

**Efecto de la época y densidad de siembra de *Leptochloa crinita* para la producción de semillas y forraje en el departamento de Lavalle, Mendoza.**



**Ingeniero Agrónomo Oscar Bernard**

**Mendoza, 2024**

**Tesis de Maestría en Producción Ganadera de Zonas Áridas**

**Directora: Doctora Liliana Allegretti**

**Codirectora: Doctora Carmen Sartor**



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO



**FACULTAD DE**  
**CIENCIAS**  
**AGRARIAS**

## RESUMEN

*Leptochloa crinita*, es una gramínea nativa de zonas áridas, que destaca por su potencial forrajero, pudiendo ser utilizada como herramienta para la revegetación de campos degradados en regiones áridas y semiáridas.

El objetivo del estudio fue evaluar como la época y densidad de siembra afectan su producción de semillas y forraje en el Departamento de Lavalle, Mendoza. Para ello, se implementó un diseño experimental en parcelas divididas, bajo riego con siembras en primavera y verano, utilizando diferentes densidades ( $1,5$ ,  $3$  y  $5\text{ kg ha}^{-1}$ ). Se midieron variables como emergencia, supervivencia, número de macollos, diámetro de corona, producción de materia seca, como también cantidad y peso de las panojas

Los resultados mostraron que la siembra en verano con una densidad de  $3\text{ kg ha}^{-1}$  optimizó la producción de semillas al combinar mayor peso y cantidad de panojas por metro cuadrado, mientras que la menor densidad de  $1,5\text{ kg ha}^{-1}$  maximizó la producción de materia seca en verano. En primavera la densidad de siembra de  $5\text{ kg ha}^{-1}$  incrementó la cantidad de forraje, pero tuvo menor eficiencia individual por planta.

*Leptochloa crinita* demostró ser una opción viable para la producción de forraje y semilla en condiciones bajo riego, destacándose su potencial para la creación de semilleros destinados a programas de revegetación, restauración y recuperación de campos degradados.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que, con paciencia y dedicación, me acompañaron y guiaron a lo largo de esta etapa tan significativa.

A mi directora de tesis, Liliana Allegretti y a mi codirectora Carmen Sartor, por su invaluable disposición, amabilidad y buena voluntad. Con paciencia y claridad supieron responder cada una de mis dudas e inquietudes. Ellas fueron fundamentales para avanzar y culminar este proyecto.

Al ingeniero Fabio Tacchini que en todo momento me instó a terminar esta tesis.

A mi familia, que pese a mis múltiples obligaciones, siempre me alentó a seguir adelante y completar esta nueva etapa de mi carrera. Su apoyo incondicional ha sido una fuente constante de motivación.

También quiero destacar y agradecer la colaboración de la Municipalidad del Departamento de Lavalle. Su generosidad al ceder el terreno donde se llevaron a cabo las parcelas experimentales fue clave para el desarrollo de esta experiencia.

Un reconocimiento especial al personal municipal, que participó activamente en la recolección de las panojas portadoras de las semillas, las labores de movimiento y preparación del suelo como también en la tarea del riego de las parcelas experimentales hasta la finalización del proyecto.

A todos ustedes, mi eterna gratitud.

## **ÍNDICE GENERAL**

<b>1- INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>2- OBJETIVO GENERAL</b>	<b>7</b>
<b>3- HIPOTESIS</b>	<b>7</b>
<b>4- DESCRIPCIÓN Y ORIGEN DEL MATERIAL</b>	<b>8</b>
<b>5- MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>11</b>
<b>6- RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>20</b>
<b>7- CONCLUSIONES</b>	<b>33</b>
<b>8- BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>36</b>
<b>9- ANEXOS</b>	<b>41</b>

## 1-Introducción

A nivel mundial los pastizales naturales son ecosistemas fundamentales debido a su biodiversidad, funciones ecológicas, y a los servicios ambientales que proporcionan. Son reservorios de flora y fauna de una gran cantidad de especies adaptadas, muchas de las cuales no podrían sobrevivir en otros ecosistemas. Son un sustento para la ganadería extensiva y esencial para comunidades rurales y economías regionales. Muchas comunidades indígenas están conectadas con los pastizales, no sólo como recurso económico sino como parte de su cultura e historia. Forman parte también del turismo y la recreación. A pesar de su importancia, los pastizales enfrentan graves amenazas, siendo el sobrepastoreo por malos manejos y la conversión a tierras agrícolas las principales causas de su disminución, (Paruelo et al., 2007).

En Argentina los pastizales naturales ocupan aproximadamente el 75 % de la superficie del país, con vegetación de la más variada fisonomía. (Deregibus, 1988) y están distribuidos en varias regiones ecológicas. Se los considera el sustento más importante de la ganadería de cría, en la Pampa Húmeda, los pastizales de la Patagonia, de la Mesopotamia y la región del Monte, entre otros. En numerosas ocasiones estos pastizales se encuentran empobrecidos por mal uso y sobrepastoreo animal, que conlleva a un proceso de degradación, reemplazo y/o pérdida de especies vegetales por otras de menor valor forrajero (Stritzler, 2010).

La revegetación, con especies forrajeras nativas o exóticas, podría ser una alternativa para mejorar los campos naturales degradados (Guevara et al., 2009; Villagra et al., 2017). En las provincias de San Luis y Mendoza es conocida la introducción de forrajeras exóticas como pasto llorón (*Eragrostis curvula*) o digitaria (*Digitaria eriantha*), aunque con resultados variables, debido a que estas especies requieren entre 400 y 600 mm de precipitación para su implantación, que en muchos casos resulta errática y no alcanza estos valores (Mora et al., 2013). Las especies nativas, por otro lado, están totalmente adaptadas a las escasas precipitaciones y altas temperaturas características de las zonas áridas (Villagra et al., 2011), pero es necesaria la generación de información sobre cómo manejarlas para lograr buenas producciones. El principal recurso forrajero de la Provincia de Mendoza está basado en el pastizal natural y su valor está fundado en la calidad forrajera de sus especies perennes y su comportamiento ante las variaciones de los factores climáticos.

*Leptochloa crinita* (Lag.) P.M. Peterson & N.W. Snow (anteriormente *Trichloris crinita*), comúnmente llamado “pasto de hoja”, “pasto de vaca” o “plumerito”, según la zona. Es una de las especies nativas más promisorias para ser utilizada como cultivo forrajero o en la recuperación de campos naturales.

Se trata de una gramínea nativa perenne, que vegeta desde mediados de octubre hasta las primeras heladas de otoño (Cano, 1988). Es una especie con ciclo fotosintético C4 (Cavagnaro J.B., 1988; Passera et al., 2010).

En Mendoza, donde las precipitaciones primaverales son escasas y variables, la actividad vegetativa de la planta suele iniciarse con las lluvias estivales, cuya ocurrencia es más predecible. Presenta un crecimiento de tipo episódico, oportunístico, desarrollándose en pulsos durante la estación de crecimiento, en respuesta a condiciones favorables de temperatura y disponibilidad hídrica (Dalmasso, 1994; Seligman et al., 1992).

Se encuentra distribuida a lo largo del Oeste argentino en una amplia variedad de ambientes, con preferencia en los suelos con alto contenido de arcilla, inclusive en suelos salinos.(Avila R. et al., 2014) Esta especie crece con altas temperaturas y tolera déficit hídrico (Greco y Cavagnaro, 2002; Villagra et al., 2011). Su adaptación a regímenes de precipitación menores a los 350 mm de lluvia anuales la colocan como especie de importancia ante otras especies megatérmicas. Se desarrolla en regiones de bajas temperaturas invernales en el sector semiárido y árido del centro-oeste argentino. Desde el punto de vista ganadero, *L. crinita* tiene un rendimiento anual en forraje verde comparativamente alto con respecto a otras especies nativas de la región, tolerando muy bien la defoliación (Greco y Cavagnaro, 2002; 2005; Cavagnaro y Dalmasso, 1983).

Es de destacar el comportamiento de *L. crinita* en los suelos arenosos del Norte de la Provincia del Monte, donde la especie genera rizomas y estolones extendidos (La Rioja y Catamarca) como una adaptación a suelos de textura gruesa (Colección de forrajeras nativas IADIZA, 1984).

Es muy apetecida por los animales, durante la estación de crecimiento, por su alto valor nutritivo en cuanto a proteína bruta (Wainstein y González, 1971; Cerqueira et al., 2004; Dominguez et al., 2022.) Además, su presencia en los pastizales es indicadora de buena condición forrajera (Kunst et al., 2007).

Debido a que *L. crinita* presenta reproducción sexual predominantemente autógama y auto-compatible, forma poblaciones fenológicamente similares entre sí, pero que varían en la cantidad de biomasa que producen anualmente y en la calidad forrajera (Cavagnaro et al., 2006; Dominguez et al., 2022; Kozub et al., 2017). Actualmente, hay 5 variedades de esta especie registradas en el Instituto Nacional de Semillas (INASE). Sin embargo, la producción de semillas para su comercialización es uno de los limitantes para el uso de esta especie en programas de revegetación.

Son pocos los trabajos dónde se evalúan estrategias de implantación *L. crinita* con el objetivo de mejorar la calidad forrajera de campos de zonas áridas. Domínguez et al., 2021, encontraron que la densidad de siembra y la estación de implantación influyen sobre la producción de forraje. Además, debido a que esta especie requiere altos requerimientos hídricos para la germinación y

posterior supervivencia de las plántulas (Greco et al., 2013; Sartor et al., 2024) es necesario explorar técnicas de cultivo de *L. crinita* en sistemas bajo riego. En este sentido la provincia de Mendoza, al contar con la posibilidad del riego, puede ser un sitio adecuado para el cultivo de *L. crinita* y la producción de sus semillas, las que luego podrán ser utilizadas para repoblar campos degradados y mejorar la receptividad ganadera de campos naturales.

## **2-Objetivo general**

Determinar la fecha y densidad de siembra más adecuada de *Leptochloa crinita* que optimicen la implantación, la producción de semilla y forraje en cantidad y calidad, en condiciones de cultivo bajo riego en el Departamento de Lavalle, Mendoza.

### **2.1. Objetivos específicos**

- Estudiar el efecto de la época y densidad de siembra en la emergencia, la supervivencia y el crecimiento de las plantas.
- Analizar el efecto de época y densidad de siembra sobre la producción de semillas.
- Comparar el efecto de época y densidad de siembra sobre la producción de materia seca y la calidad del forraje.
- Describir cómo la densidad y la época de siembra influyen sobre aspectos fenológicos de las plantas.

## **3-Hipótesis**

La época y densidad de siembra de *Leptochloa crinita*, influirán en la implantación, crecimiento, producción de semilla y de forraje.

Por esto se predice que:

En la siembra de primavera habrá un porcentaje mayor de establecimiento de plantas y por lo tanto de producción de semillas y materia seca forrajera, mientras que con la siembra de verano habrá menos tiempo para el establecimiento de las plantas y menor producción de semilla y forraje el primer año.

A mayor densidad de siembra habrá mayor cantidad de plantas por metro cuadrado compensando las pérdidas de semilla por lavado del riego, comparado con la menor densidad, sin embargo el tamaño de las plantas, la producción de semilla y materia seca forrajera por planta serán menores en densidades de siembra mayores debido a la competencia entre plantas.

Las mayores producciones de semilla y materia seca forrajera por metro cuadrado serán con densidades intermedias en primavera.

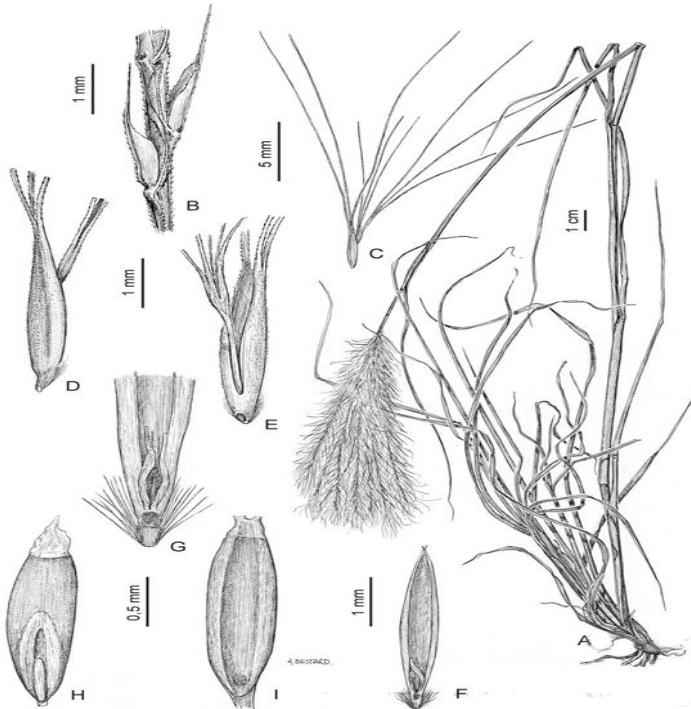
#### **4- Descripción y origen del material de *Leptochloa crinita*.**

##### **4.1. Descripción de la especie.**

*Leptochloa crinita*, es una gramínea, de la familia de las Poáceas, su nombre común en Mendoza es “pasto de hoja”, “pasto plumerito” o “pasto de vaca”. Ha sido descripta por varios autores como Parodi (1947); Burkart (1969); Roig (1971); Ruiz Leal (1972) Nicora (1978) y Soreng et al. (2017).

Según Ruiz Leal (1972), es una planta perenne cespitosa (Figura 1), erecta, de 50 a 70 cm de alto con tallos sólidos glabros, cañas hojosas, hojas anchas (vainas redondeadas y láminas lineares, aplanadas o plegadas) a veces hirsutas (pelos dispersos y duros). Las hojas se presentan en 2 filas opuestas, con vainas cubiertas de pelos erectos y rígidos, o con largos pelos sólo en el margen, más cortas que los entrenudos; lígula pestañosa con mechón de pelos de 6–7 mm, a sus costados; láminas conduplicadas, con pelos largos en la cara adaxial, pilosas en la abaxial. La panoja está formada por inflorescencias en penacho denso (formando una panoja densa con 7 a 25 espigas de 5 a 10 cm de largo), de color rosado pálido o violáceo al inicio de floración o pajizo al madurar sobre cañas rígidas.

Las espiguillas son las inflorescencias elementales de las gramíneas, que en este caso son angostas aristadas con un antecio inferior fértiles hermafrodita y dos antecios superiores estériles y reducidos, con 2 glumas en un breve pedicelo membranáceas, desiguales entre sí. Las espiguillas se encuentran dispuestas en 2 rangos sobre un lado del raquis. Son 2-3 antecios, siempre triaristados .El fruto es un cariopse de 2 a 2.4 mm fusiforme, translúcido, dorsalmente comprimido con surco en la cara ventral (Figura 1).



**Figura 1:** Morfología planta de *Leptochloa crinita*. (A) Planta entera (B) raquis con glumas (C) antecio, (D) antecio (vista lateral), (E) antecio (vista ventral), (F) palea (vista ventral), (G) callo y base de la pálea con lodículas soldadas (H) cariopsis

En Sudamérica, Bolivia, Argentina y Uruguay. *L. crinita* es una gramínea perenne, con una distribución natural disyunta entre regiones áridas y semiáridas cálidas de Sudamérica y Norteamérica, sur de Texas, México y Arizona. (Quiroga, 2022). En Mendoza es común en toda la provincia especialmente en la zona centro norte y en la región de la llanura este y siempre con excelente reputación como forrajera, con presencia de matas muy fuertes bastante perseguidas por el ganado siendo una especie característica de suelos arcillosos e inundables (Roig, 1970).

*L. crinita* se reproduce sexualmente y el sistema reproductivo es autógamo, altamente autocompatible con muy poca reproducción de tipo cruzada por la corta vida útil de su polen (Kozub et al., 2017, Domínguez et al 2024). La autogamia presenta ventajas reproductivas que incluyen la fijación y mantenimiento de genotipos altamente adaptados al hábitat (Richards, 1986; Campbell et al., 1983). *L. crinita* tiene una distribución normal en ambientes restrictivos (aridez y salinidad) por lo que la autogamia y su efecto de aseguramiento reproductivo, sería parte de una estrategia dirigida a garantizar la reproducción. La fecundidad promedio supera el 70 %, por lo que la producción de frutos de la especie no sería un factor limitante para introducción a cultivo (Gutiérrez et al., 2016). La planta tiene un solo antecio inferior perfecto y potencialmente fructífero.

La germinación de esta especie se produce dentro de un rango de temperaturas promedio entre 25 y 35°C (Di Gambatista et al., 2010; Greco et al., 2003; Zabala et al., 2011) y es necesario un evento disparador de precipitación mayor a 35 mm en la estación de verano y en suelos arenosos (Greco et al., 2013; Sartor et al., 2024).

#### **4.2. Recolección de semilla para la experiencia.**

Las semillas utilizadas en el ensayo fueron recolectadas en campos pertenecientes a la empresa Molto S.A. del Departamento de Lavalle, Mendoza (frente a la planta industrial) en la Ruta Provincial 34 (32°747572 – 68° 480816). La localización del lugar de cosecha fue la ideal, ya que la experiencia de siembra se hizo en terrenos del Consejo Apícola de Lavalle a escasos 3 km de la zona de recolección, evitando así cualquier problema de adaptación de las plantas a la zona de ensayo.

Para la obtención de las semillas se cosecharon las panojas en el mes de Julio de 2016 en forma manual y cortando a tijera cada una. Se recolectaron en bolsas plásticas las cuales fueron almacenadas en lugar seco y fresco y sin el agregado de ningún químico o conservante hasta el momento de su preparación y posterior siembra en noviembre de 2016.

La cosecha fue realizada y llevada a cabo por personal aportado por la Municipalidad de Lavalle (Figura 2).

Previo a la siembra se llevaron a cabo pruebas de viabilidad de las semillas, mediante el test de Tetrazolio, y poder germinativo de las mismas. Ambos estudios se llevaron a cabo en la cátedra de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo.

Los resultados obtenidos fueron 90 % de las semillas eran de viabilidad y con un poder germinativo de 65%.

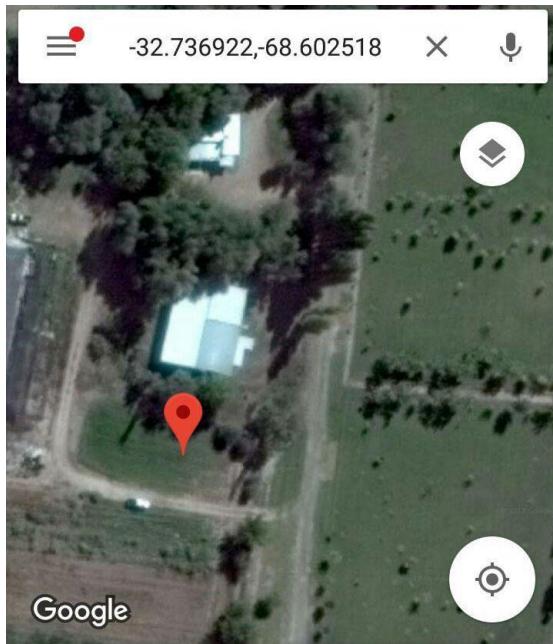


**Figura 2:** Cosecha de las semillas utilizadas en el ensayo.  
Foto Oscar Bernard (20/05/2016).

## 5- Materiales y Métodos

### 5.1. Sitio de estudio

El terreno utilizado para la experiencia corresponde a una pequeña finca con derecho a riego, emplazado en la Villa Tulumaya, perteneciente al Consejo Apícola dependiente del Municipio de Lavalle (Figura 3).



**Figura 3:** Sitio donde se ubicaron las parcelas de siembra

Para caracterizar el suelo, se tomaron muestras que fueron enviadas para su análisis a la Cátedra de Edafología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo. Los resultados de dichas muestras indican que el suelo es del tipo franco, franco limoso con un pH de 7,5 y una conductividad eléctrica promedio de 2,6 dS/m.

El clima del Departamento de Lavalle tiene características marcadas de aridez, con una temperatura media anual de 16°C. Las temperaturas de verano son muy altas debido a la gran irradiación solar, mientras que en invierno se registran temperaturas muy bajas con fuertes heladas. Las precipitaciones son escasas y alcanzan los 168 mm anuales, siendo mayores en primavera y más aún en verano, principalmente en el mes de febrero (Servicio Meteorológico Nacional).

## 5.2. Diseño experimental

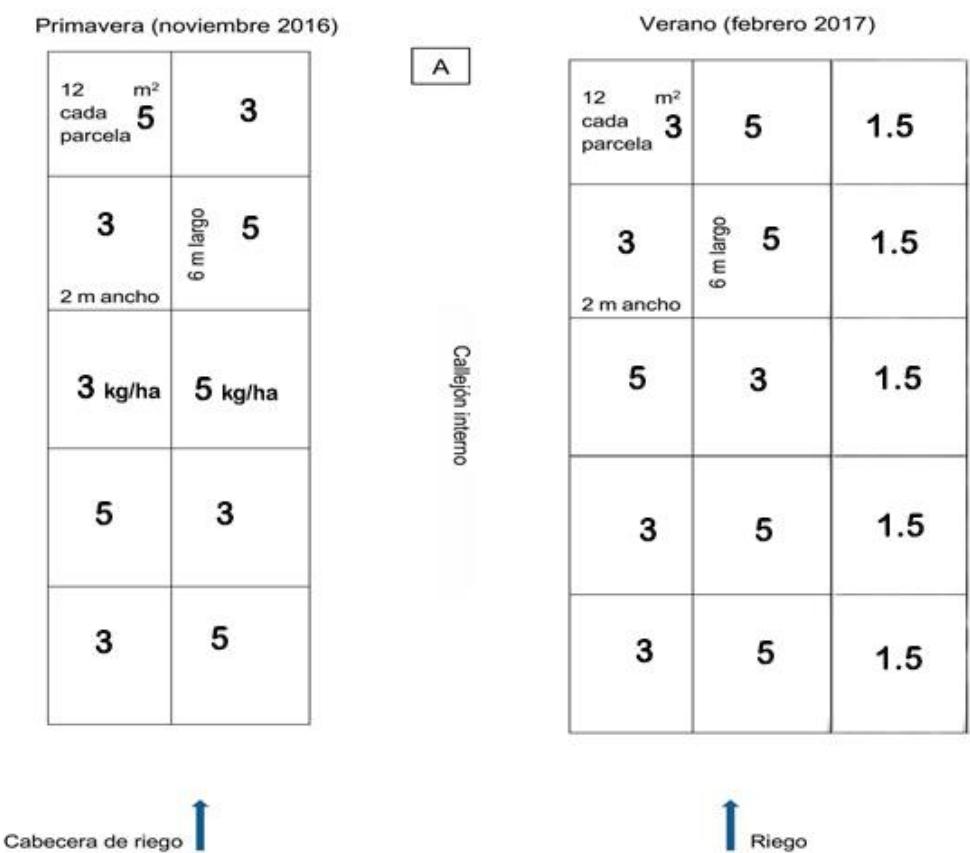
Se estudiaron principalmente dos densidades de siembra, equivalentes a 3 y 5 kg por hectárea y dos épocas de siembra, fines de primavera (noviembre 2016) y fines de verano (febrero 2017). Para la elección de dichas densidades se consideraron valores estimativos, previendo posibles pérdidas de semilla en los surcos del riego. Se tomaron en cuenta, densidades ya conocidas y utilizadas con otras semillas forrajeras de similares características, como *Digitaria eriantha*, *Cenchrus ciliaris* y *Eragrostis curvula* (Gargano et al., 2004; Blanco et al., 2005; Saenz Reyes et al., 2019). Paralelamente a la experiencia se discutieron ajustes de diseño con el ingeniero Pedro Namur de INTA Chamical, La Rioja.

La elección de noviembre para la siembra de primavera se justifica teniendo en cuenta que octubre todavía es un mes frío y con alta posibilidad de heladas tardías que pudieran hacer fracasar la emergencia. El mes de febrero se eligió para la siembra de verano, evitando hacerlo en enero por las altas temperaturas para la zona en cuestión.

Los ensayos se realizaron bajo un diseño de 2 parcelas principales por época de siembra (una primavera y otra de verano), divididas a su vez por dos tratamientos de densidad de siembra  $3 \text{ kg ha}^{-1}$  y  $5 \text{ kg ha}^{-1}$  y 5 repeticiones por tratamiento.(Figura 4)

Las parcelas tenían una superficie  $12 \text{ m}^2$  cada una. Se dividieron con estacas de madera y el cuadriculado se realizó con una cuerda de alta resistencia atada a las estacas (Figura 4).

En base al gran número de plantas emergidas en ambas densidades de siembra en primavera, surgió la idea de agregar un tratamiento con menor densidad de siembra a las dos originalmente planteadas. Por dicho motivo, en la siembra de verano además de las densidades de  $3 \text{ kg ha}^{-1}$  y  $5 \text{ kg ha}^{-1}$  se incluyó una densidad de siembra extra de  $1,5 \text{ kg ha}^{-1}$ .





**Figura 4:** A) Croquis del diseño de parcelas de siembra, B) Preparación de las parcelas experimentales para siembra- Foto Oscar Bernard (10/02/2017).

Se utilizó un diseño de bloques apareados para los tratamientos de densidad de siembra. Cada par de parcelas contiguas funciona como un bloque, donde se asigna un tratamiento de densidad a una parcela y el tratamiento opuesto a la contigua. En primera instancia se sorteó una fila de tratamientos y en la contigua se hacía la opuesta, es decir que si en una parcela salía sorteado el tratamiento de 3 kg ha<sup>-1</sup> en la contigua se hacía la parcela de 5 kg ha<sup>-1</sup> y de esa manera hasta completar las 5 repeticiones tanto en primavera como en verano.

La distancia entre surcos tomada fue de 0,5 m, es decir que se realizaron cuatro surcos en los 2 m de ancho de cada parcela, la siembra no solo se realizó sobre el lomo o camellón del surco, sino que fue al voleo de manera tal que se dispersó semilla cubriendo toda la superficie. No se realizaron labores de tapado de las semillas.

Los tratamientos de primavera y verano, estuvieron separados por un callejón intermedio de unos 4 metros de ancho (Figura 4 A). El tipo de riego utilizado fue por surco por turnos. La lámina de riego necesaria fue calculada en función de los datos de suelo del sitio, el cultivo y las condiciones climáticas de Lavalle. La lámina (L) de riego se calculó a través de la fórmula,  $L = Q * t / A$ . El caudal (Q) de agua aportada se determinó en forma práctica y se multiplicó por el tiempo (t) de riego sobre la superficie (A) de las parcelas.

El riego se realizó con orientación Este-Oeste debido a la pendiente del terreno. La textura del suelo permitió riegos sin problemas de pérdidas de agua por infiltración comunes de suelos arenosos, ni tampoco pérdidas por escorrentía a veces producidas en suelos de textura de tipo arcillosa. El caudal de agua de la acequia principal siempre fue suficiente para regar todas las parcelas de la experiencia. En ningún momento se dejó de aportar la lámina de agua necesaria

para las parcelas experimentales. Se consideró un pulso mínimo de 40 mm de agua para la emergencia de gramíneas nativas perennes (Greco et al., 2013).

La siembra de primavera se realizó el día 11 de noviembre de 2016 e inmediatamente se procedió a regar con 50 mm el tratamiento. Los riegos posteriores fueron en forma superficial a manto con la aplicación de 3 láminas de 50 mm por mes durante diciembre, enero, febrero y marzo. A principios de abril se realizó un riego de 25 mm, cuando las plantas se tornaron de color pajizo y completaron la producción y maduración de las semillas, totalizando así 675 mm de agua aportada. Es importante notar que durante todo el periodo de crecimiento del tratamiento de primavera las plantas también recibieron 116 mm de precipitación (Tabla 1). Dando un total de 791 mm de agua para primavera. La siembra de verano se realizó el 10 febrero de 2017 junto con el riego aportando una lámina de 50 mm a todo el tratamiento de densidad de siembra. Se realizaron tres riegos por mes con láminas de 50 mm cada una (150mm totales por mes). Esta siembra se regó hasta fines de abril cuando las plantas se tornaron de color pajizo y las semillas ya estaban maduras. (15 días más tarde en comparación con la siembra de primavera.) El aporte de agua de riego total fue de 450 mm y el aporte total de precipitaciones fue de 66 mm (Tabla 1).Dando un total de 516 mm de agua para el verano.

La técnica de siembra, manipulación de las panojas y proceso de distribución de semilla de *L. crinita* es compleja. Al momento de manipular la semilla y posterior siembra, es conocido el problema del apelotonamiento que se produce debido al entremezclado de las aristas de las espiguillas y su posterior dificultad de distribución. Se han buscado a través del tiempo varias alternativas para solucionarlo, muchas veces costosas y/o complicadas. En el capítulo Anexos se presenta y detalla una solución sencilla y económica realizada con viruta de pino, desarrollada luego de varias experiencias de siembra de la especie por parte del maestrando.

**Tabla 1:** Precipitaciones mensuales (mm) ocurridas durante los meses que se llevó a cabo la experiencia según la estación meteorológica de Gustavo André. (Datos aportados por la Dirección de Contingencias Climáticas de la Provincia de Mendoza).

Noviembre 2016	Diciembre 2016	Enero 2017	Febrero 2017	Marzo 2017	Abril 2017	Mayo 2017
23,2	19,6	7,2	31,8	11,6	22,6	0

Para controlar la competencia de malezas de hoja fina (tipo gramíneas) se realizaron labores manuales en las parcelas pasados 30 días de la emergencia. No se realizó control químico ni mecánico previo a la siembra.

Control químico se realizó solamente para malezas de hoja ancha, utilizando el herbicida de post-emergencia Fluroxipir meptil, el cual fue observado y probado en su funcionamiento, ya que no existía experiencia ni conocimiento previo en tal sentido. Esta temática se encuentra desarrollada en el capítulo de Anexos. La emergencia se midió el día 14 desde la siembra y la densidad de plantas se contó en los mismos sectores cada 15 días hasta completar 120 días desde la siembra. (Figura 7). Para esto se utilizó un aro de alambre de 29 cm de diámetro, el cual se lanzaba al azar sobre las parcelas, y se contaban todas las plántulas emergidas. (Figura 5) Esta acción se realizó 3 veces por parcela y se utilizó como dato el promedio de las tres repeticiones. Los valores se expresaron en plantas por metro cuadrado para cada tratamiento.



**Figura 5:** Conteo de plántulas emergidas (aro alambre, día 30 desde la siembra)  
Foto Oscar Bernard (10/12/2016).

El diámetro de las coronas y el número de macollos por planta fueron medidos y contabilizados al azar para ambos tratamientos de densidad de siembra en una sola oportunidad tanto en el tratamiento de primavera como el de verano.

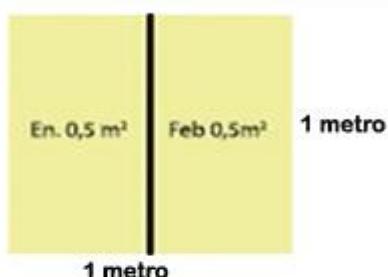
En cada parcela se tomaron 5 plantas al azar, se les midió el diámetro de la corona y se contó el número de macollos. Estas mediciones se hicieron finalizando febrero (tratamiento de primavera) es decir a los 105 días después de la siembra (Figura 7). Para el tratamiento de verano las mediciones se hicieron a fines de abril, unos 80 días después de la siembra.

Para determinar la materia seca forrajera y el número y peso de las panojas, en todas las parcelas se delimitaron 2 sectores tomados al azar de  $1\text{ m}^2$  cada uno, los cuales se dividieron a su vez en 2 subparcelas de  $0,5\text{ m}^2$  (Figura 6).

## PRIMAVERA

### Esquema de subparcelas de 1 metro cuadrado (subdivididas en 2)

#### Peso de Materia Seca



#### Peso Panojas por m<sup>2</sup> y N° Panojas



## VERANO

#### Peso de Materia Seca



#### Peso Panojas por m<sup>2</sup> y N° Panojas



**Figura 6:** Esquema de la delimitación de las subparcelas.

Para el tratamiento de primavera, la primera medición se realizó en febrero.

En una de las subparcelas se eligieron al azar 5 plantas, a estas se les contó el número de panojas, las cuales fueron posteriormente cortadas y secadas hasta un valor de peso constante.

Luego se repitió el procedimiento en marzo en la subparcela contigua.

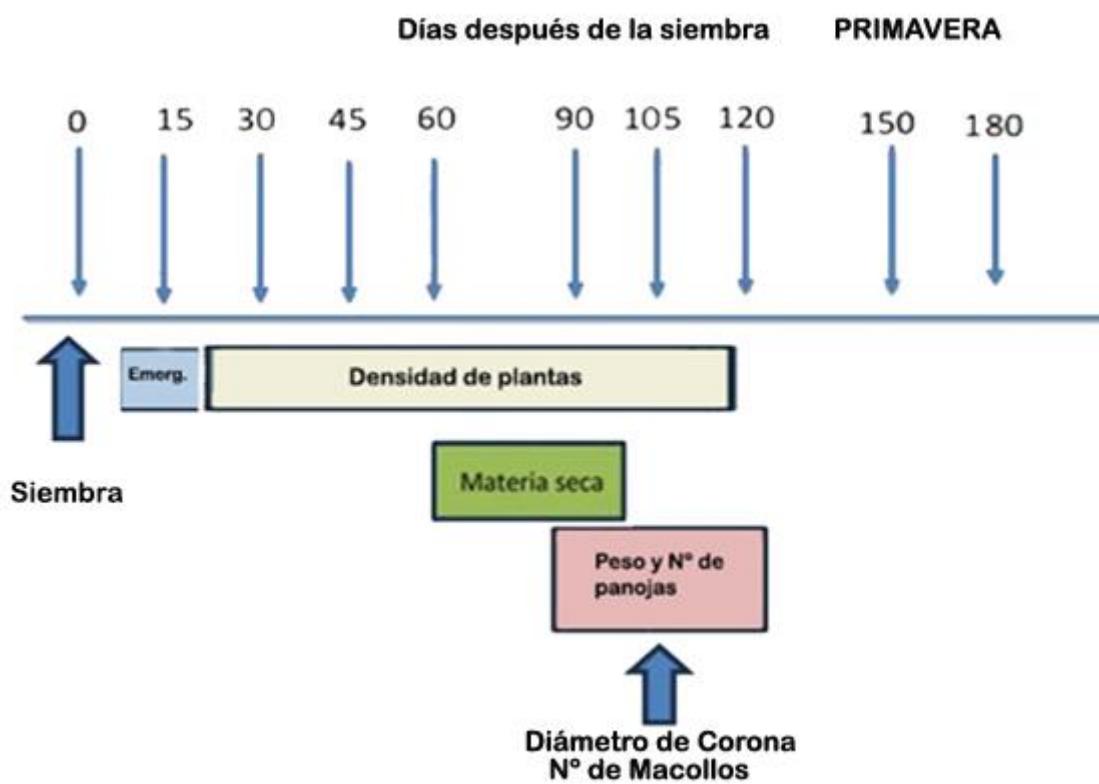
En verano se realizaron en la primera quincena de abril y principios de mayo (Figura 7). Para ambas estaciones los datos obtenidos en las dos fechas de muestreo se promediaron.

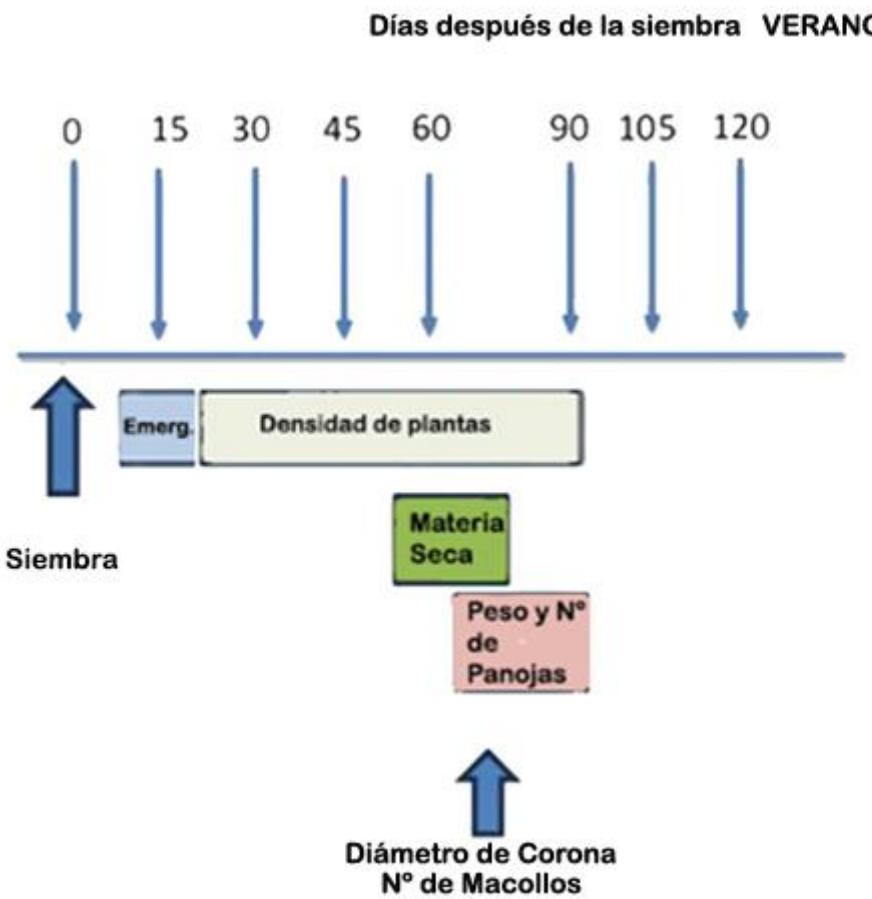
El objetivo de promediar las mediciones para ambas fechas de muestreo fue intentar consolidar en un solo dato la falta de uniformidad, o dispersión registrada en la formación de panojas de la especie. El peso de las panojas por metro cuadrado se calculó teniendo en cuenta el número de plantas establecidas por metro cuadrado y el peso de las panojas por planta, a partir de este valor se estimó la capacidad de producción de semillas.

La capacidad de producción de semillas se estimó en base al número de plantas por metro cuadrado y el peso de las panojas por planta.

Para determinar la materia seca forajera, se cortaron todas las plantas en el medio metro cuadrado correspondiente a la subparcela y luego se multiplicó por 2 para llevarlo a metro cuadrado. El segundo corte de cada tratamiento se hizo en la subparcela restante. Se cortaron hojas y tallos a partir de los 10 cm de altura (dejado como remanente). Los cortes fueron realizados siempre en estado previo a floración.

El material cortado fue secado con microondas hasta llegar a peso constante. Posteriormente se determinó proteína bruta, fibra detergente neutro y fibra detergente ácido en cada uno de los tratamientos. Los análisis químicos del forraje se realizaron en el Laboratorio de análisis de forrajes de la Cátedra de Zootecnia y Granja de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo.





**Figura 7:** Línea de tiempo de realización de mediciones y muestreos para primavera y verano

Respecto de la fenología se realizaron observaciones generales en los diferentes tratamientos.

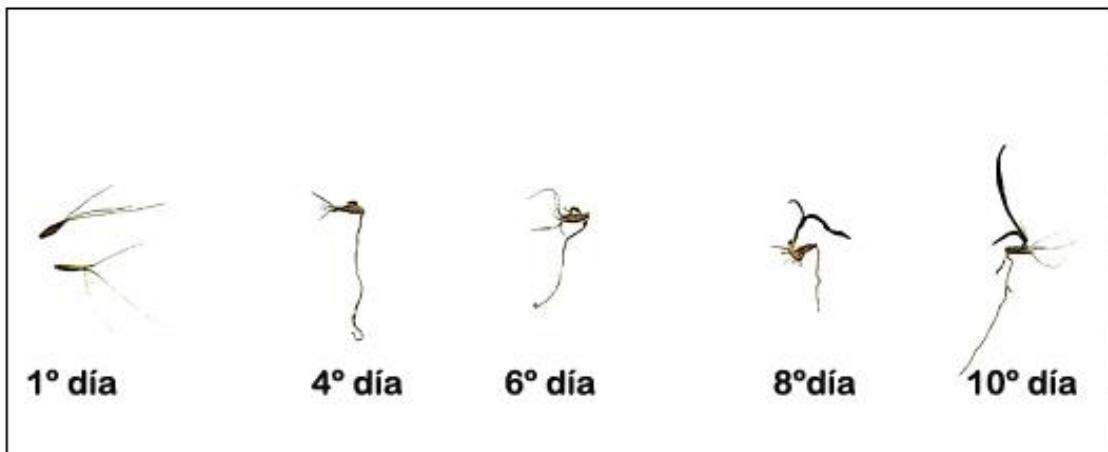
Los datos de “Número de plantas por metro cuadrado” se trabajaron estadísticamente utilizando un análisis de la varianza (ANOVA) bifactorial y para la separación de medias se utilizó el test de Tukey. Los datos de número de macollos por planta, diámetro de corona, peso y número de panojas por planta se compararon estadísticamente utilizando un análisis de varianza no paramétrica (Kruskal Wallis). Mediante análisis de correlación se analizó la relación entre el número de plantas por metro cuadrado y el diámetro de corona y número de macollos por planta.

## 6- Resultados y discusión

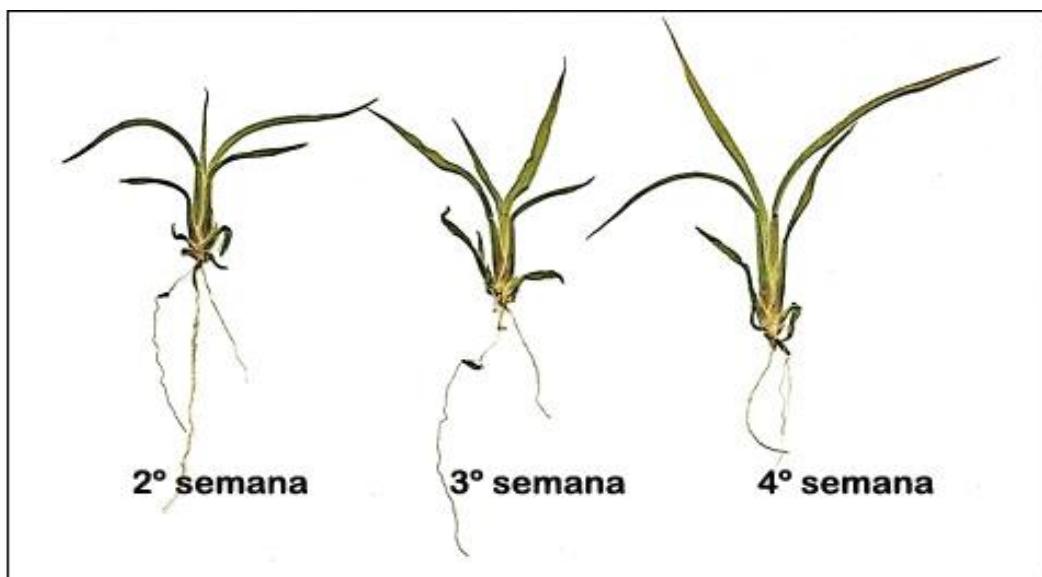
### 6.1- Influencia de la densidad y la época de siembra sobre aspectos fenológicos de las plantas

#### Fase vegetativa: emergencia y crecimiento

Tanto en la siembra de primavera como en verano, entre los días 6 y 7 de la siembra comenzaron a emergir las primeras plántulas. El proceso de germinación fue muy rápido entre los 17 y 21 días aproximadamente comenzó el ciclo de crecimiento de la planta (Figuras 8 y 9)



**Figura 8:** Evolución desde la siembra hasta el día 10 post emergencia. Foto Oscar Bernard



**Figura 9:** *Leptochloa crinita* desde la segunda hasta la cuarta semana de vida. Foto Oscar Bernard

## Ciclo de crecimiento de la planta

Los ciclos de crecimiento y desarrollo variaron en función del momento del año en que se realizó la siembra. Así, el ciclo de las plantas con siembra de primavera fue de 160 días, mientras que las sembradas en verano la duración fue de 110 días.

### Fase reproductiva: Época de maduración de las semillas

Se observó una floración o antesis temprana, a fines de diciembre para la siembra de primavera.

En la siembra de verano la floración o antesis se visualizó desde los inicios de abril (Figura 10). En ese mismo mes, las plantas sembradas en primavera se encontraban totalmente en etapa de fructificación.

Para ambas fechas de siembra se puede observar una evolución del proceso de floración con una duración de 25-28 días aproximadamente desde el día inicial o día cero con la panoja de color verde claro, otras de un color violáceo, hasta encontrar la panoja de color castaño pajizo en otoño (Figura 11 A y B).



**Figura 10:** Siembra de verano: estado de las plantas en los primeros días de antesis o floración temprana. Foto Oscar Bernard (28/04/2017).



**Figura 11:** A) Panoja en inicio de floración o antesis (verde claro característico con estambres a la vista) B) Panoja madura, castaño pajizo con importante desprendimiento de antecios con semilla.- Fotos Oscar Bernard (A-18/02/2017 y B 10/04/2017).

También se puede observar en la Figura 12, la diferencia de estado fenológico de las plantas entre la siembra de primavera en primer plano de la foto y la siembra de verano en el fondo de la misma.



**Figura 12:** Diferencias de estados fenológicos entre ambas épocas de siembra. Foto Oscar Bernard (10/04/2017).

Las plantas pueden manifestar estados fenológicos, como floración y fructificación, en distintos momentos y según condiciones climáticas o del ambiente que las rodea. El crecimiento es oportunista y se manifiesta por pulsos a lo largo de la estación de crecimiento de acuerdo a condiciones ambientales, por ello se observan macollos en diferentes estados fenológicos en una misma planta. (Seligman et al., 1992), esta es una forma de asegurar la supervivencia. (Chicahuala et al., (2018) mencionan que la temperatura y las precipitaciones son determinantes de la fenología y productividad de los pastizales, ya sea adelantando o retrasando, según la especie de gramínea a considerar, inicios de reproducción y formación de semillas.

La experiencia permitió observar que las plantas, al alcanzar un tamaño y desarrollo característicos de su etapa adulta, florecían sin interrupciones.

Fue común encontrar para ambos tratamientos, plantas con floración escalonada o en diverso estadio. Desde fines de diciembre hasta abril algunas plantas se encontraban en floración temprana, otras más avanzadas, en proceso de fructificación y con frutos maduros.

Durante fin de verano, inicios de otoño se encontraron plantas con mayor porcentaje de maduración con panojas amarillentas y castañas. Otras panojas ya más maduras, por la acción del viento, empezaban a perder y desprender semillas ya formadas.

Durante la experiencia se pudo observar que la maduración de las espiguillas comienza desde la parte superior hacia abajo. En la parte superior, las semillas se encuentran más separadas entre sí por la forma de la panoja, las mismas se desprenden primero arriba y van avanzando hacia abajo donde la maduración se produce a los pocos días. También se observó que es muy común encontrar panojas en etapas tardías de maduración con semillas de la mitad hacia la base del raquis, mientras que la parte superior ha perdido la totalidad de las semillas por ser las primeras en desprenderse.

Las observaciones realizadas en relación a la maduración de las espiguillas son muy importantes para la toma de decisiones al momento de determinar la época óptima de cosecha de las semillas y lograr así el mayor rendimiento con la menor pérdida posible.

## **6.2 Efecto de la época y densidad de siembra en la emergencia, densidad de plantas y el crecimiento de las plantas**

En el caso de la siembra de primavera en el tratamiento de 3 kg ha<sup>-1</sup>, el valor medio de emergencia a los 14 días desde la siembra fue de 88 plántulas por metro cuadrado, la implantación a los 60 días fue de 43 plantas y de 25 plantas por metro cuadrado, a los 120 desde la siembra.

Para la siembra con 5 kg ha<sup>-1</sup>, la densidad fue de 119 plantas emergidas en la primera etapa, 52 plantas establecidas a los 60 días y 35 por metro cuadrado a los 120 días. . El número de plantas establecidas a los 120 días luego de siembra

fue significativamente diferente ( $p<0,05$ ) entre los dos tratamientos de densidad de siembra. (Tabla 2)

Para la siembra de verano, en el tratamiento con 3 kg ha<sup>-1</sup> la emergencia de plántulas a los 14 días arrojó un valor medio de 95 plántulas emergidas por metro cuadrado, a los 60 días, 53 plantas y a los 90 días 28 plantas por metro cuadrado. La siembra con 5 kg ha<sup>-1</sup> dio como resultado 124 plantas emergidas por metro cuadrado en la primera etapa, 60 plantas a los 60 días y 40 plantas por metro cuadrado, a los 90 días. En esta última fecha los valores fueron significativamente diferentes ( $p<0,05$ ) (Tabla 2).

La siembra de verano con 1,5 kg ha<sup>-1</sup>, dio como resultado 50 plantas por metro cuadrado en el conteo inicial a los 14 días, 24 plantas a los 60 días y 14 plantas de promedio a los 90 días de la siembra en el verano. Para esta densidad de siembra las comparaciones estadísticas se realizaron solamente entre las densidades utilizadas en la siembra de verano (Tabla 2).

Cuando se compara entre épocas y densidades de siembra, no se encuentran diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre la siembra de primavera y de verano a una densidad de 3 kg ha<sup>-1</sup>. Por el contrario si se observan diferencias significativas ( $p<0,05$ ) con la mayor densidad utilizada, obteniéndose un mayor número de plantas a los 120 días en primavera y 90 días en verano. No se evaluaron estadísticamente los estadios intermedios (Tabla 2).

**Tabla 2:** Valores medios de plantas por m<sup>2</sup> a los 14, 60 y 90/120 días post siembra, según época y densidad de siembra.

Épocas de siembra	Densidad (kg ha <sup>-1</sup> )	14 d	60 d	120 d
Primavera	3	88	43	25aA
	5	119	52	35bB
Verano				90 d
	1,5	50	24	14a
	3	95	53	28bA
	5	124	60	40cC

Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas ( $p<0,05$ ) entre densidades de siembra para cada época de siembra. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas ( $p<0,05$ ) entre épocas y densidades de siembra

La supervivencia desde la emergencia a implantación a los 60 días fue del 49% para el tratamiento de 3 kg ha<sup>-1</sup> y de 44 % para el de 5 kg ha<sup>-1</sup> para la siembra de primavera. A su vez, para la siembra de verano, la supervivencia estimada fue de 56 y 48% para los tratamientos de 3 y 5 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

La supervivencia final de las plantas a los 120 (primavera) y 90 días (verano) varió entre 28 y 32% para los diferentes tratamientos. (Tabla 2) La mayor supervivencia (32%) se registra con la mayor densidad siembra en verano (5kg ha<sup>-1</sup>). A mayor densidad de siembra se registran mayor cantidad de plantas establecidas y supervivencia. Tanto en siembras en primavera y en verano, con las densidades más bajas, los valores de supervivencia fueron similares.

Las pérdidas de plantas registradas, tanto en primavera como en verano, fueron elevadas. Dichas pérdidas se pueden atribuir a diversos factores como, al lavado de semillas por sucesivas láminas de riego por manto y la competencia de malezas.

Son numerosas las variables que se deben tener en cuenta para lograr una siembra y establecimiento de plantas exitosa. Algunos autores mencionan por ejemplo la erosión que produce el agua de riego, las malezas, el lento crecimiento de las plántulas del cultivo, la competencia por agua, luz, nutrientes, etc. En cuanto a la competencia que se establece con las malezas, en algunos casos se manifiesta la necesidad de establecer un período crítico de competencia durante el cual debe mantenerse limpio de malezas el cultivo para evitar pérdidas significativas (Barker et al., 2021; Montoya et al., 1999)

Según el trabajo de Domínguez et al., (2021), que estudiaron el efecto de la densidad y fecha de siembra en el establecimiento de *L. crinita*, en las fechas de siembra tardías (verano), se observaron los mayores valores en establecimiento de plantas por metro cuadrado.

En este ensayo de tesis se pudo observar también que el verano sería la estación de siembra que asegura mayor establecimiento de plantas, tal vez por un mayor número inicial de plantas por metro cuadrado. En cuanto al establecimiento de plantas, la mayor densidad de siembra probada sería la recomendada en ambas épocas de siembra (5 kg ha<sup>-1</sup>).

En la siembra de primavera se encontraron diferencias significativas ( $p<0,001$ ,  $H= 6,82$ ), en el número de macollos por planta, siendo 28 y 7, para las densidades de 3 y 5 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. (Tabla 3)

En la siembra de verano, los valores fueron de 9,6 y 6 macollos por planta para las densidades de 3 y 5 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Si se incorpora al análisis la siembra en el verano con la densidad de 1,5kg ha<sup>-1</sup>, los resultados indican diferencias significativas ( $p<0,05$ ,  $H= 11,6$ ) entre las tres densidades utilizadas, donde el mayor número de macollos lo produjo la siembra con 1,5 kg ha<sup>-1</sup> (Tabla 3).

El diámetro de corona para las plantas sembradas en primavera fue significativamente diferente entre densidades ( $p<0,05$ ,  $H= 6,82$ ), siendo un 35.3% mayor para una densidad de  $3 \text{ kg ha}^{-1}$  frente a  $5 \text{ kg ha}^{-1}$  de semilla respectivamente (14,74cm y 9,54 cm). (Tabla 3). Los valores de diámetro de corona medidos en verano ( $p<0,001$ ,  $H= 12,5$ ) para 3 y  $5 \text{ kg ha}^{-1}$  fueron del 51,7 % (12.2cm) y 38% (9 cm) respectivamente del diámetro logrado con  $1.5 \text{ kg ha}^{-1}$  (23,6 cm) (Tabla 3).

Cuando se comparó entre épocas y densidades de siembra, no se encontraron diferencias ( $p>0,05$ ) entre épocas para la densidad de  $5 \text{ kg ha}^{-1}$ . Sí se encontraron diferencias ( $p<0,05$ ,  $H= 16,3$ ), entre las dos épocas con la densidad de siembra de  $3 \text{ kg ha}^{-1}$

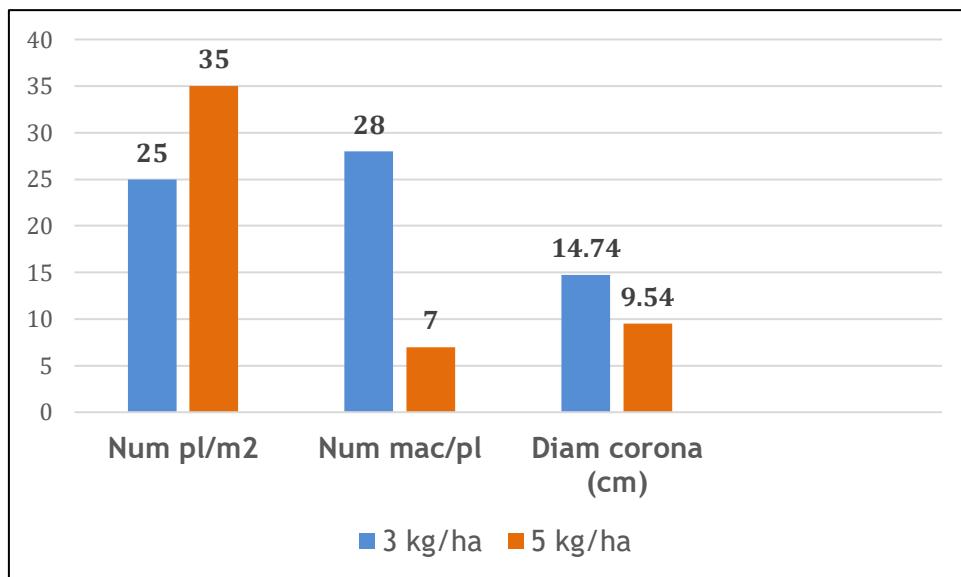
Las plantas sembradas en primavera con una densidad de  $3 \text{ kg ha}^{-1}$  tuvieron un diámetro 15.7% mayor que las sembradas con la misma densidad en verano. (Tabla 3).

**Tabla 3:** Valores medios de número de macollos por planta y diámetro de corona (cm), según época y densidad de siembra

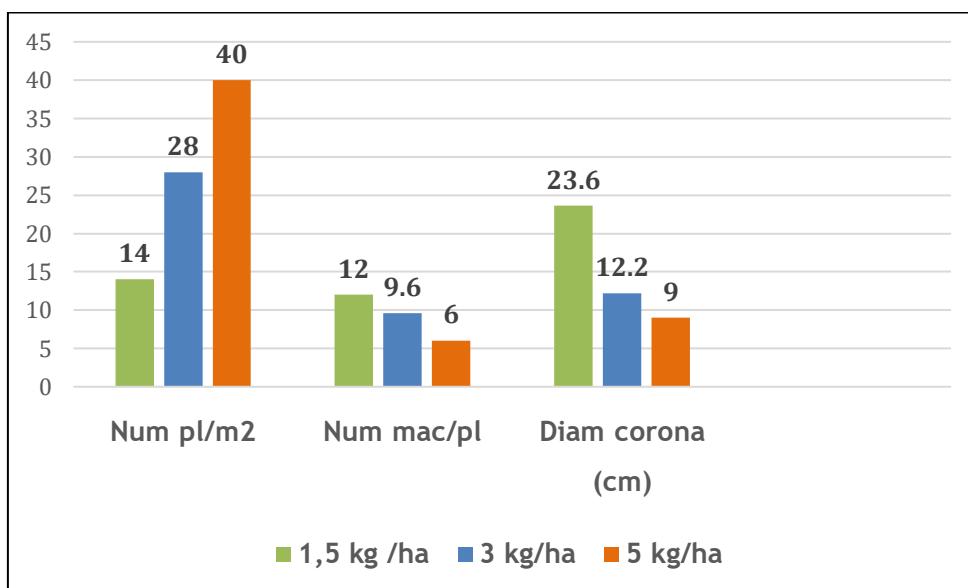
Épocas de siembra	Densidad (kg ha <sup>-1</sup> )	Nº macollos planta	Diámetro de corona (cm)
Primavera	3	28a	14,74aA
	5	7b	9,54bBC
Verano	1,5	12a	23,6a
	3	9,6b	12,2bAB
	5	6c	9cC

Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas ( $p<0,05$ ) entre densidades de siembra para cada época de siembra. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas ( $P<0,05$ ) entre épocas y densidades de siembra.

El análisis de los resultados de la siembra de primavera a los 120 días, muestra una alta correlación negativa,  $r_s: -0,88$   $p<0,001$ , entre el número de plantas establecidas por metro cuadrado y el número de macollos por planta y diámetro de corona. Similares valores se encuentran en la siembra de verano,  $r_s: -0,91$ ;  $p<0,0001$ . En las dos épocas, cuando la densidad de siembra es mayor, aumenta el número de plantas por metro cuadrado, disminuye el diámetro de las coronas y el número de macollos de cada planta (Figuras 13 y 14).



**Figura 13:** Siembra de primavera. Valores medios de número de plantas por metro cuadrado (Num pl/m<sup>2</sup>), número de macollos por planta (Num mac/pl) y diámetro de corona (Diam corona, cm)



**Figura 14:** Siembra de verano. Valores medios de número de plantas por metro cuadrado (Num pl/m<sup>2</sup>), número de macollos por planta (Num mac/pl) y diámetro de corona en cm (Diam corona)

En los pastizales existe un mecanismo de compensación, entre número de plantas asociado a la densidad de siembra, y número de macollos. Este es un mecanismo clave relacionado con la producción de la pastura. (Assuero et al., 2010). Efectos similares se han encontrado en estudios de otras especies de gramíneas como *Arrhenatherum elatius* (Medina et al., 2005)

La densidad alternativa de 1,5 kg ha<sup>-1</sup> redujo significativamente el número de plantas, aumentando el número de macollos y el diámetro de la corona, probablemente debido a un mayor espacio de exploración por parte de la planta y menor competencia entre individuos (Satorre et al., 1999)

La densidad de plantas se relaciona negativamente con el número de macollos y el diámetro de la corona en los tratamientos, habiendo en efecto compensatorio donde la competencia se manifiesta con un tamaño de plantas más chicas y no por un aumento de la mortalidad. Según el trabajo de Domínguez et al., (2021), no se encontraron diferencias significativas en el número de macollos para las distintas densidades de siembra, aunque sí observaron una tendencia consistente en la producción de mayor cantidad de macollos por planta en las etapas tempranas de crecimiento. En esta tesis se observaron diferencias significativas en el número de macollos por planta según la densidad. Ambos trabajos coinciden en que las siembras tempranas producen más macollos que las de verano, probablemente como resultado de un mayor tiempo vegetativo para aprovechar recursos, con condiciones ambientales más favorables. Las siembras tardías, parten con una desventaja temporal con respecto a las tempranas.

### **6.3 Efecto de la época y densidad de siembra sobre la capacidad de producción de semillas**

En la siembra de primavera, el número de panojas en promedio fue de 28 y 14 panojas por planta para 3 y 5 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabla 4) siendo estas diferencias significativas ( $p<0,05$ ,  $H= 6,82$ ). Resultados similares se encontraron en verano ( $p<0,05$ ;  $H= 12,5$ ), contándose 41, 27 y 14 panojas por planta para 1,5; 3 y 5 kg ha<sup>-1</sup>(Tabla 4)

No se encontraron diferencias significativas ( $p>0,05$ ) en el número de panojas por planta entre épocas de siembra. Sin embargo no se puede decir si éstas diferían en su grado de maduración, viabilidad y poder germinativo porque estas variables no fueron medidas posteriormente.

El peso de las panojas fue significativamente diferente ( $p<0,05$ ,  $H= 6,82$ ) entre densidades, para la siembra de primavera, los valores medios fueron 8,2 y 4,1 para 3 y 5 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente (Tabla 4). En verano, ( $p<0,002$ ,  $H= 12,26$ ) los resultados fueron 15; 8,5 y 4 gramos para 1,5; 3 y 5 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabla 4). Cuando se analiza la influencia de las épocas y densidades de siembra exceptuando 1,5 kg ha<sup>-1</sup>, no existen diferencias ( $p>0,05$ ) entre épocas de siembra.

A mayor densidad de siembra se registró mayor número de plantas por metro cuadrado y se redujo significativamente el número de panojas por planta, ( $p<0,05$ ,  $r_s$ , -90).

Además de la reducción de panojas por planta, también se registró una disminución del peso por metro cuadrado de las mismas.

Según los resultados obtenidos el mayor potencial de producción de semillas se lograría con en el tratamiento de verano con  $3 \text{ kg ha}^{-1}$  con 238 g de panojas por  $\text{m}^2$ .

El tratamiento de  $1,5 \text{ kg ha}^{-1}$  de verano registró un importante peso de panojas por metro cuadrado (210 g por  $\text{m}^2$ ) con resultado similar al tratamiento de primavera con una densidad de  $3 \text{ kg ha}^{-1}$  (206,2 g por  $\text{m}^2$ ).

**Tabla 4:** Valores medios de número de plantas por  $\text{m}^2$  ( $\text{N}^\circ \text{ pl/m}^2$ ), número de panojas por planta ( $\text{N}^\circ \text{ panojas/pl}$ ) y peso de las panojas por planta (g/pl) y peso por  $\text{m}^2$  (g/ $\text{m}^2$ ), según época y densidad de siembra. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas ( $p<0,05$ ) entre densidades de siembra para cada época de siembra.

Época	Densidad	$\text{N}^\circ \text{ pl/m}^2$	$\text{N}^\circ \text{ panojas/pl}$	Peso panojas (g/pl)	Peso panojas (g/ $\text{m}^2$ )
<b>Primavera</b>	3	25	28a	8,2a	206,2a
	5	35	14b	4,1b	143,5b
<b>Verano</b>	1,5	14	41c	15c	210a
	3	28	27a	8,5a	238c
	5	40	14b	4b	160b

Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas ( $p<0,05$ ) entre densidades de siembra para cada época de siembra

Los resultados con densidad de  $3 \text{ kg ha}^{-1}$  de primavera, presenta un equilibrio entre la densidad de plantas y la producción por planta. El número de panojas y el peso por planta son relativamente altos, lo que lleva a un buen rendimiento total. La mayor densidad de  $5 \text{ kg ha}^{-1}$  registra un mayor número de plantas y un menor número y peso de panojas por planta, lo que reduce el rendimiento total en comparación con la densidad de  $3 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Los resultados de verano de  $3 \text{ kg ha}^{-1}$  mejoran significativamente con respecto a la primavera con la misma densidad. Se observa un aumento del número de plantas y el peso de las panojas. Para la densidad de  $5 \text{ kg ha}^{-1}$  en verano se registra un mayor número de plantas por superficie y un peso muy similar al tratamiento de primavera, aunque levemente superior. Esto sugiere que aumentar la densidad podría tener un efecto limitante sobre la producción por

planta. La densidad de 1,5 kg ha<sup>-1</sup> registra la menor cantidad de plantas por superficie y el mayor número y peso de panojas por planta con un buen rendimiento de panojas por metro cuadrado, sin llegar a superar la densidad de 3 kg ha de verano.

El mayor potencial de producción de semillas se alcanzó en verano con 3 kg ha<sup>-1</sup>, aunque la densidad de 1,5 kg ha<sup>-1</sup> también mostró buenos resultados debido al mayor peso y número de panojas por planta, compensando su menor número de plantas por superficie. Con respecto a la época de siembra, los rendimientos de verano fueron ligeramente superiores a los de primavera, sugiriendo que las condiciones de verano favorecen la producción de semillas en las densidades evaluadas. Si queremos maximizar la producción de semillas, se recomienda usar una densidad de 3 kg ha<sup>-1</sup> en verano, ya que combina un buen rendimiento por planta con una alta eficiencia por metro cuadrado.

Si comparamos las densidades de verano de 1,5 kg ha<sup>-1</sup> y de 3 kg ha<sup>-1</sup> podemos destacar algunas ventajas de cada una. Con 1,5 kg ha<sup>-1</sup> habrá mayor eficiencia por planta ya que a esta densidad, las plantas producen más panojas con un mayor peso promedio y habrá menor densidad de plantas con menor competencia intraespecífica, las plantas podrán desarrollarse mejor con menores necesidades de insumos (nutrientes, agua) por planta.

La densidad de 3 kg ha<sup>-1</sup> dará mayor rendimiento de semillas, factor clave si el objetivo es maximizar producción medida en peso por unidad de superficie. Esta densidad será menos vulnerable a pérdidas por factores externos como competencia de malezas o eventos climáticos adversos. Probablemente con densidades más altas, las pérdidas individuales impactarán en menor medida en el rendimiento total. La decisión o elección de una densidad de siembra en muchos casos dependerá también de la disponibilidad de semillas como factor determinante.

El ciclo vegetativo más corto en verano permite sembrar en esta época, lo que reduce el tiempo de ocupación del terreno y disminuye los costos de mantenimiento en comparación con las siembras de primavera. Además, como las fechas de siembra no afectarán la producción de semillas, esta opción resultaría más eficiente desde el punto de vista económico.

Cabe aclarar que en la experiencia de tesis no se realizaron ensayos de viabilidad ni de germinación de las semillas cosechadas, por lo que no se puede determinar que la mayor producción de panojas se corresponda con una mayor cantidad de semillas con potencial de germinación.

#### **6.4- Efecto de la época y densidad de siembra sobre la producción de forraje:**

En primavera la producción de materia seca varía entre 628,9 g MS por m<sup>2</sup> con 3 kg ha<sup>-1</sup> y 767,8 g MS por m<sup>2</sup> con 5 kg ha<sup>-1</sup> ( $p<0,05$ ). Esto sugiere que una mayor densidad de siembra en primavera incrementa la producción de materia seca (Tabla 5) En verano los valores registrados de producción de materia seca son más altos que en primavera, van de 761 g MS por m<sup>2</sup> con 3 kg ha<sup>-1</sup> a un máximo de 828,7 g MS por m<sup>2</sup> con la menor densidad de siembra (1,5 kg ha<sup>-1</sup>) ( $p<0,05$ ) (Tabla 5)..

**Tabla 5:** Producción de forraje en gramos por metro cuadrado (g/m<sup>2</sup>), según época y densidad de siembra

Épocas de siembra	Densidad (kg ha <sup>-1</sup> )	Producción g MS/m <sup>2</sup>
<b>Primavera</b>	<b>3</b>	<b>628,9aA</b>
	<b>5</b>	<b>767,8bB</b>
<b>Verano</b>	<b>3</b>	<b>761,0aB</b>
	<b>5</b>	<b>773,1aB</b>
	<b>1,5</b>	<b>828,7bC</b>

Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas ( $p<0,05$ ) entre densidades de siembra para cada época de siembra. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas ( $P<0,05$ ) entre épocas y densidades de siembra

En primavera, el aumento de la densidad de siembra de 3 a 5 kg ha<sup>-1</sup> incrementa la producción de materia seca, lo que podría indicar que las condiciones en esta época permiten que se aprovechen mejor los recursos a mayor densidad.

Un efecto similar se produce en verano con 5 kg ha<sup>-1</sup>. La mayor producción por metro cuadrado se obtiene con la menor densidad (1,5 kg ha<sup>-1</sup>). Esto puede deberse a que una alta densidad genera mayor competencia entre las plantas por recursos como agua y nutrientes, lo que limita el rendimiento. En cultivos perennes como gramíneas forrajeras, los bajos niveles de competencia pueden permitir un mejor aprovechamiento de recursos como luz, agua y nutrientes (Durand et al., 2010).

Gil Báez et al., (2015), midieron la producción de forraje de *L. crinita* y registraron valores de materia seca que van de 68 a 664 g por m<sup>2</sup>, evaluando 13 poblaciones de una amplia región del país. Los valores de materia seca registrados en este trabajo de tesis, en su mayoría, superan el valor máximo de forraje de la población más productiva registrada por Gil Báez et al., (2015) como también los valores de materia seca por metro cuadrado que arroja en el trabajo de Kozub et al., (2017) estudiando 20 accesiones en Mendoza. Estas diferencias se podrían atribuir al agua aportada por el riego.

De acuerdo a los datos precedentes, se puede mencionar que existe una gran variabilidad entre las poblaciones de *L. crinita* estudiadas, lo que permitirá seleccionar a futuro en función de la importancia agronómica, teniendo en cuenta la biomasa total, calidad de forraje, producción de semillas y su persistencia bajo efecto del corte, teniendo en cuenta además toda la información y antecedentes del IADIZA respecto a las accesiones de *L. crinita* desde 1980.

**Tabla 6:** Valores medios de proteína bruta (PB %), Fibra detergente ácido (FDA %) y Fibra detergente neutro (FDN%) según época y densidad de siembra.

Épocas de siembra	Densidad (kg ha <sup>-1</sup> )	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)
Primavera	3	10,5	73,50	44,76
	5	11,44	75,48	45,18
Verano	1,5	10,94	70,13	43,44
	3	11,31	74,26	44,16
	5	11,18	73,79	42,87

La interacción entre la densidad de siembra y la época del año tiene un impacto significativo en la producción de forraje.

De acuerdo a los resultados de los análisis para determinar la calidad del forraje producido, los valores medios de materia seca fueron 58,5% para las plantas sembradas en primavera y 60,46% para las de verano. El análisis se realizó entre 80 y 90 días desde la siembra. Dichos valores en referencia a la proteína bruta, coinciden con los encontrados por otros autores Domínguez et al., (2021), Dalmasso et al., (2018), Klich et al., (2010).

En verano, las densidades más bajas permiten un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles. La menor densidad de siembra ( $1,5 \text{ kg ha}^{-1}$ ) mostró el rendimiento más alto en verano, superando a densidades mayores como 3 y  $5 \text{ kg ha}^{-1}$ . Una menor densidad reduce la competencia entre plantas, permitiéndoles desarrollarse mejor y alcanzar su máximo potencial.

Si consideramos la emergencia inicial y la posterior supervivencia de las plantas el verano resultó ser levemente mejor tratamiento ya que arrojó mayores valores. La siembra de verano alcanzó mayores rendimientos en producción de semilla y forraje, especialmente en las densidades de  $1,5$  y  $3 \text{ kg ha}^{-1}$  (cabe aclarar que la densidad de  $1,5 \text{ kg ha}^{-1}$  sólo fue utilizada en verano, por lo que no se cuenta con un tratamiento equivalente en primavera que permita realizar una comparación estadística directa).

En primavera, una mayor densidad resulta más eficiente para maximizar la producción. Si la siembra debe realizarse en primavera, se recomienda utilizar una densidad de  $5 \text{ kg ha}^{-1}$ . Si el objetivo es maximizar la producción los tratamientos de  $5 \text{ kg ha}^{-1}$  serían buenas opciones tanto en primavera como en verano.

Al comparar los datos de producción de materia seca en zonas de secano con precipitaciones anuales entre 250 y 550 mm, reportados en distintas regiones áridas y semiáridas del país por Gil Báez et al. (2015) y Kozub et al. (2017), con los obtenidos en el presente trabajo de tesis, se destaca la importancia del riego como una herramienta para aumentar la producción de forraje. En este contexto, *L. crinita* demuestra buen desempeño como especie forrajera bajo condiciones controladas. La variabilidad genética de las diferentes poblaciones brinda buenas oportunidades para futuras selecciones con fines agronómicos.

## 7- Conclusiones

El objetivo de esta tesis fue determinar la fecha y densidad de siembra óptimas para *L. crinita*, en condiciones de cultivo bajo riego con el objetivo de producción tanto de semillas como forraje.

Al inicio del ensayo esperaba un mayor establecimiento, producción de semillas, materia seca y calidad forrajera en las siembras de primavera en comparación con la siembra de verano.

A mayor densidad de siembra, se esperaba una mayor densidad de plantas establecidas pero menor cantidad en la producción de semillas en comparación con los de menor densidad. Los datos obtenidos indican que, a mayor densidad, se obtuvo mayor número de plantas por superficie, pero menor producción por planta, debido a la competencia intraespecífica. Se evidenció un efecto compensatorio típico en gramíneas, donde la mayor densidad disminuyó el tamaño de las coronas. El número de macollos por planta también disminuyó en

este trabajo de tesis. Las densidades intermedias (especialmente 3 kg ha<sup>-1</sup> en verano) ofrecieron un equilibrio óptimo entre número de plantas y rendimiento por planta, resultando en la mayor producción de semillas por metro cuadrado. Por otro lado, la densidad más baja (1,5 kg ha<sup>-1</sup> en verano) logró la mayor producción de forraje, posiblemente por una menor competencia entre plantas y mayor eficiencia individual.

La hipótesis planteada en esta tesis sostiene que la época y densidad de siembra de *L. crinita* influirán significativamente en la producción de semilla y forraje.

Se observaron efectos significativos tanto de la época como de la densidad de siembra sobre variables clave como la emergencia, el establecimiento de plantas, el número de macollos, el diámetro de corona, la producción de panojas, el rendimiento de semillas por metro cuadrado y la producción de materia seca.

Las decisiones de siembra deberían considerar el balance entre densidad, época y objetivos específicos (semillas o forraje). Si se piensa diversificar la producción en varias épocas del año, incluir siembras de primavera y verano puede ser una estrategia interesante.

La siembra de verano es una opción eficiente debido a un ciclo más corto, que reduce costos y optimiza recursos. La siembra de primavera logra contar con mayor cantidad de días para la expresión del ciclo de la planta.

La cosecha de semillas de *L. crinita* debe planificarse durante el período óptimo de maduración, entre los 20 y 30 días posteriores a la antesis, cuando los cariopsis están maduros, el peso seco de la panoja es máximo y la humedad se reduce, garantizando una alta viabilidad. Debido a la floración y fructificación escalonadas, es posible programar una o dos fechas de cosecha, priorizando eficiencia en cantidad y calidad. La viabilidad de realizar cosechas escalonadas dependerá de los costos asociados y factores técnicos.

A partir de esta experiencia de tesis se pueden plantear nuevos ensayos que vayan ajustando la técnica para ser más efectivos y evitar pérdidas de plantas. Respecto al aporte de agua al cultivo, sería conveniente utilizar sistemas de riego más avanzados y eficientes en el consumo de agua (incluso utilizando menor cantidad de milímetros de agua total) y que no aporten semillas de malezas como puede ocurrir con los turnos de riego.

Respecto a la densidad de siembra también podemos tomar conclusiones importantes al momento de ser más eficientes con los costos y volúmenes de semilla utilizados.

El ensayo arrojó importantes resultados para tener en cuenta al momento de realizar una pastura de la especie con fines de producción de semilla o forraje. Es posible así evaluar y probar diferentes variedades de *Leptochloa crinita*,

seleccionando la que mejor se adapte a las condiciones del lugar, según el objetivo de producción buscado.

De este trabajo de tesis surge la posibilidad de realizar ensayos bajo riego comparando densidades de siembra menores y evaluar su respuesta.

Si bien la experiencia de tesis evaluó una estación de crecimiento, se podría estudiar a futuro cual es el comportamiento y supervivencia de las plantas en estaciones sucesivas, evaluando que ocurre con las heladas durante invierno, como también el efecto de la falta de agua de posibles sequías.

## 8- Bibliografía

- Assuero S. G., Tognetti J. A. (2010). *Tillering Regulation by Endogenous and Environmental Factors and its Agricultural Management.* The Americas Journal of Plant Science and Biotechnology - Global Science Books.
- Avila R, Barbera P, Blanco L, Burghi V, de Battista JP, Frasinelli C, Frigerio K, Gándara I, Goldfarb MC, Griffa S, Grunberg K, Leal K, Kunst C, Lacorte SM, Lauric A, Martínez Calsina L, McLean G, Nenning F, Otundo J, Petruzzi H, Pizzio R, Pueyo JD, Ré AE, Ribotta A, Romero L, Stritzler N, Tomas MA, Torres Carbonell C, Ugarte C, Veneciano J (2014) *Gramíneas forrajeras para el subtropical y el semiárido central de la Argentina.* (INTA Ediciones: Buenos Aires). ISBN-978-987-521-551-1.
- Barker D. J., Mac Adam J. W., Butler Twain J., Sulc R. (2021)- *Forage and Biomass Planting.* Ohio State University- The Noble Foundation, Ardmore Chapter 2- 70 pages
- Blanco, L.J., Ferrando, C.A., Orionte, E.L., Biurrun, F.N., Berone, G.D., Recalde, D.J., Namur, P. y Quiroga, R.E. *Diversidad vegetal en un arbustal degradado del Chaco Arido, rogado y sembrado con Buffel Grass.* (2005) INTA EEA La Rioja. UNLAR
- Burkart A., (1969). "Gramíneas"- *Flora Ilustrada de Entre Ríos*, Colección Científica- INTA Vol.6- Pag. 1-551
- Campbell, C. S., Quinn J. A., Cheplick G. P. & Bell T. J. (1983). "Cleistogamy in grasses". *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 14: 411-441.
- Cavagnaro, J. B., Dalmasso A. D. (1983). *Respuesta a la intensidad y frecuencia de corte en gramíneas nativas de Mendoza. I. Pappophorum caespitosum y Trichloris crinita-* Deserta 7, 203- 208.
- Cavagnaro,J. B., (1988). *Distribution of C3 and C4 grasses at different altitudes in a temperate arid region of Argentina.* Oecologia, 76: 273-277.
- Cavagnaro, P. F., Cavagnaro J. B., Lemes J. L., Masuelli R. W., Passera C. B. (2006). *Genetic diversity among varieties of the native forage grass Trichloris crinita based on AFLP markers, morphological characters, and quantitative agronomic traits.* Genome 49, 906-918.
- Cerqueira, E. D., A. M. Sáez, C. M. Rabotnikof. (2004). *Seasonal nutritive value of native grasses of Argentina Calden Forest Range.* J. Arid Environ. 59, 645-656

-Chicahuala M. S., Steinaker D. F, Demaría M. R. (2018) *Respuestas fenológicas de gramíneas C3 y C4 a variaciones interanuales de precipitación y temperatura.* Ecología Austral 28 (2): 455-466- Asociación Argentina de Ecología

-Dalmasso A., (1994). *Fenología de cinco gramíneas nativas de interés forrajero Pappophorum caespitosum, Trichloris crinita, Setaria leucopila, Digitaria californica y Diplachne dubia.* - Multequina -Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas.

- Dalmasso A., Márquez J., Navas A., Moratta M., Gordillo L., Salomón E. (2018) *Las principales pasturas del Secano Cuyano.* Ed. Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas-ISBN: 978-987-3984-58-7

-Deregibus V. A., (1988)- Importancia de los pastizales naturales en la República Argentina: Situación presente y futura. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 8(1):67-78. Conferencia pronunciada en la Sección Producción y Utilización de Pasturas durante el *Vº Simposio Argentino de Producción Animal, Paraná, Entre Ríos.*

- Di Giambatista, G, Garbero, M, Ruiz, M, Giulietti, A, Pedranzani, H. (2010). Germinación de *Trichloris crinita* y *Digitaria eriantha* en condiciones de estrés abiótico. *Pastos y Forrajes*, 33(4)

-Domínguez D., Remy M., Kozub P., Carvajal S., Cavagnaro J. y Cavagnaro P. (2014) *Variation in pollen viability among Leptochloa crinita accessions implications for directed crosses.* Botany Letters

- Domínguez, D., Namur, P., Cavagnaro, P. (2021). *Effect of sowing rate and date on establishment and growth of Trichloris crinita, a native American pasture grass from arid environments, in the Arid Chaco of Argentina.* Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales, 9(3), 268–279.

- Domínguez D., Cavagnaro J., Pérez M., Cavagnaro P., (2022)- *Plant dry weight and nutritive value of genetically diverse germplasm of false Rhodes grass [Leptochloa crinita (Lag.) PM Peterson and NW Snow], a native forage grass from arid regions of the Americas* - Crop Science Society of America

- Durand J.L, Enjalbert J., Hazard L., Litrico I. Picon Cochard C., Pascale Prudhomme M., Volaire F.- (2010) CLIMAGIE: *A French INRA project to adapt the grasslands to climate change*

-Gargano I. A. O. y Adúriz M.A. (2004) *Efectos de la frecuencia de corte, distancia de siembra y fertilización nitrogenada en Digitaria eriantha* cv. Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur. CONICET.

- Gil Báez, C., Ordinola Agüero, R.; Ernst, R.D., Ruiz, M.A. (2015). *Caracterización morfológica, biomasa aérea y calidad en distintas poblaciones de Trichloris crinita*. *Arch. Zootec.* 64, 49-56.
- Guevara, J.C, Grünwaldt, E.G., Estevez, O.R., Bisigato, A.J., Blanco, L.J., Biurrun, F.N., Ferrando, C.A., Chirino, C.C., Morici, E., Fernández, B., Allegretti, L.I., Passera, C.B. (2009). *Range and livestock production in the Monte Desert, Argentina*. *J. Arid Environ.* 73, 228-237.
- Gutiérrez, H., Richard G., Cerino M., Pensiero J. (2016). *Sistema reproductivo de Trichloris (Poaceae, Chloridoideae, Chlorideae)*. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 51 (1), 111-122
- Greco, S.A., Cavagnaro, J.B. (2002). Effects of drought in biomass production and allocation in three varieties of *Trichloris crinita* P. (Poaceae) a forage grass from the arid Monte region of Argentina. *Plant Ecol.*, 164, 125-135.
- Greco, S. A.; Cavagnaro, J. B.; Marone, L. (2003). Efecto de la temperatura en cuatro gramíneas forrajeras del Monte. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 38: 182.
- Greco, S., Cavagnaro, B. (2005). Growth characteristics associated with biomass production in three varieties of *Trichloris crinita* (Poaceae), a forage grass native to the arid regions of Argentina. *Rangeland Journal* 27, 135-142.
- Greco S., Sartor C., Villagra P. (2013). Pulso mínimo de agua para la emergencia de plántulas de tres especies de gramíneas perennes nativas del Monte Central (Argentina), influenciado por el efecto de la sombra y la estación del año. *Revista FCA UNCuyo - Vol. 45 Núm. 2 (2013): julio - diciembre*.
- Klich M., Peralta P., (2010). Dinámica poblacional de *Trichloris crinita* excluida estacionalmente del pastoreo. Comunicación de RAPA- *Revista Argentina de Producción Animal*.
- Kozub P.C., Cavagnaro J. B., Cavagnaro P. F., (2017). Exploiting genetic and physiological variation of the native forage grass *Trichloris crinita* for revegetation in arid and semi-arid regions: *An integrative review*. *Grass Forage Sci.* 2018; 73:257 –271.
- Kozub, P. C. (2017). “*Método reproductivo y estudios citogenéticos en Trichloris crinita*”. Tesis doctoral 115 págs.

- Kunst, C., Ledesma R., Monti E., Casillo J., Godoy J. 2007. Gramíneas indicadoras de condición en sitios de pastizal del sudoeste de Santiago del Estero. *Rev. Investigaciones Agropecuarias*. 36(1), 33-61.
- Medina, J.B., Szemruch, C., Casal, A., Olivera, M.E., Postulka, E.B. Ferrari, L.. (2005). *Efecto de la densidad de siembra sobre la morfología y la acumulación de materia seca de Arrhenatherum elatius (L.) Presl.* PP7. Fac. Cs. Agrarias, UNLZ, Lomas de Zamora, Buenos Aires
- Montoya, J., Rodríguez C., Nicasio M.- E.E.A INTA Anguil. (1999). *Enfermedades y malezas en pasturas* – Fuente produccion-animal.com.ar.
- Mora S., Cabral D., Rosales I. -Establecimiento de pasto plumerito (*Trichloris crinita* Parodi) en el año de siembra. (2013). *Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam22 Suplemento 2. Congreso de Pastizales.*
- Nicora, E. G. (1978)- Gramineae -*Flora Patagónica*, Colección Científica INTA Volumen 8(3) Páginas 1-563.
- Parodi, L. R., (1947)- El origen geográfico de algunas gramíneas colecciónadas por Don Luis Nee en su viaje alrededor del mundo- *Revista Argent. Agronomía. Volumen 14 (1)* Páginas 61-69
- Paruelo, J. M., Jobbágy, E. G., Oesterheld, M., Golluscio, R. A., & Aguiar, M. R. (2007). *The grasslands and steppes of Patagonia and the Rio de la Plata plains. The physical geography of South America*, 232-248. Book of Oxford University Press
- Passera, C., Cavagnaro J.B., Sartor C., (2010). “Plantas C3, C4 y CAM: características generales y uso en programas de desarrollo de tierras áridas y semiáridas. Homenaje al doctor Julio López Gorgé”. págs. 165-176. *Título del libro: C4 y CAM: Características generales y uso en programas de desarrollo de tierras áridas y semiáridas. Homenaje del doctor Julio López Gorgé.* (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2010)
- Quiroga, R. E. (2022). *Variabilidad intraespecífica regional y continental en Trichloris crinita (Poaceae): aspectos de su nicho ecológico y diferenciación genética relevantes para la restauración de pastizales.* Tesis presentada para optar al título de Doctor de la Universidad de Buenos Aires, Área Ciencias Agropecuarias.
- Richards, A. (1986). *Plant Breeding Systems.* George Allen & Unwin (Publishers) Ltd., London.
- Roig, F. A. (1970). Aportes al inventario de los recursos naturales renovables de la Provincia de Mendoza. I. *La Reserva Forestal de Nancuñán.* Deserta 1: 239

- Roig, F.A., (1971). Flora y Vegetación de la Reserva Forestal de Ñacuñán. *La vegetación. Deserta* 1: 201-239
- Ruiz Leal, A. (1972). Flora popular mendocina. *Deserta* 3: 15- 296.
- Sáenz-Reyes J. T., Castillo-Quiroz D., Avila-Flores D.Y. (2019). Potential areas for silvopastoral systems with pino lacio (*Pinus devoniana* Lind.) and introduced grasses (*Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees or *Chloris gayana* Kunth) in Michoacan, Mexico. *Revista bio ciencias* vol.6 - Tepic ene. Epub 18-Mar-2020.
- Sartor, C., Greco S., Allegretti L., Arancibia C., Pucheta E., Villagra P., Passera C., (2024). *Influence of Neltuma flexuosa and rainfall event on the germination of Leptochloa crinita and Pappophorum caespitosum in two different locations along a stress gradient in the central Monte desert.* *Ecol. Res.* 1–11.
- Satorre, E. H., Slafer, G. A. (1999). "Wheat: Ecology and Physiology of Yield Determination." First published 1999 by Food Products Press- Book 524 pages.
- Seligman No'am G, Cavagnaro Juan B., Horno Manuel E. (1992) *Simulation of defoliation effects on primary production of a warm-season, semiarid perennial-species grassland-* Vol. 60, Issue 1, January, pages 45-61
- Soreng Robert J, Peterson Paul M., Romaschenko Konstantin, Davidse Gerrit, Teisher Jordan K., Clark Lynn G., Barberá Patricia, Gillespie Lynn J., Zuloaga Fernando O., (2017)- A worldwide phylogenetic classification of the Poaceae (Gramineae) II: An update and a comparison of two 2015 classifications - *Journal of Systematic and Evolution*- First published June 2017
- Stritzler, N. (2010). *Producción y calidad de especies forrajeras megatérmicas.* Actas de la jornada a campo Cómo pasar el invierno. *Megatérmicas, disponibilidad forrajera: el uso en diferido. Estancia San Marcos de León. La Pastoril. La Pampa.* UE y DT INTA Victorica y UE y DT Inta Villa Mercedes. Libro de resúmenes. p. 3.
- Villagra, P., Passera C. B., Greco S., Sartor C., Aranibar J. N., Meglioli P. A., Alvarez J.A., Allegretti L.I., Fernández M. E., Cony M. A., Kozub P. C., Vega Riveros C. (2017) *Uso de plantas nativas en la restauración y recuperación productiva de ambientes salinos de las zonas áridas de la región del Monte, Argentina.* Pp: 419-444. Libro publicado por la Facultad de Ciencias Agropecuarias U.C.Córdoba.
- Villagra, P. E.; Giordano, C; Alvarez, J. A.; Cavagnaro, J. B.; Guevara, A; Sartor, C; Passera, C. B.; Greco, S. (2011) "Ser planta en el desierto: estrategias de

uso de agua y resistencia al estrés hídrico en el Monte Central de Argentina" *Ecología Austral*. Vol. 21 Nº1. SciELO Argentina-

-Wainstein, P., González S. (1971). Valor nutritivo de plantas forrajeras del este de la provincia de Mendoza (Reserva de Ñacunán) II. *Deserta* 2, 77-85.

-Zabala, J.M., Widenhorn, P. and Pensiero, J.F. (2011). Germination patterns of species of the genus *Trichloris* in arid and semiarid environments. *Seed Sci. & Technol.*, 39, 338-353

## 9- Anexos

### **Siembra y técnica de siembra de *Leptochloa crinita***

Manipulación de la semilla:

El presente anexo pretende dar luz sobre las experiencias y técnicas desarrolladas en mis trabajos de siembra para esta especie nativa forrajera de nuestro pastizal natural. Las experiencias son en terrenos con aporte de agua de riego, no se describen situaciones de siembra en campo natural. La intención es la producción del comúnmente llamado "pasto plumerito", "pasto de hoja" o "pasto de vaca" para la obtención de semilla, forraje o ambos propósitos según sea la necesidad.

En primera instancia debemos recordar que el pasto plumerito (*Leptochloa crinita*) tiene una anatomía de floración y fructificación que consta de panojas o inflorescencias conformadas de espiguillas trifloras, con una flor fértil y dos estériles y todas triaristadas.

La cosecha de las espiguillas y sus cariopses puede ser realizada directamente del campo en forma manual o mecanizada. Esto dependerá de las condiciones y la tecnología disponible.

Existen actualmente máquinas cosechadoras o dispositivos que constan de un cabezal de rodillos que permite levantar las espiguillas ya en estado de maduración.

### **La problemática de las aristas:**

Al trabajar con las espiguillas, se producen complicaciones en la cosecha y su manipulación. Esta última se ve afectada por el entremezclado de las aristas mencionadas, formando pelotones que dificultan la siembra.

Este inconveniente es conocido y ha dado lugar a la búsqueda de diferentes formas para solucionarlo, ya que se torna en un verdadero problema al momento de sembrar ante la imposibilidad de distribuir las semillas y lograr una buena dispersión de la misma.

Si las semillas se encuentran apelotonadas es prácticamente imposible distribuirlas o sembrarlas.

A lo largo del tiempo se han intentado varios métodos para romper con las aristas, como puede ser el uso de granallas de zinc, uso de fuego y otros sin mucho resultado práctico, ya que son costosos y también de mucha complejidad técnica.

Existen experiencias a campo donde se han utilizado la mezcla de espiguillas de *L. crinita* con otras semillas, como es el caso de Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) para desparramar la semilla.

En INTA de Rama Caída (San Rafael) están en una etapa de buscar la solución a través de una máquina desglumadora que pueda romper con el apelotonamiento característico de la especie.

Esta problemática ha sido en gran parte solucionada con una técnica sencilla, económica y práctica, que he desarrollado y probado con éxito en siembras anteriores luego de muchos intentos anteriores de prueba y error en pos de lograr que la semilla no forme estos pelotones y se pueda distribuir al momento de la siembra.

El material que he encontrado y utilizado luego todas estas pruebas mencionadas, es la viruta de madera, elemento de desecho de los aserraderos y carpinterías. La viruta tiene una forma característica, enrulada y flexible que permite la separación y desagregado de las aristas al ser mezclada con cantidades importantes de semilla de *L. crinita*. De esta manera desaparecen los apelotonamientos.

### **Vehículo de dispersión de la semilla**

En las parcelas experimentales de mi trabajo final de tesis de maestría he utilizado también esta técnica de siembra, como lo he realizado ya en otras oportunidades con excelentes resultados.

La intención del trabajo es divulgar el método de manera tal que pueda ser difundido entre técnicos y agricultores que tengan la intención de realizar siembras sin este típico inconveniente.

### **Materiales utilizados**

El vehículo de dispersión es viruta de aserradero (en este caso de pino y álamo)

La técnica consiste en combinar la semilla en un volumen de viruta con una relación de volúmenes de 4 (viruta) a 1 (espiguillas) como mínimo o más de viruta según la densidad de siembra que se esté buscando como también el área o superficie a sembrar.

Se puede ir ajustando el volumen de la mezcla según estas variables mencionadas (densidad de semilla deseada y superficie a sembrar) buscando mayor o menor dilución de las semillas en la mezcla con viruta.

Es importante aclarar que el método funciona muy bien, pero se debe utilizar viruta de madera y no aserrín ya que este último no cumple las condiciones de separación de aristas (Figura 1).

La viruta logra efectivamente el objetivo de dispersar la semilla y hacer que la misma fluya fácilmente entre las manos al momento de la siembra al voleo de las parcelas. Se puede utilizar la técnica en forma manual como así también, con máquinas de siembra tipo al voleo o abonadoras con boca amplia que evite atoramientos.



**Figura 1:** A y B- Vistas de la semilla mezclada con viruta

## **Pasos a seguir**

Una vez obtenidas las panojas o las espiguillas según sea el método de cosecha realizado se debe proceder a:

### **Paso 1**

En primera instancia se separan todas las espiguillas de las panojas cosechadas en la época correcta (Figura 2) evitando cosechas tardías con alto desprendimiento de espiguillas y pérdida de cariopsis. En la experiencia de tesis se utilizó como material original, la cosecha manual de panojas o inflorescencias tomadas directamente del campo natural.

Para separar las espiguillas de las panojas se pueden utilizar máquinas moledoras u otro dispositivo que cuente con de cuchillas rotatorias que desmenuzencen las panojas y liberen las espiguillas a ser mezcladas. (Figura 3).



**Figura 2:** Vista de panojas cosechadas



**Figura 3:** Vista de panojas procesadas y desmenuzadas  
(Material entrelazado y apelotonado)

Paso 2: Pesar las espiguillas ya procesadas según la densidad estipulada o definida previamente a sembrar

Paso 3:

Proceder a volcar y mezclar un volumen de espiguillas (ya pesadas previamente) en el volumen total de viruta dispuesto.

Paso 4:

Embolsado

El volumen de viruta debe ser tal que, diluya las espiguillas y permita luego hacer el recorrido de la siembra sobre la superficie total del sitio elegido.

Si tomamos un volumen de viruta muy pequeño se corre el riesgo de concentrar la cantidad de semilla y no llegar a cubrir la superficie de terreno deseada con la densidad de semilla estipulada previamente.

Mezcla de semilla y viruta:

Este proceso puede ser realizado en forma manual o mecánica según la cantidad de kilogramos deseados para la siembra.

Cuando se necesita procesar una gran cantidad de semilla es muy buena opción disponer de una máquina mezcladora de cemento, ya que funciona muy bien y da mucha celeridad y homogeneidad a la mezcla.

Para el caso de pequeñas parcelas la mezcla se puede hacer manualmente, aunque con mayor esfuerzo y menor uniformidad de mezclado.

Si tomamos un volumen determinado de semilla en un recipiente y le agregamos otro volumen igual de viruta y lo mezclamos se puede observar como empiezan a separarse las espiguillas que contienen las semillas y a medida que agregamos más viruta y mezclamos, se va logrando el objetivo deseado.

Una vez obtenida la mezcla indicada es posible almacenarla en bolsas y rotularla de esa manera y al momento de tomarla en las manos es muy sencillo desparramarla y soltarla al voleo (Figura 4), logrando de esta forma distribuirla de manera uniforme en la superficie del suelo y con la densidad de semilla que uno haya dispuesto.



**Figura 4:** Siembra al voleo de *L. crinita*

### **Ventajas del método**

Una ventaja muy importante a destacar de esta técnica es que es sumamente económica ya que la viruta es un producto de descarte en los aserraderos y que en muchas ocasiones brinda una solución con la extracción y limpieza de la misma.

El único costo aunque mínimo, corresponde al retiro, adquisición de bolsas y transporte. Normalmente se puede sacar de los aserraderos sin costo alguno. Otra ventaja a destacar y de mucha importancia es que es un subproducto sumamente liviano y fácil de transportar además de mezclarse rápidamente con la semilla.

Es importante también considerar una ventaja adicional, ya corroborada en experiencias anteriores como también en el trabajo final de tesis y es que al momento de la siembra, la viruta acompaña a la semilla y en un gran porcentaje actúa como protectora de la misma brindando cobertura, protección ante la excesiva insolación de la época de siembra y conservación de humedad para los cariopses.

### **Uso de herbicida para control de malezas de hoja ancha (Primavera – Verano)**

#### **Experiencia realizada para el trabajo final de tesis de maestría**

Siembra y competencia de malezas:

Un capítulo importante en la siembra de *L. crinita* lo representa la presencia previa de malezas o banco de semillas de las mismas en el terreno de cultivo.

Es muy común la emergencia de malezas con el primer riego, sobre todo considerando que este se realiza en la primavera o el verano según cual sea el tratamiento, ya que la temperatura y la humedad en el suelo activan el banco de semillas presente en los primeros centímetros de suelo.

En la siembra de primavera como en la siembra de verano la emergencia de las plántulas estará afectada por la competencia de las semillas de malezas preexistentes en el banco de suelo, las cuales reaccionan rápidamente a los primeros riegos favorecidas sin lugar a dudas por las temperaturas elevadas del momento más la humedad propia del riego.

Se deduce inmediatamente que es de fundamental importancia partir de un suelo limpio de malezas al momento de la siembra, ya que la competencia por los recursos agua y fertilidad es muy importante para un buen arranque de *Leptochloa crinita*.

Cabe recordar que las malezas cuentan con estrategias para la emergencia que llevan a una alta velocidad implantación y establecimiento, situación que compite con el cultivo elegido.

*Leptochloa crinita* es susceptible a la competencia de malezas propias del lugar, sobretodo en la etapa de germinación, debido principalmente al pequeño tamaño de la semilla y a una lenta emergencia con respecto a las principales especies de malezas que se encuentren en el lugar.

Es muy importante trabajar mucho en la limpieza previa del lote a sembrar.

Algunas plántulas de *L. crinita* desaparecen según lo observado y otras se debilitan en cuanto a crecimiento y desarrollo en comparación con aquellas plantas que crecen libres de competencia de malezas.

Partir de un suelo limpio en la siembra es un tema fundamental a tener en cuenta para evitar fracasos de implantación.

En el caso particular del trabajo final de tesis hubieran sido convenientes uno o dos riegos previos a la siembra definitiva, para dejar emerger las malezas presentes. Posteriormente hacer una limpieza con rastra o herbicida post emergente para eliminarlas, disminuyendo así la presencia de malezas presentes del banco de suelo y lograr menor competencia.

Esta práctica cultural es fundamental para el control de malezas del tipo gramíneas ya que son más difíciles de eliminar en post emergencia, con productos químicos por su familiaridad con *L. crinita*.

Se deben considerar estas acciones previas, con mayor razón si no se conoce la historia previa del lote a sembrar.

También habrá que considerar un tiempo previo a la fecha estipulada de siembra, ya que es necesario realizar uno o dos riegos previos, dando el tiempo suficiente a la emergencia de las malezas para su posterior eliminación.

Se pueden hacer labores culturales pre y post siembra para la eliminación de las mismas o se puede acudir a tratamientos químicos con herbicidas.

Una línea de trabajo importante a desarrollar implica el estudio del uso de los herbicidas existentes en el mercado actualmente para el control de las mismas ya sea en presiembra, preemergencia y postemergencia.

En la experiencia de siembra de primavera y verano se utilizó un herbicida de postemergencia como es el Starane o Fluroxipir meptil (recomendado para hoja ancha).

Las principales malezas de hoja ancha presentes en la experiencia fueron las siguientes: Fique (*Flaveria bidentis*), Cardo ruso (*Salsola kali*), Morenita (*Kochia scoparia*), Clavel amarillo (*Pascalia glauca*), Chamico (*Datura ferox*), Falsa biznaga (*Ammi visnaga*), Rama negra (*Conyza bonariensis*) y las malezas de gramíneas encontradas fueron: Pasto ilusión (*Eragrostis mexicana*) Cola de zorro (*Setaria sp.*) Chepica o chipica (*Cynodon dactylon*) y Sorgo de Alepo o cañota (*Sorghum halepense*).

Para este último tipo de malezas no se realizó experiencia con el uso de herbicidas, sólo he realizado eliminación manual de las mismas en parcelas experimentales.

En las figuras 5; 6 y 7 se puede observar la acción del herbicida a los 7 días de su aplicación sobre *Pascalia glauca* como maleza principal presente.



**Figura 5:** Acción de Starane sobre *Pascalia glauca* en parcelas experimentales



**Figura 6:** Vista general de acción de Starane sobre malezas de hoja ancha



**Figura 7:** Acción de Starane aplicado en siembra de *L. crinita*  
En siembra de verano

#### Efecto de la aplicación de Starane y modo de acción

Fluroxipir meptil es un herbicida sistémico postemergente altamente traslocable que posee selectividad hacia cultivos de hoja angosta y algunas liliáceas (cebolla y ajo), además posee baja volatilidad hacia cultivos vecinos.

Fluroxypyr meptil pertenece al grupo químico de los ácidos Piridincarboxílicos, actúa como disruptor de las células de crecimiento de las plantas, en forma similar a las auxinas sintéticas, este grupo de herbicidas causan epinastia o retorcimiento de pecíolos y tallos, la formación de callosidades, la malformación de hojas y finalmente la necrosis y muerte de la planta. Desde la traslocación del herbicida los síntomas aparecen muy rápidamente, pero la muerte total de las malezas se da dentro de las 3-5 semanas después de la aplicación, los síntomas típicos del herbicida son: tallos, brotes y hojas torcidas, formación de callo endurecido en el tallo, tallos agrietados y crecimientos proliferados.



Aplicación de Starane sobre Falsa biznaga a mediados de noviembre de 2017



Efecto Starane Falsa Viznaga a mediados de diciembre de 2017

**Figura 8-** Efecto de Starane en el tratamiento de primavera