



CREER... CREAR... CRECER...

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

Proyecto de Trabajo Final presentado para optar
al Grado de Ingeniero Agrónomo

Efectos del laboreo sobre el banco de semillas de malezas en el suelo

Foresto, Emiliano

Río Cuarto - Córdoba
Julio/2016



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA



“Trabajo Final presentado para optar al Grado de
Ingeniero Agrónomo”

Modalidad: Proyecto

**Efectos del laboreo sobre el banco de semillas de
malezas en el suelo**

Alumno: Foresto, Emiliano. DNI: 36.679.816

Director: Ing. Agr. María Andrea Amuchástegui

Co-Director: Ing. Agr. Edgardo Zorza

Río Cuarto/Córdoba
Junio, 2016

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

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

**Título del Trabajo Final: Efectos del laboreo sobre el banco de semillas de
malezas en el suelo**

Autor: Foresto, Emiliano.
DNI: 36.679.816

Director: Ing. Agr. María Andrea Amuchástegui.
Co-Director: Ing. Agr. Edgardo Zorza

**Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la Comisión
Evaluadora:**

(Nombres)

Fecha de Presentación: _____/_____/_____

Secretario Académico

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá Ivanna, que siempre estuvo para darme una inyección de tranquilidad, seguridad y amor; quien me enseñó que las cosas que se hacen con el corazón siempre se logran.

A mi papá Roberto, esa persona que me enseñó a perder el miedo, y siempre creyó en mí, aun cuando yo mismo no lo hacía, siempre alentándome a ir para adelante.

A mis abuelos Rosita, Roberto que siempre me brindaron su amor incondicional y de los cuales aprendí que para tener algo hay que esforzarse y que todo lo que soñamos se puede hacer realidad.

A mis abuelos Norma y Hugo, que son un ejemplo para mí, siempre estuvieron alentándome y están muy contentos por este fruto.

A una persona que ya no está conmigo, mi bisabuela Mafalda de quien aprendí mucho, se que ella estaría más orgullosa que nadie de este logro.

Al resto de mi familia, ya que cada uno aportó su granito de arena para lograr este título.

A mis amigos que son el motor de cada día y que sin ellos llegar a donde llegue hubiera sido muy difícil.

A esas personas que mágicamente la vida te pone en el camino en el momento justo para darte un poco de luz, contención y amor, sin cada una de estas personas no sería quien soy hoy.

A mi directora de tesis Andrea, que siempre estuvo ahí para ayudarme cuando lo necesitaba brindándome todo su apoyo para permitirme crecer académicamente y como persona.

A mi Co-director de tesis Edgardo, un profesor al que admiro mucho y que siempre fue un ejemplo a seguir para mí.

A Cesar Nuñez, quien siempre me abrió las puertas de su oficina para guiarme en esta última etapa de la carrera y me escucho cada vez que llegue lleno de dudas.

A la UNRC que me brindó todas las herramientas para lograr este título de grado y me permitió encontrarme con personas que valoro mucho, en lo académico como en lo personal.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. Hipótesis | 4 |
| 1.2. Objetivos generales | 4 |
| 1.3. Objetivos específicos | 4 |
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS | 5 |
| 2.1. Área de estudio | 5 |
| 2.2. Diseño experimental | 6 |
| 2.2.1 Diseño completamente aleatorizado | 6 |
| 2.3. Determinaciones | 6 |
| 3. RESULTADOS | 9 |
| 3.1. Análisis del tamaño total del banco de semillas de malezas | 9 |
| 3.2. Análisis del tamaño y diversidad del banco de semillas de suelo por tratamiento | 12 |
| 3.2.1. Labranza convencional | 12 |
| 3.2.2. Labranza reducida | 13 |
| 3.2.3. Siembra directa | 14 |
| 3.3. Comportamiento de las labranzas por profundidad de suelo | 15 |
| 3.3.1. Profundidad de 0-5cm | 15 |
| 3.3.2. Profundidad de 5-10cm | 19 |
| 4. DISCUSIÓN | 23 |
| 4.1. Tamaño del banco de semillas del suelo | 23 |
| 4.2. Composición del banco de semillas del suelo | 24 |
| 5. CONCLUSIONES | 26 |

| | |
|--|-----------|
| 6. BIBLIOGRAFÍA | 27 |
| 7. ANEXOS | 30 |
| 1. Características biológicas del total de las especies presentes en el banco de semillas. | 30 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Descripción de tratamientos | 6 |
| Cuadro 2. Contribución porcentual de las especies invernales, estivales, anuales, y perennes al banco de semillas del suelo en los distintos sistemas de labranzas de 0 a 10 cm de profundidad | 9 |
| Cuadro 3. Contribución porcentual de las especies monocotiledóneas y dicotiledóneas al banco de semillas del suelo en las distintos sistemas de labranzas de 0 a 10cm de profundidad | 9 |
| Cuadro 4. Contribución porcentual de las especies al banco de semillas del suelo de 0-10cm en los distintos sistemas de labranzas | 11 |
| Cuadro 5. Resultado de la composición física, equidad e índice de Shannon-Weaver para los distintos sistemas de labranzas en toda su profundidad | 12 |
| Cuadro 6. Resultados de composición física, equidad e índice de Shannon-Weaver en el banco de semillas de suelo para todas las labranzas y profundidades analizadas | 12 |
| Cuadro 7. Resultado de composición florística, equidad e índice de Shannon-Weaver para las diferentes profundidades en labranza convencional | 13 |
| Cuadro 8. Resultado de composición florística, equidad e índice de Shannon-Weaver para las diferentes profundidades en labranza reducida | 14 |
| Cuadro 9. Resultado de composición florística, equidad e índice de Shannon-Weaver para las diferentes profundidades en siembra directa | 15 |
| Cuadro 10. Contribución porcentual de las especies al BSS de 0-5cm en los distintos sistemas de labranzas. | 16 |
| Cuadro 11. Resultado de composición florística, equidad e índice de Shannon-Weaver para los distintos sistemas de labranzas en la profundidad 0-5cm. | 17 |
| Cuadro 12. Contribución porcentual de las especies al banco de semillas del suelo de 5-10cm de profundidad en los distintos sistemas de labranzas. | 20 |

Cuadro 13. Resultado de riqueza, equidad e índice de Shannon- Weaver para los distintos sistemas de labranzas de 5-10cm.

21

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Localización del área de estudio | 6 |
| Figura 2. Esquema de muestreo. | 8 |
| Figura 3. Tamaño total del banco de semillas de malezas de los diferentes sistemas de labranzas de 0 a 10cm de profundidad. | 10 |
| Figura 4. Tamaño total del banco de semillas de malezas en las distintas profundidades según el sistema de labranza. | 10 |
| Figura 5. Tamaño del banco de semillas de malezas en las diferentes profundidades en labranza convencional. | 12 |
| Figura 6. Tamaño del banco de semillas de malezas en las diferentes profundidades en labranza reducida | 13 |
| Figura 7. Tamaño del banco de semillas de malezas en las diferentes profundidades en siembra directa | 14 |
| Figura 8. Tamaño del banco de semillas del suelo de los diferentes sistemas de labranza de 0 a 5cm | 15 |
| Figura 9. Tamaño del banco de semillas de suelo de cinco especies comunes que más aporte realizaron al banco en los 3 sistemas de labranzas de 0 a 5cm de profundidad | 17 |
| Figura 10. Dendrograma de similitud del banco de semillas de malezas bajo diferentes sistemas de labranzas en 0-5cm de profundidad. | 18 |
| Figura 11. Análisis de conglomerados de las especies, utilizando el coeficiente de distancia de Sorensen en 0-5 cm de profundidad. | 18 |
| Figura 12. Tamaño del banco de semillas de malezas bajo diferentes sistemas de labranzas en 5-10cm de profundidad | 19 |
| Figura 13. Tamaño del banco de semillas de malezas de seis especies comunes que más aporte realizaron al banco en los 3 sistemas de labranzas de 5-10 cm de profundidad. | 21 |
| Figura 14. Dendrograma de similitud del banco de semillas de malezas bajo diferentes sistemas de labranzas en 5-10cm. de profundidad. | 22 |
| Figura 15. Análisis de conglomerados de las especies, utilizando el coeficiente de distancia de Sorensen en 5-10 cm de profundidad. | 22 |

RESUMEN

Efectos del laboreo sobre el banco de semillas de malezas en el suelo

La mayoría de las malezas que emergen en los campos agrícolas provienen del banco de semillas del suelo. Los cambios que en él se producen son de vital importancia para el control de las malezas y generan variaciones en magnitud y tiempo de emergencia de las mismas. El objetivo de este trabajo es caracterizar la composición y abundancia del banco de semillas del suelo presente en tres tipos de labranzas bajo una rotación ganadera. El área de estudio está localizada en el Establecimiento "Pozo del Carril", campo experimental de la F.A.V. –U.N.R.C. cercano al paraje La Aguada. Se hicieron tres sistemas de labranza: labranza convencional, labranza reducida y siembra directa. Se analizó el tamaño del banco de semillas, Riqueza (S), Diversidad específica (H') y Equidad (J'), utilizando el método de lavado y tamizado. Se analizaron las siguientes profundidades: 0-5 y 5-10cm. El mayor tamaño en el banco de semillas del suelo en los primeros cinco cm de profundidad se presenta en siembra directa y labranza convencional, siendo el menor valor el de labranza reducida. Las especies anuales-estivales dominaron el banco de semillas en todos los tratamientos, siendo *Eleusina indica* la de mayor contribución. No se encontraron diferencias significativas entre riqueza, equidad y diversidad entre las labranzas analizadas. Se concluye que los sistemas de labranzas influyen en la distribución vertical de las semillas de malezas en los primeros 10 cm del suelo y afectan la composición y tamaño del banco de semillas de malezas.

Palabras claves: banco de semillas, malezas, sistemas de labranza, pastura

SUMMARY

Effects of tillage on weed seed bank in the soil

Most of the weeds emerging in the fields come from the soil seed bank and the changes that occur therein are vital to control weeds and are responsible for variations in magnitude and time weed emergence. The aim of this study is to characterize the composition and abundance of soil seed bank present in three types of farming livestock under a rotation. The study area is located in the hotel "Pozodel Carril" experimental field of the FAV-U.N.R.C. near the spot La Aguada. There were three tillage systems: conventional tillage, reduced tillage and direct seeding. We analyzed the size of the seed bank richness (S), diversity (H') and Equity (J), using the method of washing and screening. We analyzed the following depths: 0-5 and 5-10 cm. The largest seed bank was found in the direct seeding and conventional tillage in the first five cm deep in the soil; on the other hand, the lower values were found in the reduced tillage. Annual - summer species dominated the seed bank in all treatments, being *Eleusine indica* the largest contribution. No significant differences between wealth, equity and diversity of tillage systems analyzed were found. To conclude, tillage systems influence the vertical distribution of weed seeds in the first 10 cm of the soil and they affect the composition of the weed seed bank and its size.

Keywords: seed bank, weed, tillage systems, pasture

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

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; Hawes *et al.*, 2010; Gruber *et al.*, 2010).

Se denomina “banco de semillas del suelo” al conjunto de las semillas viables presentes en el suelo de un hábitat en un momento determinado, bien enterradas o bien mezcladas con la hojarasca y la broza en superficie. (Harper *et al.*, 1970).

Chauhan y Johnson (2011), afirman que la germinación de las semillas de malezas está influenciada por varios factores, tales como la luz, la profundidad de enterramiento de las semillas y la humedad del suelo. La luz es un importante factor para la germinación, los requerimientos por luz significan que las semillas sólo germinarán si están ubicadas sobre o cerca de la superficie.

Batla y Benech-Arnold (2007) sugieren que cuando se quiere maximizar el éxito de las estrategias de manejo integrado de las malezas, deberá optimizarse el efecto de las diferentes prácticas de control sobre la comunidad de malezas con dos objetivos principales:

- A corto plazo: evitar las pérdidas de rendimiento debido a la competencia con el cultivo.
- A largo plazo: mantener bajo los niveles de la población de malezas para ser compatibles con el rendimiento del cultivo. Para poder concretar estos objetivos, cobra importancia el esclarecimiento de las bases biológicas de las causas del enmalezamiento, los procesos de competencia entre la maleza y el cultivo y establecer en el ciclo biológico de la maleza, los estados que son críticos en la regulación de su persistencia.

La dinámica del banco de semillas y su respuesta frente a los disturbios, podría comprenderse mejor si se tienen en cuenta diferentes aspectos del banco de semillas, tales como su densidad y composición, persistencia en el suelo y su similitud florística con la vegetación establecida (Márquez *et al.*, 2002).

La idea de agotar el banco de semillas del suelo se considera impráctica, al menos a nivel de agroecosistemas, pero los principios para su manejo y los intentos por mantenerlo a niveles controlables puede ser una idea viable en la práctica (Buhler, 1999; Buhler, *et al.*, 1997).

Dado que los bancos de semillas de las malezas en el suelo actúan como reservorios de la diversidad genética y representan el potencial futuro de regeneración de las comunidades de malezas (Squire *et al.*, 2000), los cambios en la profundidad de enterramiento de las semillas de malezas producido por las labranzas podrían contribuir a modificaciones en las especies de malezas bajo diferentes sistemas de laboreo, así como en la densidad y distribución de las semillas en el banco, ya que proveen a las semillas de diferentes microambientes, debido a los cambios que producen en la porosidad, densidad y condiciones superficiales del suelo (Buhler y Owen, 1997).

El sistema de labranza influye, en la distribución vertical y horizontal de semillas en el suelo, lo cual es importante ya que la semilla a diferentes profundidades en el perfil del suelo muestra diferencias en la regeneración, en las variaciones en magnitud y tiempo de emergencia de las malezas (León y Owen, 2004). Cambios en las poblaciones de malezas son frecuentemente observados cuando los sistemas de labranza cambian (Scursoni, 2009). El tamaño y la composición del banco de semillas de malezas están asociados a los cambios que ocurren en la comunidad de las mismas debajo del suelo (Cardina y Sparrow, 1996). Es por ello que la comprensión del movimiento de las semillas de malezas en el perfil del suelo es crítico para poder predecir la respuesta de las poblaciones de malezas al laboreo (Mohler *et al.* 2006), los tipos de laboreo y la rotación de cultivos son 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 (Hobbs y Huenneke, 1992, Radosevich, *et al.*, 1997, Mortimer y Hill, 1999).

Las prácticas de labranzas superficiales o de siembra directa, reducen el disturbio del suelo e incrementan la proporción de semillas cerca de la superficie del mismo (Lutman *et al.*, 2002). La siembra directa y la labranza reducida, por ejemplo, pueden incrementar la proporción de semillas retenidas sobre la superficie del suelo, comparado con el arado de rejas (Yenish *et al.*, 1992, Ghersa y Martínez Ghersa, 2000). Éste último, 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 superficie y les confiere las condiciones para germinar (Carter e Ivani, 2006).

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.

En los primeros 10 cm del suelo se producen los disturbios necesarios para la implantación de los cultivos y es allí donde las malezas tienen la posibilidad de germinar por lo que el sistema de siembra debe estar orientado a no generar condiciones favorables para la germinación de las mismas (Amuchástegui *et al.*, 2012). Vitta *et al.*, (1999), determinaron que en el sistema de siembra directa alrededor del 90 % de las semillas de yuyo colorado (*Amaranthus quitensis*) y chamico (*Datura ferox*) se ubican en los primeros centímetros del suelo. En sistema bajo laboreo, esta cantidad se reduce a aproximadamente un 5 % enterrándose por debajo de los 10 cm el 59 % de la semilla de yuyo colorado y el 76 % de chamico. En el caso de sorgo de alepo (*Sorghum halepense*) determinaron que el arado de reja y vertedera entierra el 80 % de las semillas.

En cuanto a la composición del banco de semillas encontrado en sistemas agrícolas, predominan las especies de ciclo de vida anual, primavero estival, y clasificadas como dicotiledóneas según su morfotipo, aunque en siembra directa se observó un incremento en el porcentaje de malezas monocotiledóneas anuales (Amuchástegui *et al.*, 2012). Por otro lado Adamo (2012), encontró un

porcentaje similar de especies anuales tanto estivales como invernales y mayormente monocotiledóneas, coincidiendo con lo reportado por Puricelli y Tuesca, 2005.

Luna (2007) y Magris (2008) estudiaron la distribución vertical de las semillas en el suelo de diferentes sistemas de labranzas, reportando que la siembra directa y la labranza reducida generaban un mayor tamaño de banco de semillas en los primeros 10 cm de suelo, mientras que la labranza convencional concentraba la mayor cantidad de semillas entre los 10 y 15 cm de suelo.

Magris (2008) señaló que en la siembra directa para los primeros cinco centímetros de suelo, se encontró la mayor concentración del banco, y que esta acumulación debería disminuir con la aplicación de herbicidas durante la producción de cultivos, ya que muchas semillas emergen todos los años, y con sus respectivos controles se evitaría una nueva incorporación de semillas al suelo, pero esto no sucede debido a que el banco sigue manteniendo un alto número de semillas. Probablemente, en lo que se debería prestar más atención es en el escape de malezas al final del ciclo de los cultivos.

Se asume, por lo expresado que las labranzas producen un cambio en la frecuencia y abundancia de las malezas, según el grado de remoción del suelo, lo que resulta en una diferente composición del banco de plántulas emergidas Serra, (2010), señala que los diferentes tipos de labranzas así como las condiciones ambientales, las cuales varían año tras año, son factores importantes en la generación de condiciones diferenciales para la germinación y establecimiento de las malezas.

A su vez, Balzola (2012) reconoció que el banco de semillas del suelo es la fuente primaria de nuevas plantas de malezas y que el manejo que se haga del mismo determinará el grado de infestación posterior al cultivo que se realice.

Es importante que los sistemas de producción tengan en cuenta el manejo integrado de las malezas, considerando rotaciones de cultivos y de herbicidas con distintos modos de acción, monitoreo de poblaciones, aplicación correcta de herbicidas, elección de simientes de calidad y libres de propágulos 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).

1.1. Hipótesis

Los sistemas de labranza influyen en la composición cualitativa y cuantitativa de la comunidad de semillas de malezas en el perfil del suelo.

1.2. Objetivos generales

Caracterizar la composición y tamaño del banco de semillas del suelo presente con tres tipos de labranzas y bajo una rotación agrícola-ganadero con el agregado de fertilizantes.

1.3. Objetivos específicos

- 1.3.1.** Determinar la influencia relativa de los sistemas de labranza del suelo, sobre la riqueza y diversidad específica del banco de semillas de malezas.
- 1.3.2.** Determinar la influencia de los sistemas de labranza del suelo sobre el tamaño y la distribución vertical de las semillas de malezas en los primeros 10 cm de profundidad del suelo.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. Área de Estudio.

El área de estudio está localizada en el Establecimiento "Pozo del Carril", campo experimental de la F. A. V. – U. N. R. C. cercano al paraje La Aguada, ubicado a 30 Km. al oeste de la ciudad de Río Cuarto (**Figura 1**).

Se trabajó sobre un ensayo de sistemas de labranzas iniciado en la campaña 1995/96, con una rotación agrícola de cuatro años (1995/99) de maíz-girasol, luego pastura; alfalfa en mezcla con gramíneas forrajeras (1999/02), posteriormente rotación agrícola de maíz-soja (2002-2007), pastura base alfalfa (2007-2010), agrícola de maíz-soja (2010-20013) y alfalfa pura, sembrada en el año 2014, realizada en plano a 0,22 m entre líneas. Conducido con tres sistemas de labranza:

- **Siembra directa (SD):** Sin remoción del suelo y con aplicación de glifosato en presiembra.
- **Labranza reducida (LR):** labranza vertical en base a cincel y rastra de discos de tiro excéntrico. A partir del año 2011, la labranza vertical se realizó con Para-till.
- **Labranza convencional (LC):** en base a arado de rejas más rastra de discos de tiro excéntrico. A partir del año 2011, se realizó la labranza vertical en base a arado de cincel y rastra de discos de tiro excéntrico.

El ensayo constó de tratamientos con el agregado de fertilizante, llevado a cabo con los tres sistemas de labranza. En los cultivos agrícolas de la rotación Agrícola-Ganadera, con fertilización, se utilizaron los siguientes: en maíz, fosfato di amónico (100 Kg/ha. a la siembra) y urea (120 Kg/ha. en V6); en soja, superfosfato triple (100 Kg/ha. y yeso (100 Kg/ha. a la siembra).

Control de malezas: En la rotación agrícola, históricamente el control de malezas en los barbechos se llevó a cabo, mediante labor mecánica, más repaso con herbicida no residual en los sistemas con remoción y solo con herbicidas no residuales en siembra directa. El control de malezas, posterior a la siembra y en los distintos cultivos de la rotación, se realizó con herbicidas selectivos, según cultivo y requerimiento de control, utilizando, en cada oportunidad de uso, el mismo herbicida o mezclas de herbicidas en los distintos tratamientos. En la pastura, según requerimiento de control, se realizó con herbicida selectivo, utilizando, en cada oportunidad de uso, el mismo herbicida en los distintos tratamientos.



Figura 1. Localización del área de estudio.

2.2. Diseño Experimental

2.2.1. Diseño experimental completamente aleatorizado con tres tratamientos y 10 réplicas (Cuadro 1):

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos.

| | Tratamientos |
|---|--|
| 1 | Siembra directa con fertilizantes (SD/f) |
| 2 | Labranza reducida con fertilizantes (LR/f) |
| 3 | Labranza convencional con fertilizantes (LC/f) |

2.2. Determinaciones

El banco de semillas fue muestreado en mayo de 2015, luego del pico de diseminación de las especies estivales y previo a la germinación de las malezas invernales. Para cada tratamiento se tomaron 10 réplicas (Fig. 1). Cada réplica estará compuesta de cinco muestras de suelo, para ello se utilizó un cilindro de 3 cm de diámetro por 10 cm de longitud, separando en diferentes profundidades (0-5 cm, 5-10 cm). Cada profundidad fue procesada en forma independiente.

El volumen de suelo extraído por cada tratamiento fue de 0.0010 m^3 , siendo equivalente a una superficie de suelo de $0,0106 \text{ m}^2$. La expresión de los resultados en metro cuadrado fue preferida para mejorar la comprensión y además facilitar la comparación con otros trabajos

Para el análisis de las replicas se utilizó el método de extracción por lavado y tamizado (Thompson et al., 1997, Peco et al 1998) para ello las replicas de suelo correspondientes a cada tratamiento fueron secadas al aire a temperatura ambiente, almacenadas en un lugar oscuro y fresco hasta su procesamiento. A su turno, fueron disgregadas y pasadas por un tamiz de 5 mm de malla a fin de eliminar los restos orgánicos y pedregullos. Posteriormente las replicas fueron homogeneizadas para sacar una alícuota de 500 gr destinada a la extracción de semillas. Cada alícuota de suelo se colocó en una botella de plástico de 2,5 l., agregándole 0,075 kg de sal y agua hasta llenar la misma. Para proceder a la etapa de dispersión. Se agitaron fuertemente en forma manual y se dejaron reposar 48 hs. Luego se filtró el contenido a través de dos tamices con malla de 2 mm y 0.25 mm, respectivamente. 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 40 °C, durante 48 hs.

Luego se procedió a la identificación y cuantificación de las semillas colocadas en una caja de Petri y con un microscopio estereoscópico, utilizando claves taxonómicas y bibliografía específica (Bianco *et al.*, 2000). Para caracterizar el banco de semillas se calcularon los siguientes parámetros:

Tamaño del banco: n° de semillas/unidad de volumen de suelo.

Riqueza (S): n° de especies.

Diversidad específica (H'): fue calculada a través del índice de Shannon y Weaver (1949)

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

Equidad (J'): fue calculada como $J' = H' / H_{\text{máxima}}$, donde $H_{\text{máx}} = \text{Log } S$.

Similitud: índice de comunidad de Sorensen (1948).

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

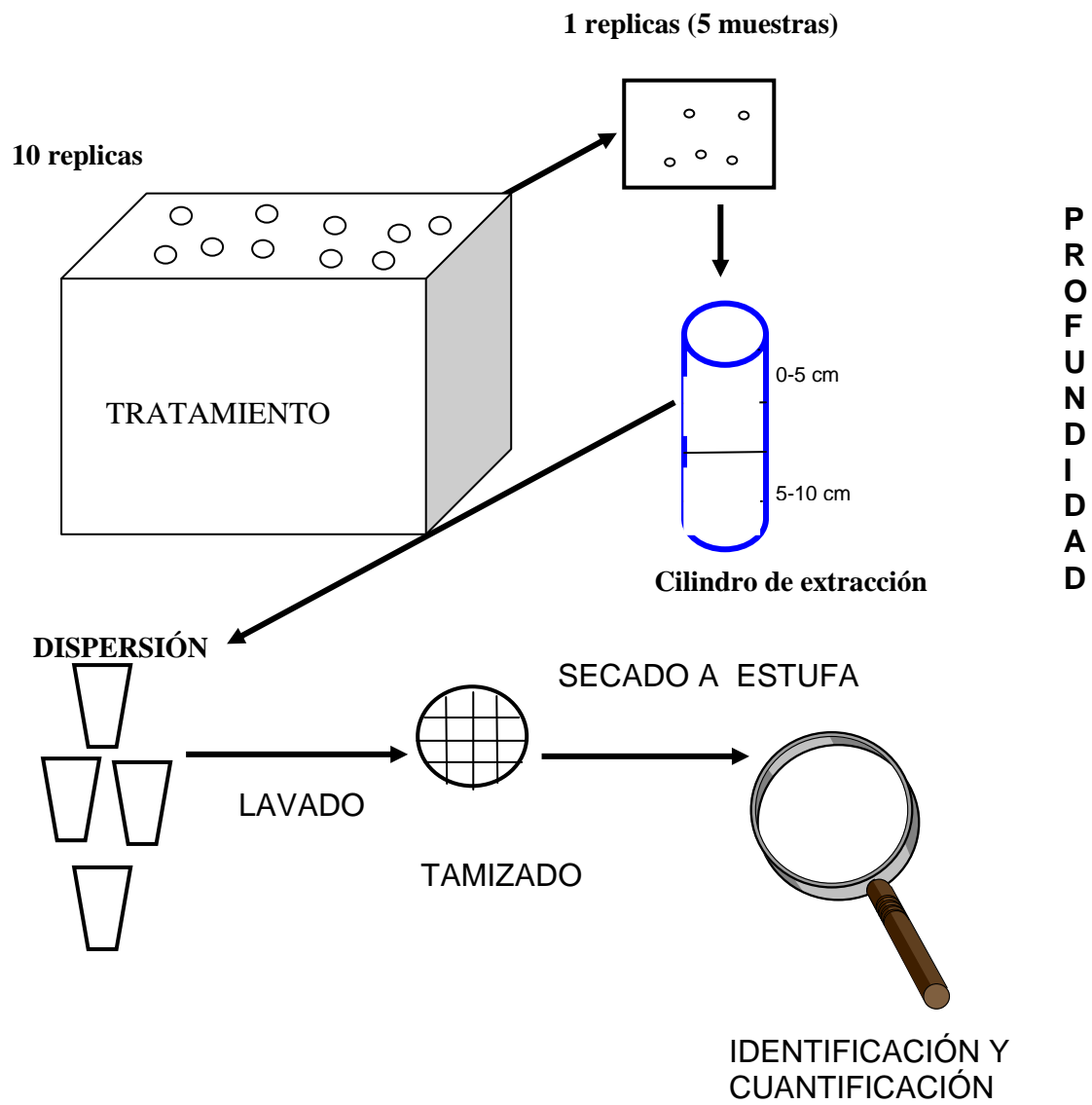
A= Número de especies comunes entre los tratamientos 1 y 2.

B= Número de especies exclusivas en el tratamiento 1

C= Número de especies exclusivas en el tratamiento 2.

Para cuantificar el banco de semillas y comparar el efecto de las labranzas sobre el mismo, los datos fueron analizados para comprobar si se ajustan a la normalidad y homogeneidad de varianza, realizando las pruebas correspondientes se realizó ANAVA y test de comparación de medias (paramétrico o no paramétrico). Para el análisis estadístico se utilizó el programa estadístico Info Stat, Versión 2011

Figura 2. Esquema de muestreo



3. RESULTADOS

3.1. Análisis del tamaño total del BSS de malezas.

El banco de semillas del suelo estuvo constituido por 25 especies, las cuales pertenecen a 17 familias. Siete, pertenecen al grupo de las monocotiledóneas y las 18 restantes a las dicotiledóneas. Del total de especies, seis fueron anuales invernales, nueve anuales estivales, seis perennes estivales y cuatro perennes invernales. De acuerdo a las malezas presentes se observó como mecanismo de dispersión prevalecido atelócora con 23 especies y dos especies fueron anemócora (VER ANEXO 1).

En el **cuadro 2** se observó que existen grandes diferencias porcentuales en el aporte de semillas de malezas entre las especies estivales e invernales en todas las labranzas, siendo siempre mayor el aporte de estivales. Con respecto al ciclo de vida, en todos los sistemas de labranzas, el aporte de semillas al banco, estuvo dominado por las especies anuales.

Cuadro 2. Contribución porcentual de las especies invernales, estivales, anuales y perennes al banco de semillas del suelo en los distintos sistemas de labranzas de 0-10 cm de profundidad.

| Tratamientos | Estivales (%) | Invernales (%) | Anuales (%) | Perennes (%) |
|--------------|---------------|----------------|-------------|--------------|
| LC | 86 | 14 | 99 | 1 |
| LR | 80 | 20 | 99 | 1 |
| SD | 77 | 23 | 98 | 2 |

SD: Siembra directa, **LR:** Labranza reducida, **LC:** Labranza convencional

En el **cuadro 3** se observó que en el BSS predominan las especies monocotiledóneas en todas las labranzas. En SD el porcentaje de dicotiledóneas es mayor con respecto a LR y LC.

Cuadro 3. Contribución porcentual de las especies monocotiledóneas y dicotiledóneas al BSS en los distintos sistemas de labranzas de 0 a 10 cm de profundidad.

| Labranzas | Dicotiledóneas (%) | Monocotiledóneas (%) |
|-----------|--------------------|----------------------|
| LC | 24,5 | 75,5 |
| LR | 31,9 | 68,1 |
| SD | 42,4 | 57,6 |

En la **figura 3** se observó que hubo diferencia estadísticamente significativa entre las diferentes labranzas en el total del banco (0-10 cm). El mayor tamaño del banco de semillas de malezas se registró en LC, aunque no se diferenció estadísticamente de SD, sí ambas labranzas se diferenciaron de LR que obtuvo el menor tamaño de BSS.

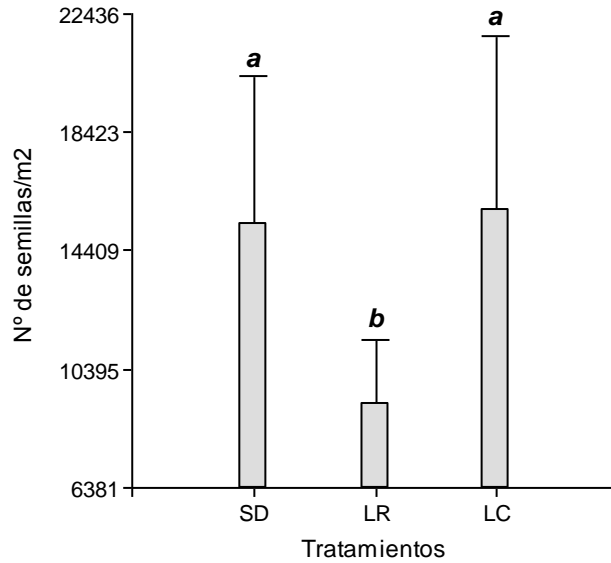


Figura 3. Tamaño total del BSS de los diferentes sistemas de labranzas de 0 a 10 cm de profundidad.

En la **figura 4** se registró que las dos profundidades mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. En la profundidad 0-5 se presentó la mayor cantidad de semillas en SD seguido por LC aunque no se diferenciaron estadísticamente, si hubo diferencia significativa entre SD y LR, siendo esta última la que presentó el menor valor. De 5-10 cm de profundidad no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos.

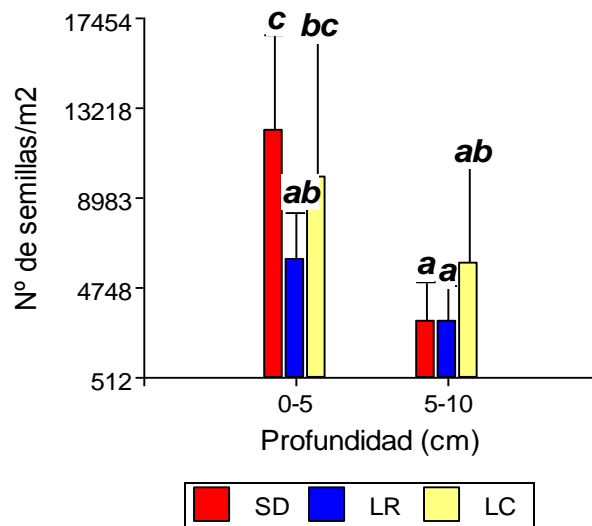


Figura 4. Tamaño total de BSS en las distintas profundidades según el sistema de labranza.

En el **cuadro 4** se destacó que la especie estival que tuvo la mayor contribución al tamaño del BSS fue *Eleusine indica* en todas las labranzas. Aproximadamente el 80% del aporte de semillas al banco fueron hechas por especies estivales en LC. Mientras en LR, dentro de ese porcentaje, además de *Eleusine indica*, estuvieron presentes *Polygonum aviculare* y *Amaranthus quitensis*. En SD, acompañando a *Eleusine indica*, estuvo presente *Digitaria sanguinalis* y *Polygonum aviculare* formando casi el 80% del BSS.

Cuadro 4. Contribución porcentual de las especies al BSS de 0-10cm en los distintos sistemas de labranzas.

| SD | | LR | | LC | |
|------------------------------|-------|-------------------------------|-------|------------------------------|-------|
| Especies | % | Especies | % | Especies | % |
| <i>Eleusine indica</i> | 35,17 | <i>Eleusine indica</i> | 61,8 | <i>Eleusine indica</i> | 73,52 |
| <i>Digitaria sanguinalis</i> | 21,47 | <i>Polygonum aviculare</i> | 16,63 | <i>Polygonum aviculare</i> | 12,52 |
| <i>Polygonum aviculare</i> | 20,49 | <i>Amaranthus quitensis</i> | 8,99 | <i>Amaranthus quitensis</i> | 9,88 |
| <i>Amaranthus quitensis</i> | 15,13 | <i>Digitaria sanguinalis</i> | 5,39 | <i>Digitaria sanguinalis</i> | 1,84 |
| <i>Chenopodium album</i> | 2,85 | <i>Brassica rapa</i> | 2,70 | <i>Brassica rapa</i> | 0,92 |
| <i>Ipomoea sp.</i> | 1,36 | <i>Chenopodium album</i> | 1,35 | <i>Portulaca oleracea</i> | 0,53 |
| <i>Ammi majus</i> | 1,09 | <i>Oxalis conorrhiza</i> | 0,9 | <i>Chenopodium album</i> | 0,26 |
| <i>Setaria viridis</i> | 0,68 | <i>Portulaca oleracea</i> | 0,9 | <i>Lithospermum arvense</i> | 0,13 |
| <i>Brassica rapa</i> | 0,68 | <i>Setaria viridis</i> | 0,9 | <i>Oxalis conorrhiza</i> | 0,13 |
| <i>Echinochloa crusgalli</i> | 0,27 | <i>Anoda cristata</i> | 0,27 | <i>Sonchus oleraceus</i> | 0,13 |
| <i>Verbena litoralis</i> | 0,27 | <i>Argemone subfusiformis</i> | 0,27 | <i>Sorghum halepense</i> | 0,13 |
| <i>Ammi viznaga</i> | 0,14 | | | | |
| <i>Anoda cristata</i> | 0,14 | | | | |
| <i>Cyperus rotundus</i> | 0,14 | | | | |
| <i>Rumex crispus</i> | 0,14 | | | | |
| <i>Descurainia argentina</i> | 0,01 | | | | |

El **cuadro 5** muestra los resultados de riqueza, equidad y diversidad, los cuales revelaron que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los tres sistemas de labranzas. En cuanto equidad, SD hizo un aporte más equitativo de sus malezas. Lo contrario fue para LC con su valor más bajo.

Cuadro 5. Resultado de riqueza (S), equidad (J') e índice de Shannon-Weaver (H') para los distintos sistemas de labranzas en toda su profundidad.

| Tratamientos | S | J' | H' |
|--------------|--------------------|------|-------------------|
| LC | 11,00 ^a | 0,38 | 0,91 ^a |
| LR | 11,00 ^a | 0,53 | 1,28 ^a |
| SD | 16,00 ^a | 0,60 | 1,65 ^a |

En el **cuadro 6** se observó que no hubo diferencia estadísticamente significativa para riqueza entre las labranzas en las diferentes profundidades. Siendo SD la que presentó el mayor valor de riqueza y diversidad.

Cuadro 6. Resultados de riqueza (S), equidad (J') e índice de Shannon-Weaver (H') en el BSS para todas las labranzas y profundidades analizadas.

| Profundidad (cm) | Labranza | S | J' | H' |
|------------------|----------|---------|------|--------|
| 0-5 | LC | 9,00 a | 0,34 | 0,74 a |
| | LR | 8,00 a | 0,51 | 1,06 a |
| | SD | 14,00 a | 0,58 | 1,53 a |
| 5-10 | LC | 7,00 a | 0,52 | 1,01 a |
| | LR | 9,00 a | 0,65 | 1,43 a |
| | SD | 8,00 a | 0,51 | 1,07 a |

3.2. Análisis de tamaño y diversidad del BSS por tratamiento.

3.2.1. Labranza Convencional.

En la **figura 5** no se visualizó diferencias estadísticamente significativas entre las profundidades, siendo mayor el tamaño del BSS en la profundidad de 0-5 cm.

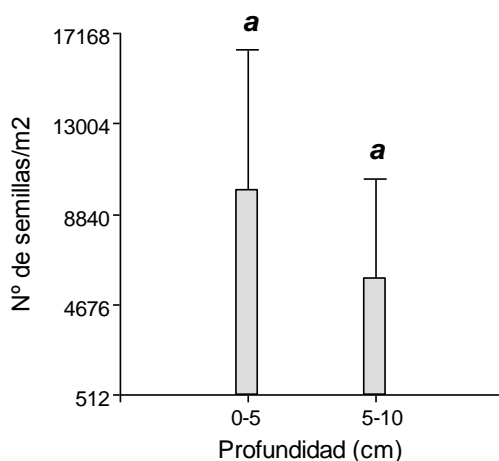


Figura 5. Tamaño del BSS en diferentes profundidades de labranza convencional.

En el **cuadro 7** se muestran los resultados de riqueza, equidad y diversidad en labranza convencional, los cuales revelaron que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las profundidades. Para equidad, el mayor valor fue para la profundidad 5-10 cm.

Cuadro 7. Resultado de riqueza (S), equidad (J') e índice de Shannon-Weaver (H') para las diferentes profundidades en labranza convencional.

| LC | | | |
|------------------|-------------------|------|-------------------|
| Profundidad (cm) | S | J' | H' |
| 0-5 | 9,00 ^a | 0,34 | 0,74 ^a |
| 5-10 | 7,00 ^a | 0,52 | 1,01 ^a |

3.2.2. Labranza Reducida.

En la **figura 6** se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las profundidades, siendo mayor el tamaño del BSS en la profundidad de 0-5 cm.

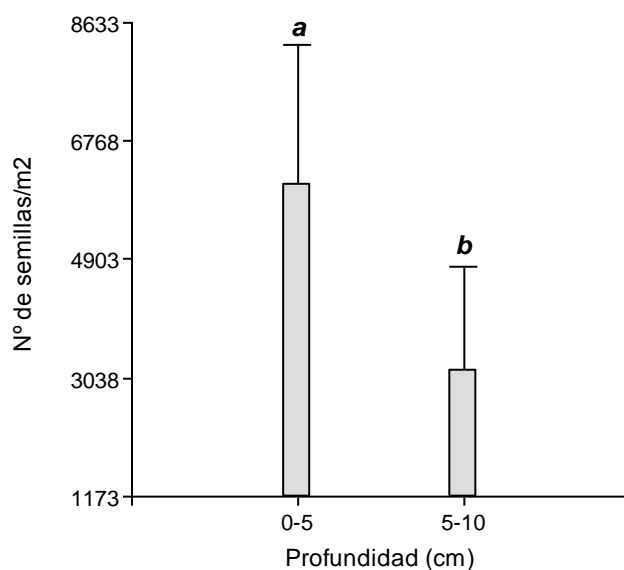


Figura 6. Tamaño del BSS de las diferentes profundidades en labranza reducida.

En el **cuadro 8** se muestran los resultados de riqueza, equidad y diversidad, para labranza convencional, los cuales revelaron que no existen diferencias estadísticamente significativa para riqueza en los parámetros mencionados, aunque los mayores valores de riqueza, equidad y diversidad fueron levemente superiores en la profundidad de 5-10 cm.

Cuadro 8. Resultado de riqueza (S), equidad (J') e índice de Shannon-Weaver (H') para las distintas profundidades en labranza reducida.

| LR | | | |
|------------------|-------------------|------|-------------------|
| Profundidad (cm) | S | J' | H' |
| 0-5 | 8,00 ^a | 0,51 | 1,06 ^a |
| 5-10 | 9,00 ^a | 0,65 | 1,43 ^a |

3.2.3 Siembra directa.

En la **figura 7** se observó que hubo diferencias estadísticamente significativas entre las profundidades. El mayor número de semillas fue en el estrato superior.

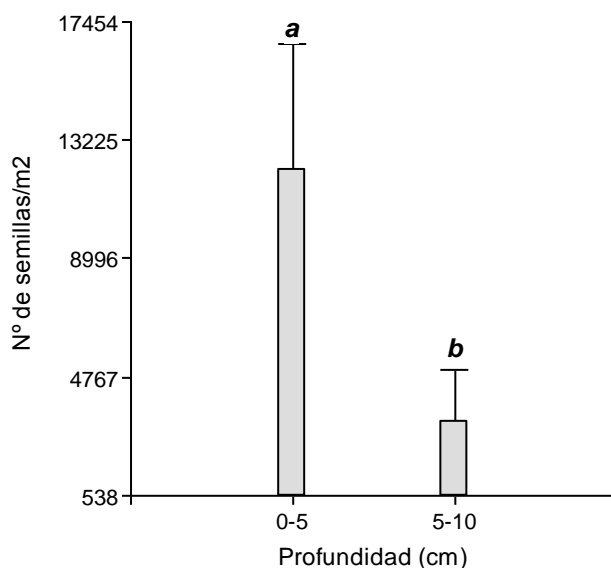


Figura 7. Tamaño del BSS de las diferentes profundidades en siembra directa.

En el **cuadro 9** se muestran los resultados de riqueza, equidad y diversidad los cuales revelaron que existen diferencias estadísticamente significativa entre las profundidades solo en riqueza.

Cuadro 9. Resultado de riqueza, equidad (S) e índice (J') de Shannon-Weaver (H') para las distintas profundidades en siembra directa.

| SD | | | |
|------------------|--------------------|------|-------------------|
| Profundidad (cm) | S | J' | H' |
| 0-5 | 14,00 ^a | 0,58 | 1,53 ^a |
| 5-10 | 8,00 ^b | 0,51 | 1,07 ^a |

3.3. Comportamiento de las labranzas por profundidad de suelo.

3.3.1. Profundidad 0-5 cm.

En la **figura 8** se observó que existieron diferencias estadísticamente significativas en el N° semillas/ m² entre los tratamientos de SD y LR, mientras que en LC no se diferencio del resto de las labranzas.

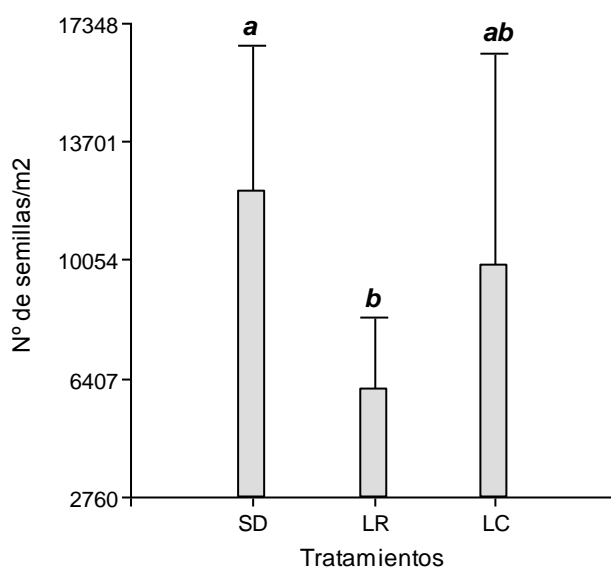


Figura 8. Tamaño de BSS de los diferentes sistemas de labranzas en 0 a 5 cm.

En el **cuadro 10** se observó que la especie estival que tuvo la mayor contribución al tamaño del BSS fue *Eleusine indica* en todos los tratamientos. Aproximadamente el 85% de la contribución de semillas al banco fueron realizados por especies estivales en LC, mientras que en SD fue un 80% y LR un 70%. Existió en todas las labranzas un aporte importante de una sola especie invernal que es *Polygonum aviculare*.

Cuadro 10. Contribución porcentual de las especies al BSS de 0-5cm en los distintos sistemas de labranzas.

| SD | | LR | | LC | |
|------------------------------|-------|------------------------------|-------|------------------------------|-------|
| Especies | % | Especies | % | Especies | % |
| <i>Eleusine indica</i> | 39,83 | <i>Eleusine indica</i> | 69,28 | <i>Eleusine indica</i> | 80,71 |
| <i>Digitaria sanguinalis</i> | 26,67 | <i>Polygonum aviculare</i> | 13,65 | <i>Polygonum aviculare</i> | 11,74 |
| <i>Polygonum aviculare</i> | 21,88 | <i>Digitaria sanguinalis</i> | 8,19 | <i>Digitaria sanguinalis</i> | 2,94 |
| <i>Chenopodium album</i> | 3,42 | <i>Amaranthus quitensis</i> | 4,78 | <i>Amaranthus quitensis</i> | 2,10 |
| <i>Amaranthus quitensis</i> | 2,56 | <i>Chenopodium album</i> | 1,37 | <i>Brassica rapa</i> | 1,05 |
| <i>Ipomoea sp</i> | 1,71 | <i>Setaria viridis</i> | 1,37 | <i>Portulaca oleracea</i> | 0,63 |
| <i>Ammi majus</i> | 1,37 | <i>Portulaca oleracea</i> | 1,02 | <i>Chenopodium album</i> | 0,42 |
| <i>Setaria viridis</i> | 0,85 | <i>Oxalis conorrhiza</i> | 0,34 | <i>Lithospermum spp.</i> | 0,21 |
| <i>Brassica rapa</i> | 0,51 | | | <i>Sorghum halepense</i> | 0,21 |
| <i>Echinochloa crusgalli</i> | 0,34 | | | | |
| <i>Verbena litoralis</i> | 0,34 | | | | |
| <i>Ammi viznaga</i> | 0,17 | | | | |
| <i>Anoda cristata</i> | 0,17 | | | | |
| <i>Cyperus rotundus</i> | 0,17 | | | | |

SD: Siembra directa, **LR:** Labranza reducida, **LC:** Labranza convencional

En la **Figura 9** se observó la presencia de cinco especies (de 16 comunes), que más contribuyeron al BSS en los tres sistemas de labranzas; todas anuales; cuatro de ciclo de crecimiento primavero-estival y una otoño-invernal. Las más representativas fueron: *Amaranthus quitensis*, *Chenopodium album*, *Digitaria sanguinalis*, *Eleusine indica* y *Polygonum aviculare*.

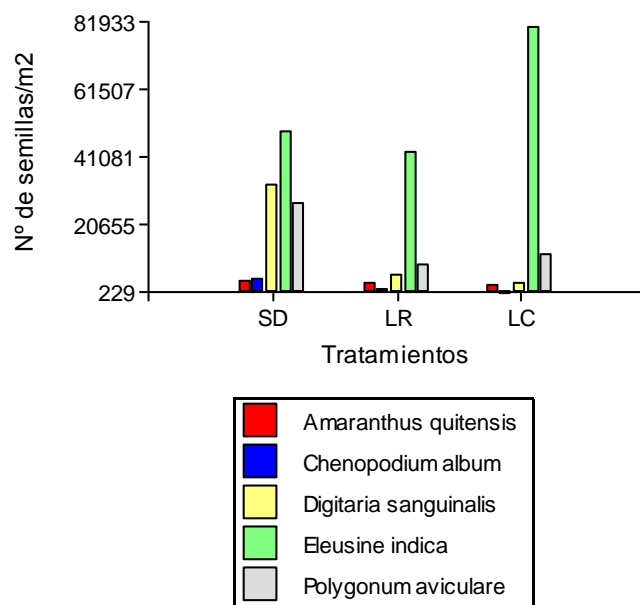


Figura 9. Tamaño del BSS de cinco especies comunes que más aporte realizaron al banco en los 3 sistemas de labranzas de 0 a 5 cm de profundidad.

El **cuadro 11** muestra los resultados de riqueza, equidad y diversidad los cuales revelaron que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tres sistemas de labranzas.

En cuanto equidad resultó ser baja en todos los tratamientos, presentando el menor valor LC observando los tres tratamientos la mayor fue en labranza reducida.

Para diversidad, no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos.

Cuadro 11. Resultado de riqueza (S), equidad (J') e índice de Shannon-Weaver (H') para los distintos sistemas de labranzas en la profundidad 0-5cm.

| 0-5 (cm) | | | |
|--------------|--------------------|------|-------------------|
| Tratamientos | S | J' | H' |
| LC | 9,00 ^a | 0,34 | 0,74 ^a |
| LR | 8,00 ^a | 0,51 | 1,06 ^a |
| SD | 14,00 ^a | 0,58 | 1,53 ^a |

SD: Siembra directa, **LR:** Labranza reducida, **LC:** Labranza convencional

En la **figura 10** se observó el dendrograma que muestra la similitud a través de la distancia en el eje de las abscisas. Cuanto más lejos se unan las labranzas hacia atrás, más diferentes son. Las comunidades bajo diferentes labranzas pueden ser separadas en 3 grupos. Cuando la distancia toma el valor cero (0) la similitud es máxima (100%). Las labranzas que se encuentran más cerca de este valor pueden agruparse en el primer grupo compuesto por LR y LC.

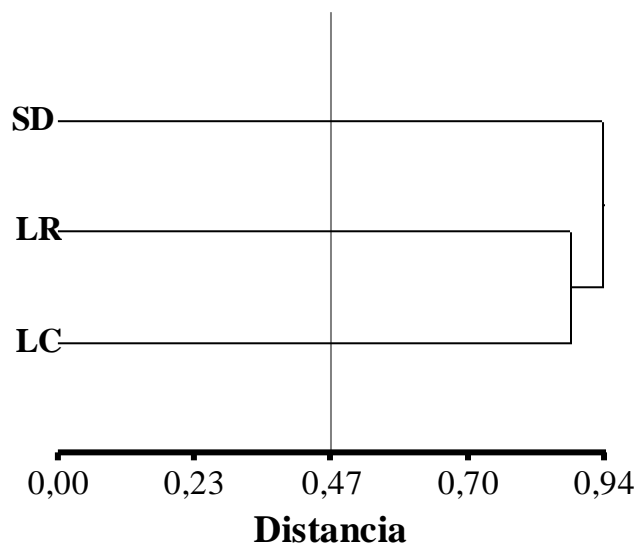


Figura 10. Dendrograma del banco de semillas de malezas bajo diferentes sistemas de labranzas en 0-5 cm de profundidad.

La **figura 11** muestra que se pudo visualizar la conformación de dos conglomerados constituidos por *Ipomoea* sp y *Ammis majus*, y el segundo entre *Polygonum aviculare* y *Eleusine indica*, no observándose conglomerados entre el resto de las especies.

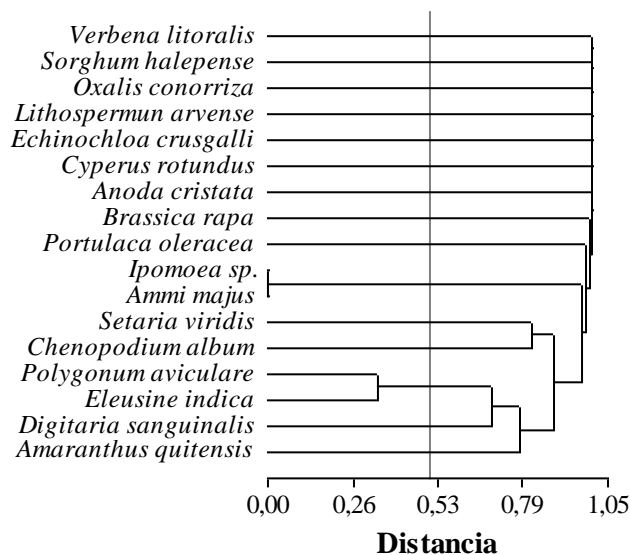


Figura 11. Análisis de conglomerados de las especies, utilizando el coeficiente de distancia de Sorensen en 0-5 cm de profundidad.

3.3.2. Profundidad 5-10 cm.

En la **figura 12** se visualizó que no existieron diferencias estadísticamente significativas en el tamaño del BSS entre los distintos sistemas de labranzas aunque LC mostro un mayor valor del mismo.

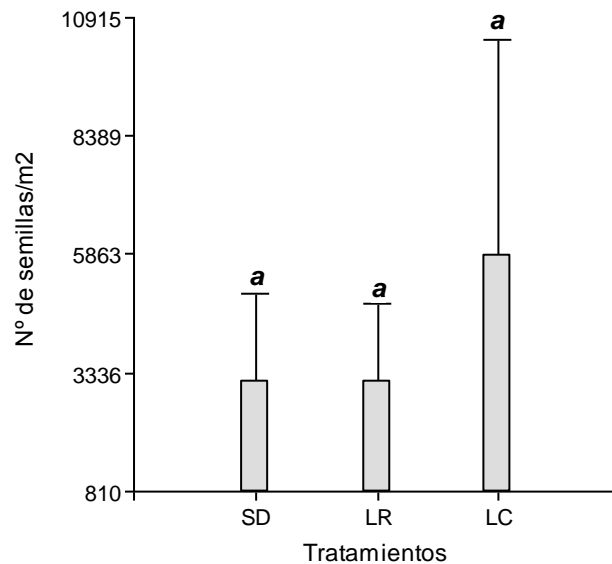


Figura 12. Tamaño del BSS de los diferentes sistemas de labranzas en 5 a 10 cm de profundidad.

En el **cuadro 12** se observó que la especie estival que tuvo la mayor contribución al tamaño del banco de semillas fue *Eleusine indica* para LR y LC, mientras que para SD fue *Amaranthus quitensis*. Aproximadamente el 80% de la contribución de semillas al banco estuvieron realizadas por especies estivales en SD y LC, mientras que en LR si bien predominaron las especies estivales hubo una contribución importante de una sola especie invernal que fue *Polygonum aviculare*.

Cuadro 12. Contribución porcentual de las especies al banco de semillas del suelo de 5-10 cm. en los distintos sistemas de labranzas.

| SD | | LR | | LC | |
|------------------------------|-------|-------------------------------|-------|-----------------------------|-------|
| Especies | % | Especies | % | Especies | % |
| <i>Amaranthus quitensis</i> | 63,49 | <i>Eleusine indica</i> | 47,37 | <i>Eleusine indica</i> | 61,35 |
| <i>Eleusine indica</i> | 17,24 | <i>Polygonum aviculare</i> | 22,37 | <i>Amaranthus quitensis</i> | 23,05 |
| <i>Polygonum aviculare</i> | 15,13 | <i>Amaranthus quitensis</i> | 17,11 | <i>Polygonum aviculare</i> | 13,83 |
| <i>Digitaria sanguinalis</i> | 1,45 | <i>Brassica rapa</i> | 7,89 | <i>Brassica rapa</i> | 0,71 |
| <i>Brassica rapa</i> | 1,32 | <i>Oxalis conorrhiza</i> | 1,97 | <i>Oxalis conorrhiza</i> | 0,35 |
| <i>Chenopodium album</i> | 0,66 | <i>Chenopodium album</i> | 1,32 | <i>Portulaca oleracea</i> | 0,35 |
| <i>Rumex crispus</i> | 0,66 | <i>Anoda cristata</i> | 0,66 | <i>Sonchus oleraceus</i> | 0,35 |
| <i>Descurainia argentina</i> | 0,07 | <i>Argemone subfusiformis</i> | 0,66 | | |
| | | <i>Portulaca oleracea</i> | 0,66 | | |

SD: Siembra directa, **LR:** Labranza reducida, **LC:** Labranza convencional

En la **Figura 13** se observó la presencia de tres especies que más contribuyeron al BSS en los tres sistemas de labranzas; todas anuales; dos de ciclo de crecimiento primavero-estival y una otoño-invernal.

Las más representativas fueron: *Amaranthus quitensis*, *Eleusine indica* y *Polygonum aviculare*.

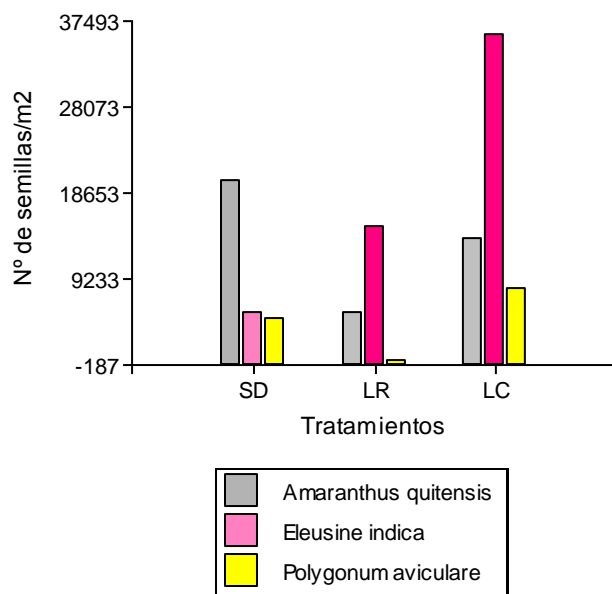


Figura 13. Tamaño del BSS de tres especies comunes que más aporte realizaron al banco en los tres sistemas de labranzas de 5-10 cm de profundidad.

El **cuadro 13** muestra los resultados de riqueza, equidad y diversidad los cuales revelaron que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tres sistemas de labranzas.

En cuanto a equidad, los resultados determinaron que en todas las labranzas es baja aunque fue de destacar LR que presentó el mayor valor.

Cuadro 13. Resultado de riqueza (S), equidad (J') e índice de Shannon- Weaver (H') para los distintos sistemas de labranzas de 5-10cm.

| 5-10 (cm) | | | |
|-------------|-------------------|------|-------------------|
| Tratamiento | S | J' | H' |
| LC | 7,00 ^a | 0,52 | 1,01 ^a |
| LR | 9,00 ^a | 0,65 | 1,43 ^a |
| SD | 8,00 ^a | 0,51 | 1,07 ^a |

SD: Siembra directa, **LR:** Labranza reducida, **LC:** Labranza convencional

En la **figura 14** se observó el dendrograma que muestra la similitud a través de la distancia, en el eje de las abscisas. Las comunidades bajo diferentes labranzas pueden ser separadas en 3 grupos. Cuando la distancia toma el valor cero (0) la similitud es máxima (100%). Las labranzas que se encuentran más cerca de este valor pueden agruparse en el grupo compuesto por LR y LC, aunque la asociación fue luego de la línea de corte.

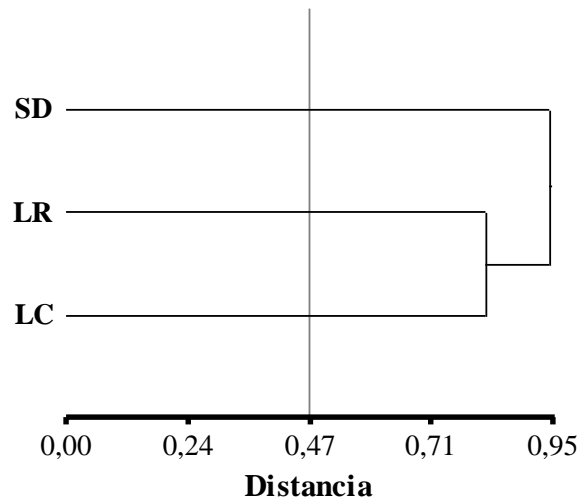


Figura 14. Dendrograma de similitud del BSS bajo diferentes sistemas de labranzas en 5 a 10 cm. de profundidad.

La **figura 15** muestra que solo se pudo visualizar la conformación de un solo conglomerado constituido por *Eleusine indica* y *Amaranthus quitensis*, no observándose conglomerados entre el resto de las especies.

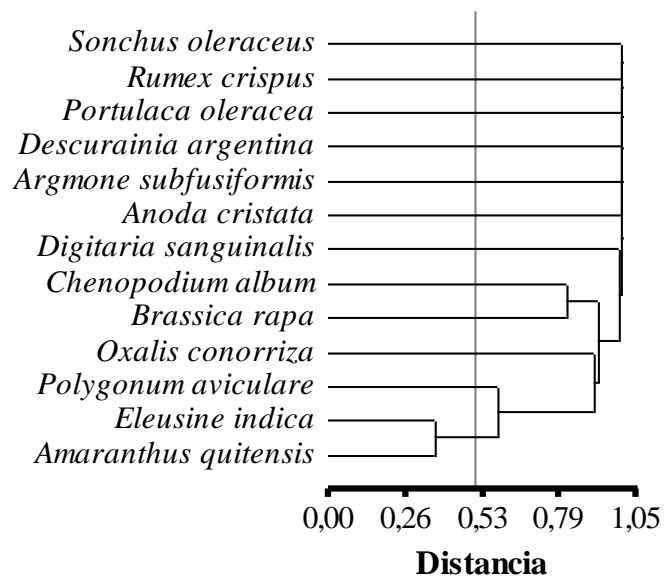


Figura 15. Análisis de conglomerados de las especies, utilizando el coeficiente de distancia de Sorensen en 5-10 cm de profundidad.

4. DISCUSIÓN

4.1. Tamaño del banco de semillas de suelo.

Al analizar el BSS entre 0-10 cm de profundidad bajo diferentes labranzas se observa que el mayor tamaño total se presenta en SD y LC, mostrando diferencias significativas con LR. Estos resultados concuerdan en parte con lo expresado por (Lutmam *et al.*, 2005; Magris, 2008) que afirman que la adopción de labranzas superficiales o de siembra directa reducen el disturbio del suelo e incrementan la proporción de semillas cerca de la superficie del mismo (Lutmam *et al.*, 2005; Magris, 2008).

El menor tamaño del BSS se contabiliza en LR, estos resultados difieren con lo encontrado Luna (2007), sin embargo esto puede deberse a que la LR se utilizó una rastra de discos tipo excéntrica, produciendo una remoción parcial de los primeros 10 cm de suelo.

Los antecedentes revisados indican que la SD debería tener mayor tamaño de BSS (Lutmam *et al.*, 2002; Ghersa y Martinez Ghersa, 2000), esto coincide con lo observado.

Entre los 0-5 cm de profundidad los mayores tamaños del BSS se presentaron en SD y LC respectivamente. La SD incrementan la proporción de semillas retenidas en la superficie del suelo (Yenish *et al.*, 1992). Ello se debe a que en SD, la lluvia de semillas de malezas se deposita principalmente en la superficie del suelo. El menor tamaño de BSS en esta profundidad se encuentra en LR, diferenciándose estadísticamente de SD.

En la profundidad 5-10 cm no se manifestaron diferencias significativas en los tamaños de los BSS entre las labranzas, esto se debería a que es una profundidad de transición de los tamaños de estos bancos en los distintos sistemas de labranzas, donde a medida que se incrementa la profundidad disminuye la cantidad de semillas por unidad de superficie, disminución que es proporcionalmente mayor en SD. En similitud con los resultados obtenidos por Giorgi (2007) y Magris (2008) el tamaño de BSS en LC expresa una disminución con respecto al tamaño en los 5 primeros cm de suelo y muestra diferencias significativas con el número de semillas/m² en LR y SD.

Contrariamente con los resultados de Luna (2007), a medida que aumenta la profundidad se disminuye el tamaño del BSS en LC y LR. Lo que podría ser explicado por Carter e Ivani (2006) quienes expresan 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 superficie y les confiere las condiciones para germinar (Carter e Ivani, 2006).

Las labranzas que muestran diferencias en el tamaño del BSS en las profundidades fueron LR y SD donde los mayores valores se observaron en los primeros cm del suelo coincidiendo parcialmente con Amuchastegui *et al.*, (2012), mientras que LC no muestra diferencias entre las profundidades muestreadas coincidiendo con Balzola (2012).

4.2. Composición del banco de semillas del suelo.

El BSS de 0-10 cm estuvo constituido por 25 especies, las cuales pertenecen a 17 familias, predominando en todos los sistemas de labranza las especies de ciclo de vida anual sobre las perennes coincidiendo con Magris (2008) y Adamo (2012). En cuanto al morfotipo predominaron las especies monocotiledóneas coincidiendo con Puricelli y Tiesca (2005). En SD la proporción de especies monocotiledóneas es menor que en LR y LC.

A diferencia de Magris (2008) y Luna (2007), respecto al ciclo de crecimiento, en todas las labranzas predominan las especies primavera-estivales, aunque en SD ese porcentaje es menor. Este resultado podría indicar que los programas de control químicos de malezas aplicados durante la rotación no han sido totalmente efectivos. El predominio de cultivos estivales debería aumentar la presión de control sobre este grupo de malezas, las que se esperaba que tengan menor participación en el BSS total. El principal problema serían los escapes de malezas hacia finales de ciclo de los cultivos, que no reciben ningún control ya que se considera que su influencia es baja en los rendimientos esperados, cumpliendo su ciclo en el lote, llegando a fructificar y dispersar sus semillas.

La mayor riqueza de especies se encuentra en SD, no diferenciándose significativamente de LR y LC. El mayor valor de equidad se presentó en SD, por lo que la diversidad específica fue mayor. Mientras que en LC se presentó el menor valor de riqueza de especies e índices intermedios de diversidad y equidad.

La proporción de malezas perennes es menor al 2% en las tres labranzas lo cual es importante ya que las mismas son un problema importante cuando el objetivo es la producción forrajera en este caso alfalfa, especialmente luego de 2 a 3 años de reducción o ausencia de laboreo, obligando a los productores a optar por otras alternativas de manejo.

La reducción de monocotiledóneas anuales en SD puede atribuirse a menores fluctuaciones térmicas o a la menor tasa de germinación por las menores temperaturas que ocurren en sistemas sin remoción de suelo. Por otra parte, la mayor cantidad de residuos en superficie reducen la transmisión de la luz hacia el suelo (Chauhan y Johnson, 2011). Otras posibles causas son la reducción de artrópodos en los sistemas de SD que se alimentan selectivamente de semillas de malezas latifoliadas y en menor grado de gramíneas anuales. De esta forma se han constituido en uno de los principales problemas para los productores pampeanos que adoptan sistemas de labranzas conservacionistas (Puricelli y Tiesca, 2005).

Las latifoliadas anuales tuvieron un mayor valor en la contribución porcentual del BSS en SD, ya que son, en general, favorecidas por los sistemas conservacionistas en comparación con sistemas con alto disturbio del suelo y se constituyeron, en uno de los principales problemas para los productores pampeanos que adoptaron estos sistemas de labranza (Puricelli y Tiesca, 2005).

En las tres labranzas y dos profundidades analizadas predominan *Amaranthus quitensis*, *Chenopodium album*, *Eleusine indica*, *Digitaria sanguinalis* y *Polygonum aviculare*, las cuatro

primeras son de ciclo primavero-estival lo que podría reflejar el predominio de cultivos estivales en el último tramo de la historia de uso del lote (Requesens *et al.*, 1997), con posterioridad al inicio del ciclo de pastura. Siendo *Eleusine indica* la especie de mayor contribución porcentual al banco de semillas del suelo; contribuyendo en LR y LC con más de 60% al total del BSS. A diferencia de Balzola (2012), quien encontró como principal maleza anual estival en la mismas labranzas a *Digitaria sanguinalis*. En este trabajo la especie estuvo presente pero en baja proporción principalmente en LR y LC.

La riqueza de especies es mayor en SD entre los 0-5 cm profundidad de suelo lo que podría deberse a la acumulación de las semillas de todas las plantas de diferentes especies que puedan crecer en ese ambiente, pero no muestra diferencias con LC y LR. La diversidad específica es mayor en SD, no diferenciándose significativamente del resto de los tratamientos, debido a un mayor índice de equidad. LR presenta valores intermedios de equidad y diversidad de especies. En cuanto equidad es baja en todos los tratamientos y esto se debe al gran aporte que realiza *Eleusine indica* siendo una especie que no es apetecible por el ganado por lo tanto de continuar esta pastura se incrementaría aún más esta especie.

En la profundidad de 5-10 cm no hay diferencias significativas entre las labranzas analizadas, aunque la riqueza de especies es mayor en LR, mientras que la diversidad específica se presenta en LC, debido a un bajo valor de riqueza y de equidad. La similitud florística en este estrato es mayor entre SD y LR, y podría deberse a que estas labranzas aplicadas no producen disturbios importantes entre 5-10 cm de profundidad.

La riqueza de especies en LC tiene su máximo valor entre 0-5 cm, no diferenciándose estadísticamente de 5-10 cm de profundidad; donde se produce la inversión del pan de tierra en el momento del laboreo del suelo permitiendo la mezcla de semillas que estaban en la superficie con aquellas que ya se encontraban enterradas a causa de laboreos anteriores. La diversidad específica y la equidad son menores en el primer estrato del perfil y tienden a ser mayores al aumentar la profundidad del suelo, encontrando resultados opuestos a los de Balzola (2012).

En LR la riqueza de especies no muestra diferencias en la distribución vertical del banco de semillas. La diversidad específica se incrementa a medida que aumenta la profundidad del perfil analizado como resultado del aumento de los valores de equidad coincidiendo con Adamo (2012).

En SD la riqueza es máxima en 0-5cm de suelo disminuyendo al llegar a 5-10 cm de profundidad y se reduce el disturbio en el perfil. La diversidad específica no tiene diferencias significativas, al igual que la equidad coincidiendo con Balzola (2012).

La similitud florística en el BSS en general fue baja, en ambas profundidades la similitud fue mayor entre LR y LC. Esto podría explicarse por el grado de remoción al que el perfil de suelo se somete.

5. CONCLUSIONES

El mayor tamaño del BSS se encuentra en los primeros 5 cm del suelo para los tres sistemas de labranza analizados y el valor más elevado lo muestra SD en dicha profundidad.

Del total de especies encontradas en el banco predominaron las de ciclo de vida anual, monocotiledóneas y primavero-estivales.

No existen diferencias estadísticamente significativas para riqueza, diversidad y equitatividad entre los tres tipos de labranzas, aunque el mayor valor para los tres índices lo tuvo LC. Se pudo demostrar que la riqueza no es modificada por la profundidad del suelo.

Hubo 6 especies comunes en las 3 labranzas las cuales fueron *Amaranthus quitensis*, *Brassica rapa*, *Chenopodium albus*, *Digitaria sanguinalis*, *Eleusine indica* y *Polygonum aviculare*. Siendo *Eleusine indica* la especie que tuvo mayor contribución al BSS.

Se encontraron 5 especies que presentan resistencia al glifosato; las cuales fueron: *Eleusine indica*, *Amaranthus quitensis*, *Brassica rapa*, *Rhapanus sativus* y *Sorghum halepense*. De estas especies, las 3 primeras contribuyen a formar el 85% del BSS en LC, el 75% en LR y el 50% en SD, evidenciando de esta manera una alta dominancia de malezas resistentes al glifosato en el total del BSS.

Se concluye que el manejo de malezas debería contemplar no solo el control químico de las mismas, sino también el manejo del pastoreo, rotaciones de cultivos y de pasturas y la posibilidad de realizar labores mecánicas, todas estas prácticas tendientes a evitar la germinación, desarrollo y fructificación de las malezas dominantes y por consiguiente la recarga de semillas al BSS.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ADAMO, R. 2012. *Distribución vertical del banco de semillas de malezas del suelo en diferentes sistemas de labranzas*. Tesis de grado. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. 36 pp.
- AMUCHÁSTEGUI, M. A., NUÑEZ, C. O., BALZOLA, C., ZORZA, E. y J. MULKO. 2012. Distribución vertical de las semillas de malezas, bajo diferentes tipos de labranzas en un sistema de rotación agrícola. XIV Jornadas Fitosanitarias Argentinas/ compilado por Nora Raquel Andrada *et al.*, - 1ª Ed.- Villa Mercedes. 10 pp. (cd-rom) ISBN 978-950-609-073-9.
- BATLA, D. y R. L. BENECH-ARNOLD 2007 Predicting changes in dormancy level in weed seed soil banks: Implications for weed management. *Crop Protection* 26:189-197.
- BALZOLA, C. 2012. Distribución vertical de las semillas de malezas, bajo diferentes tipos de labranzas en un sistema de rotación agrícola.
- BIANCO C. A., NUÑEZ, C. O. y T. A. KRAUS. 2000. Identificación de frutos y semillas de las principales malezas del centro de la Argentina. Editorial de la Fundación Universidad Nacional de Río Cuarto. 142 pp.
- BUHLER, D. D. 1999 Weed population responses to weed control practices. I. Seed bank, weed populations, and crop fields. *Weed. Sci.* 47:416-422.
- BUHLER, D. D., R. G. HARTZLER y F. FORCELLA 1997 Implications of weed seed dynamics to weed management. *Weed Sci.* 45:61-66.
- BUHLER, D. D. y M. D. K. OWEN. 1997. Emergence and survival of horsweed (*Conyza canadensis*). *Weed. Sci.* 45: 98-101.
- CARDINA, J. y D. H. SPARROW. 1996. A comparison of methods to predict weed seedling populations from the soil seedbank. *Weed Sci.* 44: 46-51.
- 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.* 90: 29-38.
- 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.
- CHAUHAN, B. S. y D. E. JOHNSON 2011. Ecological studies on *Echinochloa crus-galli* and the implications for weed management in direct-seeded rice. *Crop Protection* 30: 1385-1391.
- 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.
- GHOSHEH, H. y N. AL-HAJAJ. 2005. Weed seedbank response to tillage and crop rotation in a semi-arid environment. *Soil & Tillage Research* 84: 184-191.

- GIORGI, F. 2007. Efectos de los sistemas de labranzas y adición de nutrientes en el tamaño y composición del banco de semillas de malezas. Trabajo final para optar al grado de Ingeniero Agrónomo. FAV - UNRC.
- GRUBER, S., BÜHLER A., MORING J. y W. CLAUPEIN. 2010. Sleepers in the soil-Vertical distribution by tillage and long-term survival of oilseed rape seeds compared with plastic pellets. *Europ. J. Agron.* 33: 81-88.
- HARPER, J. L. 1970. Population Biology of Plants. London: Academic Press. pp. 33-111
- HAWES, C., SQUIRE, G. R., HALLET, P. D., WATSON, C. A. y M. YOUNG. 2010. Arable plant communities as indicators of farming practice. *Agric. Ecosys. Env.* 138: 17-26.
- HOBBS, R. J. y L. F. HUENNEKE. 1992. Disturbance, diversity and invasion: implications for conservation. *Conservation Biology* 6: 324-337.
- INFOSTAT. 2011. Infostat, versión 2011. Grupo Infostat, F. C. A. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- LEON, R. G. y M. D. K. OWEN. 2004. Artificial and natural seed banks differ in seedling emergence patterns. *Weed Science* 52:531-537.
- LUNA, N. A. 2007. *Distribución vertical del banco de semillas de malezas del suelo en diferentes sistemas de labranzas*. Tesis de grado. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. 32 pp.
- LUTMAN, P. J. W., CUSSANS, G. W., WRIGHT, K. J., WILSON, B. J., WRIGHT, G. Mc. N. y H. M. LAWSON. 2002. The persistence of seeds of 16 weeds species over six years in two arable fields. *Weed Res.* 42, 231-241.
- MAGRIS, R. 2008. *Efectos de los sistemas de labranzas sobre la distribución vertical del banco de semillas de malezas del suelo*. Tesis de grado. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. 31 pp.
- MÁRQUEZ, S., G. FUNES, M. CABIDO y E. PUCHETA 2002. Efectos del pastoreo sobre el banco de semillas germinable y la vegetación establecida en pastizales de montaña del centro de Argentina. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 75: 327-337.
- MOHLER, C. L., FRISCH, J. C. y C. E. Mc. CULLOCH. 2006. Vertical movement of weed surrogates by tillage implements and natural processes. *Soil & Tillage Res.* 86, 110-122.
- MORTIMER, A. M. y J. E. HILL. 1999. Weed species shifts in response to broad spectrum herbicides in sub-tropical and tropical. In: Proceedings 1999 Brighton Crop Protection Conference- Weeds, Brighton, U.K. 425 pp.
- PECO, B., ORTEGA, M. y C. LEVASSOR. 1998. Similarity between seed bank and vegetation in Mediterranean grassland: a predictive model. *Journal of Vegetation Science* 9: 815-828.
- PURICELLI, E. y D. TUESCA. 2005. Análisis de los cambios en las comunidades de malezas en siembra directa y sus factores determinantes. *Rev. de la Fac. de Agronomía, La Plata* 102 (1): 97:118.

- RADOSEVICH, S., HOLT, J. y C. GHERSA. 1997. *Weed Ecology: Implications for Management*, second ed. John Wiley & Sons, NY, USA. 589.
- 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.
- SERRA, A. 2010. *Efectos del laboreo sobre la emergencia de malezas en un cultivo de soja RR (Glycine max (L.) Merr)*. Tesis de grado. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. pp32.
- SHANNON, C. E. y W. WEAVER. 1949. *The mathematical theory of communication*. Univ. of Illinois Press Urbana S. L.
- 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.
- SORENSEN, T. 1948. A method of established groups of equal amplitude in plat sociology base on similarity of species content and its application to analysis of the vegetation of Dannish commons. *Biol. Skrifter* 5:1-34.
- SCURSONI, J. A. 2009. Malezas. Concepto, identificación y manejo en sistemas cultivados.
- THOMPSON, K., BAKKER, J. y R. BEKKER. 1997. *The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity*. Cambridge University Press. United Kingdom. 276 pp.
- VITTA, J., FACCINI, D., NISENSOHN, L., PURICELLI, E., TUESCA, D. y E. LEGUIZAMÓN. 1999. *Las malezas en la región sojera núcleo argentina: situación actual y perspectiva*. Dow Agroscienses. San Isidro, Argentina. 47 pp.
- 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. ANEXOS

Anexo 1. Características biológicas del total de las especies presentes en el banco de semillas.

| Especies | Nombre vulgar | Familia | Ciclo biológico | Ciclo de crecimiento | Forma de dispersión |
|------------------------------|-------------------|----------------|-----------------|----------------------|---------------------|
| <i>Amaranthus quitensis*</i> | Yuyo Colorado | Amarantáceas | Anual | Estival | Atelocora |
| <i>Ammi majus</i> | Falsa viznaga | Apiaceae | Anual | Invernal | Atelocora |
| <i>Ammi viznaga</i> | Viznaga | Umbelíferas | Anual | Estival | Atelocora |
| <i>Anoda cristata</i> | Oreja de gato | Malváceas | Anual | Estival | Atelocora |
| <i>Cyperus rotundus</i> | Cebollin | Ciperaceae | Perenne | Estival | Atelocora |
| <i>Brassica rapa*</i> | Nabo | Brassicáceas | Anual | Invernal | Atelocora |
| <i>Chenopodium album</i> | Quinoa | Quenopodiáceas | Anual | Estival | Atelocora |
| <i>Convolvulus arvensis</i> | Correhuela | Convolvulaceae | Perenne | Invernal | Atelocora |
| <i>Descurainia argentina</i> | Altamisa colorada | Brassicáceas | Anual | Invernal | Atelocora |
| <i>Digitaria sanguinalis</i> | Pata de gallina | Poáceas | Anual | Estival | Atelocora |
| <i>Echinochloa crusgalli</i> | Capín | Poáceas | Anual | Estival | Atelocora |
| <i>Eleusine indica*</i> | Pie de gallina | Poáceas | Anual | Estival | Atelocora |
| <i>Lithospermum spp</i> | Yuyo moro | Borraginaceae | Anual | Invernal | Atelocora |
| <i>Mollugo verticillata</i> | Mollugo | Mollugináceas | Anual | Estival | Atelocora |
| <i>Oxalis conorrhiza</i> | Vinagrillo | Oxalidáceas | Perenne | Invernal | Atelocora |
| <i>Panicum bergii</i> | Paja voladora | Poáceas | Perenne | Estival | Anemócora |
| <i>Polygonum aviculare</i> | Cien nudos | Poligonácaes | Anual | Invernal | Atelocora |
| <i>Portulaca oleracea</i> | Verdolaga | Portulacáceas | Anual | Estival | Atelocora |
| <i>Raphanus sativus*</i> | Nabón | Brassicáceas | Anual | Invernal | Atelocora |
| <i>Rumex crispus</i> | Lengua de vaca | Poligonácaes | Perenne | Invernal | Atelocora |
| <i>Setaria parviflora</i> | Baraval | Poáceas | Perenne | Estival | Atelocora |

| | | | | | |
|----------------------------|----------------|-------------|---------|----------|-----------|
| <i>Setaria viridis</i> | Cola de zorro | Poaceas | Perenne | Estival | Atelocora |
| <i>Sonchus oleraceus</i> | Cerraja | Asteraceae | Perenne | Estival | Anemocora |
| <i>Sorghum halepense*</i> | Sorgo de alepo | Poáceas | Perenne | Estival | Atelocora |
| <i>Verbena bonariensis</i> | Verbena | Verbenáceas | Perenne | Invernal | Atelocora |

*Especie identificada como resistente según SENASA informe de mayo 2016.