de diversidad de Shannon y Wiener, que indica la diversidad de la comunidad de malezas. Este índice estima la comunidad de malezas con una

distribución más equitativa de la proporción de individuos entre las especies encontradas (Krebs, 1978). Se hizo una prueba de Hutcheson para determinar diferencia estadística entre los índices de diversidad (Zar, 1984).

El índice de diversidad se expresa:

$$H = - \sum_{i=1}^S (P_i) (\log_2 P_i)$$

Donde:

H: Índice de diversidad.

S: Número de especies.

P_i: Proporción sobre el total de especies que corresponde a la especie i.

La equidad del índice de diversidad se estima:

$$E = \frac{H}{H_{\text{máx.}}}$$

Donde:

E: Equidad (valor de 0 a 1= equidad total y 0=desequidad total).

H: Índice de diversidad.

H_{máx.}: Log₂ S.= Índice máximo de diversidad de especies.

RESULTADOS Y DISCUSION

Distribución vertical del banco de semillas: En LCE, el porcentaje de semillas germinadas disminuyó al aumentar la profundidad del suelo (Figura 1), similar a lo encontrado por Cardina *et al.* (1991). En los tres años, de 0-5 cm, el porcentaje de germinación fue mayor en LCE que en LCO (Figura 1). Esto es similar a lo encontrado por Pareja *et al.* (1985), donde reportan que en LCE, de 0-5 cm, se encuentra más de 80% de las semillas de malezas, pero sólo el 28% en LCO. En todos los años, en el perfil más profundo del suelo, germinaron más semillas en LCO que en LCE. En LCE hay más semillas a 0-5 cm porque las semillas al desprenderse de la planta, quedan en la superficie del suelo y no son incorporadas. Lo opuesto ocurre en el perfil más profundo, en

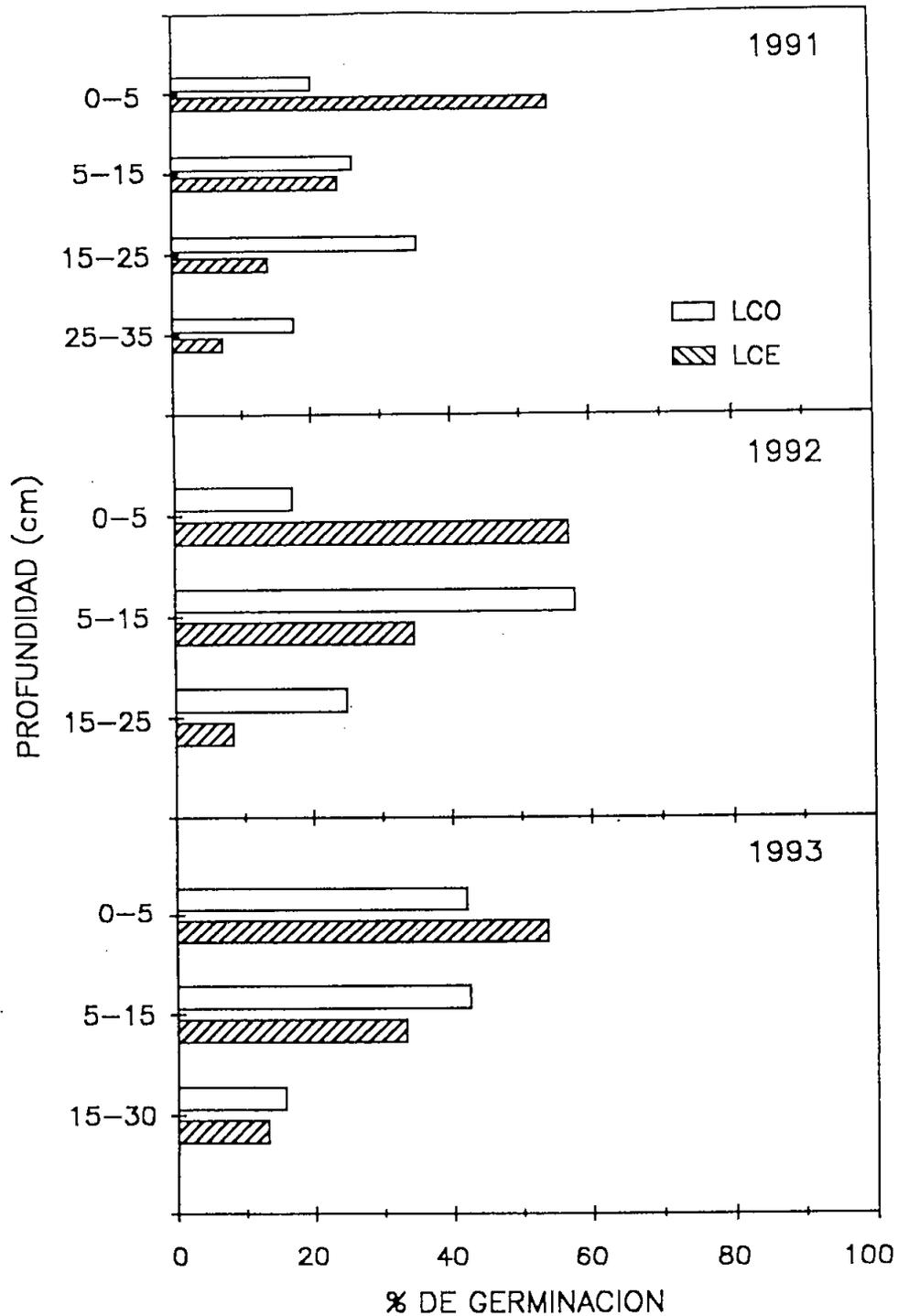


Figura 1. Porcentaje de germinación de semillas de malezas a diferentes profundidades del suelo bajo sistema de labranza convencional (LCO) y labranza cero (LCE). Terrazas 13 y 14. El Zámorano, Honduras.

LCO hay más semillas que en LCE, debido a que los implementos de labranza incorporan y distribuyen las semillas hasta donde penetra el implemento en el suelo (Roberts, 1962). En LCE las semillas sólo son incorporadas al suelo en forma natural al penetrar por los canales dejados por animales, raíces del cultivo anterior o malezas (Crovetto, 1992).

En LCO en 1993, hubo un aumento de malezas a 0-5 cm, pero hubo una disminución a 15-30 cm, comparado con 1991 y 1992 (Figura 1). Posiblemente se debe a que en 1993 no se utilizó arado, solamente la rastra; de manera que las semillas solamente fueron incorporadas en los primeros 15 cm del suelo, que es hasta donde penetra la rastra.

Debido a que en LCE quedan más semillas de malezas en la superficie del suelo, el problema de malezas se hace más difícil (Wicks y Sumerhalder, 1971). Sin embargo, a largo plazo el problema puede reducirse ya que al no incorporar semillas al suelo, se reduce el banco de semillas en las capas inferiores del suelo.

Efecto de la interacción labranza x profundidad: Solamente en 1991, el total de malezas en LCE disminuyó significativamente ($P<0.05$) con la profundidad y lo contrario ocurrió en LCO (Cuadros 1, 2 y 3). Esta interacción se debe a que las semillas quedan sobre la superficie del suelo en LCE y en LCO son incorporadas con el arado y la rastra.

Solamente en 1993, la interacción del total de ciperáceas fue altamente significativa ($P<0.01$) (Cuadros 1, 2 y 3). Esto se debió a las altas poblaciones de *C. rotundus* que en LCO disminuyeron con la profundidad, contrario a LCE (Cuadro 3). En LCE la disminución de los tubérculos se debe al uso del glifosato, un herbicida sistémico postemergente que controla esta maleza y además a la falta de remoción del suelo. En LCO hay más tubérculos en la capa superior del suelo ya que la maquinaria rompe la dominancia apical y divide los tubérculos, dando origen a más plantas. En 1993 se usó la rastra tres veces, promoviendo la reproducción de estos tubérculos. También esta planta produce más tubérculos en las capas superiores

del suelo que a mayor profundidad (Holm *et al.*, 1977).

En 1991 y 1993 hubo una interacción ($P<0.05$) significativa labranza x profundidad, en el total de gramíneas. En LCE hubieron más gramíneas en el perfil superior del suelo, que en las capas inferiores; en LCO fue lo contrario (Cuadros 1, 2 y 3). En 1991 y 1993 la interacción de labranza x profundidad fue significativa ($P<0.05$) para el total de hojas anchas. En LCO la cantidad de hojas anchas tendió a aumentar con la profundidad, contrario a la LCE (Cuadros 1, 2 y 3). Este comportamiento también se debe a la incorporación de las semillas con el arado y la rastra en LCO, mientras que en LCE las semillas quedan en la superficie del suelo.

En 1991, hubo interacción labranza x profundidad de las especies *Ipomoea* spp. y *Richardia scabra* L. (Cuadro 1). En 1992, la interacción fue con *Cenchrus echinatus* L., *Commelina diffusa* Burm. y *Mitracarpus hirtus* (L.) DC. (Cuadro 2). En 1993 la interacción fue con las especies *Eleusine indica* (L.) Gaertn., *Leptochloa filiformis* (Lam.) Beauv., *C. diffusa*, *M. hirtus* y *Oxalis corniculata* L. (Cuadro 3). La interacción de estas especies es difícil de explicar, sin conocer más su biología y ecología.

Efecto de la labranza sobre las especies: En 1992 y 1993 las poblaciones de *C. rotundus* fueron mayores en LCO ($P<0.05$). La alta cantidad de *C. rotundus* en LCO, hizo que el total de ciperáceas en LCO fuera mayor (Cuadro 4). *C. diffusa* presentó poblaciones mayores en LCO en los tres años. Ambas malezas son perennes y se reproducen vegetativamente por tubérculos y pedazos de tallos, respectivamente; no dependen de la producción de semillas para su reproducción y diseminación (Holm *et al.*, 1977). La reproducción vegetativa es favorecida por el uso de LCO ya que el arado y la rastra divide y disemina las estructuras de reproducción; contrario a lo que sucede en LCE.

Cuadro 1. Malezas por m³ de suelo encontradas en el banco de semillas a cuatro profundidades bajo los sistemas de labranza convencional (LCO) y labranza cero (LCE). Terrazas 13 y 14. El Zamorano, Honduras 1991.

Especies	Profundidad (cm)								Prob
	0-5		5-15		15-25		25-35		
	LCO	LCE	LCO	LCE	LCO	LCE	LCO	LCE	
Ciperáceas									
<i>Cyperus rotundus</i>	545	49	74	0	347	0	966	0	ns
Total de ciperáceas	545	49	74	0	347	0	966	0	ns
Gramíneas									
<i>Cenchrus echinatus</i>	0	198	25	0	49	25	173	25	ns
<i>Chloris virgata</i>	49	24	272	99	74	24	123	0	ns
<i>Digitaria</i> spp.	74	24	0	24	24	24	0	0	ns
<i>Eleusine indica</i>	74	346	198	470	371	173	272	24	ns
Total de gramíneas	197	592	495	593	518	243	568	49	*
Hojas anchas									
<i>Aeschynomene americana</i>	0	49	0	0	24	0	0	0	ns
<i>Ageratum conyzoides</i>	24	0	4	0	0	49	99	0	ns
<i>Amaranthus</i> spp.	10800	12237	15061	4657	17935	1313	5920	49	ns
<i>Commelina diffusa</i>	520	346	718	49	4310	148	2601	0	ns
<i>Euphorbia hirta</i>	198	198	123	49	99	24	148	0	ns
<i>Ipomoea</i> spp.	0	24	446	24	49	0	0	49	*
<i>Isocarpa oppositifolia</i>	0	74	24	74	148	173	123	0	ns
<i>Melampodium divaricatum</i>	148	24	74	0	49	74	247	0	ns
<i>Oxalis corniculata</i>	2725	3393	2501	2601	3443	2254	1461	2601	ns
<i>Portulaca oleracea</i>	148	371	247	74	594	74	173	24	ns
<i>Richardia scabra</i>	396	2179	644	297	619	693	966	24	*
<i>Sclerocarpus phyllocephalus</i>	49	0	0	24	0	0	24	0	ns
<i>Sclerocarpus/Melampodium</i>	545	569	297	272	322	396	470	173	ns
<i>Sida</i> spp.	0	24	0	0	74	49	74	0	ns
<i>Tithonia tubaeformis</i>	1858	5078	2626	2452	3047	966	1882	396	ns
Total de hojas anchas	17411	24566	22810	10573	30623	6213	14188	3316	*
Total de malezas	18153	25207	23379	11166	31488	6456	15722	3365	*
% de ciperáceas	3.00	0.20	0.32	0.00	1.10	0.00	6.14	0.00	ns
% de gramíneas	1.08	2.35	2.12	5.31	1.64	3.76	3.61	1.45	ns
% de hojas anchas	95.91	97.45	97.56	94.68	97.37	96.23	90.24	98.54	ns

Prob: probabilidad de la interacción labranza x profundidad

* significativo al 5%

** significativo al 1%

ns: no significativo

Cuadro 2. Malezas por m³ de suelo encontradas en el banco de semillas en labranza convencional (LCO) y labranza cero (LCE) a tres profundidades. Terrazas 13 y 14. El Zamorano, Honduras. 1992.

Especies	Profundidad (cm)						Prob
	0-5		5-15		15-25		
	LCO	LCE	LCO	LCE	LCO	LCE	
Ciperáceas							
<i>Cyperus rotundus</i>	1426	0	1010	0	832	0	ns
<i>Cyperus amabilis</i>	119	0	59	0	119	59	ns
Total de ciperáceas	1545	0	1069	0	951	59	ns
Gramíneas							
<i>Cenchrus echinatus</i>	59	476	0	178	89	30	*
<i>Chloris</i> spp.	0	62	0	0	30	0	ns
<i>Digitaria</i> spp.	89	238	0	59	0	30	ns
<i>Eleusine indica</i>	59	89	59	267	59	297	ns
<i>Eragrostis mexicana</i>	89	0	149	30	0	0	ns
<i>Leptochloa filiformis</i>	0	0	59	148	89	0	ns
<i>Sporobolus poiretii</i>	30	59	0	0	0	0	ns
<i>Panicum</i> spp.	0	357	0	149	0	30	ns
<i>Rhynchelytrum repens</i>	89	0	30	149	0	59	ns
Total de gramíneas	415	1281	297	980	267	446	ns
Hojas anchas							
<i>Aeschynomene americana</i>	0	178	0	594	30	0	ns
<i>Ageratum conyzoides</i>	386	1308	149	327	267	178	ns
<i>Amaranthus</i> spp.	18579	5767	78716	4162	31361	416	ns
<i>Commelina diffusa</i>	1992	178	1308	327	803	89	*
<i>Crotalaria pallida</i>	0	0	0	30	0	59	ns
<i>Elephantopus spicatus</i>	0	0	29	0	0	0	ns
<i>Euphorbia hirta</i>	0	59	59	0	119	30	ns
<i>Ipomoea</i> spp.	0	30	30	30	0	59	ns
<i>Isocarpa oppositifolia</i>	89	386	149	357	178	59	ns
<i>Mecardonia procumbens</i>	59	59	0	0	0	0	ns
<i>Mitracarpus hirtus</i>	565	4608	119	1694	357	119	*
<i>Mollugo verticillata</i>	30	89	1	0	0	0	ns
<i>Nicandra physalodes</i>	119	238	208	505	386	149	ns
<i>Oxalis corniculata</i>	30	238	208	59	208	238	ns
<i>Richardia scabra</i>	119	892	0	149	0	208	ns
<i>Sclerocarpus phyllocephalus</i>	773	773	1724	594	1159	267	ns
<i>Tithonia tubaeformis</i>	446	89	238	30	297	0	ns
Total hojas anchas	23187	14892	82933	8858	35165	1871	ns
Total de malezas	25147	16173	84299	9839	36383	2376	ns
% de ciperáceas	6.14	0.00	1.26	0.0	2.6	12.48	ns
% de gramíneas	1.65	7.94	0.35	10.00	0.73	18.77	ns
% de hojas anchas	92.20	92.07	98.37	90.02	96.65	78.74	*

*Prob: probabilidad de la interacción labranza x profundidad

** : Significativo al 1%

*: Significativa al 5%

ns: no significativo

Cuadro 3. Malezas por m³ de suelo encontradas en el banco de semillas en labranza convencional (LCO) y labranza cero (LCE) a tres profundidades. Terrazas 13 y 14. El Zamorano, Honduras. 1993.

Especies	Profundidad (cm)						Prob
	0-5		5-15		15-30		
	LCO	LCE	LCO	LCE	LCO	LCE	
Ciperáceas							
<i>Cyperus rotundus</i>	3686	0	317	0	0	59	**
<i>Rynchospora micrantha</i>	59	59	456	208	79	0	ns
Total de ciperáceas	3745	59	772	208	79	59	**
Gramíneas							
<i>Cenchrus echinatus</i>	0	297	0	119	0	327	ns
<i>Digitaria</i> spp.	0	59	0	0	0	0	ns
<i>Eleusine indica</i>	0	208	30	208	99	40	*
<i>Eragrostis glomerata</i>	59	327	59	30	0	0	ns
<i>Leptochloa filiformis</i>	59	594	357	149	59	119	**
<i>Panicum ghiesbreghtii</i>	59	30	0	208	0	149	ns
<i>Panicum maximum</i>	0	0	0	0	40	0	ns
Total de gramíneas	177	1513	444	712	197	594	*
Hojas anchas							
<i>Acanthospermum hispidum</i>	0	743	178	803	59	0	ns
<i>Aeschynomene americana</i>	0	30	40	30	0	0	ns
<i>Ageratum conyzoides</i>	535	862	575	1070	109	149	ns
<i>Amaranthus</i> spp.	5291	2556	5985	1070	2655	565	ns
<i>Commelina diffusa</i>	149	30	624	0	218	0	*
<i>Crotalaria pallida</i>	0	0	0	30	0	0	ns
<i>Drymaria cordata</i>	0	654	713	505	40	0	ns
<i>Euphorbia hirta</i>	0	59	40	30	59	0	ns
<i>Mitracarpus hirtus</i>	476	743	713	297	198	178	*
<i>Mecardonia procumbens</i>	0	357	30	30	0	0	ns
<i>Mollugo verticillata</i>	0	119	0	0	0	0	ns
<i>Nicandra physalodes</i>	119	30	59	119	30	238	ns
<i>Oxalis corniculata</i>	89	802	79	119	258	208	**
<i>Richardia scabra</i>	59	30	0	0	30	0	ns
<i>Sclerocarpus phyllocephalus</i>	119	30	0	0	0	0	ns
<i>Spilanthes ocyimifolia</i>	59	892	713	1100	99	446	ns
<i>Solanum americanum</i>	0	30	30	30	0	30	ns
<i>Tithonia tubaeformis</i>	327	446	267	59	149	0	ns
Total de hojas anchas	7220	8374	10012	5257	3898	1781	**
Total de malezas	11147	10018	11266	6213	4181	2467	ns
% de ciperáceas	32.68	0.50	6.62	3.45	1.70	2.63	**
% de gramíneas	2.05	14.80	3.95	11.80	6.86	23.83	ns
% de hojas anchas	65.26	84.69	89.42	84.73	91.43	73.53	**

Prob: probabilidad de la interacción labranza x profundidad

**: Significativo al 1%

*: Significativa al 5% ns: no significativo

Cuadro 4. Malezas por m³ de suelo en el banco de semillas en labranza convencional (LCO) y labranza cero (LCE). Terrazas 13 y 14. El Zamorano, Honduras. 1991-1993.

	1991		1992		1993				
	LCO	LCE	LCO	LCE	LCO	LCE			
Ciperáceas									
<i>Cyperus rotundus</i>	483	12	1090	0	**	1334	20	**	
<i>Cyperus amabilis</i>	0	0	99	20		0	0		
<i>Rynchospora micrantha</i>	0	0	0	0		198	89		
Total de ciperáceas	483	12	ns	1189	20	**	1532	109	**
Gramíneas									
<i>Cenchrus echinatus</i>	62	62	49	228	**	0	248	*	
<i>Chloris</i> spp.	130	37	*	10	21	0	0		
<i>Digitaria</i> spp.	25	18		30	109	0	20		
<i>Eleusine indica</i>	229	254		9	0	43	139	*	
<i>Eragrostis glomerata</i>	0	0	0	0	0	40	119		
<i>Eragrostis mexicana</i>	0	0	79	10	0	0	0		
<i>Leptochloa filiformis</i>	0	0	49	49	158	287			
<i>Panicum ghiesbreghtii</i>	0	0	0	0	20	129			
<i>Panicum maximum</i>	0	0	0	0	13	0			
<i>Panicum</i> spp.	0	0	0	178	*	0	0		
<i>Rynchelitrum repens</i>	0	0	40	69	0	0	0		
<i>Sporobulus poiretti</i>	0	0	10	20	0	0	0		
Total de gramíneas	446	371	ns	276	684	**	274	942	**
Hojas anchas									
<i>Acanthospermum hispidum</i>	0	0	0	0	79	515	**		
<i>Aeschynomene americana</i>	6	12	10	258	13	20			
<i>Ageratum conyzoides</i>	43	12	267	604	406	694	*		
<i>Amaranthus</i> spp.	12429	4564	**	42885	3448	*	4644	1397	**
<i>Commelina diffusa</i>	2037	136	*	1367	198	**	330	10	**
<i>Crotalaria pallida</i>	0	0	0	30	0	10			
<i>Drymaria cordata</i>	0	0	0	0	251	386			
<i>Elephantopus spicatus</i>	0	0	10	0	0	0			
<i>Euphorbia hirta</i>	142	68	59	30	33	30			
<i>Ipomoea</i> spp.	124	25	10	40	0	0			
<i>Isocarpa</i> spp.	74	80	139	267	0	0			
<i>Mecardonia procumbens</i>	0	0	20	20	10	129			
<i>Melampodium divaricatum</i>	130	25*	0	0	0	0			
<i>Mitracarpus hirtus</i>	0	0	347	2140	**	462	406		
<i>Mollugo verticillata</i>	0	0	10	30	0	40			
<i>Nicanandra physalodes</i>	0	0	238	297	69	129			
<i>Oxalis corniculata</i>	2532	2712	149	178	142	376	*		
<i>Portulaca oleracea</i>	291	136	0	0	0	0			
<i>Richardia scabra</i>	656	799	40	416	*	30	10		
<i>Sclerocarpus phyllocephalus</i>	18	6	1219	545	40	10			
<i>Sida</i> spp.	37	18	0	0	0	0			
<i>Spilanthes ocymifolia</i>	0	0	0	0	291	812	*		
<i>Solanum americanum</i>	0	0	0	0	10	30			
<i>Tithonia tubaeformis</i>	2353	2223	327	40	**	248	168		
Total de hojas anchas	20872	10816	**	47097	8541	*	7058	5172	*
Total de malezas	21801	11199	**	48562	9245	*	8864	6233	*
% de ciperáceas	2.66	0.05	3.94	0.21	**	13.67	2.20	**	
% de gramíneas	2.13	4.67	1.11	7.40	**	4.30	16.82	**	
% de hojas anchas	95.20	95.27	94.94	92.41	***	82.03	81.00		

** : Significativo al 1% * : Significativa al 5% ns: no significativo

La maleza más abundante en los tres años, fue *Amaranthus* spp. y fue estadísticamente más prevalente en LCO que en LCE (Cuadro 4). Esta maleza produce muchas semillas pequeñas que pueden permanecer viables por más de 6 años enterradas a 15 cm de profundidad (Mercado, 1979). El manejo del terreno por más de seis años con cultivo de frijol en postera a favorecido esta maleza, ya que en frijol se usa el herbicida bentazon para controlar hojas anchas. Sin embargo, éste no realiza buen control de *Amaranthus* (Owen y Hartzler, 1995). La mayor abundancia en LCO no se puede explicar sin conocer más la biología de la maleza.

Con excepción de *Chloris* spp., en 1991, todos los años, las especies de gramíneas fueron más abundantes en LCE que en LCO (Cuadro 4). Se encontró mayor cantidad de *C. echinatus* en LCE en 1992 y 1993, y mayor cantidad de *Panicum* spp. y *E. indica* en LCE en 1991 y 1992, respectivamente. El total de gramíneas fue mayor en LCE en 1992 y 1993, esto fue altamente significativo (Cuadro 4). Este aumento de gramíneas en LCE, ya ha sido reportado (Wrucke y Arnold, 1985; Williams y Wicks, 1978).

Las malezas gramíneas aumentan con la LCE, ya que son malezas anuales que producen gran cantidad de semillas que permanecen en la superficie del suelo. En LCE hay mayor retención de agua que en LCO (Dejud, 1991), esto puede contribuir al aumento en la cantidad de gramíneas en LCE, al haber más humedad para su germinación y establecimiento.

Todos los años se usó alachlor en preemergencia. Es posible que el aumento de gramíneas puede deberse a que el herbicida alachlor quede en el rastrojo, lo que reduce el control de gramíneas. Todos los herbicidas son degradados por los microorganismos del suelo (Zimdahl y Clark, 1982), los cuales son mayores donde hay más materia orgánica y más humedad. En LCE la mayor materia orgánica y humedad del suelo (Dejud, 1991) aumentarían los microorganismos del suelo que degradan el herbicida (Jones *et al.*, 1990). Menos cantidad de herbicida en LCE debido a los microorganismos, significaría una reducción en el control de

malezas, causando un aumento en la cantidad de gramíneas. Un comportamiento similar ha sido documentado en otros estudios (Froud-Williams *et al.*, 1983).

En nuestro estudio el paraquat fue usado en LCE todos los años. Williams y Wicks (1978) han establecido que el aumento de gramíneas en LCE se debe a que las hojas anchas, al tener más área foliar, interceptan el paraquat y protegen las gramíneas. Esto con el tiempo hace que las gramíneas sean dominantes en LCE.

El total de malezas, en todos los años, fue significativamente mayor en LCO que en LCE (Cuadro 4). Esto se debe a una alta cantidad de las especies *Amaranthus* spp., *Commelina diffusa* y *Cyperus rotundus*, cuyas poblaciones fueron mayores en LCO que en LCE (Cuadro 4). En 1991, 1992 y 1993, estas tres especies representaron 68, 93 y 71% respectivamente del total de malezas encontrado en LCO. Las tres especies, en los mismos años representaron el 42, 39 y 23% en LCE. Además el aumento puede ser debido a condiciones más favorables en LCO para la germinación y el establecimiento de las plántulas.

Muchas semillas de malezas son usadas como alimento por los animales. Por lo tanto, las semillas que quedan sobre la superficie del suelo en LCE, pueden servir de alimento a estos animales. La disminución en la cantidad de malezas en LCE respecto a LCO, puede ser debido al uso de las semillas como alimento (Carroll and Risch 1984; Risch and Carroll 1986).

En los tres años, la cantidad de hojas anchas fue significativamente mayor en LCO (Cuadro 4). Ya ha sido reportado que en suelo bajo LCO, las especies de hoja ancha incrementan su densidad, respecto a LCE (Pollard *et al.*, 1982). La menor importancia de las hojas anchas ha sido asociado con un aumento de las gramíneas en LCE (Froud-Williams *et al.*, 1981), tal como lo encontrado en este estudio. El aumento de hojas anchas en LCO, puede deberse a que las semillas latentes que están enterradas en el suelo, al ser traídas a la superficie por los implementos de labranza, son inducidas a germinar al recibir luz.

Diversidad de malezas: En los tres años, el índice de diversidad del total de malezas y de las hojas ancha, fue significativamente mayor en LCE (Cuadro 4). Hubieron más ciperáceas en LCO durante los tres años (Cuadro 4), y el índice de diversidad fue estadísticamente diferente ($P < 0.01$) en 1992 (Cuadro 5). En 1991 y 1992, el índice de diversidad de gramíneas fue estadísticamente mayor en LCO. En 1993 el índice de diversidad fue mayor en LCE, aumentando el número de malezas y en LCO se mantienen en igual proporción (Cuadro 5).

Un índice de diversidad bajo indica que hay pocas especies o que de las especies presentes, unas pocas contienen la mayoría de los individuos (Krebs, 1978). El total de malezas tuvo un índice de diversidad menor en LCO, debido a la alta cantidad de las especies *Amaranthus* spp., *Commelina diffusa* y *Cyperus rotundus*, cuyas poblaciones fueron 68, 93 y 71% en 1991, 1992 y 1993, respectivamente, del total de malezas encontrado en LCO.

Un índice de diversidad bajo en LCO se debe a que hubieron más malezas pero con pocas especies dominantes. Esto indica que en LCO ha existido selección de las malezas que mejor se han adaptado a este sistema. Estas malezas no son controladas por el uso de implementos o los herbicidas utilizados, lo que a largo plazo podría dificultar aún más su control, convirtiéndolas en el problema principal (Pitty, 1992).

CONCLUSIONES

Después de seis años de cambiar la LCO a LCE, hay más semillas de malezas en la superficie del suelo y las malezas gramíneas se hacen más prevalentes en LCE. Esto indica que en LCE las gramíneas necesitan mejor manejo que en LCO, para evitar problemas con el cultivo.

En LCO existen más semillas de malezas. La maleza más abundante en ambos sistemas de labranza fue *Amaranthus* spp. debido al uso continuo de bentazon, que no la controla, y además produce muchas semillas pequeñas. En LCO hay más ciperáceas debido a que el uso de

maquinaria la propaga vegetativamente. La LCE ha aumentado el índice de diversidad de malezas.

LITERATURA CITADA

- Ball, D. 1992. Weed seedbank response to tillage, herbicides, and crop rotation sequence. *Weed Science* 40(4):654-659.
- Burnside, O.C.; R.S. Moomaw; F.W. Roeth; G.A. Wicks y R.G. Wilson. 1986. Weed seed demise in soil in weed-free corn production across Nebraska. *Weed Science* 34(2):248-251.
- Cardina, J.; E. Regnier y K. Harrison. 1991. Long-term tillage effects on seed banks in three Ohio soils. *Weed Science* 39 (2):186-194.
- Carrol, C.R. y Risch, S.J. 1984. The dynamics of seed harvesting in early successional communities by a tropical ant, *Solenopsis geminata*. *Oecologia* (Berlin) 61: 388-392.
- Cavers, P.B. y D.L. Benoit. 1989. Seed banks in arable land. Páginas 309-328. En M.A. Leck, V.T. Parker, y R. L. Simpson, (eds). *Ecology of soil seed banks*. Academic Press, New York.
- Crovetto, L. C. 1992. Rastrojos sobre el suelo; una introducción a la labranza cero. Ed. Universitaria San Francisco. Santiago de Chile, Chile. 33 p.
- Dejud, I. F. 1991. Labranza convencional y cero: evaluación agronómica y económica, dinámica de plagas y factores de mortalidad del maíz y frijol en relevo. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, 80p.
- Froud-Williams, R. J., R.J. Chancellor y D.S. Drennan. 1981. Potential changes in weed floras associated with reduced-cultivation systems for cereal production in temperate regions. *Weed Research* 21:99-109.
- Froud-Williams, R.J., D.S. Drennan y R.J. Chancellor. 1983. Influence of cultivation regime on weed floras of arable cropping systems. *J. Appl. Ecol.* 20:187-197.
- Holm, L.G.; D.L. Plumckenett; J.V. Pancho y J.P. Herberger. 1977. The world's worst weeds, distribution and biology. The University Press of Hawaii. 609 p.
- Jones, R.E.; P.A. Banks y D.E. Radcliffe. 1990. Alachlor and Metribuzin movement and dissipation in a soil profile as influenced by soil surface condition *Weed Science* 38(6): 589-597.

Cuadro 5. Comparación de la comunidad de malezas en el banco de semillas en un m³ bajo sistema de labranza convencional (LCO) y labranza cero (LCE). El Zamorano, Honduras. 1991-1993.

Parámetro	1991		Prob	1992		Prob	1993		Prob
	LCO	LCE		LCO	LCE		LCO	LCE	
Número total de malezas (N)	21801	11199		48562	9245		8864	6223	
Número total de especies (S)	19	19		26	25		23	26	
Índice de diversidad (H)	2.20	2.30	**	0.90	3.04	**	2.62	3.72	**
Índice máximo de diversidad (H _{máx})	4.24	4.24		4.70	4.64		4.52	4.70	
Índice de equidad (E)	0.52	0.54		0.19	0.65		0.58	0.79	
Malezas ciperáceas									
Número total de malezas (N)	483	12		1189	20		1532	109	
Número total de especies (S)	1	1		2	1		2	2	
Índice de diversidad (H)	0	0	ns	0.41	0	**	0.55	0.68	ns
Índice máximo de diversidad (H _{máx})	0	0		1.00	0		1.00	1.00	
Índice de equidad (E)	0	0		0.41	0		0.55	0.68	
Malezas gramíneas									
Número total de malezas (N)	446	371		276	684		274	942	
Número total de especies (S)	4	4		8	8		5	6	
Índice de diversidad (H)	1.64	1.34	**	2.66	2.45	**	1.76	2.32	**
Índice máximo de diversidad (H _{máx})	2.00	2.00		2.99	2.99		2.32	2.58	
Índice de equidad (E)	0.82	0.67		0.89	0.82		0.76	0.90	
Malezas hojas anchas									
Número total de malezas (N)	20872	10816		47097	8541		7058	5172	
Número total de especies (S)	14	14		16	16		16	18	
Índice de diversidad (H)	1.95	2.11	ns	0.67	2.66	**	2.03	3.15	**
Índice máximo de diversidad (H _{máx})	3.80	3.80		4.00	4.00		4.00	4.16	
Índice de equidad (E)	0.51	0.55		0.16	0.66		0.50	0.75	

*: significativo al 5%

ns: no significativo

** : significativo al 1%

Prob: probabilidad

- Koch, W. 1969. Influence of environmental factors on the seed phase annual weeds, particularly from the point of view of weed control. *Habilitations-schrift labdw. Hochech. Univ. Hohenheim arbeiten der Univ. Hohenheim.* 50:204.
- Krebs, C.J. 1978. *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance.* 2nd ed. New York, USA. Harper y Row. pp 455-457.
- Mercado, B.L. 1979. *Introduction to weed science.* Southeast Asian Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture. SEARCA. Philippines. 292 p.
- Mohler, C.L. 1993. A model of the effects of tillage on emergence of weed seedlings. *Ecological applications* 3(1):53-73.
- Monroy J.A., A. Pitty y R. Muñoz. 1993. El sistema de labranza cambia la flora de malezas en maíz y frijol en relevo. *Ceiba* 34(1):67-80
- Owen, M.D.K. y R.G. Hartzler. 1995. 1995 herbicide manual for agricultural professionals. Iowa State University, Ames, Iowa.
- Pareja, M.R.; D.W. Staniforth y G. Pareja. 1985. Distribution of weed seed among soil structural units. *Weed Science* 33 (2):182-189.
- Pitty, A. 1992. Lo que hacemos hoy selecciona las malezas de mañana. *Ceiba* 33(1):291-296.
- Pollard, F., S.R. Moss, G.W. Cussans y R.J. Froud-Williams. 1982. The influence of the tillage on the weed flora in a succession of winter wheat crops on a clay loam soil and silt loam soil. *Weed Research* 22:129-136.
- Risch, S.J. y Carroll, C.R. 1986. Effects of seed predation by a tropical ant on competition among weeds. *Ecology* 67(5):1319-1327.
- Roberts, H.A. 1962. Studies of the weed of vegetable crops. II Effect of different primary cultivations on the weeds seeds in the soil. *Journal of ecology* 46:759-768
- Roberts, H.A. 1981. Seed banks in soils. *Adv. Appl. Biol.* 6:1-55.
- Schweizer, E.E. y R.L. Zimdahl. 1984. Weed seed decline in irrigated soil after six years of continuous corn (*Zea mays*) and herbicides. *Weed Science* 32(1):76-83.
- Triplett, G.B. 1986. Principles of weed management with surface tillage systems. pp. 322, 331-333. En: M. A. Sprague y G.B. Triplett (eds.). *No-tillage and surface tillage agriculture, the tillage revolution.* Willey-Interscience. New York.
- Wicks, G.A., y B.R. Sumerhalder. 1971. Effect of seedbed preparation for corn on distribution of weed seed. *Weed Science* 19:666-668.
- Williams, J.L. Jr. y G.A. Wicks. 1978. Weed control problems associated with crop residue systems. Pag. 165-172. En W. R. Oschwald (ed). *Crop residue management systems.* ASA special publication No. 31.
- Wrucke, M. A., y W. E. Arnold. 1985. Weed species distribution as influenced by tillage and herbicide. *Weed Science* 33:853-856.
- Zar, J.H. 1984. *Biostatistical analysis.* 2nd. ed. New Jersey. Prentice Hall, Inc. pp. 146-147.
- Zimdahl, R.L. y S.K. Clark. 1982. Degradation of three acetanilide herbicides in soil. *Weed Science* 30:545-548.