

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO

FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN
Para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo

***EFFECTOS DE LOS SISTEMAS DE LABRANZAS Y ADICIÓN DE
NUTRIENTES EN EL TAMAÑO Y COMPOSICIÓN DEL BANCO
DE SEMILLAS DE MALEZAS.***

Alumno: **Giorgi, Franca.**

DNI: 28.906.264

Director: Ing. Agr. MSc. **Nuñez, César Omar.**

Co-Director: Ing. Agr. **Zorza, Edgardo.**

Río Cuarto-Córdoba
Septiembre 2007

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: “EFECTOS DE LOS SISTEMAS DE LABRANZAS Y ADICIÓN DE NUTRIENTES EN EL TAMAÑO Y COMPOSICIÓN DEL BANCO DE SEMILLAS DE MALEZAS.”

Autor: Giorgi, Franca.
DNI: 28.906.264

Director: Nuñez, César Omar.

Co-Directores: Zorza, Edgardo.

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la comisión evaluadora:

Fecha de Presentación: ____/____/____

Aprobado por Secretaría Académica: ____/____/____

Secretario Académico

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional de Río Cuarto por haber contribuido a mi formación profesional y humana.
- A mi Director de Tesis, Ingeniero Agrónomo César Nuñez y al Co-Director Ing. Edgardo Zorza por brindarme su experiencia académica y su tiempo en un marco de respeto y confianza.
- A mi familia por confiar en mí, darme apoyo, enseñarme a crecer como persona y estar en aquellos momentos en que los necesité, siempre.
- A mis hermanos Lucas y Giulia, quienes a pesar de disputarme la computadora, me ayudaron y enseñaron.
- A Damián, por su tolerancia y comprensión.
- A mis amigos y compañeros de estudio por darme fuerzas, alegría y ayuda en momentos difíciles lejos de casa.

Dedico este trabajo final de Ingeniería a mis padres, que hicieron posible que llegara a esta ciudad y a esta Universidad, donde pude lograr, con perseverancia y esfuerzo mis objetivos personales y profesionales.

También va dedicado a aquellos que tengan interés en conocer, aprender e investigar sobre este tema.

ÍNDICE

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Hipótesis	4
1.3. Objetivo general	4
1.4. Objetivos específicos	4
2. MATERIALES Y MÉTODOS	5
2.1. Descripción del área de estudio.	5
2.2. Diseño experimental y análisis de los datos	6
3. RESULTADOS	9
3.1. Tamaño del banco de semillas del suelo	9
<i>3.1.1. Profundidad del banco de semillas del suelo (0-10 cm.).</i>	<i>9</i>
3.1.1.1. Tamaño del banco de semillas del suelo	9
3.1.1.2. Diversidad del banco de semillas del suelo	12
3.1.1.3. Similitudes y distancias del banco de semillas del suelo.	13
<i>3.1.2. Profundidad del banco de semillas del suelo (0-5 cm.)</i>	<i>14</i>
3.1.2.1. Tamaño del banco de semillas del suelo.	14
3.1.2.2. Diversidad del banco de semillas del suelo.	16
3.1.2.3. Similitudes y distancias del banco de semillas del suelo.	17
<i>3.1.3. Profundidad del banco de semillas del suelo (5-10 cm.)</i>	<i>19</i>
3.1.3.1. Tamaño del banco de semillas del suelo.	19
3.1.3.2. Diversidad del banco de semillas del suelo.	22
3.1.3.3. Similitudes y distancias del banco de semillas del suelo.	23
4. DISCUSIÓN.	25
5. CONCLUSIONES.	27
6. BIBLIOGRAFÍA.	28
7. ANEXO.	32

ÍNDICE DE CUADROS

	<u>Página</u>
Cuadro 1: Detalle de los tratamientos.	6
Cuadro 2: Contribución porcentual de las especies invernales y estivales al tamaño del banco de semillas del suelo en los tratamientos fertilizados.	10
Cuadro 3: Contribución porcentual de las especies al tamaño del banco de semillas del suelo en los tratamientos fertilizados.	11
Cuadro 4: Contribución porcentual de las especies al banco de semillas del suelo en los tratamientos no fertilizados.	11
Cuadro 5: Efectos de los diferentes tratamientos sobre la riqueza, la equitatividad y el índice de Shannon-Weaver.	12
Cuadro 6: Índice de similitud de Jaccard entre tratamientos con adición de fertilizantes.	13
Cuadro 7: Índice de similitud de Jaccard entre tratamientos sin adición de fertilizantes.	13
Cuadro 8: Contribución porcentual de las especies invernales y estivales al tamaño del banco de semillas del suelo en los tratamientos fertilizados.	14
Cuadro 9: Contribución porcentual de las especies al tamaño del banco de semillas del suelo en los tratamientos fertilizados.	15
Cuadro 10: Contribución porcentual de las especies al banco de semillas del suelo en los tratamientos no fertilizados.	15
Cuadro 11: Efectos de los diferentes tratamientos sobre la riqueza, la equitatividad y el índice de Shannon-Weaver.	16
Cuadro 12: Índice de similitud de Jaccard entre tratamientos con adición de fertilizantes.	17
Cuadro 13: Índice de similitud de Jaccard entre tratamientos sin adición de fertilizantes.	18
Cuadro 14: Contribución porcentual de las especies invernales y estivales al banco de semillas del suelo en los tratamientos fertilizados.	20
Cuadro 15: Contribución porcentual de las especies al tamaño del banco de semillas del suelo en los tratamientos fertilizados.	21
Cuadro 16: Contribución porcentual de las especies al banco de semillas del suelo en los tratamientos no fertilizados.	21
Cuadro 17: Efectos de los diferentes tratamientos sobre la riqueza, la equitatividad y el índice de Shannon-Weaver.	22

Cuadro 18: Índice de similitud de Jaccard entre tratamientos con adición de fertilizantes.	23
Cuadro 19: Índice de similitud de Jaccard entre tratamientos sin adición de fertilizantes.	23

ÍNDICE DE FIGURAS

	<u><i>Página</i></u>
Figura 1: Esquema de muestreo.	8
Figura 2: Tamaño de los bancos de semillas de los diferentes tratamientos (prof. 0-10 cm)	10
Figura 3: Tamaño de los bancos de semillas de los diferentes tratamientos (prof. 0-5 cm)	14
Figura 4: Tamaño del banco de semillas de las especies comunes a los 3 tipos de labranzas sin adición de fertilizantes (profundidad 0-5 cm)	18
Figura 5: Tamaño del banco de semillas de las especies comunes a los 3 tipos de labranzas con adición de fertilizantes (profundidad 0-5 cm)	19
Figura 6: Tamaño de los bancos de semillas de los diferentes tratamientos (prof. 5-10 cm)	20
Figura 7: Tamaño del banco de semillas de las especies comunes a los 3 tipos de labranzas sin adición de fertilizantes (profundidad 5-10 cm)	23
Figura 8: Tamaño del banco de semillas de las especies comunes a los 3 tipos de labranzas con adición de fertilizantes (profundidad 5-10 cm)	24

RESUMEN

EFECTOS DE LOS SISTEMAS DE LABRANZAS Y ADICIÓN DE NUTRIENTES EN EL TAMAÑO Y COMPOSICIÓN DEL BANCO DE SEMILLAS DE MALEZAS.

El estudio del banco de semillas de malezas en los últimos años, ha emergido como una de las herramientas tecnológicas de gran importancia estratégica para el manejo de las malezas, ya que en la actualidad se reconoce como la fuente primaria de nuevas plantas, especialmente de malezas anuales, las cuales causan el principal problema en los cultivos extensivos. El objetivo de esta investigación fue evaluar los efectos de diferentes tipos de labranzas y adición de nutrientes aplicados sobre el tamaño y composición del banco de semillas del suelo. El estudio se realizó en el campo de Docencia y Experimentación de la FAV, Pozo del Carril, UNRC, sobre un suelo Hapludol típico, de textura franco arenosa fina. Se trabajó sobre una rotación agrícola, (iniciada en 1994/95), constituida por la secuencia de Maíz-Girasol (1994-2003), conducidos bajo tres sistemas de labranza: Labranza Convencional (LC), Labranza Reducida (LR) y Siembra Directa (SD) y dos niveles de nutrientes: sin fertilizar y con el agregado de fertilizantes a base de P y N, en ambos cultivos. Se evaluaron las siguientes variables: tamaño del banco, riqueza, diversidad específica y similitud. Los datos de tamaño del banco fueron sometidos a un método de análisis de varianza no paramétrico. La flora de malezas en todos los sistemas de labranzas, independiente de la adición de fertilizantes, estuvo constituida mayormente por especies anuales de hoja ancha en relación con las malezas perennes. Hubo un predominio de las especies otoño-invernales, quienes contribuyeron en un mayor porcentaje que las estivales al banco, independientemente de los tratamientos. La adición de nutrientes permitió a las malezas por un lado incrementar el tamaño del banco independiente de las labranzas y por otro afectó negativamente la diversidad, al incrementar la dominancia de unas pocas especies. La similitud florística entre los tratamientos fue muy baja, en general no superó el 55%. En este estudio se concluye que la disminución del laboreo incrementa el tamaño del banco de semillas en la superficie y combinado con la fertilización disminuye la diversidad, por otro lado se avanzó en la comprensión de los procesos dinámicos más estratégicos del banco de semillas, lo que permitirá contribuir a generar bases científicas que harán más eficaz el control integrado de malezas.

Palabras clave: Banco de semillas, malezas, sistemas de labranza, fertilizantes, diversidad.

SUMMARY

EFFECTS OF THE SYSTEMS OF TILLAGES AND ADDITION OF NUTRIENTS IN THE SIZE AND COMPOSITION OF THE BANK OF SEEDS OF WEEDS.

The research of the weed seed banks in the last years, has emerged as one of the technological tools of greater strategic importance for the control of weeds, as nowadays it is considered as the primary source of new plants, specially of annual weeds which cause the main problems in the extensive crops. The aim of this research was the evaluation of the effects of different types of tillage and the addition of fertilizers applied to the size and composition of the soil seed bank. This research work was performed in the Teaching and Research farm of the FAV, Pozo del Carril, Rio Cuarto University, on a typical Hapludol soil, of fine sandy texture over a trial of tillage systems, started in 1994/95 with maize crops as axis of rotation. Crop rotation was used, and it consisted of a sequence of maize- sunflower (1994-2003) conducted under three systems of tillage: Conventional Tillage (CT), Reduced Tillage (RT), Zero Tillage (ZT) and two levels of nutrients: no fertilizing and with P and N fertilizers, in both crops. The following variables were assessed: size of the seed banks, population frequency, specific diversity and similarity. The information about the size of the seed bank was obtained by a non-parametric ANOVA analyses method. The weed flora in all the tillage systems; regardless the addition of fertilizers, was made up mostly by annual broadleaf species, in relation to perennial weeds. The autumn-winter species contributed in a higher percentage to the seed bank when compared with the summer crops, regardless the treatments. The addition of nutrients, on the one hand, allowed the weeds to increase the size of the seed banks regardless the tillage system and on the other hand, affected negatively to the diversity, since it increased the predominance of a few species. The flora similarity under different treatments was very low, in general it was under 55%. Therefore, we can conclude that the decrease of the tillage increased the size of the seed bank on the surface and this, when combined with fertilizing, decreased the diversity, on the other hand it was possible to go further in the understanding of the most strategic dynamic processes of the seed bank, which will allow to set scientific bases to make the integrated control of weeds more efficient.

Keywords: seed bank, weeds, tillage systems, fertilizer, diversity.

EFFECTOS DE LOS SISTEMAS DE LABRANZAS Y ADICIÓN DE NUTRIENTES EN EL TAMAÑO Y COMPOSICIÓN DEL BANCO DE SEMILLAS DE MALEZAS.

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura constituye la mayor fuerza selectiva en la evolución de las malezas, ya que ha desplazado la sucesión hacia estados tempranos en forma recurrente, generando efectos positivos y negativos, en éstos últimos podemos destacar el mayor laboreo del suelo, el incremento en la aplicación de herbicidas y de fertilizantes, trayendo como consecuencia, problemas desde el punto de vista económico como ambiental (Vitta *et al.*, 1999).

Una de las características de la agricultura moderna es la alta dependencia creciente de las tecnologías de insumos por ej. herbicidas, hecho que ha favorecido el incremento en la resistencia de biotipos de malezas (Internacional Survey of Herbicides-Resistant Weeds, 2004), ello ha traído aparejado un incremento en la aplicación de herbicidas (Benech-Arnold, 2000).

El estudio del banco de semillas de las malezas en los últimos años, ha emergido como una de las herramientas tecnológicas de mayor importancia estratégica para el manejo de las malezas, ya que en la actualidad se reconoce como la fuente primaria de nuevas plantas, especialmente de malezas anuales, que causan el principal problema en los cultivos extensivos (Cavers y Benoit, 1989). La comprensión de los procesos dinámicos más estratégicos del banco de semillas, permitiría generar tecnologías de procesos que harán más eficaz el control integrado de malezas.

1.1. Antecedentes

En los sistemas agrícolas, la flora actual de malezas está condicionada por el ambiente y las prácticas de manejo, y representa una expresión limitada del banco de semillas del suelo. Dicho banco, es el conjunto de propágulos de semillas viables en el suelo y sobre su superficie (Simpson *et al.*, 1989), las que pueden persistir por períodos de tiempo cortos o largos. Los bancos de semillas de malezas actúan como reservorios de la diversidad genética intra e interespecífica y representan el potencial futuro de regeneración de las comunidades de malezas (Squire *et al.*, 2000). Es por ello que constituye un buen indicador de la potencialidad del sistema para regenerar la flora actual en cada ciclo productivo (Requesens *et al.*, 1997), si bien son escasos los trabajos de investigación que tratan de dilucidar este indicador.

En términos muy generales, existen dos tipos de estrategias regenerativas, la reproducción vegetativa y la regeneración por semillas (Grime, 1989).

Para destacar la importancia de esta última estrategia, cabe este ejemplo, el 95% de las semillas enterradas en el banco de semillas en tierras dedicadas a la agricultura pertenecen a malezas anuales y solamente el 4% son perennes. A manera de ejemplo para la maleza anual *Convolvulus arvensis* se han cuantificado hasta 2000 semillas por m² en la capa arable (Weaver y Riley, 1982).

Shaukat y Siddiqui (2004) afirman que los patrones de distribución de las semillas de las malezas tanto en el plano vertical como horizontal es agregado, debido a que las semillas se distribuyen alrededor de la planta madre, aunque este patrón puede ser influenciado por la dirección de las líneas del cultivo (Benoit, 1986), ya que el agricultor las distribuye con las labores que realiza desde la implantación hasta la cosecha.

Los cambios en la profundidad de las semillas de malezas y sus correspondientes diferencias en las profundidades de emergencias podrían contribuir a cambios en las especies de malezas bajo diferentes sistemas de labranzas (Buhler y Owen, 1997).

La disposición vertical de las semillas de malezas en el perfil del suelo es uno de los factores críticos que gobiernan la densidad de plántulas emergentes (Mohler *et al.*, 2006). La rotación de cultivos y los tipos de laboreo son dos factores importantes sobre los que se basan los técnicos para elaborar las estrategias en la producción de cultivos.

La rotación es también una efectiva herramienta para el manejo de las malezas, puesto que diversifica la presión de selección y cambia los patrones de disturbios de las malezas problemáticas (Radosevich *et al.*, 1997).

Los diferentes sistemas de labranzas proveen a las semillas de malezas, diferentes microambientes, debido a los cambios que producen en la porosidad, densidad y condiciones superficiales del suelo (Buhler y Owen, 1997).

Los cambios en los sistemas de labranzas, sumado a los cultivos transgénicos y a la utilización de un herbicida total no residual como lo es el Glifosato pueden alterar la composición cuali-cuantitativa de las malezas (Knab y Hurlé, 1986; Bellinder *et al.*, 2004 y Nurse *et al.*, 2007).

La práctica de labranzas superficiales o de siembra directa, reducen el disturbio del suelo e incrementan la proporción de semillas cerca de la superficie del suelo (Lutman *et al.*, 2002). La siembra directa y la labranza mínima por ejemplo, pueden incrementar la proporción de semillas retenidas sobre la superficie del suelo, comparados con el arado de rejas (Yenish *et al.*, 1992; Ghera y Martínez Ghera, 2000) que al invertir el pan de tierra, disminuye la germinación potencial de las semillas ubicadas sobre la superficie, al mismo tiempo que ubica las semillas enterradas en profundidad en condiciones de germinar (Carter e Ivani, 2006).

La actual tendencia de las prácticas de laboreo de no invertir el pan de tierra mantiene una gran proporción de semillas del año cerca de la superficie. Es necesario generar información sobre el comportamiento del banco de semillas de malezas en este tipo de laboreo de manera que provean indicadores de los efectos del laboreo sobre la dinámica poblacional de las malezas (Lamour y Lotz, 2006; Carter e Ivani, 2006), ya que existe poca información sobre como los diferentes tipos de labranzas influyen sobre la distribución de las semillas de malezas en el suelo.

Por otro lado, la fertilización y los herbicidas son los principales insumos que intervienen en el costo de producción de los cultivos (Derkesen *et al.*, 2002). Los productores son conscientes de dichos costos y están interesados en buscar alternativas para suplir el déficit de nutrientes y el manejo de las malezas.

La fertilización de los cultivos es una práctica promisoría para reducir la interferencia de las malezas con el cultivo (Di Tomasso, 1995). El nitrógeno (N) es el principal nutriente que incrementa el rendimiento del cultivo (Camara *et al.*, 2003).

Muchas malezas son altas demandantes de N (Hans y Johnson, 2002) y de esta manera limitan dicho nutriente para el cultivo. El desarrollo de las estrategias de fertilización puede contribuir a una mejor eficacia en los programas integrados de control de malezas (Blackshaw *et al.*, 2005).

Además el uso de herbicidas reduce drásticamente la población de semillas de malezas en el suelo (Robert y Nielson, 1981). Sin embargo, como los herbicidas no afectan a todas las malezas por igual, pueden cambiar la flora de malezas drásticamente en pocos años (Fernández-Quintanilla, 1992).

La comprensión de las respuestas diferenciales de las malezas a las distintas prácticas agrícolas puede ayudar a la elección del herbicida y a precisar el momento adecuado de control. El control efectivo de las malezas en barbechos, puede contribuir a la reducción del banco de semillas en los primeros centímetros del suelo (Puricelli y Tuesca, 2005)

De lo expresado anteriormente se desprende que el problema del manejo de las malezas es complejo y por consiguiente existen serias dificultades para predecir los cambios poblacionales de las malezas en los agroecosistemas (Martinez-Ghersa *et al.*, 2000).

Las interacciones cultivo-maleza son complejas y la expresión de sus efectos, en términos de rendimiento del cultivo y del nivel de población de malezas para el próximo cultivo, es difícil de pronosticar. Tales dificultades surgen cuando se trata de predecir como el ambiente es modificado a nivel de individuos como resultado de las interacciones entre las plantas (Wilson *et al.*, 1990).

Como se reconoce que el banco de semillas de malezas es la fuente primaria de nuevas plantas de malezas, el manejo que se haga de este banco reflejará el grado de

infestación posterior del cultivo (Holzner, 1982). Por ello es muy necesario profundizar en el conocimiento que tienda a dilucidar las complejas interacciones que actúan a nivel de un sistema biológico, incorporando criterios ecológicos en el diseño de los sistemas de producción de cultivos (Vitta *et al.*, 2000).

El primer paso hacia una mejora en las prácticas de control de malezas es comprender cómo las labores pueden influenciar el tamaño del banco de semillas de las malezas y su diversidad sobre y dentro del suelo.

Dado que los diferentes tipos de labranzas y sistemas de rotación de cultivos influyen en el tamaño y composición del banco de semillas de malezas, una mejor comprensión de cómo dicho banco responde a estos factores, sin duda mejorará nuestra capacidad de anticiparnos a los cambios en la comunidad de malezas y así poder seleccionar las estrategias de manejo más adecuadas (Vitta *et al.*, 2002, Sosnoskie *et al.*, 2006).

1.2. Hipótesis

1. El efecto combinado de la siembra directa y la adición de nutrientes disminuye el tamaño y la diversidad del banco de semillas.
2. Los sistemas de labranza mínima y directa aumentan el tamaño del banco de semillas de las gramíneas anuales.

1.3. Objetivo general

Evaluar los efectos de diferentes tipos de labranzas y adición de nutrientes sobre el tamaño y composición del banco de semillas del suelo en diferentes tratamientos.

1.4. Objetivos específicos

1. Cuantificar el tamaño del banco de semillas del suelo en los distintos tratamientos.
2. Estimar la riqueza y diversidad de la comunidad de malezas presente en el banco de semillas.
3. Aportar conocimientos sobre el banco de semillas de las malezas al sistema productivo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en el campo de Docencia y Experimentación de la FAV, Pozo del Carril, UNRC, sobre un suelo Hapludol típico, de textura franco arenosa fina y sobre un ensayo de sistemas de labranza, iniciado en 1994/95 con cultivo de maíz como eje de rotación.

Se trabajó sobre una rotación agrícola, constituida por la secuencia de maíz-girasol (1994-2003) conducidos en tres sistemas de labranza: Labranza Convencional (LC), Labranza Mínima (LM) y Siembra Directa (SD) y dos niveles de nutrición: sin fertilizar y con el agregado de fertilizantes a base de P y N, en ambos cultivos.

Estos fueron colocados en el suelo al costado y por debajo de la línea de siembra de los cultivos; al momento de la implantación en girasol, y en este momento y a 6-7 hojas en maíz.

Las labranzas realizadas a lo largo de la rotación consistieron: LC; una labor de arado de reja con vertedera en el momento de barbecho, previo a la siembra y posterior repaso con rastra de discos de tiro excéntrico. LR; una o dos labores de arado cincel en el momento de barbecho y posterior repaso con rastra de discos de tiro excéntrico con mínimo cruce, según condiciones de suelo y SD; siembra sin laboreo de suelo con sembradora para tal fin.

El control de malezas en el momento de barbecho se realizó, mediante labor mecánica (arado de rejas y rastra de discos de tiro excéntrico) en LC, mediante labor mecánica (arado cincel y rastra de discos de tiro excéntrico), más repaso con herbicida total no residual (glifosato) en LR y totalmente químico (glifosato) en SD.

La siembra de los cultivos fue realizada en plano a 0,70 m. entre líneas. El control de malezas, posterior a la siembra de los diferentes cultivos y en los distintos sistemas de labranza, se realizó con herbicidas residuales selectivos, aplicados en preemergencia del cultivo y de la maleza, y los escapes de control fueron controlados con herbicidas postemergentes.

2.2. Diseño experimental y análisis de los datos

Se evaluaron en total 6 situaciones, las que se detallan en la **cuadro 1**:

Cuadro 1. Detalle de los tratamientos

Tratamientos	
1	Siembra Directa Con fertilizante (SDCF)
2	Siembra Directa Sin fertilizante (SDSF)
3	Labranza Mínima Con fertilizante (LMCF)
4	Labranza Mínima Sin fertilizante (LMSF)
5	Labranza Convencional Con fertilizante (LCCF)
6	Labranza Convencional Sin fertilizante (LCSF)

El banco de semillas fue muestreado en octubre de 2003, previo a las lluvias de primavera, inmediatamente luego del pico de diseminación de las especies invernales y previo a la germinación de las estivales.

Para cada tratamiento (con 2 repeticiones), se realizaron 10 estaciones de muestreo, en cada una se extrajeron 5 submuestras (extrayendo los 10 primeros cm de suelo con un cilindro de 3 cm de diámetro por 10 cm de longitud, separando entre 0-5 cm y 5-10 cm de suelo, con lo cual se conformaron las muestras compuestas (**Figura 1**).

Las muestras fueron colocadas en un recipiente de 2,5 litros, agregándole 75 gr de sal y se agregó agua hasta llenar el recipiente. Se agitó fuertemente en forma manual y se dejó reposar 48 horas. Luego se filtró el contenido en un tamiz N° 40 (diámetro de malla 0,425 mm). Se lavó con agua varias veces para separar el suelo de las semillas, el producto del filtrado se colocó en papel de diario, se rotuló y se secó en estufa a 60 °C, durante 48 horas. Posteriormente se procedió a la identificación y cuantificación de las semillas en un microscopio estereoscópico.

Se clasificó a las especies por su modo de dispersión siguiendo la metodología propuesta por Van der Pijl (1969) y Ridley (1930).

Para caracterizar el banco de semillas, se calcularon los siguientes parámetros:

- ✓ **Tamaño del banco (número de semillas/unidad de volumen de suelo).**
- ✓ **Riqueza (S) (n° de especies).**

✓ **Diversidad específica (H')** que fue calculada a través del índice de Shannon y Weaver (1949).

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

✓ **Equidad (J')** como $J' = H' / H$ máxima, donde $H_{m\acute{a}x} = \ln S$.

✓ **Similitud: índice de comunidad de Jaccard** (1912).

$$CC1 = \frac{A}{A + B + C}$$

A= Número de especies comunes entre los tratamientos 1 y 2.

B= Número de especies exclusivas en el tratamiento 1

C= Número de especies exclusivas en el tratamiento 2.

Como los datos no se pudieron ajustar a una distribución normal, la comparación de los bancos de semillas de los tratamientos se realizó a través de un Anava no paramétrico (Anava de Kruskal-Wallis y el correspondiente Test de comparaciones múltiples), con el programa estadístico Infostat Versión 2004.

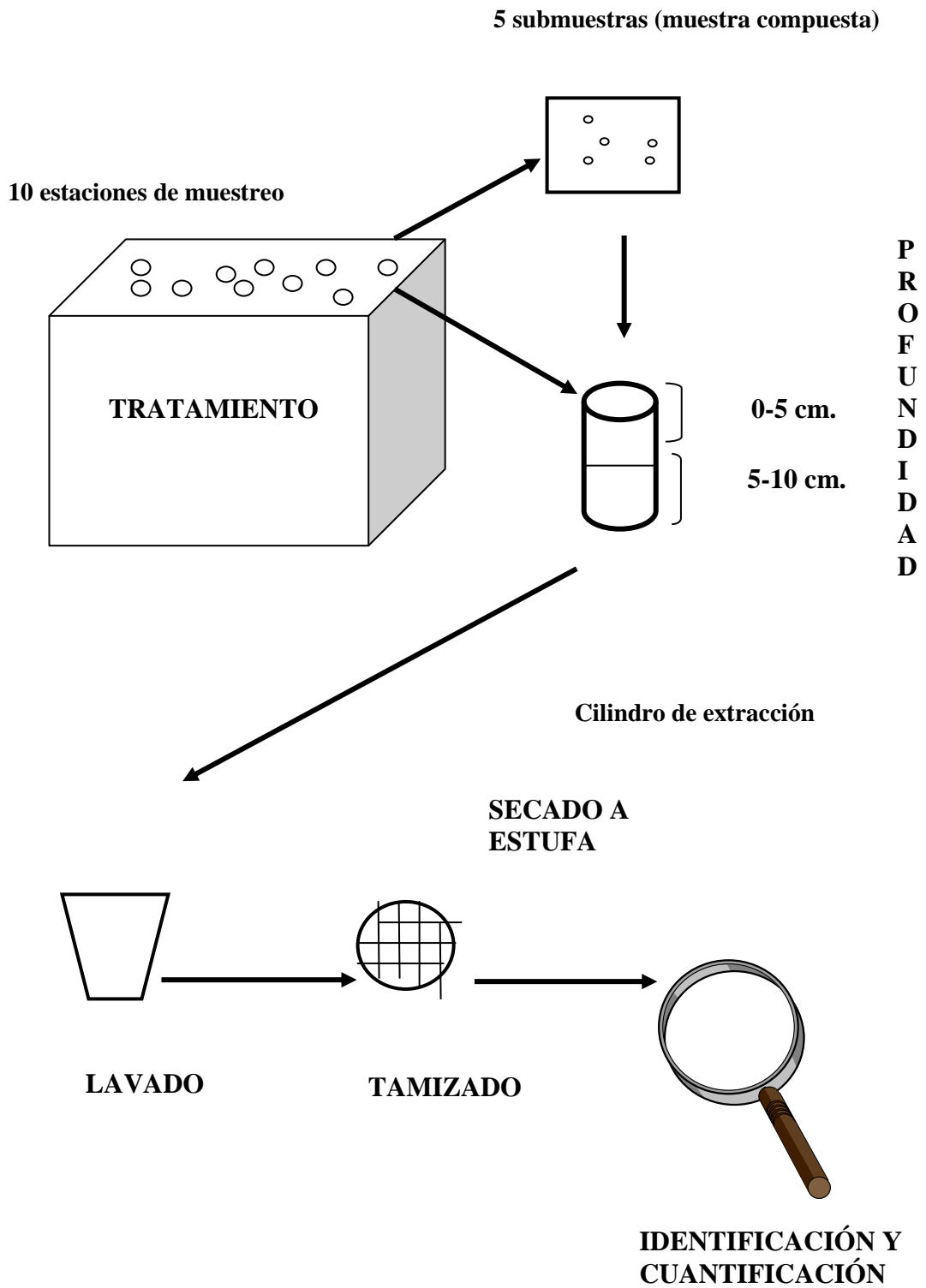


Figura 1. Esquema de muestreo.

3. RESULTADOS

3.1. Tamaño del banco de semillas del suelo

En el banco de semillas del suelo se encontraron 15 especies distribuidas en 12 familias, de las cuales 2 pertenecen al grupo de las monocotiledóneas y el resto a las dicotiledóneas. Del total de las especies, 12 fueron anuales y 3 perennes; se contabilizaron 7 especies estivales y 8 invernales.

La mayoría de las especies encontradas no tuvieron una forma de dispersión que las caracterizara. Entre las especies estivales se destacan por su agresividad y competitividad *Amaranthus quitensis*, *Anoda cristata*, *Chenopodium album*, *Digitaria sanguinalis*, *Portulaca oleracea* y *Sorghum halepensis* y entre las invernales merecen mencionarse: *Lamium amplexicaule*, *Bowlesia incana*, *Polygonum aviculare* y *P. convolvulus* (**Ver anexo**)

3.1.1. Profundidad del banco de semillas del suelo (0-10 cm)

3.1.1.1. Tamaño del banco de semillas del suelo

En la **figura 2** se puede ver que los tratamientos con y sin fertilización para igual labranza, presentaron diferencias significativas, correspondiendo los mayores valores de tamaño de banco a los tratamientos donde se adicionaron nutrientes.

Cuando se compararon los tratamientos se observó que la labranza convencional sin adición de nutrientes registró el menor valor de tamaño de banco de semillas, el cual difirió significativamente del resto de los tratamientos, mientras que el mayor valor correspondió al tratamiento de siembra directa con adición de fertilizantes. En la labranza convencional fertilizada se observó un menor tamaño de banco respecto a los tratamientos con labranza mínima y directa fertilizada difiriendo significativamente de los mismos, aunque fue igual a las parcelas sin fertilización de estas dos labranzas.

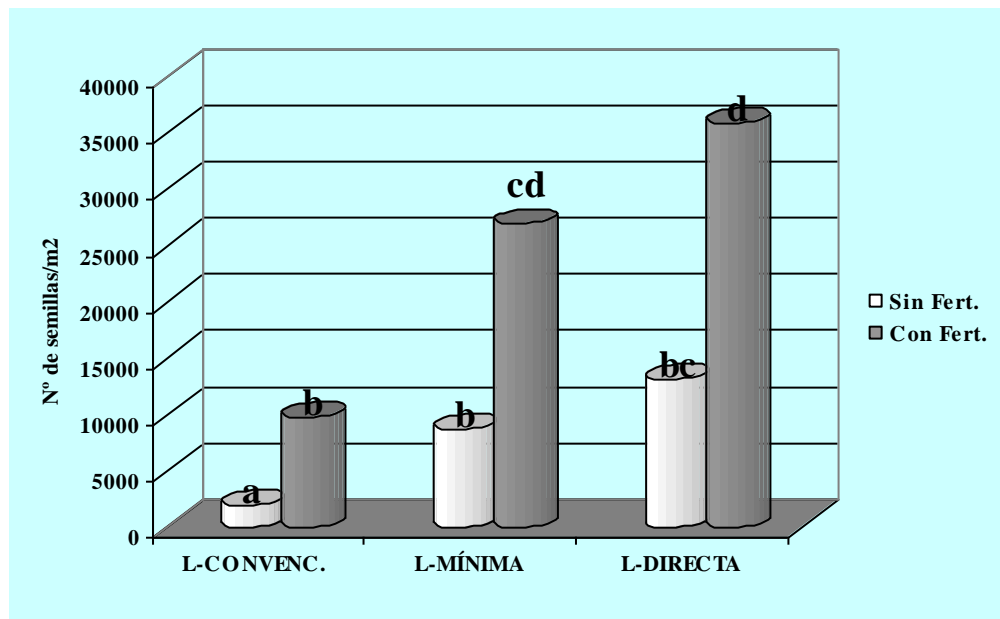


Figura 2. Tamaño de los bancos de semillas de los diferentes tratamientos (profundidad 0-10 cm).

En el **cuadro 2** se puede ver que las especies invernales contribuyen en mayor porcentaje al banco de semillas que las estivales. La contribución de las especies invernales fue mayor en las labranzas con adición de fertilizantes, mientras que las estivales en aquellas sin fertilizar.

Cuadro 2. Contribución porcentual de las especies invernales y estivales al tamaño del banco de semillas del suelo en los tratamientos, profundidad (0-10 cm).

Tratamientos	Especies Invernales (%)	Especies Estivales (%)
LC-fert.	93	7
LC-sin fert.	71	29
LM-fert.	80	20
LM-sin fert.	60	40
SD-fert.	58	42
SD-sin fert.	53	47

En el **cuadro 3** se observa que en los tratamientos fertilizados *Bowlesia incana*, *Lamiun amplexicaule*, *Amaranthus quitensis* y *Digitaria sanguinalis* fueron las especies invernales y estivales, respectivamente que en mayor porcentaje conformaron el tamaño del banco de semillas.

Cuadro 3. Contribución porcentual de las especies al tamaño del banco de semillas del suelo en los tratamientos fertilizados (profundidad 0-10 cm).

Mínima		Convencional		Directa	
Especies	%	Especies	%	Especies	%
<i>Bowlesia incana</i>	59,3	<i>Bowlesia incana</i>	89,0	<i>Bowlesia incana</i>	41,7
<i>Lamiun amplexicaule</i>	20,1	<i>Amaranthus quitensis</i>	4,7	<i>Digitaria sanguinalis</i>	32,3
<i>Amaranthus quitensis</i>	17,4	<i>Lamiun amplexicaule</i>	3,0	<i>Lamiun amplexicaule</i>	15,6
<i>Digitaria sanguinalis</i>	2,0	<i>Oxalis conorrhiza</i>	1,1	<i>Amaranthus quitensis</i>	8,7
<i>Polygonum aviculare</i>	0,9	<i>Portulaca oleracea</i>	0,9	<i>Bidens subalternans</i>	0,7
<i>Taraxacum officinale</i>	0,1	<i>Anoda cristata</i>	0,5	<i>Sorghum halepense</i>	0,4
<i>Sorghum halepense</i>	0,1	<i>Mollugo verticillata</i>	0,4	<i>Portulaca oleracea</i>	0,2
<i>Oxalis conorrhiza</i>	0,1	<i>Polygonum aviculare</i>	0,3	<i>Taraxacum officinale</i>	0,2
		<i>Sorghum halepense</i>	0,1	<i>Polygonum aviculare</i>	0,1
				<i>Oxalis conorrhiza</i>	0,1

Mientras que en el **cuadro 4** se puede observar que en los tratamientos no fertilizados fueron *Lamiun amplexicaule*, *Bowlesia incana*, *Amaranthus quitensis* y *Digitaria sanguinalis* las especies que en mayor porcentaje contribuyeron al banco.

Cuadro 4. Contribución porcentual de las especies al banco de semillas del suelo en los tratamientos no fertilizados (profundidad 0-10 cm).

Mínima		Convencional		Directa	
Especies	%	Especies	%	Especies	%
<i>Bowlesia incana</i>	23,5	<i>Amaranthus quitensis</i>	31,2	<i>Lamiun amplexicaule</i>	29,8
<i>Amaranthus quitensis</i>	19,0	<i>Lamiun amplexicaule</i>	15,2	<i>Bowlesia incana</i>	16,2
<i>Digitaria sanguinalis</i>	16,2	<i>Sorghum halepense</i>	5,8	<i>Amaranthus quitensis</i>	7,1
<i>Sorghum halepense</i>	5,0	<i>Oxalis conorrhiza</i>	5,8	<i>Sorghum halepense</i>	3,1
<i>Polygonum aviculare</i>	1,2	<i>Polygonum aviculare</i>	2,2	<i>Taraxacum officinale</i>	2,4
<i>Oxalis conorrhiza</i>	0,6	<i>Digitaria sanguinalis</i>	2,2	<i>Polygonum convolvulus</i>	2,1
<i>Portulaca oleracea</i>	0,1			<i>Stellaria media</i>	1,3
				<i>Bidens subalternans</i>	0,9
				<i>Polygonum aviculare</i>	0,8
				<i>Linaria canadensis</i>	0,6
				<i>Portulaca oleracea</i>	0,5
				<i>Chenopodium album</i>	0,4

3.1.1.2. Diversidad del banco de semillas del suelo

En el **cuadro 5** se dan a conocer los valores de riqueza, equitatividad y diversidad. Los tratamientos con siembra directa fueron los que expresaron la mayor riqueza y dentro de ésta la sin adición de fertilizante fue la que expresó el mayor valor, mientras que la labranza mínima sin fertilizante fue el tratamiento con la menor riqueza.

Los tratamientos que no tuvieron adición de fertilizantes fueron los que expresaron la mayor diversidad y difirieron significativamente de los fertilizados. En los tratamientos con adición de fertilizantes se registraron diferencias significativas entre todos y el orden decreciente fue el siguiente: directa, mínima y convencional. Si bien en estos tratamientos no hubo grandes diferencias en el número de especies, las diferencias significativas en la diversidad se explican por los valores de equitatividad.

Cuadro 5. Efectos de los diferentes tratamientos sobre la riqueza, la equitatividad y el índice de Shannon-Weaver.

Tratamientos	Riqueza	Equitatividad	Índice S-W
LC-con fert.	9	0.196	0.43d
LM-con fert.	8	0.519	1.08c
SD- con fert.	10	0.578	1.33b
LC-sin fert.	8	0.745	1.55 a
SD- sin fert.	14	0.650	1.71 a
LM-sin fert.	7	0.757	1.47 a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

3.1.1.3. Similitudes y distancias del banco de semillas del suelo

En el **cuadro 6** se observa que en los tratamientos fertilizados la mayor similitud se obtuvo entre siembra directa y labranza mínima, luego entre convencional y mínima y la menor similitud se observó entre labranza convencional y siembra directa.

Cuadro 6. Índice de similitud de Jaccard entre tratamientos con adición de fertilizantes (profundidad 0-10 cm).

Labranzas	Convencional	Directa	Mínima
Convencional	1		
Directa	0.35	1	
Mínima	0.40	0.48	1

En el **cuadro 7** se puede ver que en los tratamientos sin fertilizar la mayor similitud se obtuvo entre las labranzas mínima y convencional, luego entre directa y convencional y la menor similitud se observó entre siembra directa y labranza mínima.

Cuadro 7. Índice de similitud de Jaccard entre tratamientos sin adición de fertilizantes (profundidad 0-10 cm).

Labranzas	Convencional	Directa	Mínima
Convencional	1		
Directa	0.32	1	
Mínima	0.42	0.27	1

3.1.2. Profundidad del banco de semillas del suelo (0-5 cm.)

3.1.2.1. Tamaño del banco de semillas del suelo

En la **figura 3** se puede ver que los tratamientos con y sin fertilización para igual labranza, presentaron diferencias significativas, correspondiendo los mayores valores de tamaño de banco a los tratamientos donde se adicionaron fertilizantes.

Cuando se compararon todos los tratamientos se vio que la labranza convencional sin adición de nutrientes registró el menor valor de tamaño de banco de semillas, el cual difirió significativamente del resto de los tratamientos. La siembra directa con adición de fertilizante presentó el mayor valor de tamaño de banco aunque no difirió significativamente de la labranza mínima con fertilizante, pero sí de la SD sin fertilizar.

La labranza convencional fertilizada y la labranza mínima sin fertilizar presentaron menores valores de tamaño de banco que los tratamientos con labranza mínima fertilizada y directa con y sin fertilizar.

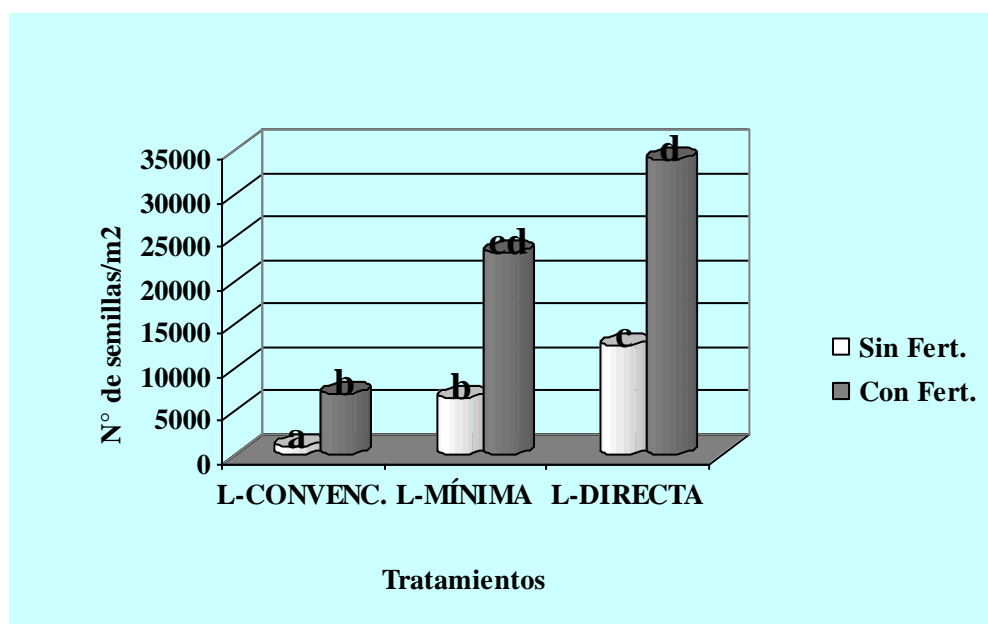


Figura 3. Tamaño de los bancos de semillas de los diferentes tratamientos (profundidad 0-5 cm).

En el **cuadro 8** se puede ver que las especies invernales contribuyen en mayor porcentaje que las estivales al banco de semillas independiente de los tratamientos. La contribución de las especies invernales fue mayor en las labranzas con adición de fertilizantes, mientras que las estivales en aquellas sin fertilizar.

Cuadro 8. Contribución porcentual de las especies invernales y estivales al banco de semillas del suelo en los tratamientos (profundidad 0-5 cm).

Tratamientos	Especies Invernales (%)	Especies Estivales (%)
LC-fert.	93	7
LC-sin fert.	67	33
LM-fert.	84.5	15.5
LM-sin fert.	71	29
SD-fert.	59	41
SD-sin fert.	55	45

En el **cuadro 9** (tratamientos fertilizados) se puede visualizar que *Bowlesia incana* y *Lamiun amplexicaule* son las especies invernales con mayor contribución al tamaño del banco de semillas y *Amaranthus quitensis* y *Digitaria sanguinalis* son las especies estivales con mayor aporte al banco.

Cuadro 9. Contribución porcentual de las especies al banco de semillas del suelo en los tratamientos fertilizados (profundidad 0-5 cm).

Convencional		Mínima		Directa	
Especies	%	Especies	%	Especies	%
<i>Bowlesia incana</i>	89	<i>Bowlesia incana</i>	63,1	<i>Bowlesia incana</i>	43,05
<i>Amaranthus quitensis</i>	7	<i>Lamiun amplexicaule</i>	20,1	<i>Digitaria sanguinalis</i>	32,36
<i>Lamiun amplexicaule</i>	3	<i>Amaranthus quitensis</i>	13,3	<i>Lamiun amplexicaule</i>	15,83
<i>Oxalis conorrhiza</i>	1	<i>Digitaria sanguinalis</i>	2,3	<i>Amaranthus quitensis</i>	7,26
		<i>Polygonum aviculare</i>	1,0	<i>Bidens subalternans</i>	0,73
		<i>Taraxacum officinale</i>	0,1	<i>Sorghum halepense</i>	0,42
		<i>Oxalis conorrhiza</i>	0,1	<i>Portulaca oleracea</i>	0,15
		<i>Sorghum halepense</i>	0,1	<i>Taraxacum officinale</i>	0,15
				<i>Oxalis conorrhiza</i>	0,04

En el **cuadro 10** (tratamientos sin fertilizar) se observa que *Lamiun amplexicaule* y *Bowlesia incana* son las especies que en mayor cantidad contribuyen al banco de semillas, mientras que *Amaranthus quitensis* y *Digitaria sanguinalis* son las especies estivales que mayor aporte realizan al banco.

Cuadro 10. Contribución porcentual de las especies al banco de semillas del suelo en los tratamientos no fertilizados (profundidad 0-5 cm).

Convencional		Mínima		Directa	
Especies	%	Especies	%	Especies	%
<i>Bowlesia incana</i>	40	<i>Lamiun amplexicaule</i>	38,8	<i>Digitaria sanguinalis</i>	35,6
<i>Amaranthus quitensis</i>	25	<i>Bowlesia incana</i>	31,2	<i>Lamiun amplexicaule</i>	30,9
<i>Lamiun amplexicaule</i>	22	<i>Digitaria sanguinalis</i>	13,9	<i>Bowlesia incana</i>	16,5
<i>Digitaria sanguinalis</i>	4	<i>Amaranthus quitensis</i>	10,8	<i>Amaranthus quitensis</i>	4,8
<i>Oxalis conorrhiza</i>	4	<i>Sorghum halepense</i>	4,5	<i>Sorghum halepense</i>	3,1
<i>Sorghum halepense</i>	4	<i>Polygonum aviculare</i>	0,6	<i>Taraxacum officinale</i>	2,5
<i>Polygonum aviculare</i>	1	<i>Portulaca oleracea</i>	0,2	<i>Polygonum convolvulus</i>	2,2
				<i>Stellaria media</i>	1,3
				<i>Bidens subalternans</i>	0,9
				<i>Polygonum aviculare</i>	0,8
				<i>Linaria canadensis</i>	0,6
				<i>Portulaca oleracea</i>	0,5
				<i>Chenopodium album</i>	0,1
				<i>Anoda cristata</i>	0,1

3.1.2.2. Diversidad del banco de semillas del suelo

En el **cuadro 11** se puede ver que la mayor riqueza de especies se registró en la labranza directa sin adición de fertilizante.

Los tratamientos con y sin adición de fertilizante para igual labranza presentaron diferencias significativas en términos de diversidad, correspondiendo los mayores valores a los tratamientos donde no se adicionaron nutrientes.

La labranza convencional con fertilizante obtuvo el menor valor de diversidad, el cual difirió significativamente del resto de los tratamientos, al igual que la labranza mínima con fertilizante. En todas las labranzas sin adición de fertilizantes se obtuvieron los mayores valores de diversidad, sin diferencias significativas entre ellas.

En general la equitatividad fue mayor del 50 %, a excepción de la labranza convencional con adición de fertilizante que registró el menor valor (25 %).

Cuadro 11: Efectos de los diferentes tratamientos sobre la riqueza, la equitatividad y el índice de Shannon-Weaver.

Tratamientos	Riqueza	Equitatividad	Índice S-W
LC-con fert.	7	0,25	0.49 a
LM-con fert.	8	0,50	1.03 b
SD- con fert.	9	0,59	1.29 c
LC-sin fert.	7	0,76	1.48 cd
SD- sin fert.	14	0,63	1.67 d
LM-sin fert.	7	0,73	1.43 d

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

3.1.2.3. Similitudes y distancias del banco de semillas del suelo

En el **cuadro 12** se puede ver que la similitud florística entre los tratamientos fue baja, el mayor valor (0,45) se obtuvo entre los tratamientos de labranza mínima y directa, mientras que el menor (0,33) entre los tratamientos de labranza mínima y convencional.

Cuadro 12. Índice de similitud de Jaccard entre tratamientos con adición de fertilizantes (profundidad 0-5 cm).

Labranzas	Convencional	Directa	Mínima
Convencional	1		
Directa	0.40	1	
Mínima	0.33	0.45	1

En el **cuadro 13** la mayor similitud se presentó entre las labranzas convencional y mínima (0,55) mientras que la menor similitud se registró entre las labranzas convencional y directa.

Cuadro 13. Índice de similitud de Jaccard entre tratamientos sin adición de fertilizantes (profundidad 0-5 cm).

Labranzas	Convencional	Directa	Mínima
Convencional	1		
Directa	0.32	1	
Mínima	0.55	0.40	1

En la **figura 4** se puede ver que las especies compartidas por todos los tratamientos sin adición de fertilizantes fueron 6; 3 estivales y 3 invernales. Encontrándose en mayor cantidad en la siembra directa y la labranza mínima, siendo las especies con mayor aporte *Lamium amplexicaule*, *Bowlesia incana* y *Digitaria sanguinalis*, respectivamente.

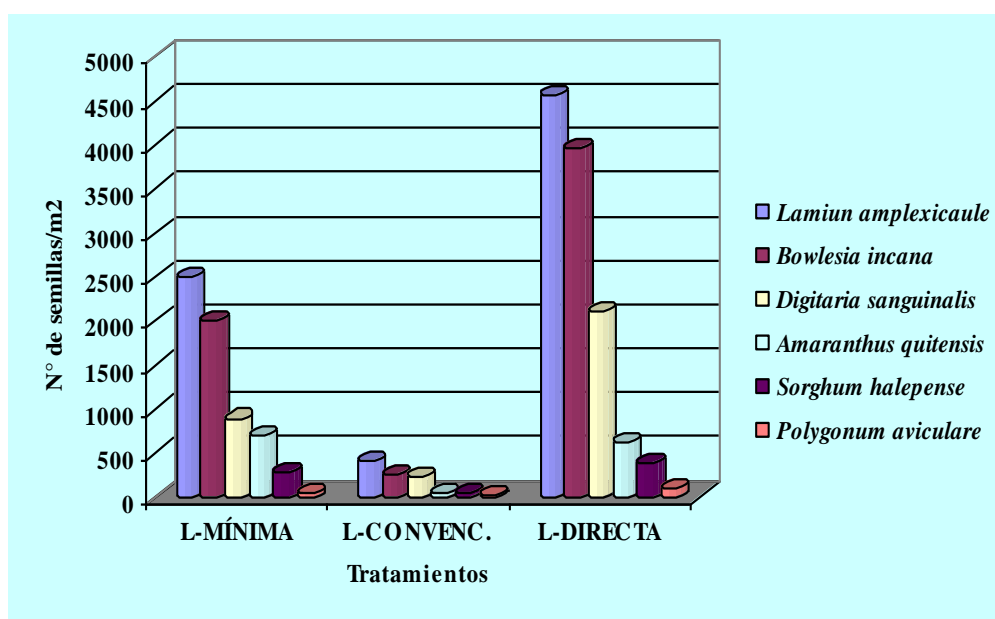


Figura 4. Tamaño del banco de semillas de las especies comunes a los tres tipos de labranzas con adición de fertilizantes (profundidad 0-5 cm).

En la **figura 5** se puede ver que las especies compartidas por todos los tratamientos con adición de fertilizantes fueron 5; 2 estivales y 3 invernales. Encontrándose en mayor cantidad en la labranza directa y la labranza mínima, siendo las especies con mayor aporte *Bowlesia incana* y *Amaranthus quitensis*, respectivamente.

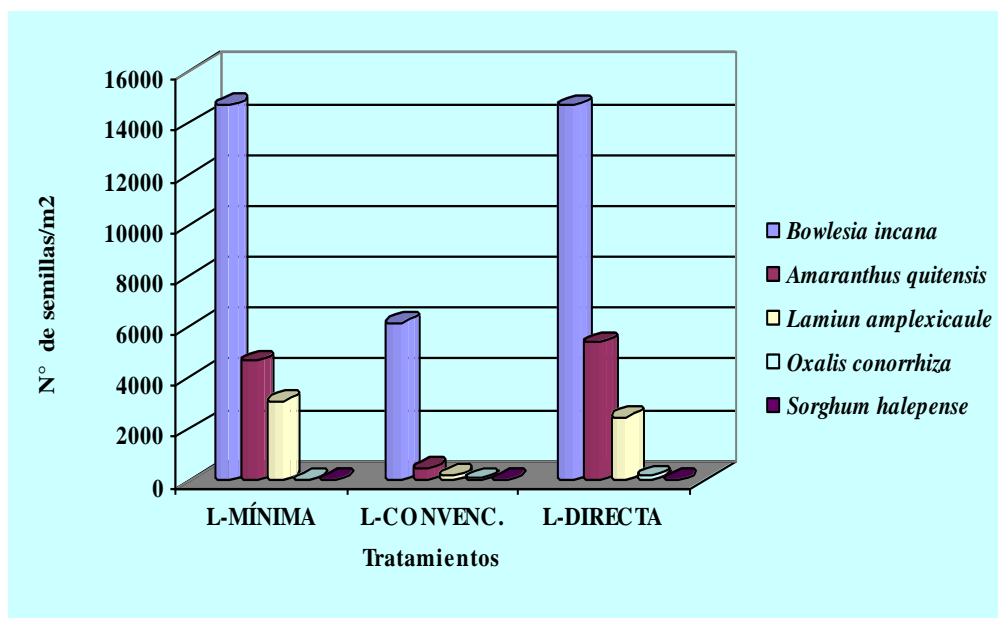


Figura 5. Tamaño del banco de semillas de las especies comunes a los tres tipos de labranzas sin adición de fertilizantes (profundidad 0-5 cm).

3.1.3. Profundidad del banco de semillas del suelo (5-10 cm.)

3.1.3.1. Tamaño del banco de semillas del suelo

En la **figura 6** se puede ver que los tratamientos con y sin adición de fertilizante para igual labranza difirieron significativamente entre ellos, correspondiendo los mayores valores de tamaño de banco a los tratamientos donde se adicionaron nutrientes.

Cuando se compararon todos los tratamientos se vio que la labranza convencional y la directa ambas sin adición de nutrientes registraron los menores valores de tamaño de banco de semillas, los cuales difirieron significativamente del resto de los tratamientos.

La mínima con adición de fertilizantes registró el mayor valor de tamaño de banco, no obstante no se pudieron probar diferencias significativas con la mínima sin fertilizantes, la directa y la convencional con adición de fertilizantes.

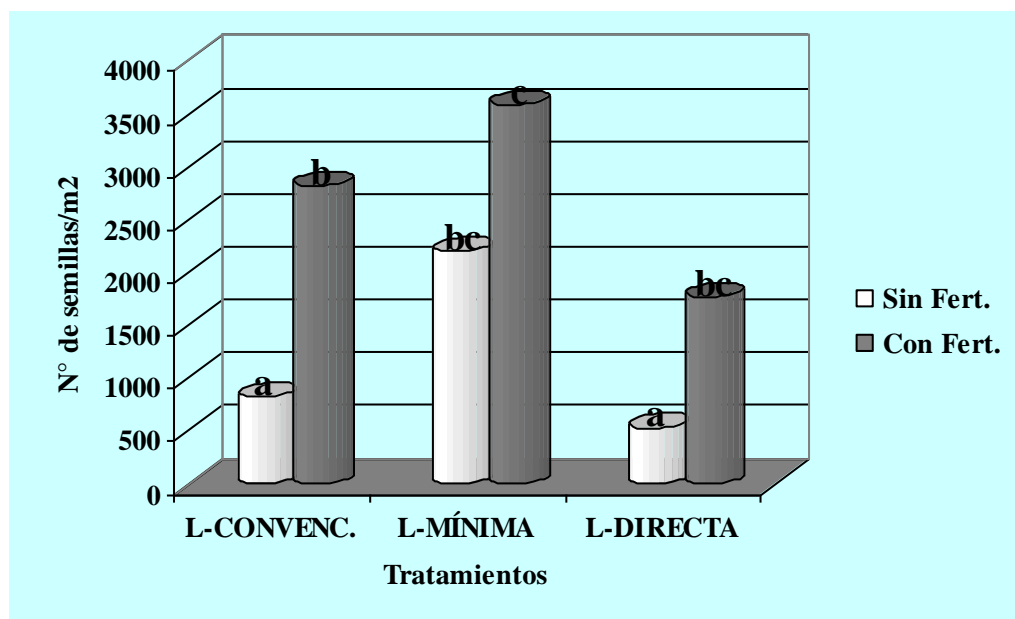


Figura 6. Tamaño de los bancos de semillas de los diferentes tratamientos (profundidad 5-10 cm).

En el **cuadro 14** se puede ver que no es posible establecer un patrón general de comportamiento de las especies invernales como se vio anteriormente en los tratamientos de las dos profundidades anteriormente descritas. Es para destacar que en la labranza convencional con fertilizante, más del 95% del tamaño del banco lo constituyen las especies invernales. En contraposición en la siembra directa sin fertilización prácticamente más del 90% del banco lo constituyen las especies estivales.

Cuadro 14. Contribución porcentual de las especies invernales y estivales al banco de semillas del suelo en los tratamientos, profundidad (5-10 cm).

Tratamientos	Especies Invernales (%)	Especies Estivales (%)
LC-fert.	95.3	4.7
LC-sin fert.	51.6	48.4
LM-fert.	65.4	34.6
LM-sin fert.	34.7	65.3
SD-fert.	30	70
SD-sin fert.	8	92

En el **cuadro 15** (tratamientos fertilizados) se puede visualizar que *Bowlesia incana* y *Lamiun amplexicaule* son las especies invernales con mayor contribución al tamaño del banco de semillas y *Amaranthus quitensis* y *Digitaria sanguinalis* son las especies estivales con mayor aporte al banco.

Cuadro 15. Contribución porcentual de las especies al banco de semillas del suelo en los tratamientos fertilizados (profundidad 5-10 cm).

Mínima		Convencional		Directa	
Especies	%	Especies	%	Especies	%
<i>Amaranthus quitensis</i>	44,1	<i>Bowlesia incana</i>	89,7	<i>Amaranthus quitensis</i>	37,31
<i>Bowlesia incana</i>	34,6	<i>Lamiun amplexicaule</i>	3,3	<i>Digitaria sanguinalis</i>	31,34
<i>Lamiun amplexicaule</i>	20,2	<i>Portulaca oleracea</i>	2,3	<i>Bowlesia incana</i>	15,67
<i>Oxalis conorrhiza</i>	0,4	<i>Mollugo verticillata</i>	1,4	<i>Lamiun amplexicaule</i>	10,45
<i>Polygonum aviculare</i>	0,4	<i>Oxalis conorrhiza</i>	1,4	<i>Polygonum aviculare</i>	2,24
<i>Sorghum halepense</i>	0,4	<i>Anoda cristata</i>	0,9	<i>Portulaca oleracea</i>	1,49
		<i>Polygonum aviculare</i>	0,9	<i>Oxalis conorrhiza</i>	0,75
				<i>Taraxacum officinale</i>	0,75

En el **cuadro 16** (tratamientos sin fertilizar) se observó que *Lamiun amplexicaule* y *Bowlesia incana* fueron las especies invernales que en mayor cantidad contribuyeron al banco de semillas, mientras que *Amaranthus quitensis* y *Digitaria sanguinalis* son las especies estivales que mayor aporte realizaron al banco. Es importante destacar que *Amaranthus quitensis*, aparece como la especie con mayor aporte al banco de semillas del suelo en todos los tratamientos a dicha profundidad.

Cuadro 16. Contribución porcentual de las especies al banco de semillas del suelo en los tratamientos no fertilizados (profundidad 5-10 cm).

Mínima		Convencional		Directa	
Especies	%	Especies	%	Especies	%
<i>Amaranthus quitensis</i>	45,5	<i>Amaranthus quitensis</i>	38,7	<i>Amaranthus quitensis</i>	62,5
<i>Lamiun amplexicaule</i>	25,7	<i>Bowlesia incana</i>	33,9	<i>Digitaria sanguinalis</i>	17,5
<i>Digitaria sanguinalis</i>	12,6	<i>Oxalis conorrhiza</i>	8,1	<i>Bowlesia incana</i>	7,5
<i>Sorghum halepense</i>	7,2	<i>Sorghum halepense</i>	8,1	<i>Chenopodium album</i>	7,5
<i>Bowlesia incana</i>	3,6	<i>Lamiun amplexicaule</i>	6,5	<i>Lamiun amplexicaule</i>	2,5
<i>Polygonum aviculare</i>	3,0	<i>Polygonum aviculare</i>	3,2	<i>Sorghum halepense</i>	2,5
<i>Oxalis conorrhiza</i>	2,4	<i>Chenopodium album</i>	1,6		

3.1.3.2. Diversidad del banco de semillas del suelo.

En el **cuadro 17** se puede ver que la mayor riqueza de especies se registró en la labranza directa con y sin adición de fertilizante.

La labranza convencional con fertilizante obtuvo el menor valor de diversidad, la cual difirió significativamente del resto de los tratamientos, debido a que la especie invernal *Bowlesia incana*, dominó en su totalidad el banco de semillas (90 %) (**Cuadro 15**). En cuanto a la equitatividad se puede ver que los valores fueron mayores que 0,55, a excepción de la labranza convencional con adición de fertilizantes que obtuvo un valor de 0.26.

Cuadro 17. Efectos de los diferentes tratamientos sobre la riqueza, la equitatividad y el índice de Shannon-Weaver.

Tratamientos	Riqueza	Equitatividad	Índice S-W
SD- con fert.	8	0.71	1.48 c
LM-con fert.	6	0.62	1.11 b
LC-con fert.	7	0.26	0.50 a
LM-sin fert.	7	0.76	1.47 c
SD- sin fert.	8	0.56	1.17 bc
LC-sin fert.	7	0.75	1.45 c

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

3.1.3.3. Similitudes y Distancias del banco de semillas del suelo.

En el **cuadro 18** se observa que la mayor similitud se obtuvo entre las labranzas, convencional y directa, luego entre mínima y directa y la menor similitud se dio entre labranza convencional y mínima.

Cuadro 18. Índice de similitud de Jaccard entre tratamientos con adición de fertilizantes (profundidad 5-10 cm).

Labranzas	Convencional	Directa	Mínima
Convencional	1		
Directa	0.39	1	
Mínima	0.25	0.33	1

En el **cuadro 19** se puede ver que la mayor similitud se produjo entre las labranzas convencional y mínima, mientras que en el resto de los tratamientos no superó el 40 %.

Cuadro 19. Índice de similitud de Jaccard entre tratamientos sin adición de fertilizantes (profundidad 5-10 cm).

Labranzas	Convencional	Directa	Mínima
Convencional	1		
Directa	0.39	1	
Mínima	0.50	0.39	1

En la **figura 7** se puede ver que las especies compartidas por todos los tratamientos sin adición de fertilizantes fueron 4, 2 estivales y 2 invernales. Encontrándose en mayor cantidad en la labranza mínima, siendo las especies con mayor aporte al banco *Amaranthus quitensis* y *Lamiun amplexicaule*.

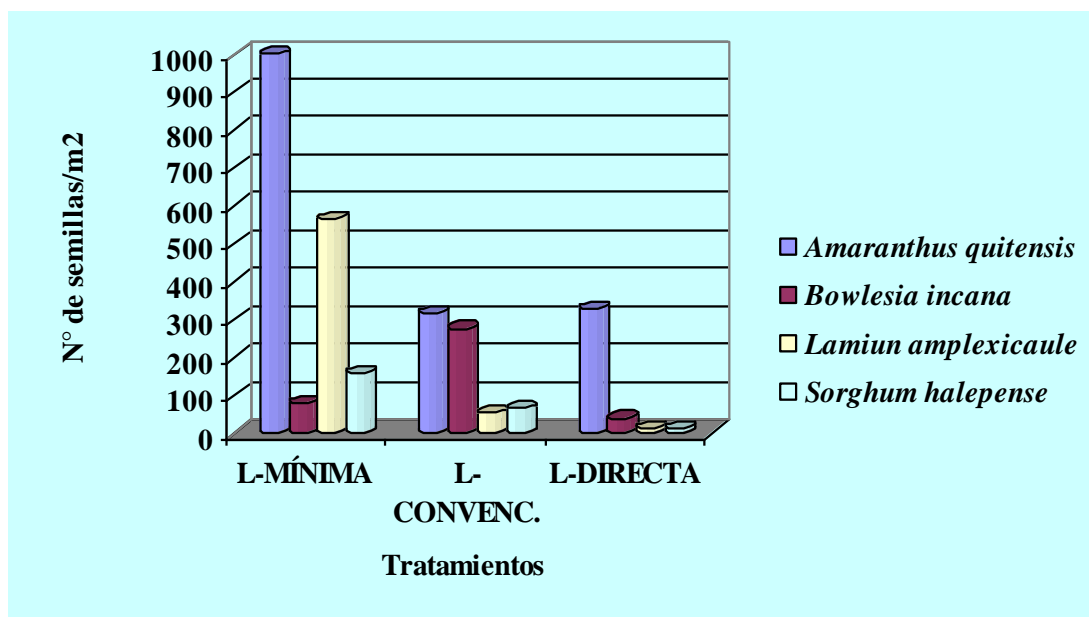


Figura 7. Tamaño del banco de semillas de las especies comunes a los 3 tipos de labranzas sin adición de fertilizantes (profundidad 5-10 cm).

En la figura 8 se puede ver que las especies compartidas por todos los tratamientos con adición de fertilizantes fueron 4, todas de ciclo de crecimiento invernal. Encontrándose en mayor cantidad en la labranza convencional y la labranza mínima, *Bowlesia incana* y *Lamium amplexicaule*, respectivamente.

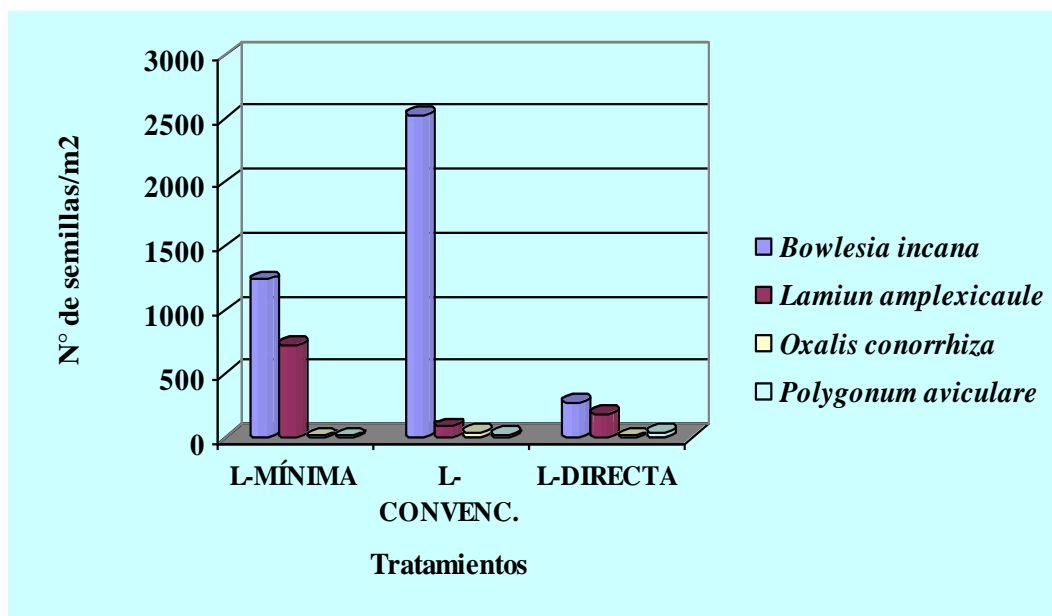


Figura 8. Tamaño del banco de semillas de las especies comunes a los 3 tipos de labranzas con adición de fertilizantes (profundidad 5-10 cm).

4. DISCUSIÓN

Tamaño del banco de semillas

El efecto combinado de las labranzas y la adición de fertilizantes no se pudo testear estadísticamente ya que los datos no cumplieron con los supuestos estadísticos (Santos *et al.*, 2005) para realizar un ANAVA paramétrica, probablemente debido a la distribución espacial agregada que poseen las malezas en los suelos agrícolas (Shaukat y Siddiqui, 2004).

Se intentaron distintas alternativas de transformaciones de los datos con las bondades que posee el software utilizado (Infostat, Versión 2004) pero el resultado fue infructuoso. Por lo que se decidió realizar un Anava de Kruskal-Wallis y el correspondiente Test de comparaciones múltiples.

La disposición vertical de las semillas de malezas en el perfil del suelo es uno de los factores críticos que gobiernan la densidad de plántulas emergentes y es ampliamente dependiente del tipo de laboreo que se realice (Mohler *et al.*, 2006).

Es por ello que a las **profundidades de 0-5 cm y de 0-10 cm**, los mayores tamaños de bancos se obtuvieron en los tratamientos de siembra directa y labranza mínima, debido a que no se laborea el suelo o sólo se lo hace superficialmente.

La siembra directa y la labranza mínima con adición de fertilizantes obtuvieron diferencias significativas con respecto al resto de los tratamientos.

Estos sistemas de labranza incrementan la proporción de semillas retenidas sobre la superficie del suelo comparado con la labranza convencional (Yenish *et al.*, 1992, Ghersa y Martinez Ghersa, 2000 y Lutman *et al.* (2002). Ello se debe a que por ejemplo en la siembra directa, la lluvia de semillas de malezas se deposita principalmente en la superficie del suelo, mientras que en la labranza mínima, si bien el suelo es removido, sólo se lo realiza en forma parcial, lo que hace que la mayor proporción de semillas, también se acumule en los primeros centímetros de suelo.

Los menores tamaños de banco se obtuvieron en la labranza convencional sin adición de fertilizantes, difiriendo significativamente del resto de los tratamientos, ello se debe a que la labranza convencional al invertir el pan de tierra, traslada las semillas que están en la superficie a mayor profundidad y simultáneamente lleva a la superficie semillas enterradas pero en menor proporción, hecho que no permite que se acumulen en la superficie, generando de esta manera un tamaño de banco de semillas menor a esta profundidad (Carter e Ivani, 2006).

A la **profundidad de 5-10 cm** no se visualizó una tendencia muy clara relacionada a los tipos de laboreo, ello puede deberse a que a esa profundidad tanto la siembra directa, como la labranza convencional no pueden formar un banco de semillas de gran tamaño, en cambio la labranza mínima permite la formación de un banco de mayor tamaño a esa profundidad. Tal es así que la siembra directa y la labranza convencional sin adición de

fertilizantes obtuvieron los menores valores de tamaño de banco de semillas, difiriendo significativamente del resto de los tratamientos.

La adición de nutrientes permitió a las malezas incrementar el tamaño del banco independiente de las labranzas, tal es así que los valores absolutos de tamaño de banco siempre fueron mayores en los tratamientos fertilizados. Hubo una tendencia en términos de valores absolutos, registrándose los mayores valores en siembra directa y labranza mínima, mientras que en la labranza convencional se registraron los menores valores.

Si bien no hay acuerdo entre los autores respecto al efecto de la fertilización, se sabe que muchas malezas son altamente demandantes de nitrógeno (Hans y Johnson, 2002); aunque Robert y Nielson (1981), sostienen que la adición de fertilizantes puede llevar a la disminución del banco de semillas debido a que los fertilizantes nitrogenados pueden estimular la germinación de semillas dormantes. En este experimento la fertilización incrementó el tamaño del banco de semillas respecto de los tratamientos no fertilizados.

Composición florística del banco de semillas

La comunidad de malezas presente en el banco de semillas consistió de una baja riqueza (15 especies) y diversidad, en coincidencia con lo planteado por Fernandez-Quintanilla (1992) para los agroecosistemas.

El mayor valor de riqueza (14 especies), se registró en el tratamiento de siembra directa sin fertilizar a la profundidad de 0-5 cm.

La adición de fertilizantes al potenciar la dominancia de unas pocas especies, disminuyó los valores de diversidad en todos los tratamientos y a todas las profundidades, en coincidencia con lo obtenido por otros autores (Di Tomasso, 1995; Hans y Johnson, 2002; Camara *et al.*, 2003).

Los mayores valores del índice de diversidad se registraron en los tratamientos sin fertilizar independientemente de las labranzas.

A la profundidad de 0-10 cm los mayores valores de diversidad se obtuvieron en los tratamientos sin fertilizar, los cuales difirieron significativamente del resto de los tratamientos.

A la profundidad de 0-5 cm la labranza convencional y mínima con adición de fertilizantes registraron los menores valores de diversidad los cuales difirieron significativamente del resto de los tratamientos.

En cambio, a la profundidad de 5-10 cm el menor valor de diversidad se registró en labranza convencional con adición de fertilizantes, el cual difirió significativamente del resto de los tratamientos.

La similitud florística entre los tratamientos fue muy baja, en general no superó el 55 %; no visualizándose una tendencia definida que se pudiera asociar a los tratamientos, debido a que los sistemas de labranzas generan condiciones diferenciales para la germinación y establecimiento de las malezas, tal lo expresado por Buhler y Owen (1997).

Las especies invernales dominantes fueron *Bowlesia incana* y *Lamium amplexicaule*, el incremento de estas especies en el banco de semillas probablemente se debería a que el control de este grupo de malezas (otoño-invernales) se realiza en una etapa avanzada del barbecho, lo cual facilita la reproducción de las mismas.

Amaranthus quitensis y *Digitaria sanguinalis*, fueron las especies estivales dominantes; la alta proporción de estas especies podría estar dada por escapes a los tratamientos de control químico utilizados en los cultivos de la rotación, particularmente *Digitaria sanguinalis* en maíz, producto de la ineficacia del tratamiento y/o de la emergencia tardía de la maleza en el ciclo del cultivo.

Las especies estivales de emergencia tardía fueron las que incrementaron el banco de semillas de estas especies. Las mismas representarán un problema potencial si se quiere implantar un cultivo estival.

La emergencia tardía es la principal causa de escape de las malezas estivales, especialmente cuando se trabaja con un herbicida no residual como es el Glifosato (Puricelli y Tuesca, 2005). Estas especies pueden crecer exitosamente hacia fines del verano, con un rápido crecimiento luego de la senescencia de los cultivos estivales, y podrían clasificarse como especies ruderales de acuerdo a Grime (1977).

Los cambios en los sistemas de labranzas, sumado a los cultivos transgénicos y a la utilización de un herbicida total no residual como lo es el Glifosato pueden alterar la composición cuali-cuantitativa de las malezas (Knab y Hurle, 1986; Bellinder *et al.*, 2004 y Nurse *et al.*, 2007).

El tamaño del banco de semillas sugiere un problema potencial para la competencia de las malezas con el cultivo en el futuro. Las condiciones ambientales, las cuales varían años tras año, son factores importantes en generar condiciones para la germinación y crecimiento de las malezas.

5. CONCLUSIONES

La flora de malezas en todos los sistemas de labranzas, independiente de la adición de fertilizantes, estuvo dominada por especies anuales de hoja ancha (12 especies) comparada con las malezas perennes (3 especies).

Se pudo constatar un predominio de las especies otoño-invernales, estas especies contribuyeron en un mayor porcentaje al banco que las estivales, independientemente de los tratamientos.

El laboreo superficial y la adición de nutrientes aumentaron el tamaño del banco de semillas y disminuyeron la diversidad.

La siembra directa y la labranza mínima aumentaron el tamaño del banco de semillas de las gramíneas anuales.

La adición de nutrientes permitió a las malezas incrementar el tamaño del banco independiente de las labranzas, también incidió sobre los valores del índice de diversidad, ya que los tratamientos fertilizados registraron los menores valores de diversidad.

La similitud florística entre los tratamientos fue muy baja, en general no superó el 55 % no visualizándose una tendencia definida que se pudiera asociar a los tratamientos.

Debido a la distribución agregada de las malezas, las condiciones ambientales fluctuantes año tras año, el comportamiento de los cultivos transgénicos y la utilización de herbicidas totales, hacen necesarios repetir en el tiempo este experimento y de ser posible complementar con otros experimentos, como por ejemplo, seguir la autoecología de las especies más problemáticas para controlar.

Como se reconoce que el banco de semillas de malezas es la fuente primaria de nuevas plantas de malezas, el manejo que se haga del mismo reflejará el grado de infestación posterior del cultivo que se realice.

En este estudio se avanzó en la comprensión de los procesos dinámicos más estratégicos del banco de semillas, lo que permitiría contribuir a generar bases científicas que harán más eficaz el control integrado de malezas.

6. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- BENECH-ARNOLD, R. L., R. A. SÁNCHEZ, F. FORCELLA, B. C. KRUK, C. M. GHERSA. 2000. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. **Field Crops Res.** 67: 105-122.
- BENOIT, D. L. 1986. **Methods of sampling seed banks in arable soils with special references to *Chenopodium* spp.** Ph.D. Thesis, University of Westerns Ontario, London, Canadá.
- BELLINDER, R. R., H. R. DILLARD, D. A. SHAH. 2004. Weed seedbank community responses to crop rotation schemes. **Crop Protection** 23: 95-101.
- BLACKSHAW, R. E., L. J. MOLNAR y F. J. LARNEY 2005 Fertilizer, manure and compost effects on weed growth and competition with winter wheat in western Canada. **Crop Protection** 24: 971-980.
- BUHLER, D. D. y M. D. K. OWEN 1997 Emergence and survival of horsweed (*Conyza canadensis*). **Weed. Sci.** 45: 98-101.
- CAMARA, K. M., W. A. PAYNE y W. A. RASMUSSEN, P. E. 2003 Long-term effects of tillage, nitrogen, and rainfall on winter wheat yields in the Pacific Northwest. **Agron. J.** 95: 828-835.
- CARTER, M. R. y J. A. IVANY 2006 Weed seed bank composition under three long-term tillage regimes on a fine sandy loam in Atlantic Canada. **Soil Tillage Res.** (en prensa).

- CAVERS, P. B. y D. L. BENOIT, 1989. Seed banks in arable land p. 313-328, **En:** Leck, M. A., Parker, V. T. y Simpson, R. L. (Eds.), **Ecology of soil Seed banks**. Academic Press, NY, USA.
- DERKESEN, D. A., R. L. ANDERSON, R. E. BLACKSHAW y B. MAXWELL 2002 Weed dynamics and management strategies for cropping systems in the northern Great Plains. **Agron. J.** 94: 174-185.
- DITOMASSO, J. M. 1995 Approaches for improving crop competitiveness through the manipulation of fertilization strategies. **Weed Sci.** 43: 491-497.
- FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. 1992. Bases para el control de las malas hierbas en sistemas de agricultura sostenible. **Información Técnica Económica Agraria** 88: 143-152.
- GHERSA, C. M. y M. A. MARTÍNEZ GHERSA 2000 Ecological correlates of weed size and persistence in the soil under different tilling systems: implications for weed management. **Field Crop Res.** 67: 141-148.
- GRIME, J. P. 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. **The American Naturalist** 111 (982) 1169-1193.
- GRIME, J. P. 1989 Seed banks in ecological perspectives. **En:** Leck, M. A., Parker, V. T, and Simpson, R. L. (Eds): **The ecology of seed banks**. Academic Press. London.
- HANS, S. R. y W. G. JOHNSON 2002 Influence of shattercane (*Sorghum bicolor* (L.) Moench. Interference on corn (*Zea mays* L.) yield and nitrogen accumulation. **Weed Technol.** 16: 787-791.
- HOLZNER, W. 1982. Concepts, categories and characteristics of weeds. p 3-20. **En** W. Holzner and Numata, eds. **Biology and Ecology of Weeds**. Junk, The Hague.
- INFOSTAT, 2004 **Infostat, versión 2004**. Grupo Infostat, F. C. A. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- INTERNATIONAL SURVEY of HERBICIDES-RESISTANT WEEDS (ISHRW). Weed Science.org. <<http://weedsociety.org/in.asp>>. [consulta: 23 de febrero de 2004].
- JACCARD, P. 1912. The distribution of the flora of the alpine zone. *New Phytologist*: 11: 37-50.
- KNAB, W, y K. HURLE 1986. Influence of primary tillage on weeds-a contribution to the prediction of infestations. *Proc. EWRS Symp. 1986, Econ Weed control.* 309-316.
- LAMOUR, A. y L. A. P. LOTZ 2006. The importance of tillage depth in relation to seedling emergence in stale seedbeds. **Ecological Modelling** (en prensa)
- LUTMAN, P. J. W., G. W. CUSSANS, K. J. WRIGHT, B. J. WILSON, G. Mc. N. WRIGHT, y H. M. LAWSON 2002 The persistence of seeds of 16 weed species over six years in two arable fields. **Weed Res.** 42: 231-241. .

- MARTINEZ-GHERSA, M. A.; C. M. GHERSA y E. H. SATORRE 2000 Coevolution of agricultural systems and their weed companions: implications for research. **Field Crop Research** 67:181-190.
- MOHLER, C. L., J. C. FRISCH y C. E. Mc CULLOCH 2006 Vertical movement of weed surrogates by tillage implements and natural processes. **Soil & Tillage Res.** 86, 110-122.
- NURSE, R. E., A. S. HAMILL, C. J. SWANTON, F. J. TARDIF, W. DEEN, P. H. SIKKEMA. 2007. Is the application of a residual herbicide required prior to glyphosate application in no-till glyphosate-tolerant soybean (*Glycine max*)? **Crop Protection** 26: 484-489.
- PIJL, L. van der. 1969. Principles of dispersal in higher plants. Springer-Verlag. Berlín.
- PURICELLI, E. y D. TUESCA. 2005. Efecto del sistema de labranza sobre la dinámica de la comunidad de malezas en trigo y en barbechos de secuencias de cultivos resistentes a glifosato. **Agriscientia**: XXII (2): 69-78.
- RADOSEVICH, S., J. HOLT, y C. GHERSA 1997 **Weed Ecology: Implications for Management**, second ed. John Wiley & Sons, NY, USA. 589.
- RIDLEY, H. N. 1930. The dispersal of plants throughout the World. L. Reeve and Company, Ltd. Ashford.
- REQUESENS, E., R. SCARAMUZZINO, E. ORFILA, M. MÉNDEZ ESCOBAR y M. GANDINI 1997 Banco de semillas en distintas posiciones topográficas en un sector agrícola del centro de la provincia de Buenos Aires. **Ecología Austral** 7:73-78.
- ROBERT, H. A. y J. E. NIELSON 1981. Changes in the soil seed bank of four long-term crop-herbicide experiments. **J. Appl. Ecol.** 18: 661-668.
- SANTOS, B. M., J. P. GILREATH, R. ARBONA y A. R. PIMENTEL. 2005. La estadística no paramétrica para el análisis e interpretación de estudios de malezas: alternativas al análisis de varianza. **XVII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas** (A. L. A. M.). 851-855.
- SHANNON, C. E. y W. WEAVER 1949. **The mathematical theory of communication**. Univ. of Illinois Press Urbana S. L.
- SHAUKAT, S. S. y I. M. SIDDIQUI 2004. Spatial pattern análisis of seeds of an arable soil seed bank and its relationship with above-ground vegetation in arid region. **J. of Arid Environments** 57: 311-327.
- SIMPSON, R. L., M. A. LECK y V. T. PARKER 1989. Seed banks: general concepts and methodological issues, p. 3-8, **En**: Leck, M. A., V. T. Parker y R. L. Simpson (eds.), **Ecology of soil Seed banks**. Academic Press, NY, USA.
- SOSNOSKIE, L. M., C. P. HERMS y J. CARDINA 2006 Weed seedbank community composition in a 35-yr-old tillage and rotation experiment. **Weed. Sci.** 54: 263-273.

- SQUIRE, G. R., S. RODGER y G. WRIGHT 2000. Community-scale seedbank response to less intense rotation and reduced herbicide input at three sites. **Ann. Appl. Biol.** 136: 47-57.
- VITTA, J.; FACCINI, D.; NISENSOHN, L.; PURICELLI, E., TUESCA, D. & LEGUIZAMÓN, E. 1999. Las malezas en la región sojera núcleo argentina: situación actual y perspectiva. **Dow Agrosienses**. San Isidro, Argentina. 47 págs.
- VITTA, J. I., D. E. FACCINI y L. A. NISENSOHN 2000 Control de *Amaranthus quitensis* in soybean crops in Argentina: an alternative to reduce herbicide use. **Crop Protection** 19: 511-513.
- VITTA, J., D. TUESCA, E. PURICELLI, L. NISENSOHN y D. FACCINI 2002 El empleo de la información ecológica en el manejo de malezas. **Ecología Austral** 12: 83:87.
- WEAVER, S. E. y RILEY. 1982. The biology of Canadian weeds.53. *Convolvulus arvensis* L. **Can. J. Plant. Sci.** 62: 461-472.
- WILSON, B. J., R. COUSENS y K. WRIGHT 1990 The response of spring barley and winter wheat to *Avena fatua* population density. **Ann. Appl. Biol.** 116: 601-609.
- YENISH, J. P., J. D. DOLL y D. D. BUHLER 1992 Effects of tillage on vertical distribution and viability of weed seed in soil. **Weed. Sci.** 36: 429-433.

7. ANEXO I

Características de las especies identificadas en el banco de semillas.

Espece	Nombre vulgar	Familia	Formas de dispersión	Ciclo biológico	Ciclo de crec.
<i>Amaranthus hybridus</i> L. ssp <i>hybridus</i> (A. quitensis)	Yuyo Colorado	Amarantáceas	Atelócora	Anual	Estival
<i>Anoda cristata</i> (L.) Schtdl.	Malva cimarrona	Malváceas	Atelócora	Anual	Estival
<i>Bidens subalternans</i> DC.	Amor seco	Asteráceas	Epizoócora	Anual	Estival
<i>Bowlesia incana</i> Ruiz & Pav.	perejilillo	Apiáceas	Atelócora	Anual	Invernal
<i>Chenopodium album</i> L.	Quínoa	Quenopodiáceas	Atelócora	Anual	Estival
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Pasto cuaresma	Poáceas	Atelócora	Anual	Estival
<i>Lamiun amplexicaule</i> L.	Ortiga mansa	Lamiáceas	Atelócora	Anual	Invernal
<i>Linaria canadensis</i> (L.) Dum. Cours.	Linaria	Escrofulariáceas	Atelócora	Anual	Invernal
<i>Oxalis conorrhiza</i> Jacq.	Vinagrillo	Oxalidáceas	Atelócora	Perenne	Invernal
<i>Polygonum aviculare</i> L.	Cien nudos	Poligonáceas	Atelócora	Anual	Invernal
<i>Polygonum convolvulus</i> L.	Enredadera anual	Poligonáceas	Atelócora	Anual	Invernal
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdolaga	Portulacáceas	Atelócora	Anual	Estival
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Sorgo de alepo	Poáceas	Atelócora	Perenne	Estival
<i>Stellaria media</i> (L.) Cirillo	Caá-piquí	Cariofiláceas	Atelócora	Anual	Invernal
<i>Taraxacum officinale</i> G. Weber ex F.H. Wigg.	Diente de león	Asteráceas	Pogonópora	Perenne	Invernal

Efectos de los diferentes tratamientos sobre la densidad promedio (n° de semillas/ 1413 cm³ de suelo) del banco a la profundidad de 0-10 cm.

Tratamientos	n	Medias	D.E.	H	p
Convencional-sin fert.	20	2.44 a	1.03	76.41	<0,0001
Convencional-fert.	20	5.45 b	2.81		
Mínima-sin fert	20	5.47 b	1.76		
Directa-sin fert	20	6.87 bc	1.89		
Mínima-fert.	20	9.46 cd	3.64		
Directa-fert.	20	11.37 d	2.70		

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

Efectos de los diferentes tratamientos sobre la densidad promedio (n° de semillas/ 706,5 cm³ de suelo) del banco a la profundidad de 0-5 cm.

Tratamientos	n	Medias	D.E.	H	p
Convencional-sin fert.	20	1.64 a	1.11	78.91	< 0.0001
Mínima-sin fert.	20	4.58 b	1.92		
Convencional-con fert.	20	4.33 b	2.84		
Directa-sin fert.	20	6.72 c	1.91		
Mínima-con fert.	20	8.72 cd	3.63		
Directa-con fert.	20	11.05 d	2.80		

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,01)

Efectos de los diferentes tratamientos sobre la densidad promedio (n° de semillas/ 706.5 cm³ de suelo) del banco a la profundidad de 5-10 cm.

Tratamientos	n	Medias	D.E.	H	p
Convencional-sin fert.	20	1.60 a	0.76	43.09	< 0.0001
Directa-sin fert.	20	1.31 a	0.54		
Convencional-con fert.	20	2.66 b	1.95		
Directa-con fert.	20	2.43 bc	0.92		
Mínima-sin fert.	20	2.79 bc	0.79		
Mínima-con fert.	20	3.37 c	1.53		

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)