

INTERSEDES

REVISTA ELECTRÓNICA DE LAS SEDES REGIONALES DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA



Alusivo al XL Aniversario de la Sede Guanacaste

*Efecto de prácticas de manejo del suelo sobre el banco de semillas de malezas,
Guanacaste, Costa Rica*

Marlen Vargas Gutiérrez, Helga Blanco Metzler

WWW.INTERSEDES.UCR.AC.CR
Vol. XIII, N°26 (2012)
ISSN 2215-2458

Consejo Editorial Revista InterSedes
Director de la Revista:
Dr. Edgar Solano Muñoz. Sede de Guanacaste

Consejo Editorial:
M.Sc. Jorge Bartels Villanueva. Sede del Pacífico
M.Sc. Oriester Abarca. Sede del Pacífico
M.L. Guillermo González. Sede Atlántico
Dra. Marva Spence. Sede Atlántico
M.L. Mainor González Calvo. Sede Guanacaste
Ing. Ivonne Lepe Jorquera. MBA. Sede Limón
Dra. Ligia Carvajal. Sede Limón

Editor Técnico:
Bach. David Alonso Chavarría Gutiérrez. Sede Guanacaste
Asistente:
Guadalupe Ajum. Sede Guanacaste
Fotografía de caratula: cortesía de Roberto Cerdas

Consejo Científico Internacional
Dr. Raúl Fornet-Betancourt. Universidad de Bremen, Alemania.
Dra. Pilar J. García Saura. Universidad de Murcia.
Dr. Werner Mackenbach. Universidad de Potsdam, Alemania. Universidad de Costa Rica.
Dra. Gabriela Marín Raventós. Universidad de Costa Rica.
Dr. Mario A. Nájera. Universidad de Guadalajara, México.
Dr. Xulio Pardelles De Blas. Universidad de Vigo, España.
M.Sc. Juan Manuel Villasuso. Universidad de Costa Rica.

Indexación: Latindex / Redalyc
Licencia de Creative Commons

Revista Electrónica de las Sedes Regionales de la Universidad de Costa Rica, todos los derechos reservados.

Intersedes por intersedes.ucr.ac.cr está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Costa Rica License.



Efecto de prácticas de manejo del suelo sobre el banco de semillas de malezas, Guanacaste, Costa Rica

Effect of soil management practices in the weed seed bank, Guanacaste, Costa Rica.

Marlen Vargas Gutiérrez ¹, Helga Blanco Metzler ²

Recibido: 18.09.12

Aprobado: 04.10.12

Resumen

Se evaluó el efecto de cinco prácticas de manejo del suelo sobre la distribución y comportamiento de semillas de malezas en el perfil del suelo. Se realizaron cuatro muestreos de suelo, en una finca ubicada en Liberia, Guanacaste. Las muestras de suelo se tomaron cada tres meses durante un año a tres profundidades (5, 10 y 20 cm), estas se colocaron en potes plásticos en una casa de mallas, se efectuaron recuentos de las malezas a los 15, 30, 45 y 60 días. Paralelo a este ensayo, se realizó otro donde las muestras de suelo se des floccularon con una solución de hexametáfosfato de sodio y sulfato de magnesio disueltos en agua destilada. Se extrajeron las semillas de malezas. El lote Reserva, presentó el mayor número de malezas de hoja ancha y el menor número de malezas poáceas. Caso contrario, los tratamientos con solarización, Telone, y bromuro de metilo, mostraron el menor número de malezas de hoja ancha y el mayor número de malezas poáceas. Respecto al número de semillas malezas, el lote Reserva, presentó la mayor cantidad de semillas a 5 cm y disminuyeron a los 20 cm del suelo. Los tratamientos con Telone, bromuro y solarización, el número de semillas de malezas disminuyó en la superficie y aumentó a los 20 cm del suelo. Se concluye que el uso de químicos y prácticas de manejo como alternativa al uso de bromuro de metilo reducen el número de arvenses en el banco de semillas del suelo; sin embargo, no se logra la misma eficiencia de control que se obtiene con el uso del bromuro de metilo.

Palabras clave

Bancos de semillas, malezas, labranza, melón, bromuro de metilo

Summary

The effect of five management systems (one per lot) on the germination and behavior of weed seed bank at three depths (0-5; 5-10; 10-20) was studied in Liberia, Guanacaste. Soil samples were taken every three months over a one year period and placed in plastic pots in a greenhouse to evaluate weed germination at 15, 30, 45 and 60 days. Number and type of emerged weed seedlings were registered. In a second study, weeds were extracted from 100 g soil samples per treatment using the DE flocculation method. The Reserve lot presented the highest number of broadleaf weeds and the lowest number of poaceas. The treatments solarization, Telone and methyl bromide (MeBr) presented the lowest number of broadleaf weeds and the highest number of poaceas. The highest

¹ Costarricense. Agrónoma. Universidad de Costa Rica, Sede Guanacaste, Costa Rica. Email:marlen.var@gmail.com

² Costarricense. Agrónoma. Centro de Investigaciones en Protección de Cultivos, Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. Email: helgablanco@gmail.com

number of seeds was found at the depth of 0-5 in the Reserve lot; weed number was lowest at the depth of 20 cm for all the lots. It is concluded that alternative chemical or management practices reduce the number of weeds in the seed bank; however, they do not achieve the same broad spectrum efficacy on weed germination as MeBr.

Key words: seed banks, weeds, watermelon, tillage, methyl bromide.

Introducción

Las semillas son la principal fuente de dispersión de las malezas anuales, mediante estas, las malezas tienen la habilidad de perpetuarse a través de generaciones continuas (Pareja, 1984).

La estrategia más común de regeneración de las plantas anuales, es la acumulación de semillas en el suelo, en donde conforman sub poblaciones que ocupan diferentes micro sitios en el mismo. A la población total de semillas se la llama “banco de semillas”, y esta formado por semillas germinables o en estado latente (Roberts, 1970). La capacidad de almacenamiento de semillas de malezas en el suelo, depende de muchos factores que tienen que ver con la naturaleza misma de estas y de las condiciones bióticas y abióticas del suelo (Bewley y Blach, 1985).

El suelo es la principal reserva de semillas de malezas, y se le considera como un “banco de semillas”, compuesto de semillas latentes y no latentes, muchas se mantienen viables por muchos años (Pareja, 1984). El número de semillas latentes es mayor que el número de semillas no latentes (Scheffer, 1970).

La importancia práctica del conocimiento de la dinámica del banco de semillas, radica en que al ser la principal fuente de inóculo de malezas, se determinará el nivel y el tipo de infestación de ese hábitat (Pareja, 1984). Además, el suelo donde estas germinan junto a otros cultivos, puede ser modificado o manejado en forma química (fertilizantes, herbicidas) o física (labranza).

El suelo se compone de una mezcla de flora, fauna y arcillas las cuales se ven afectadas por factores bióticos y abióticos, los cuales afectan el tamaño de los agregados, la conductividad hidráulica y térmica, la aireación y la retención de humedad. La heterogeneidad del suelo crea una gran diversidad de micro sitios con diferentes contenidos de humedad y aireación, que pueden regular la germinación, latencia y distribución de las malezas, (Bewley y Black, 1985, Sheldon, 1987). Esta heterogeneidad, resultado de la estructura del suelo, enriquecen la variabilidad en los micro sitios afectando de esta forma el destino de las semillas en el suelo.

Existen varios factores que interactúan para determinar la germinación de semillas que están almacenadas en el suelo. Entre estos los más importantes son las labores de preparación del terreno para la siembra de los cultivos, ya que influyen no solo en la dispersión de las semillas al incorporarlas a diferentes profundidades, sino que cambian o modifican el tamaño, el número y el tipo de agregados del suelo y su contacto con las semillas (Pareja, 1984; Terptr, 1984).

Tradicionalmente se dice que las labores de labranza distribuyen en forma homogénea las semillas a través del perfil del suelo y promueven la germinación debido a que mejora la aireación, sin embargo, esta práctica puede favorecer el almacenamiento de las semillas en los perfiles más profundos del suelo, lo que crea futuros problemas de malezas. (Roberts, 1984). Los sistemas de labranza convencional, incrementan la cantidad de semillas de malezas, al aumentar la profundidad del suelo, y tienen una influencia directa sobre el reciclaje del banco de semillas, ya que las semillas son enterradas a profundidades mayores de los 20 cm y son llevadas a la superficie después de haber permanecido enterradas en el suelo, durante mucho tiempo.

La labranza cero o reducida, incrementa la cantidad de semillas en los primeros 5 cm del suelo (Pareja, 1984) y Vargas (1989), este número disminuye al aumentar la profundidad del suelo, esto evita el reciclaje de semillas a perfiles más profundos, y se promueve la germinación de las mismas en los primeros centímetros del suelo, lo que evita el almacenamiento en capas profundas del suelo (Pareja, 1984; Albrecht, 2005).

Los sistemas de labranza reducida, se han investigado durante los últimos años, por su relación con la protección del suelo, economía de energía, así como factores de manejo del suelo, disponibilidad de nutrimentos y manejo amigable del agro ecosistema.

En áreas agrícolas de zonas templadas, Roberts (1987), estimó que el número de semillas en el banco en los primeros 15 centímetros del suelo, oscila entre 70.000 y 90000 semillas por metro cuadrado, en Costa Rica, Vargas (1989), encontró un promedio que osciló entre 134.000 y 86.000 semillas por metro cuadrado.

El objetivo del experimento fue, evaluar en el cultivo de melón (*Cucumis melo*), el efecto de cinco prácticas de manejo del suelo sobre la distribución y germinación de las semillas de malezas a tres profundidades del suelo.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en la Finca Melones de Costa Rica, Liberia, Guanacaste, ubicada a 10 msnm. Las condiciones climáticas promedio son: temperatura media anual de 28 °C, precipitación media anual de 1300 a 1700 mm y la humedad relativa entre 61% (época seca) y 90% (época lluviosa).

Los lotes de la finca tenían los sistemas de manejo:

1. Tractoristas, válvula 13. (TV13)

2001-2003 solarización;

2003-2004 solarización más Telone C 35

2004-2005 solarización más Telone C 35 en I siembra y solarización más Telone 2 en II siembra

2005-2006 solarización más Telone 94 EC

2. Tractoristas, válvula 14. (TV14)

2001-2003 solarización;

2003-2004 solarización más Telone C 35

2004-2005 solarización más Telone C 35 en I siembra y solarización más Telone C 35 en II siembra

2005-2006 solarización más Telone 94 EC

3. Piches, válvula 53. (P53)

2001-2004 solarización con plástico transparente

2005 Rotación con maíz en I siembra, luego se bromuro a razón de 150 kg

4 Reserva. (R) Reserva forestal, a la cual nunca se le ha realizado ningún manejo (agronómico, químico).

5. Bancales. (B)

2001-2005 aplicación de bromuro de metilo a razón de 250 kg

2005-2006 aplicación de bromuro de metilo a razón de 150 kg

El primer muestreo de suelos, se realizó al inicio de la solarización, a una sola profundidad, en los lotes (TV1), (TV2), (P) y (R). Posteriormente se realizaron muestreos de suelo utilizando un barreno, en todas las fincas, a tres profundidades (0-5; 5-10; 10-20 cm), en los meses de agosto, noviembre, febrero y abril. Se realizaron recuentos de malezas en todos los lotes. El primer experimento se realizó en una casa de mallas, con el propósito de promover la germinación de las semillas de malezas presentes en cada profundidad de suelo.

Las muestras de suelo se colocaron en potes plásticos con una altura de 5 cm y un diámetro de 15 cm, la capacidad fue de 0.5 kg, se tomaron varias muestras, se llenaron cuatro potes por cada profundidad y sitio de muestreo., se pesaron y se colocaron en forma aleatoria en la casa de mallas. Todos los potes se regaron diariamente, con el fin de promover la germinación de las semillas de malezas. Se realizaron recuentos de las plántulas emergidas a los 15, 30, 45 y 60 días. Estas plántulas de las malezas, se clasificaron en hoja ancha, hoja angosta y ciperácea.

El segundo experimento consistió en la des floculación de muestras de 100 g de suelo, con una solución de 10 g hexametáfosfato de sodio (Calgón), 5 g bicarbonato de sodio, y 25 g de sulfato de magnesio, disueltos en 200 ml de agua destilada. Cada muestra de suelo junto a la solución, se colocó en un Erlenmeyer de 500 ml y se agitó en forma manual durante 10 minutos. Luego se decantó sobre una criba de 60 mesh, según método usado por Malone (1967), Pareja (1984) y Vargas (1988).

Los residuos se colocaron sobre papel filtro, se dejaron secar; por medio de un estereoscopio de luz, se procedió al recuento y separación de las semillas de malezas. Las semillas extraídas se colocaron en platos Petri sobre papel filtro y agua destilada, se colocaron en una cámara de germinación, con el objeto de observar la germinación de las semillas. Las variables evaluadas fueron: número de semillas y plántulas emergidas por especie, por lote y por profundidad de suelo.

Análisis estadístico.

El primer muestreo se analizó de forma independiente de los muestreos 2 al 4 debido a que este carecía de la variable profundidad. El diseño experimental del primer muestreo consistió de un irrestricto al azar mientras que el diseño para los muestreos 2, 3 y 4 fue de un parcelas divididas en el tiempo donde la parcela grande consistió del sitio y la pequeña de las profundidades. En el caso del análisis para el banco de semillas, el tiempo también contempló 3 fechas de evaluación de la germinación.

Resultados y discusión

Las especies que presentaron mayor abundancia en los lotes con Telone, bromuro de metilo y solarización fueron las poáceas: *Rotboellia* spp., *Oryza* sp., *Eleusine indica*, *Digitaria* spp.; en el tratamiento Reserva predominaron las malezas de hoja ancha como *Portulaca oleracea*, *Mimosa* sp., *Amaranthus* sp., *Phyllanthus niruri*, y *Euphorbia* spp.

En el Cuadro 1, se observa las malezas clasificados según la familia, y que predominaron en el banco de semillas de todos los lotes evaluados en la Finca Melones de Costa Rica.

Cuadro 1. Especies presentes en el banco de semillas en Finca Melones de Costa Rica I, 2005-2006.

Especie	Familia	Abundancia
<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	***
<i>Mimosa</i> spp.	Cesalpiniaceae	***
<i>Rotboellia</i> spp.	Poaceae	***
<i>Oryza</i> spp.	Poaceae	**
<i>Eleusine indica</i>	Poaceae	**
<i>Digitaria</i> spp.	Poaceae	**
<i>Ixophorus unisetus</i>	Poaceae	*
<i>Leptochloa filiformis</i>	Poaceae	*
<i>Amaranthus espinosus</i>	Amarantaceae	*
<i>Murdania nudiflora</i>	Poaceae	*
<i>Phyllanthus niruri</i>	Euphorbiaceae	*
<i>Euphorbia hypericifolia</i>	Euphorbiaceae	*
<i>Echinochloa colona</i>	Poaceae	*

Según se observa en la Figura 1, las malezas dominantes fueron las de hoja ancha, seguidas por hoja angosta y las ciperáceas. La mayor emergencia de malezas de los tres tipos, ocurrió a los 15 días de montar el experimento. Se encontró, que a mayor tiempo de permanencia de las semillas en el suelo, el porcentaje de germinación fue menor; cabe resaltar, que se observó claramente el efecto de la latencia sobre la germinación de semillas enterradas, que permanecen viables debido a que presentan diferentes tipos y grados de latencia.

Marcks y Nwachuku (1986), enterraron semillas para determinar los cambios fisiológicos que ocurren en estas, ellos determinaron, que a los quince días del experimento, el porcentaje de germinación fue alto, y este disminuyó dos meses después. En el presente experimento, ocurrió un efecto similar, ya que a los 60 días, la germinación disminuyó en un 80 % y un 87,5 % en las malezas de hoja ancha y poáceas respectivamente.

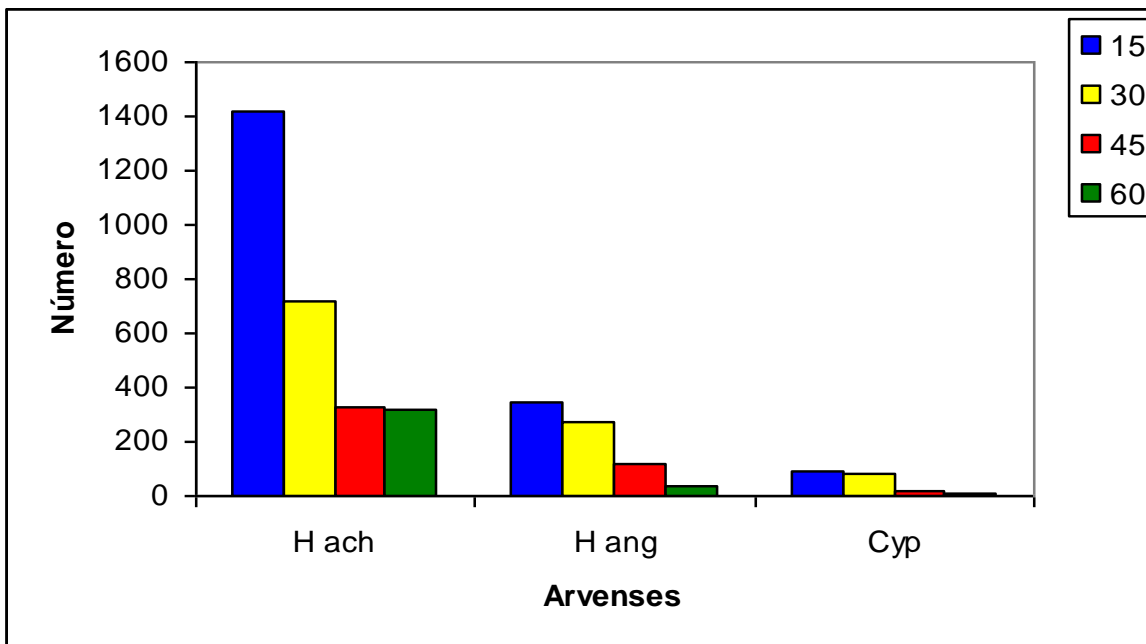


Figura 1. Total de malezas emergidas a los 15, 30, 45 y 60 días de establecido el experimento y en los 4 muestreos.

Las arvenses que se presentaron en mayor cantidad fueron *Portulaca oleracea*, *Mimosa* spp. y *Rotboellia exaltata*. Las plantas de hoja ancha fueron encontradas en su gran mayoría en el sitio Reserva y las de hoja angosta en las plantaciones de melón. Este resultado es de esperar debido a las características de los sitios donde las plantas de hoja angosta por ser C4 tienen altos requerimientos de luz mientras que las C3 pueden crecer en condiciones de penumbra (Cuadro 1).

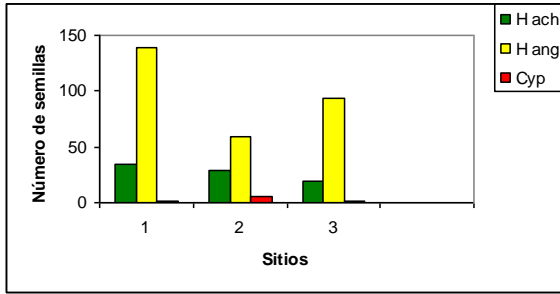
Debido a que el interés de este estudio fue evaluar el efecto de los tratamientos sobre el banco de semillas de malezas, en las siguientes figuras se excluyó el sitio Reserva, ya que al ser un sitio boscoso no disturbado, existe un banco de semillas de hoja ancha abundante, el cual enmascara los resultados de los sitios con siembra de melón.

En general, el número de malezas de hoja angosta fue mayor en todos los lotes. La mayor población de semillas de hoja angosta, se encontró en el primer muestreo, el cual, a la fecha de muestreo, no había recibido ningún tratamiento de suelo, y las semillas presentes comprendían, el banco de semillas remanente del ciclo de cultivo anterior (Figura 2). La población de hoja ancha en T V-13 fue similar en los muestreos I y II, pero se redujo a la mitad en los muestreos III y IV.

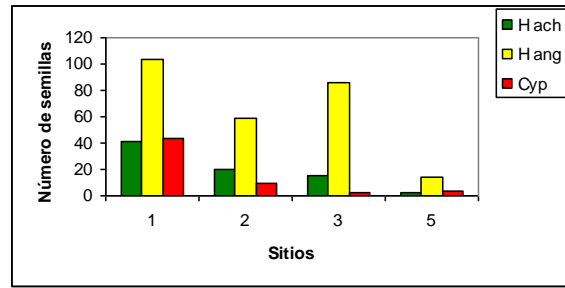
En los otros tres sitios, la presencia de semilla de hoja ancha fue muy escasa. La presencia de semillas de hoja angosta presentó una tendencia similar, donde su número se redujo sustancialmente en los muestreos III y IV. La reducción en la población de semillas tanto de hoja angosta como de hoja ancha obedece al efecto de los tratamientos; sin embargo, la práctica de dejar

que las malezas alcancen la floración en los períodos entre cultivos, es indebida, debido a que aportan nuevas semillas al banco de semillas y se inicia un nuevo ciclo de cultivo con gran cantidad de semillas. Por lo tanto, en períodos entre cultivos se debería sembrar otro cultivo y/o establecer alguna cobertura la cual a la vez incorporaría N al suelo.

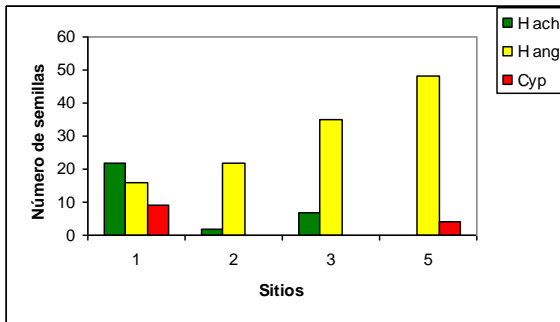
I muestreo



II muestreo



III muestreo



IV muestreo

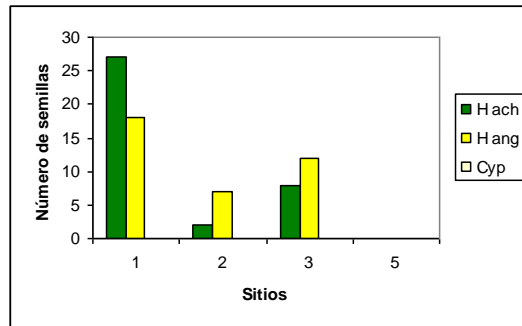


Figura 2 a, b, c y d. Total de semillas clasificadas por tipo de arvense y por lote, Finca Melones de Costa Rica.

En los lotes T1, T2 y Piches (Figura 3), se observa que las malezas predominantes fueron las gramíneas, a pesar de que el cultivo sembrado fue melón. En el lote Bancales la cantidad de malezas disminuyó debido a las frecuentes aplicaciones de Bromuro de Metilo. Los resultados concuerdan con los obtenidos por Herrera (2006), que encontró que el Telone y el Bromuro de Metilo, eliminan varias especies de malezas de hoja ancha y gramínea, sin embargo, disminuye la diversidad de estas. Esto comprueba, que la labranza influye sobre la dispersión de semillas, al incorporarlas a diferentes profundidades del suelo.

La preparación del terreno, promueve la germinación de semillas en el campo, ya que remueve la cubierta de las plantas y transfiere semillas a la superficie del suelo, lo que influye en la

calidad y cantidad de luz (Froud-Williams, 1984; Roberts, 1986). Las semillas quedan expuestas a la luz natural y favorece su germinación, debido a que el fitocromo se activa, y las semillas de poáceas que son fotosensibles emergen.

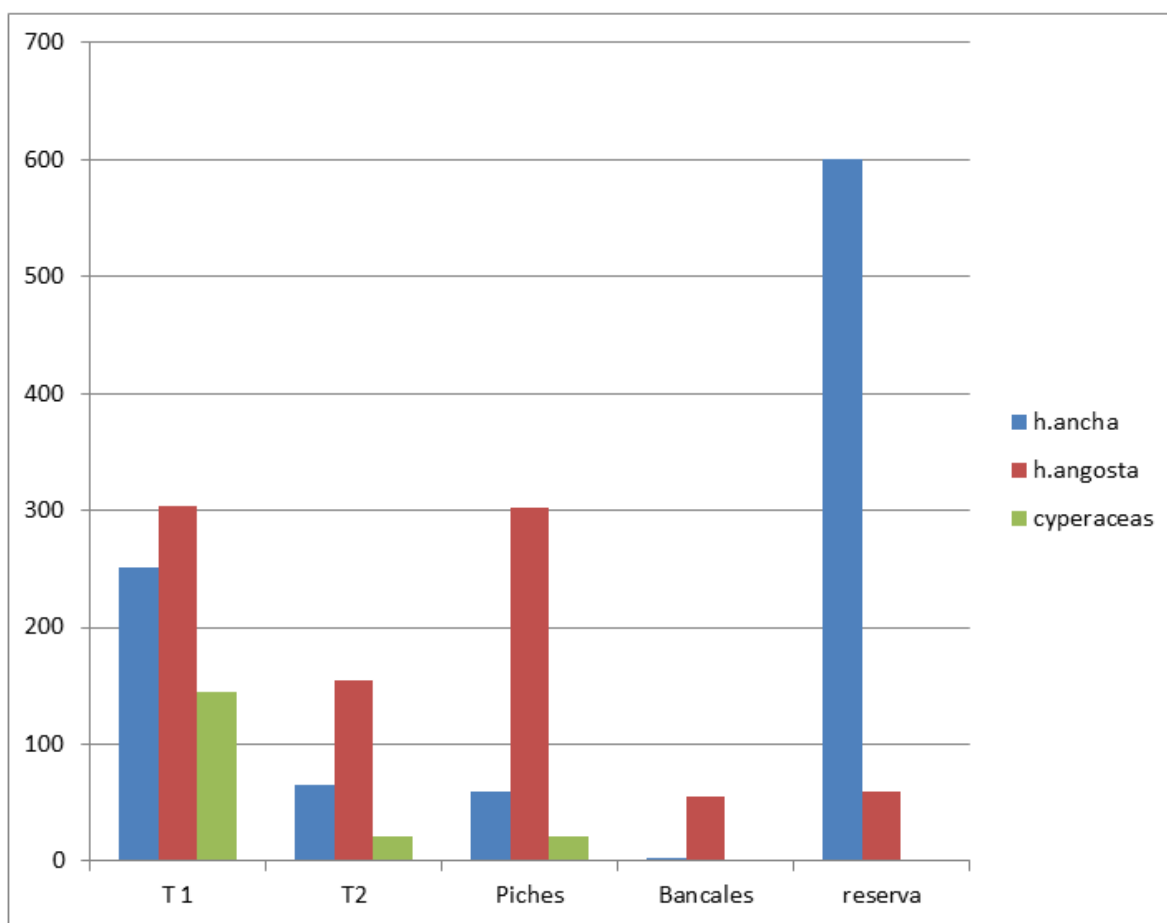


Figura 3. Emergencia de malezas gramíneas, hojas anchas y ciperáceas en los 5 lotes, en la casa de mallas.

En el lote T1 aumentó la cantidad de malezas de hojas angostas y ciperáceas, debido posiblemente a que en el lote T2, el manejo del suelo incluyó el Telone 35 en las dos siembras. En el lote Piches hubo alta incidencia de gramíneas, debido a que el cultivo se rotó con maíz y favoreció la emergencia de gramíneas, además, la preparación del suelo hizo que las semillas de las capas inferiores del perfil del suelo, quedaran expuestas a la superficie, y recibieran alta incidencia de luz, esto estimuló la germinación de las gramíneas que son malezas C4 y predominaron en estos lotes. (Figura 3)

En T1, T2 y P la cantidad de malezas de hoja ancha disminuyó en un 375%, 125% y 125 % respectivamente, debido principalmente a la poca cantidad de semilla de malezas de hoja ancha presentes en el banco de semillas. En el lote Reserva, la cantidad de gramíneas fue muy poca; sin

embargo, la cantidad de malezas de hoja ancha aumentó en un 400%, esto concuerda con lo encontrado por otros investigadores (AlBrecht, 2005; Vargas, 1987), quienes indican que en campos no disturbados, boscosos y en penumbra, aumenta la cantidad y diversidad de malezas de hoja ancha, debido principalmente a que dominan las plantas con fotosíntesis C3.

En la Figura 4, se observa, que los lotes T1 y T2 presentaron mayor cantidad de semillas a una profundidad de 10-20 cm, mientras que este número disminuyó de 0-5 cm. Estos resultados son similares a los encontrados por varios investigadores; la cantidad de semillas aumentó al aumentar la profundidad del suelo, mientras que en los primeros centímetros de profundidad ocurrió el efecto contrario, o sea la cantidad de semillas disminuyó, debido a que las labores de labranza del suelo, y la aplicación de químicos, produce este efecto. Pareja 1984; Vargas, 1987). Al comparar el lote T2 con el T1, se observó que la cantidad de semillas en el primero disminuyó en un 50%, debido al sistema manejo del suelo. En el lote Bancales se extrajo una mayor cantidad de semillas en las tres profundidades, si esto se compara con la cantidad de malezas emergidas (Figura1), se concluye que estas semillas no eran viables, debido a las aplicaciones frecuentes con Bromuro de metilo.

En el lote Reserva se encontró que el número de semillas se incrementó en la superficie, debido a que el suelo no fue disturbado. En el lote Piches, el número de semillas aumentó de 0-5 cm y disminuyó con la profundidad, esto se debió a que en este sistema de manejo, se disminuyó la labranza y el suelo se disturbó en forma mínima.

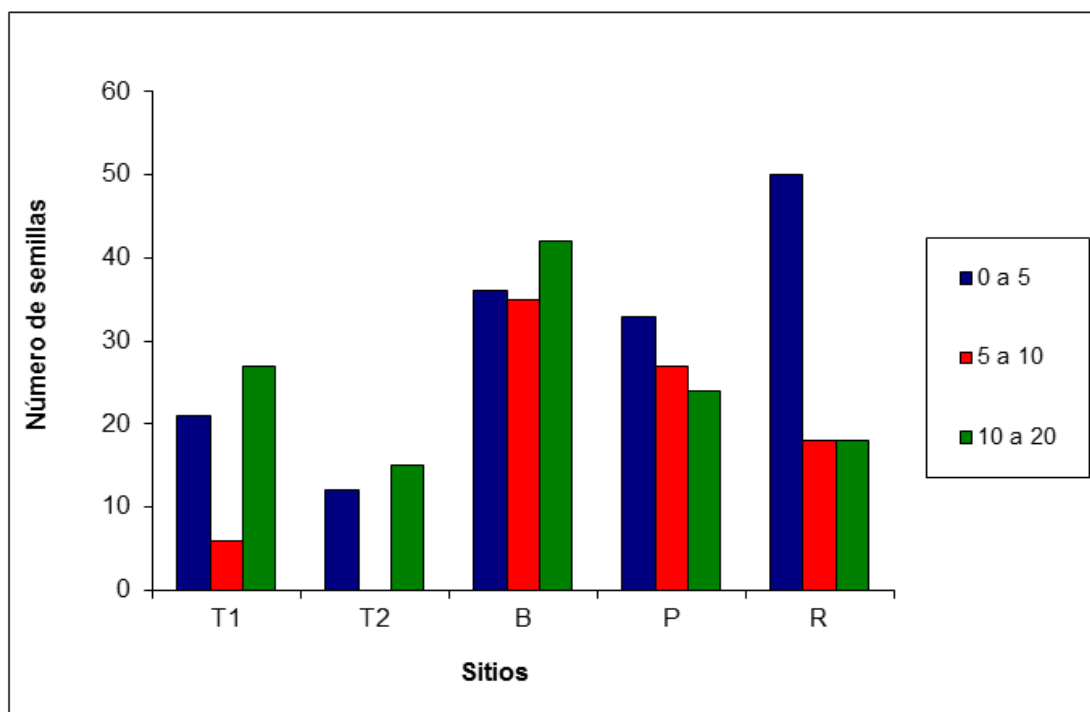


Figura 4. Número semillas de malezas presente en los 5 lotes y a tres profundidades del suelo.

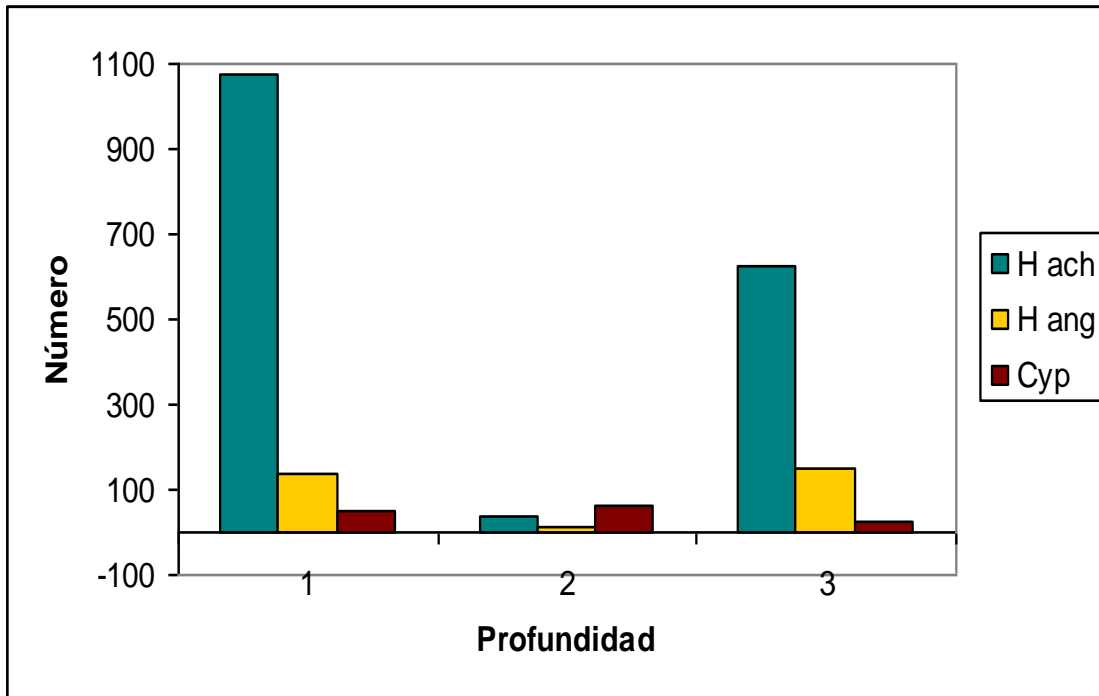


Figura 5. Número total de malezas de hoja ancha, poáceas y cyperáceas a tres profundidades de siembra 0-5, 5-10 y 10-20 cm.

La mayoría de malezas de hoja ancha emergió de 0-15 cm, (figura 5), debido principalmente, al efecto que produce la mecanización sobre el banco de semillas de malezas, el cual expone las semillas a la superficie y estas germinan al recibir mayor cantidad de luz y mayor fluctuación de temperatura. En el caso de las poáceas, el porcentaje de germinación fue de un 10 %, lo que coincide con la poca cantidad de gramíneas presente en los lotes, producto de los herbicidas. De 10 a 20 cm, de profundidad del suelo, la germinación de semillas de malezas de hoja ancha disminuyó en un 30 %, esto corrobora lo encontrado por otros investigadores (Vargas ,1989 y Pareja, 1984), donde se encontró que las semillas que quedan en los perfiles inferiores del suelo, permanecen en estado de latencia y cuando se exponen a la luz, a alto contenido de oxígeno, fluctuaciones de temperatura y alta humedad las semillas tendrán óptimas condiciones y germinan.

Conclusiones

-Las prácticas de labranza del suelo y las alternativas químicas reducen el número de semillas de malezas, sin embargo, el bromuro tiene un espectro más amplio.

-Cuando el suelo no es disturbado, el banco de semillas se incrementa en los primeros 5 cm y disminuye con la profundidad, sin embargo, cuando se somete a prácticas de labranza se incrementa el banco de semillas al aumentar la profundidad.

- Las malezas de hoja ancha predominan en suelos no disturbados y en penumbra, las malezas poáceas predominan en suelos expuestos a alta luminosidad.
- El lote Reserva fue el sitio con mayor abundancia de semillas de hoja ancha.
- Las arvenses que se presentaron en mayor cantidad fueron *Portulaca oleracea*, *Mimosa* spp. y *Rotboellia exaltata*.
- Las malezas ciperáceas fueron escasas.
- El uso del Telone parece tener efecto en la reducción de poblaciones de malezas.

Literatura consultada

- ALBRECHT, H. 2005. Weed Research 45:339-350.
- BEWLEY, J.D.1985. Seeds: Physiology of development and germination. New York, Plenum Press.367 p.
- FROUD-WILLIAMS, R.L; CHANCELLOR, R.J. 1984. The effect of seed burial and soil disturbance on emergence and survival of arable weeds in relation to minimal cultivation. Journal Appl. Ecology 21:629-641.
- HERRERA, F. 2004. Alternativas al bromuro de metilo: Semillas de malezas. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno. Alajuela, Costa Rica. 20 p.
- MARKS, M.K.; NWACHUKU, A.C.1986. Seeds bank characteristics in group tropical weeds. Weed Res. 26:151-157.
- PAREJA, M. 1984. Seed soil microsite characteristics in relation to weed seed germination. Ph.D. Thesis. Ames, Iowa State University. 185 p.
- ROBERTS, H.A.; CHANCELLOR, R.J. 1986.Seed banks of some arable soils in the English midlands. Weeds Research 26: 251-257 .
- SHAFFER, D. 1970. Factors influencing persistence and depletion in buried seed populations: effects of soil temperature and moisture. Crop Science 10:342-345.
- SHELDON, J.C. 1974.The behavior of seeds in soil: the influence of seed morphology and the behavior of seedlings on the establishment of plants from surface lying seeds. Journal Ecology.62:47-66.
- VARGAS, M.1989.Distribución y germinación de algunas semillas de malezas en el perfil del suelo. Tesis Magister Scientiae , CATIE. Turrialba, Costa Rica. 75 p.

VARGAS, M.1990. Respuesta en la germinación de semillas de malezas bajo tres ambientes y sistemas de labranza del suelo. . Boletín Técnico Estación Experimental Fabio Baudrit. 23 (2) 18-24.