



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

Trabajo Final de Carrera

Caracterización de la producción y calidad de semillas de una promoción de especies invernales bajo pastoreo continuo y en clausura

Alumno: Tarnonsky, Federico

Carrera: Ingeniería agronómica

N° de Legajo: 27022/1

Correo electrónico: tarnonskyfederico@gmail.com

Directora: Ing. Agr. Esp. En Prod. Animal Oyhamburu, Estrella Mariel

Co-Director: Ing. Agr. Fernández, Federico Ezequiel

Docentes del Curso de Forrajicultura y Praticultura

Fecha de entrega: 13 de julio de 2018

Tabla de contenido

RESUMEN.....	3
INTRODUCCIÓN.....	4
Panorama ganadero y descripción del sistema.....	4
Promoción de especies invernales.....	5
Ecología de semillas.....	6
Carga animal y pastoreo.....	7
OBJETIVO GENERAL.....	10
Objetivos específicos.....	10
HIPOTESIS.....	10
MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
Ubicación del área en estudio.....	11
Características climáticas y edáficas.....	11
Rodeo experimental y tratamientos.....	12
Metodología de evaluación de las semillas.....	12
Producción de semillas.....	12
Calidad de semillas.....	12
Análisis estadístico.....	13
RESULTADOS.....	14
PRODUCCIÓN DE SEMILLAS.....	14
Número y longitud de espigas.....	14
Producción de semillas por hectárea.....	14
Efecto carga.....	15
Efecto año.....	15
Peso de mil semillas.....	16
CALIDAD DE SEMILLAS.....	17
Pureza.....	17
Energía germinativa. Efecto carga.....	18
Energía germinativa. Efecto año y postcosecha.....	19
Poder germinativo. Efecto carga.....	21
Poder germinativo. Efecto año y postcosecha.....	24
Velocidad germinativa. Efecto carga.....	25
Velocidad germinativa. Efecto año.....	27
Viabilidad. Efecto carga.....	30

Viabilidad. Efecto año y postcosecha.....	32
Temperatura y precipitaciones.....	33
DISCUSIÓN.....	34
CONSIDERACIONES FINALES.....	36
ANEXO 1.....	38
BIBLIOGRAFÍA.....	39

RESUMEN

El raigrás es la principal gramínea anual en las promociones de especies invernales. Su estrategia reproductiva es a través de semillas, las cuales son diseminadas a fines de primavera constituyendo el banco de semillas para el próximo año. El objetivo fue evaluar la producción y calidad de semillas en una promoción química de especies invernales bajo diferentes cargas animales en los años 2015 y 2016. Se evaluó número (NE) y longitud (LE) de espigas, producción de semillas (PS), peso de mil semillas (PMS), pureza (P), energía germinativa (EG), poder germinativo (PG), velocidad germinativa (VG) y viabilidad (V). En el establecimiento El Amanecer (UNLP), se cosecharon inflorescencias de raigrás de una promoción química de especies invernales. Los tratamientos fueron: carga animal alta (CAA), carga animal media (CAM), carga animal baja (CAB) y sin pastoreo (CL). El rodeo experimental estuvo compuesto por terneras Aberdeen Angus. El método de pastoreo implementado fue continuo. No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ni entre años en NE, LE, PMS y P. La PS del año 2015 fue significativamente mayor ($p < 0,05$) que el 2016. A los 30 días post cosecha la EG, PG y VG en 2015 no presentaron diferencias significativas entre tratamientos; a los 90 días la EG y PG de la CL fue significativamente mayor que en CAA y CAB e igual a CAM. En el año 2016, a los 30 días, la EG de la CL fue significativamente mayor ($p < 0,05$) que en CAB pero no se diferenciaron de CAA y CAM mientras que el PG y la VG de la CL fue significativamente mayor que el resto de los tratamientos. A los 90 días no hubo diferencias entre tratamientos en las variables EG, PG y VG. La EG y el PG, al día 90 post cosecha del año 2016 fueron superiores al 2015. La EG y la VG fueron significativamente mayores ($p < 0,05$) en el 2015. Por otro lado, el año 2016 presentó valores mayores de V y PG que el 2015. Los resultados demuestran una gran variabilidad entre años y confirman la estrategia de dormancia de la semilla de raigrás para sobrevivir en el verano y germinar con condiciones climáticas óptimas para su crecimiento. No se verifica un deterioro en la producción y calidad de la semilla por parte del pastoreo con diferentes cargas animales que perjudique la propagación del recurso.

INTRODUCCIÓN

Panorama ganadero y descripción del sistema

El sector ganadero cumple un rol fundamental como uno de los ejes de la economía del país. La producción bovina en la República Argentina es una actividad importante, representa el 35%-40% del Producto Bruto Agropecuario Nacional y el 20 % del valor agregado agropecuario en forma directa (Fernández, 2009).

En nuestro país el crecimiento del cultivo de soja, en la última década, provocó una reducción de la superficie ganadera de más de 15 millones de hectáreas lo que obligó a un reordenamiento territorial de la misma (Rearte, 2011). A pesar de esta reducción, el stock ganadero no ha disminuido (Rearte, 2007) lo que demuestra que existe una concentración del número de animales en las zonas tradicionales de producción, cuyo principal recurso es el pastizal natural y, además, un aumento de la carga animal sobre áreas con limitantes para cultivos implantados. El 56% del stock se concentra en la Región Pampeana, principal zona agrícola y donde se produce el 80% de la carne del país.

Dentro de la Región Pampeana se encuentra la Pampa Deprimida (León, 1991), cuya vegetación predominante es el pastizal formado por un mosaico de estepas gramíneas y praderas con diferente cobertura y altura de pastos, hierbas y arbustos (Batista et al., 2005). Esta región, que aún conserva entre el 53% y 89% de pastizales naturales o seminaturales, es una de las principales zonas ganaderas del país ya que aloja más del 20% del stock bovino nacional (Vázquez & Rojas, 2006).

La cría de ganado bovino para carne es la actividad predominante en los pastizales húmedos de la Pampa Deprimida y se caracteriza por ser una ganadería extensiva, con escasa participación de pasturas implantadas, verdeos y otras fuentes de alimentación. Las especies nativas y/o naturalizadas que componen los diferentes ambientes del pastizal, presentan buen valor nutritivo y, por lo tanto, el rodeo de cría puede satisfacer sus requerimientos a lo largo del año (Cauhépe & Hidalgo, 2005). Una de las limitantes del aumento de la productividad secundaria es la escasa producción de forraje del pastizal durante el periodo otoño-invernal (Fernández Grecco & Hidalgo, 1993).

La escasez de forraje durante el invierno restringe la capacidad de carga animal de los sistemas ganaderos basados en pastizales (Deregibus et al., 1995), sin embargo, este déficit puede ser atenuado con la utilización de gramíneas de ciclo otoño-inverno-primaveral (Defeo, 2013). Teniendo en cuenta que los sistemas ganaderos no son insumo – dependientes, es necesario implementar tecnologías denominadas “de proceso” donde los mejores resultados se consiguen a través de una combinación

correcta de los factores de producción (Barbera et al., 2003). Esto podría plantearse como una solución al deterioro del pastizal natural (Recavarren & Martinefsky, 2009) y a la reducción de la superficie ganadera (Rearte, 2010). Estos hechos provocaron un aumento en la utilización de insumos y en el consumo de combustibles fósiles (Frank & Viglizzo, 2010).

Promoción de especies invernales

El déficit forrajero invernal en la Pampa Deprimida se complementa con la introducción de verdeos anuales en zonas de loma y/o media loma, entre los cuales se destaca la incorporación de *Lolium multiflorum* Lam “raigrás anual” (Fernández Grecco, 2000), especie nativa de Europa, norte de África y América para producción de forraje (Jahuar, 1993) y naturalizada en la Región Pampeana (Marzocca, 1976). Tiene muy buena resistencia al frío, razón por la cual mantiene buenas tasas de crecimiento durante el invierno. Requiere suelos fértiles con precipitaciones no inferiores a 750 mm para expresar todo su potencial, pero se adapta a suelos de menor calidad e incluso con condiciones limitantes (González, 2010). Debido a la ausencia de condiciones óptimas para la germinación y a la competencia excesiva con otras especies, el raigrás no es una especie dominante del pastizal.

Una promoción de especies invernales consiste en la eliminación de toda competencia a través del uso de herbicidas, desmalezado mecánico o pastoreo con alta carga animal instantánea y de la fertilización a base de fósforo y nitrógeno (De la Vega, 2009). Es una práctica mediante la cual se aplican tecnologías de insumo y de proceso que favorecen el establecimiento y perpetuación de raigrás anual y otras especies invernales que se encuentran en menor proporción en el pastizal natural: cebadilla peluda (*Bromus mollis* (L)), gaudinia (*Gaudinia fragilis* (L.) P. Beauv.) y cebadilla criolla (*Bromus catharticus* Vahl) (Berastegui, 2017). Con esta técnica se incrementa la oferta forrajera invernal, algo que no puede realizarse con especies perennes debido a que no crecen con bajas temperaturas (Fernández Grecco, 2005; Jacobo et al., 2008; Rodríguez & Jacobo, 2013); es recomendada para aumentar la oferta y calidad de forraje durante los meses críticos logrando una producción de pasto y de carne a lo largo del año más estable (Oyhamburu et al., 2000), y de manera económica (De Batista & Costa, 2004).

La promoción de especies invernales se realiza por medio del manejo de tres elementos primarios: semilla, eliminación de la competencia y fertilización. El objetivo de la eliminación de la competencia es dar luz y espacio a las semillas para que germinen y desarrollen durante el otoño, aprovechando la temperatura y la humedad de la estación (Melgar, 2006). La fertilización nitrogenada es otro elemento para

obtener altas producciones de materia seca. Si bien la ausencia de competencia determinará que los nitratos producidos por la mineralización de la materia orgánica sean mejor aprovechados, la aptitud de respuesta al nitrógeno del raigrás anual determina que, sin un aporte significativo de fertilizante, la producción es normalmente marginal y tardía, ya que la mineralización a nitratos en invierno no es muy significativa y recién comienza a activarse en la primavera (De la Vega, 2009).

Por último, la presencia de semillas en el potrero es la variable que hará al éxito de la promoción. Según Danelon et al. (2004), un valor de relación semillas viables/plantas logradas igual a 17 semillas por planta puede considerarse acorde.

Ecología de semillas

Las semillas de raigrás se desprenden en la primavera tardía y permanecen latentes en la superficie del suelo debajo del denso canopeo de los pastos C4 mientras son preponderantes las condiciones de clima cálido y seco del verano. El comienzo de la germinación ocurre con temperaturas más leves en el otoño temprano, como ocurre para la mayoría de las especies de invierno anuales (Baskin & Baskin, 1986). Estudios de poblaciones de raigrás se han enfocado en la respuesta de la germinación a la calidad de luz y demuestran que el pastoreo intensivo en cortos periodos al final del verano promueve fehacientemente la germinación ya que la intensa defoliación del canopeo incrementa la relación rojo/rojo lejano que alcanza a las semillas (Deregibus et al., 1994).

La latencia estival de las especies invernales anuales es causada por la combinación de una temperatura del aire mayor a la necesaria para romper la dormancia (Baskin & Baskin, 1978; Pemedasa & Lovell, 1975) y a la luz de la onda roja que no logra superar la dormancia, por ende, impide la germinación aun cuando las semillas reciben luz directa, hecho frecuente en estos pastizales cuyo canopeo es periódicamente removido por el pastoreo. Este mecanismo retrasa la germinación hasta que haya condiciones de temperaturas menores a 15°C que permitirán el establecimiento de las plántulas (Rodríguez et al., 1998). La relación rojo/rojo lejano que promueve la germinación sobre la porción fotosensitiva de la semilla, está restringida a la primera mitad del otoño, lo cual le confiere diferentes ventajas ecológicas dependiendo del momento de la remoción del canopeo. Si éste es removido a finales de verano casi toda la población de semillas germinará inmediatamente y estas plantas en el invierno tardío serán más grandes que aquellas que provienen de semillas que germinan durante el otoño tardío.

Si el canopeo es removido por disturbios (pastoreo, sequía, fuego) luego de la germinación de las semillas no sensitivas en otoño temprano, la germinación de las

semillas sensitivas podría ser inducida por la ocurrencia de altas relaciones de rojo/rojo lejano como consecuencia de la remoción del canopeo. Esta nueva cohorte de plántulas provee una segunda chance para alcanzar el estado reproductivo y la producción de semillas para el año siguiente (Deregibus et al., 1994).

Rodríguez, et al. (1998), confirmaron la existencia de latencia innata durante los primeros 90 días desde la cosecha y demostraron que a partir de los 90 días de cosechadas las semillas la germinación se hace efectiva. La dormancia de las semillas de raigrás es superada a través de dos procesos: maduración en seco y pre-enfriado a temperaturas suaves en semillas hidratadas.

La respuesta de germinación de semillas de raigrás a la temperatura y a la calidad de luz ha brindado ventajas ecológicas a esta especie y determinado su presencia en la Región Pampeana a través del manejo de la latencia estival y la promoción de la germinación por alta relación rojo/rojo lejano.

Carga animal y pastoreo

El empleo de promociones químicas de raigrás y otras forrajeras invernales como único alimento de bovinos en crecimiento, requiere ajustar el manejo del pastoreo, principalmente la carga animal (Agnelli et al., 2013). La carga animal ha sido definida como el número de animales de una categoría específica por unidad de área, o su recíproca, área total por animal en un período de tiempo. La determinación de la carga animal adecuada es el componente más importante del manejo del pastoreo desde el punto de vista ecológico, nutricional y económico. El pastoreo es la defoliación, por parte de los animales, de las plantas de una pastura. Este proceso implica búsqueda, captura, ingesta y procesamiento del pasto consumido (Gregorini, 2007).

La forma con que el hombre organiza el aprovechamiento del forraje admite múltiples variables, desde un pastoreo continuo hasta el pastoreo rotativo por horas. Para determinar el uso de uno u otro método de pastoreo se deben evaluar distintas variables: que el animal gane peso o produzca un ternero, que la fuente forrajera para este propósito presente una disponibilidad y calidad adecuada y, por último, que esta fuente dure en condiciones de óptima productividad el mayor tiempo posible.

Se distinguen, a grandes rasgos, dos tipos de pastoreo: continuo e intermitente. En el método de pastoreo continuo los animales permanecen durante largos periodos en una misma área, ya sea durante todo un año o un periodo o estación de producción. Existen dos posibilidades en función de si la carga es variable o fija; en el primer caso, se ajusta la carga de acuerdo a las fluctuaciones estacionales de producción forrajera, mientras que en el segundo caso no hay ajuste de la carga (Carrillo, 1997). Este es el sistema de mayor predominancia en los establecimientos agropecuarios del país,

debido a la menor inversión económica y operativa que implica con respecto al intermitente y por la cultura de producción extensiva vigente.

Dentro del pastoreo intermitente, se encuentran las alternativas: rotativo y racional. En el primer caso, se asignan al ganado circuitos compuestos por un número determinado de parcelas que se pastorean con un orden y tiempo predeterminado. En el pastoreo racional, las parcelas del circuito se habilitan al ganado de acuerdo a su estado y exige un seguimiento constante. Dentro del pastoreo racional hay dos tendencias bien diferenciadas: la primera, llamada racional Voisin en el cual las parcelas son de tamaño fijo, se controla la altura de ingreso de los animales y se da el tiempo suficiente para la recuperación del recurso; y racional intensivo, donde las parcelas son de tamaño variable de acuerdo a los requerimientos del ganado, se controla la altura de ingreso, los tiempos de pastoreo son muy cortos (medio día a un día) y se deja un remanente (Lundberg, 1992).

Tanto el pastoreo continuo como el intermitente son, en realidad, sistemas de defoliación discontinuos, donde la diferencia fundamental es que mientras en el sistema intermitente el intervalo de defoliación está determinado por el hombre, en el sistema continuo lo determina el animal. Conocer la dinámica de crecimiento de los recursos es imprescindible para utilizarlos de manera eficiente y optimizar los objetivos de producción. Esto está basado en cómo repercute el animal sobre los distintos recursos y en la variación de la productividad de los mismos con diferentes manejos.

Según Fernández et al., (2014) el pastoreo rotativo y continuo no disminuyen la producción de semillas del raigrás. El pastoreo continuo afectaría su calidad, dada por una menor y más lenta germinación, aunque sin afectar la perpetuidad de la promoción de especies invernales.

El pastoreo del raigrás a finales de invierno y principios de primavera hasta el momento en que se elimina el meristema apical de todos los macollos primarios no reduce el rendimiento de semillas. El pastoreo hasta el momento en que aproximadamente un tercio de los macollos primarios pierden su meristema apical puede inclusive mejorar el rendimiento de la semilla (Young et al., 1996).

Los antecedentes muestran que las plantas pueden producir semillas de distinto tamaño o calidad, así como diversos grados de dormancia, lo que les permite incrementar sus posibilidades de perpetuación, especialmente en el caso de especies anuales que viven en ambientes poco estables. La capacidad de producción de semillas depende más de la eficiencia del sistema reproductivo, considerado como el porcentaje de flores que producen semillas y el tamaño de éstas, que del aumento en el tamaño y número de inflorescencias. La defoliación es uno de los factores importantes en la determinación de la cantidad de inflorescencias, de espiguillas y del

peso de semillas. Johnston et al., (2003) demostraron, en cuatro poáceas anuales, que las plantas sacrifican el tamaño de sus órganos para alterar en menor grado el peso de las semillas y su calidad. Las condiciones de crecimiento de la planta madre y la madurez fisiológica de las semillas a la cosecha, son factores que afectan la viabilidad de las semillas. En las cuatro especies estudiadas, el corte a inicio de elongación del tallo floral y ambas frecuencias de corte redujeron la producción de semillas y demostraron también que la capacidad germinativa se redujo con cortes frecuentes y con un corte a inicio de elongación del tallo floral.

En las promociones de especies invernales la semilla es el insumo primario para lograr un recurso con una oferta acorde a la demanda de los animales y una cadena forrajera estable. La evaluación de la calidad de las semillas que provienen de plantas disturbadas por defoliaciones con diferente carga animal resulta de interés si se considera que tales semillas constituirían uno de los factores determinantes para la continuidad del recurso al año siguiente.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la producción y calidad de semillas de raigrás de una promoción de especies invernales bajo pastoreo continuo, con distinta carga animal y sin pastoreo.

Objetivos específicos

Determinaren el raigrás:

- número y longitud de espigas
- producción de semillas (kg/ha)
- peso de mil semillas
- pureza, energía germinativa, poder germinativo, velocidad de germinación y viabilidad de las semillas.

HIPOTESIS

En una promoción química de especies invernales el pastoreo continuo y el incremento de la carga animal afectan la producción y la calidad de semillas de raigrás.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área en estudio

El presente trabajo se realizó en el establecimiento “El Amanecer”, partido de Magdalena, cercano a la localidad de Vieytes, ubicado al noreste de la Pampa Deprimida en la llanura plana (57° 07' O; 35° 01' S), provincia de Buenos Aires. Pertenece a la Universidad Nacional de La Plata y es administrado por la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales y la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNLP. El establecimiento cuenta con una superficie de 254 hectáreas; su actividad principal es la cría bovina sobre pastizal y la recría de vaquillonas para servicio a los 15 meses de edad, en promoción de especies invernales y pasturas base festuca (*Festuca arundinacea*). Un sector del establecimiento con Pradera húmeda de mesófitas fue modificado hace 12 años mediante la aplicación de herbicidas y está compuesto por gramíneas invernales anuales, principalmente raigrás anual y, en menor proporción, cebadilla criolla, gaudinia, cebadilla peluda y las leguminosas trébol blanco (*Trifolium repens*) y lotus (*Lotus tenuis*). Este recurso es utilizado para la recría de vaquillonas para servicio a los 15 meses.

Características climáticas y edáficas

El clima es templado-húmedo, con una precipitación media anual de 950 mm. La temperatura media anual es de 15,9°C con máxima absoluta de 37,4°C en enero y mínima absoluta de -4,1°C en junio. El periodo libre de helada es de 7 meses, desde el mes de octubre a abril. El relieve es uniforme, con una pendiente menor al 1 %.

En el establecimiento se encuentran tres unidades cartográficas asociadas con el paisaje, el relieve y los suelos (Anexo 1). La unidad cartográfica N° 1 se desarrolla en los planos más altos del paisaje sobre lomas aplanadas, conformando un complejo en el que el suelo dominante corresponde a un Argiudol vértico con una proporción inferior de Argiacuol vértico. Asociada a esta unidad cartográfica encontramos la unidad de vegetación potencial compuesta por la Pradera húmeda de mesófitas. La unidad cartográfica N° 2 ocupa una posición media y baja en el relieve; se constituye por un complejo de suelos presentándose como dominante el Argiacuol vértico asociado con Argiudol vértico y, como incluido, con Natracualf típico, ubicado en las depresiones. Se asocia a la comunidad Pradera de hidrófitas. En cuanto a la unidad N° 3, se desarrolla en las posiciones deprimidas del paisaje; está constituida por un complejo de suelos en el que predomina el Natracualf típico asociado con Argiacuol vértico y donde se encuentra la comunidad Estepa de halófitas (Burkart et al., 2005).

Rodeo experimental y tratamientos

El rodeo experimental estuvo compuesto por terneras de raza Aberdeen Angus, en sus variedades Negro y Colorado, de biotipo medio (frame score 3). Se utilizó el método de pastoreo continuo.

Como tratamientos se plantearon tres niveles de carga animal y una clausura al pastoreo.

1. Carga animal alta (CAA): carga animal fija de 4,3 animales/ha (aproximadamente 3EV). Unidad experimental (UE) 0,93ha.
2. Carga animal media (CAM): carga animal fija de 3,6 animales/ha (aproximadamente 2,5EV). Unidad experimental (UE) 1,1ha.
3. Carga animal baja (CAB): carga animal fija de 2,8 animales/ha (aproximadamente 2EV). Unidad experimental (UE) 1,43ha.
4. Sin pastoreo (SP): un área de 50 x 50 m.

Se empleó un diseño experimental de bloques al azar con 2 repeticiones en el espacio y 4 animales por UE. El tratamiento sin pastoreo no tuvo repeticiones y la superficie fue de 0,25 ha. Se aleatorizó la ubicación de las parcelas y grupos de animales de cada tratamiento.

Metodología de evaluación de las semillas

Producción de semillas

La cosecha de las inflorescencias se llevó a cabo en diciembre de 2015 y 2016. Se cosecharon a mano 20 muestras al azar por tratamiento con una tabla de corte de 0,5 m². Las mismas fueron trilladas con zaranda y las semillas se almacenaron en un lugar seco y oscuro.

Determinaciones realizadas por tratamiento:

- Número de espigas (NE): se tomaron muestras de 0,5 m² para determinar la cantidad de espigas por unidad de superficie (m²).
- Longitud de espigas (LE): sobre una muestra representativa (50 espigas) se midió el tamaño de las mismas.
- Producción de semillas (PS): las semillas trilladas se pesaron y se calculó la producción de semillas, expresado en kilogramos por hectárea.
- Peso de 1000 semillas (PMS): se contaron mil semillas y se pesaron (g).

Calidad de semillas

Las semillas fueron almacenadas en oscuridad a temperatura ambiente y los análisis de calidad se realizaron entre los meses de enero a marzo de cada año.

- Pureza físico-botánica (P): se tomaron dos muestras de 5 gr cada una, separando semillas puras, vanas, de otras especies y material inerte.
- Energía germinativa (EG) y poder germinativo (PG) según ISTA (1996): a los 30 y 90 días posteriores a la cosecha, en cuatro repeticiones por tratamiento, se colocaron 25 semillas en caja de Petri con medio de imbibición, en una cámara con alternancia de temperatura y de luz (16 hs de luz a 20°C y 8hs de oscuridad a 30°C), durante 14 días. A los 5 días se determinó la EG y a los 14 el PG.
- Velocidad de germinación (VG): se determinó paralelamente al ensayo de energía y poder germinativo (ISTA, 1996).
- Test de viabilidad de semillas (V): Para las semillas que no germinaron en cámara, se evaluó su viabilidad mediante el empleo de tetrazolio.

Análisis estadístico

A las variables de producción (LE, NE, PS y PMS) se les realizó sólo el análisis ANOVA entre años y las medias fueron comparadas con el test de Tukey ($p < 0,05$). Esto se debió a que no se contó con repeticiones dentro de un mismo año. Las variables de calidad de las semillas (P, EG, PG, VG y V) fueron analizadas con ANOVA por año y entre años, y las medias fueron comparadas con el test de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS

PRODUCCIÓN DE SEMILLAS

Número y longitud de espigas

El número y longitud de espigas de los distintos tratamientos en los años 2015 y 2016 se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Número de espigas por m² y longitud de espigas (cm) en los años 2015 y 2016 y en cada uno de los tratamientos.

Tratamientos	2015		2016	
	NE/m ²	LE (cm)	NE/m ²	LE (cm)
CAA	2228	9,3	1964	8,6
CAM	2680	8,7	1892	11,3
CAB	2440	8,7	1764	8,1
CL	1420	11,9	1324	11,4

La longitud de espigas (LE) y el número de espigas por metro cuadrado (NE/m²) de los dos años no presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos (Tabla 2) ni entre años (Tabla 3).

Tabla 2. ANOVA y test de Tukey correspondiente a las medias de LE (cm) y NE/m² entre tratamientos.

Tratamientos	NE/m ²	LE (cm)
CAB	2102,0 ± 164,6 a	8,4±0,8 a
CAA	2096,0 ± 164,6 a	8,9 ± 0,8 a
CAM	2286,0 ± 164,6 a	10,0 ± 0,8 a
CL	1372,0 ± 164,6 a	11,6 ± 0,8 a

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

Tabla 3. ANOVA y test de Tukey correspondiente a las medias de LE (cm) y NE/m² entre años.

Años	NE/m ²	LE (cm)
2015	2192,0 ± 116,4 a	9,6 ± 0,5 a
2016	1736,0 ± 116,4 a	9,8 ± 0,5 a

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

Producción de semillas por hectárea

La producción de semillas de los distintos tratamientos en los años 2015 y 2016 se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Producción de semillas (kg/ha) en los años 2015 y 2016, en cada uno de los tratamientos.

Tratamientos	2015	2016
CAA	515,9	314
CAM	684,2	548
CAB	677,2	357
CL	718,8	229

Efecto carga

Los tratamientos durante los dos años no presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre sí (Tabla 5).

Tabla 5. ANOVA y test de Tukey correspondiente a las medias de la PS (kg/ha) entre tratamientos en los dos años.

Tratamientos	PS (kg/ha)
CAA	375,0 ± 86,5 a
CL	436,5 ± 86,5 a
CAB	484,5 ± 86,5 a
CAM	590,0 ± 86,5 a

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

La PS del tratamiento CAM fue un 17,8% mayor que el tratamiento CAB y 26% y 36,4% que la CL y la CAA respectivamente.

Efecto año

La producción promedio de semillas en el año 2015 fue significativamente mayor ($p < 0,05$) que la del año 2016. El valor obtenido para el año 2015 fue 612,2 kg/ha ± 61 kg/ha mientras que para el 2016 fue 330,7 kg/ha ± 61,1 kg/ha (Figura 1).

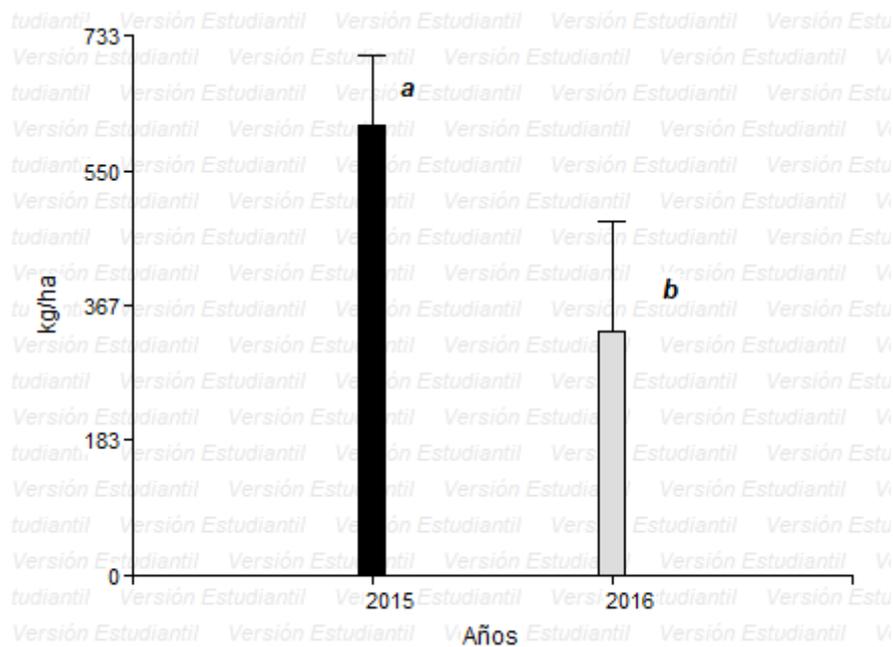


Figura 1. Producción de semillas (kg/ha) de todos los tratamientos para los años 2015 y 2016.

Peso de mil semillas

El peso de mil semillas de los tratamientos en los años 2015 y 2016 se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Peso de 1000 semillas (g) en los años 2015 y 2016 en cada uno de los tratamientos.

Tratamientos	2015	2016
CAA	1,95	1,66
CAM	1,74	1,67
CAB	1,79	1,79
CL	1,90	1,91

El PMS no presentó diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 7) ni entre años ($p < 0,05$) (Tabla 8).

Tabla 7. ANOVA y test de Tukey correspondiente a las medias del PMS (g) entre tratamientos.

Tratamientos	PMS (g)
CAM	1,7 ± 0,07 a
CAB	1,8 ± 0,07 a
CAA	1,8 ± 0,07 a
CL	1,9 ± 0,07 a

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

Tabla 8. ANOVA y test de Tukey correspondiente a las medias del PMS (g) de todos los tratamientos entre años.

Año	PMS (g)
2016	1,7 ± 0,05 a
2015	1,8 ± 0,05 a

Letras diferentes indican diferencias significativas (p<0,05).

CALIDAD DE SEMILLAS

Pureza

La pureza (%) de los tratamientos en los años 2015 y 2016 se presenta en la Tabla 9.

Tabla 9. Pureza (%) de los tratamientos en los años 2015 y 2016.

Tratamientos	2015	2016
CAA	92,2	86,4
CAM	94,3	97,5
CAB	93,4	93,9
CL	96,5	77,9

La P no presentó diferencias significativas (p<0,05) entre tratamientos (Tabla 10) ni entre años (Tabla 11).

Tabla 10. ANOVA y test de Tukey correspondiente a las medias de la P (%) entre tratamientos de los dos años.

Tratamientos	P (%)
CL	87,3 ± 2,6 a
CAA	89,8 ± 2,6 a
CAB	93,8 ± 2,6 a
CAM	96,3 ± 2,6 a

Letras diferentes indican diferencias significativas (p<0,05).

Tabla 11. ANOVA y test de Tukey correspondiente a las medias de la P (%) de todos los tratamientos entre años.

Año	Pureza (%)
2016	89,4 ± 1,9 a
2015	94,1 ± 1,9 a

Letras diferentes indican diferencias significativas (p<0,05).

Energía germinativa. Efecto carga.

Comparación de la EG de los tratamientos a los 30 y 90 días postcosecha 2015 y 2016.

La EG durante el 2015, a los 30 días post cosecha no presentó diferencias significativas entre tratamientos. A los 90 días post cosecha, el tratamiento CL fue significativamente mayor ($p < 0,05$) que los tratamientos CAA y CAB, pero no se diferenció del tratamiento CAM.

En el año 2016 a los 30 días post cosecha el tratamiento CL fue significativamente mayor ($p < 0,05$) que CAB, pero no se diferenciaron de CAA y CAM. A los 90 días no hubo diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 12).

Tabla 12. ANOVA y test de Tukey correspondiente a las medias de EG (%) entre tratamientos a los 30 y 90 días post cosecha de los dos años.

Tratamientos	EG (%) 30 días post cosecha		EG (%) 90 días post cosecha	
	2015	2016	2015	2016
CAA	9,0 ± 3,8 a	2,0 ± 3,8 ab	39,0 ± 4,7 a	54,0 ± 3,6 a
CAM	3,0 ± 1,5 a	3,0 ± 1,5 ab	54,0 ± 4,7 ab	57,0 ± 3,6 a
CAB	4,0 ± 1,1 a	0,0 ± 1,1 a	40,0 ± 4,7 a	67,0 ± 3,6 a
CL	9,0 ± 3,2 a	9,0 ± 3,2 b	62,0 ± 4,7 b	56,0 ± 3,6 a

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

Comparación de la EG a los 30 días postcosecha de los tratamientos con los datos de los dos años.

A los 30 días post cosecha, la EG de los tratamientos no presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) (Tabla 13).

Tabla 13. ANOVA y test de Tukey correspondiente a las medias de la EG (%) entre tratamientos a los 30 días post cosecha.

Tratamientos	EG (%)
CAB	2,0 ± 1,87 a
CAM	3,0 ± 1,87 a
CAA	5,5 ± 1,87 a
CL	9,0 ± 1,87 a

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

Comparación de la EG a los 90 días postcosecha de los tratamientos con los datos de los dos años.

A los 90 días post cosecha, la EG de los tratamientos no presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) (Tabla 14).

Tabla 14. ANOVA y test de Tukey correspondiente a las medias de la EG (%) entre tratamientos a los 90 días post cosecha.

Tratamientos	EG (%)
CAA	46,5 ± 3,7 a
CAB	53,5 ± 3,7 a
CAM	55,5 ± 3,7 a
CL	59,0 ± 3,7 a

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

Comparación de la EG a los 30 y 90 días postcosecha, de los tratamientos con los datos de los dos años.

La EG considerando los datos de los 30 y 90 días postcosecha no presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos (Tabla 15).

Tabla 15. ANOVA y test de Tukey correspondiente a las medias de la EG (%) entre tratamientos considerando los 30 y 90 días post cosecha.

Tratamiento	EG (%)
CAA	26,0 ± 2,2 a
CAB	27,8 ± 2,2 a
CAM	29,2 ± 2,2 a
CL	34,0 ± 2,2 a

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

Energía germinativa. Efecto año y postcosecha.

La EG a los 30 días post cosecha fue significativamente menor ($p < 0,05$) que a los 90 días post cosecha (Figura 2).

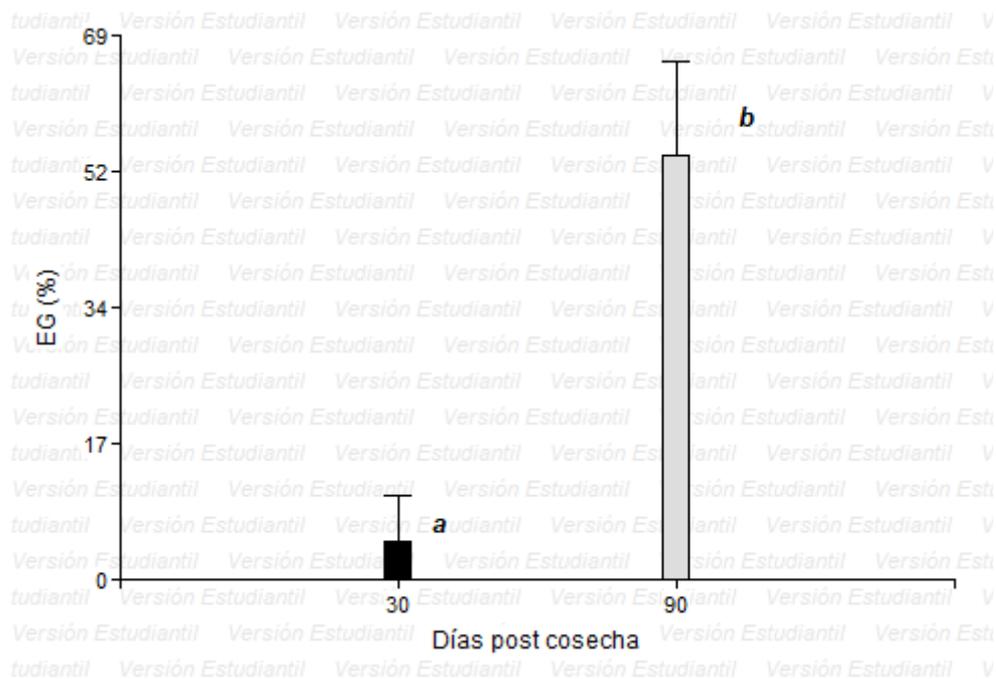


Figura 2. Energía germinativa, expresada en porcentaje, a los 30 y 90 días post cosecha de los años 2015 y 2016.

La EG considerando los datos de los 30 y 90 días postcosecha no presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre años (Tabla 16).

Tabla 16. ANOVA y test de Tukey correspondiente a las medias de la EG (%) entre años considerando los 30 y 90 días post cosecha.

Año	EG (%)
2015	27,5 ± 1,59 a
2016	31,0 ± 1,59 a

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

Al comparar entre años, a los 30 días post cosecha, la CAB presentó valores significativamente mayores ($p < 0,05$) en el año 2015 que en 2016 mientras que a los 90 días post cosecha, la CAB mostró valores significativamente mayores ($p < 0,05$) en el año 2016 ($p < 0,05$) (Tabla 17).

Tabla 17. ANOVA y test de Tukey correspondiente a las medias de EG (%) de los tratamientos a los 30 y 90 días post cosecha entre años.

Tratamientos	EG (%) 30 días post cosecha		EG (%) 90 días post cosecha	
	2015	2016	2015	2016
CAA	9,0 ± 3,8 a	2,0 ± 3,8 a	39,0 ± 4,7 a	54,0 ± 3,6 a
CAM	3,0 ± 1,5 a	3,0 ± 1,5 a	54,0 ± 4,7 a	57,0 ± 3,6 a
CAB	4,0 ± 1,1 b	0,0 ± 1,1 a	40,0 ± 4,7 a	67,0 ± 3,6 b
CL	9,0 ± 3,2 a	9,0 ± 3,2 a	62,0 ± 4,7 a	56,0 ± 3,6 a

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

Poder germinativo. Efecto carga

Comparación del PG de los tratamientos a los 30 y 90 días postcosecha en 2015 y 2016.

El PG a los 30 días post cosecha en 2015 no presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos. A los 90 días post cosecha del mismo año, la CL fue significativamente mayor ($p < 0,05$) que los tratamientos CAA y CAB, pero no se diferenció del tratamiento CAM.

En el año 2016, el PG de la CL fue significativamente mayor ($p < 0,05$) que el resto de los tratamientos a los 30 días post cosecha. Los tratamientos a los 90 días post cosecha no presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) (Tabla 18).

Tabla 18. ANOVA y test de Tukey correspondiente a las medias de PG (%) entre tratamientos y entre años a los 30 y 90 días post cosecha.

Tratamientos	PG (%) 30 días post cosecha		PG (%) 90 días post cosecha	
	2015	2016	2015	2016
CAA	21,0 ± 4,6 a	13,0 ± 6,0 a	49,0 ± 3,8 a	83,0 ± 2,9 a
CAM	16,0 ± 4,6 a	12,0 ± 6,0 a	60,0 ± 3,8 ab	75,0 ± 2,9 a
CAB	16,0 ± 4,6 a	17,0 ± 6,0 a	49,0 ± 3,8 a	82,0 ± 2,9 a
CL	25,0 ± 4,6 a	47,0 ± 6,0 b	72,0 ± 3,8 b	84,0 ± 2,9 a

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

Comparación del PG a los 30 días post cosecha de los tratamientos con los datos de los dos años.

El PG de la CL fue significativamente mayor ($p < 0,05$) que el del resto de los tratamientos a los 30 días post cosecha (Figura 3).

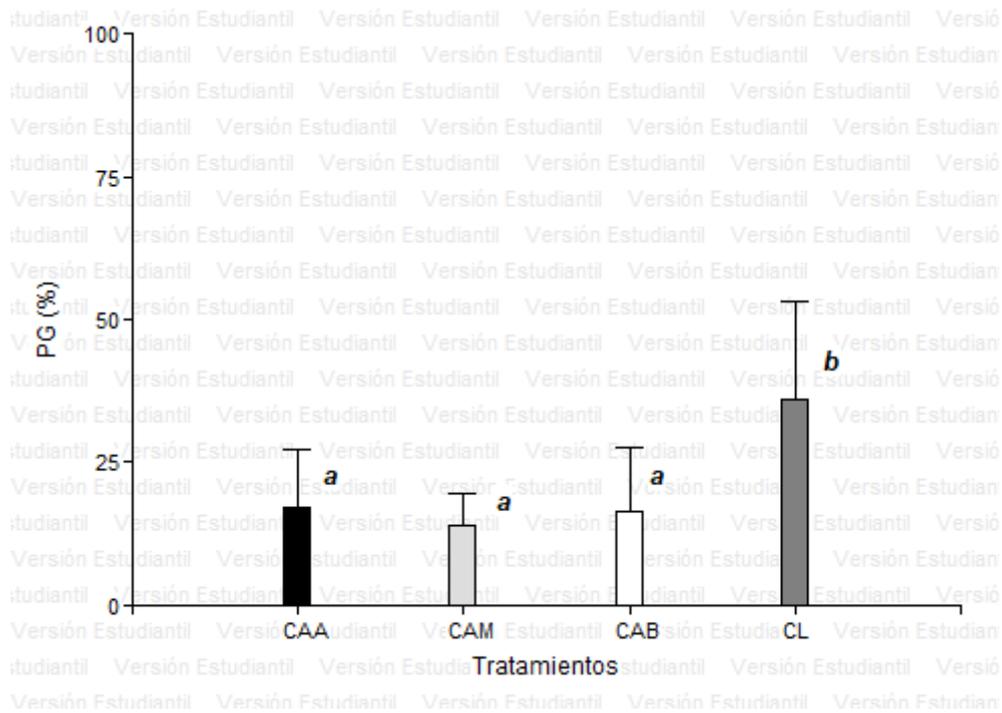


Figura 3. Poder germinativo, expresado en porcentaje, a los 30 días post cosecha de los años 2015 y 2016.

El PG del tratamiento CL fue un 52,8%, 54,2% y 61,2% mayor que los tratamientos CAA, CAB y CAM respectivamente.

Comparación del PG a los 90 días post cosecha de todos los tratamientos con los datos de los dos años.

A los 90 días post cosecha, el PG de la CL fue significativamente mayor ($p < 0,05$) que el de los tratamientos CAA y CAB pero no se diferenció del tratamiento CAM. Éste último no se diferenció significativamente de los tratamientos CAA y CAB (Figura 4).

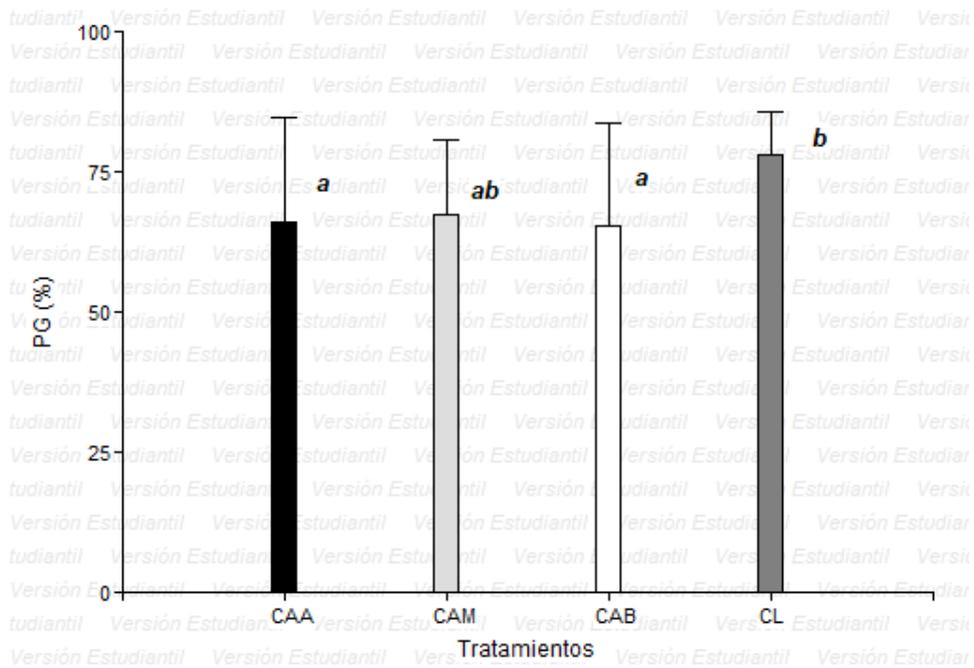


Figura 4. Poder germinativo, expresado en porcentaje, de los tratamientos a los 90 días post cosecha de los dos años evaluados.

Comparación del PG a los 30 y 90 días postcosecha, de todos los tratamientos medidos en los dos años.

El PG del tratamiento CL fue significativamente mayor ($p < 0,05$) que el resto de los tratamientos (Figura 5).

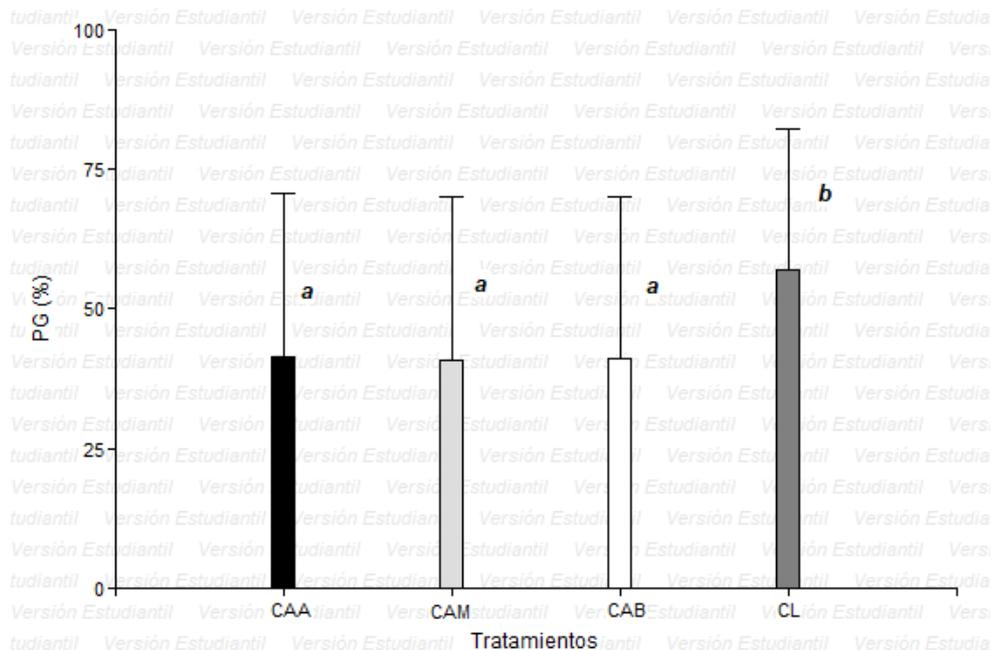


Figura 5. Poder germinativo, expresado en porcentaje, entre tratamientos en los años 2015 y 2016.

Poder germinativo. Efecto año y postcosecha.

El PG del día 30 post cosecha de todos los tratamientos fue significativamente menor ($p < 0,05$) que el de 90 días postcosecha (Figura 6).

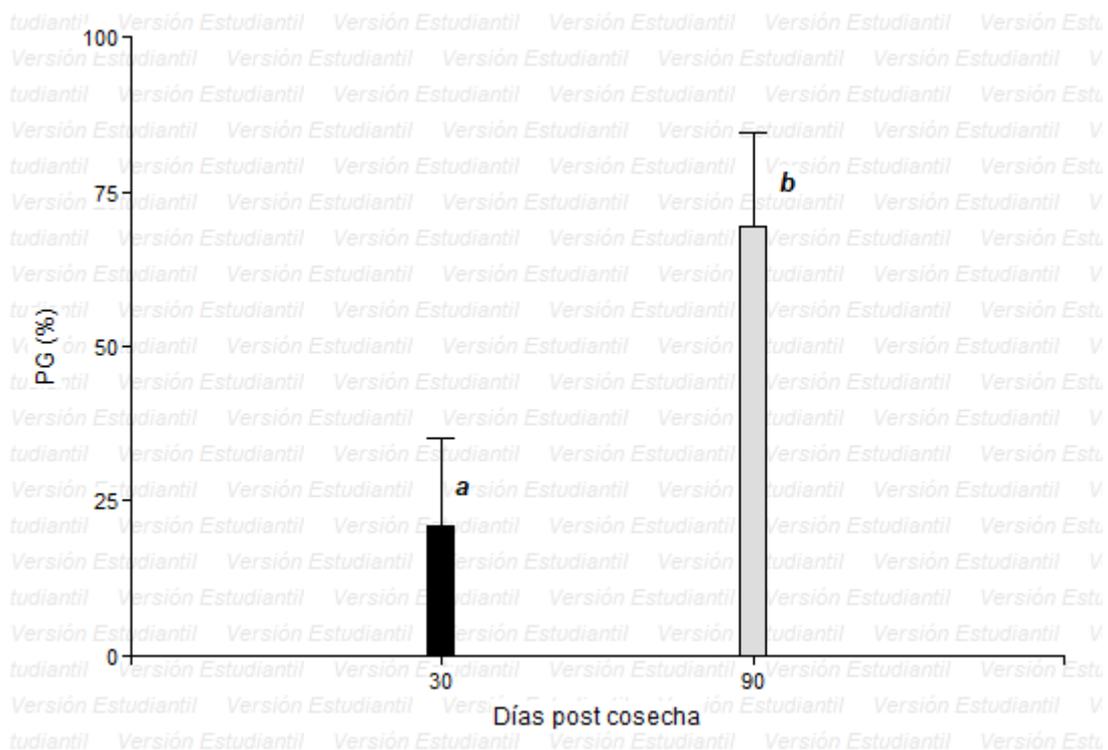


Figura 6. Poder germinativo, expresado en porcentaje, a los 30 y 90 días post cosecha de los dos años evaluados.

El PG del año 2016 fue significativamente mayor ($p < 0,05$) que el del año 2015 (Figura7).

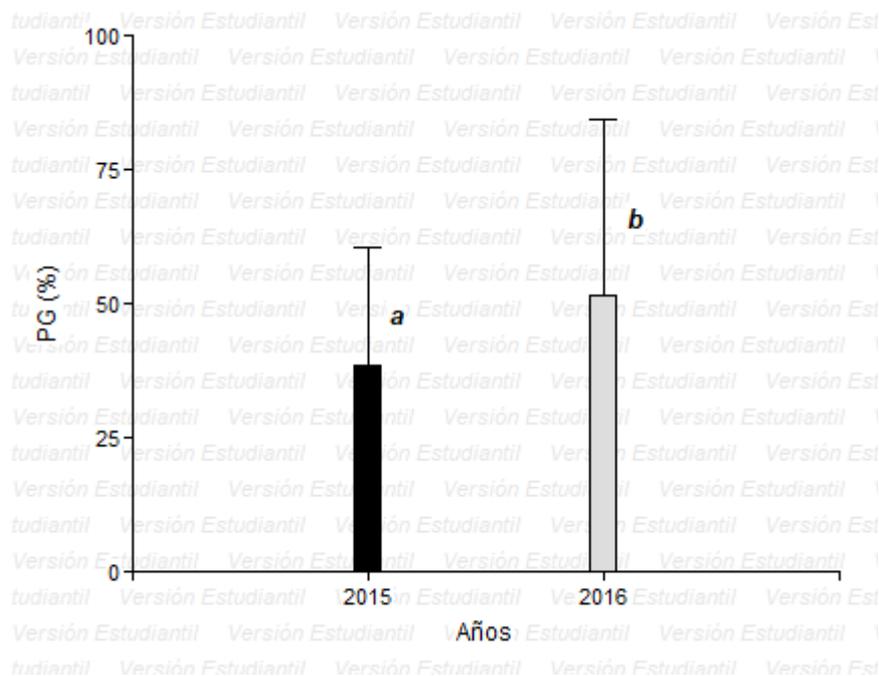


Figura 7. Poder germinativo, expresado en porcentaje, considerando los 30 y 90 días post cosecha en 2015 y 2016.

Al comparar entre años, a los 30 días post cosecha, ninguno de los tratamientos mostró diferencias. A los 90 días post cosecha, los tratamientos CAA, CAB y CL fueron significativamente mayores ($p < 0,05$) en el año 2016, mientras que el tratamiento CAM no presentó diferencias entre años (Tabla 19).

Tabla 19. ANOVA y test de Tukey correspondiente a las medias de PG (%) de los tratamientos entre años a los 30 y 90 días post cosecha.

Tratamientos	PG (%) 30 días post cosecha		PG (%) 90 días post cosecha	
	2015	2016	2015	2016
CAA	21,0 ± 4,6 a	13,0 ± 6,0 a	49,0 ± 3,8 a	83,0 ± 2,9 b
CAM	16,0 ± 4,6 a	12,0 ± 6,0 a	60,0 ± 3,8 a	75,0 ± 2,9 a
CAB	16,0 ± 4,6 a	17,0 ± 6,0 a	49,0 ± 3,8 a	82,0 ± 2,9 b
CL	25,0 ± 4,6 a	47,0 ± 6,0 a	72,0 ± 3,8 a	84,0 ± 2,9 b

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

Velocidad germinativa. Efecto carga.

Comparación de VG de los tratamientos a los 30 y 90 días post cosecha en 2015 y 2016.

La VG a los 30 y 90 días post cosecha en el 2015 no se diferenció significativamente entre tratamientos. En el año 2016, la CL fue significativamente mayor ($p < 0,05$) que el

resto de los tratamientos a los 30 días post cosecha y a los 90 días no hubo diferencias entre tratamientos (Tabla 20).

Tabla 20. ANOVA y test de Tukey correspondiente a las medias de VG entre tratamientos y entre años a los 30 y 90 días post cosecha.

Tratamientos	VG 30 días post cosecha		VG 90 días post cosecha	
	2015	2016	2015	2016
CAA	0,41 ± 0,07 a	0,01 ± 0,01 a	0,41 ± 0,07 a	0,51 ± 0,06 a
CAM	0,55 ± 0,07 a	0,04 ± 0,01 a	0,55 ± 0,07 a	0,54 ± 0,06 a
CAB	0,44 ± 0,07 a	0,02 ± 0,01 a	0,44 ± 0,07 a	0,58 ± 0,06 a
CL	0,63 ± 0,07 a	0,15 ± 0,01 b	0,63 ± 0,07 a	0,56 ± 0,06 a

En las columnas letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Comparación de la VG a los 30 días post cosecha de todos los tratamientos con los datos de los dos años.

La VG de la CL fue significativamente mayor ($p < 0,05$) que la de los tratamientos CAA y CAB, pero no se diferenció de CAM, el cual no se diferenció del resto de los tratamientos (Figura 8).

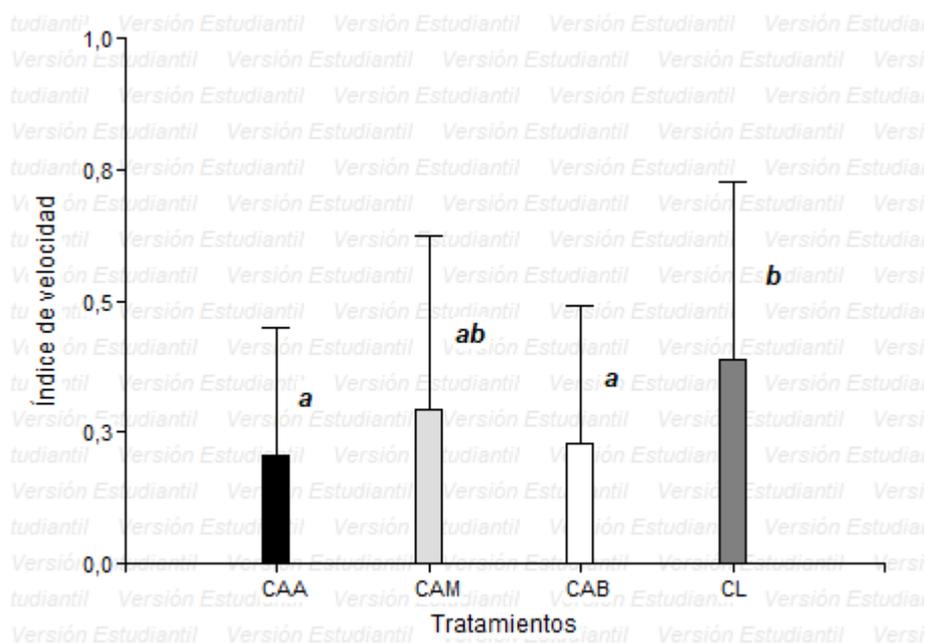


Figura 8. Velocidad germinativa entre tratamientos a los 30 días post cosecha de los dos años evaluados.

Comparación de la VG a los 90 días post cosecha de todos los tratamientos con los datos de los dos años.

La VG a los 90 días post cosecha no presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos (Tabla 21).

Tabla 21. ANOVA y test de Tukey correspondiente a las medias de VG entre tratamientos a los 90 días post cosecha.

Tratamiento	VG
CAA	0,46 ± 0,05 a
CAB	0,51 ± 0,05 a
CAM	0,54 ± 0,05 a
CL	0,60 ± 0,05 a

Letras diferentes indican diferencias significativas entre años ($p < 0,05$).

Comparación de la VG a los 30 y 90 días post cosecha de todos los tratamientos con los datos de los dos años.

La VG del tratamiento CL considerando los años 2015 y 2016 fue significativamente mayor ($p < 0,05$) que CAA y CAB, pero no se diferenció de la CAM. El tratamiento CAM no se diferenció del resto de los tratamientos (Figura 9).

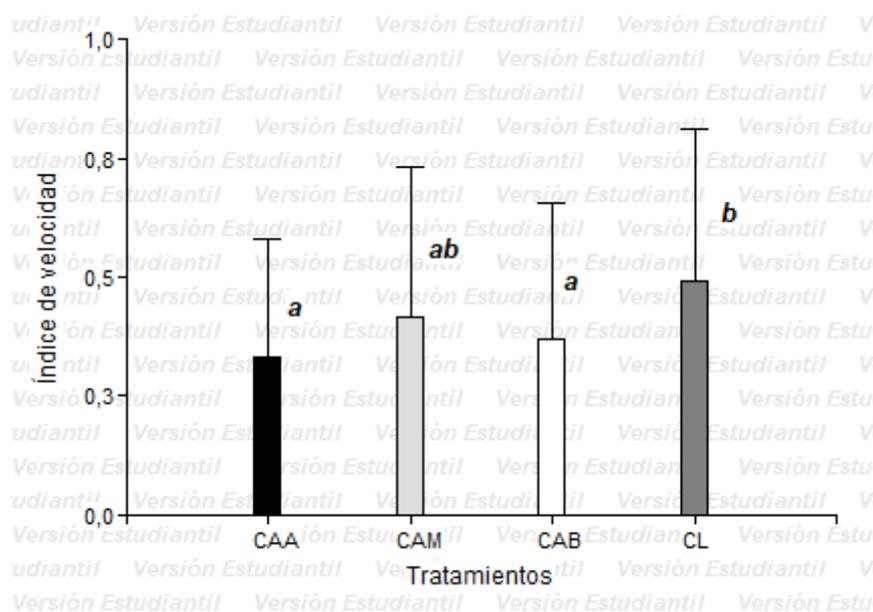


Figura 9. Velocidad germinativa entre tratamientos en los años 2015 y 2016.

Velocidad germinativa. Efecto año

La VG a los 30 días post cosecha fue significativamente menor ($p < 0,05$) que a los 90 días post cosecha (Figura 10) considerando los años 2015 y 2016.

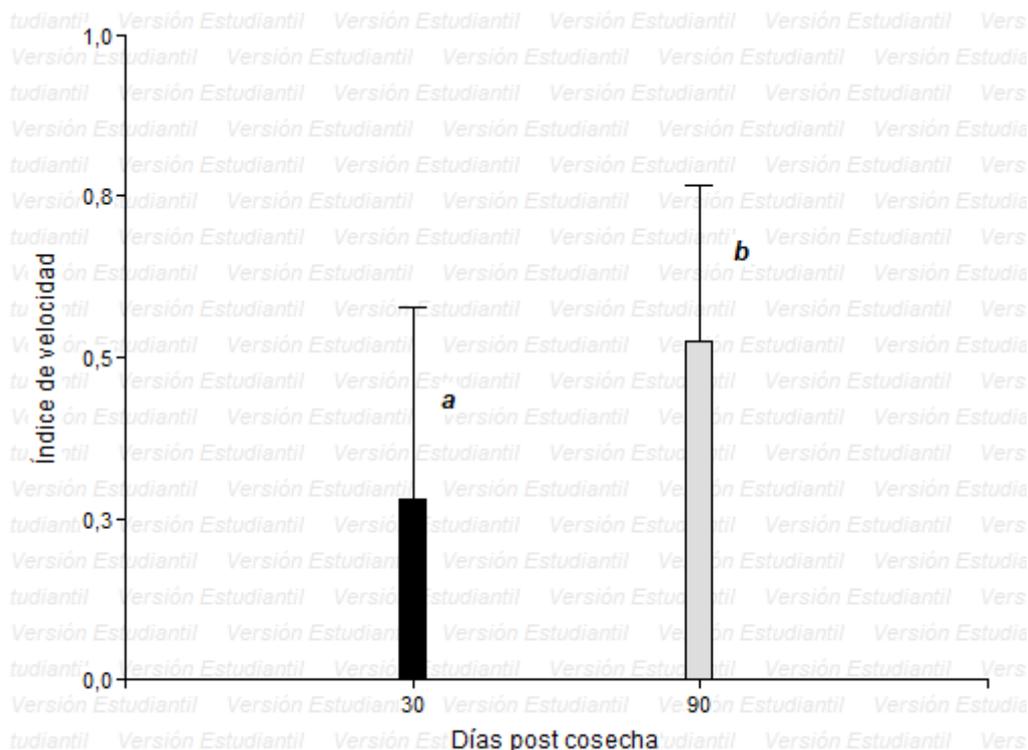


Figura 10. Velocidad germinativa, expresada en porcentaje, de los 30 y 90 días post cosecha en los años 2015 y 2016.

La VG del año 2015 fue significativamente mayor ($p < 0,05$) que la del año 2016 (Figura 11).

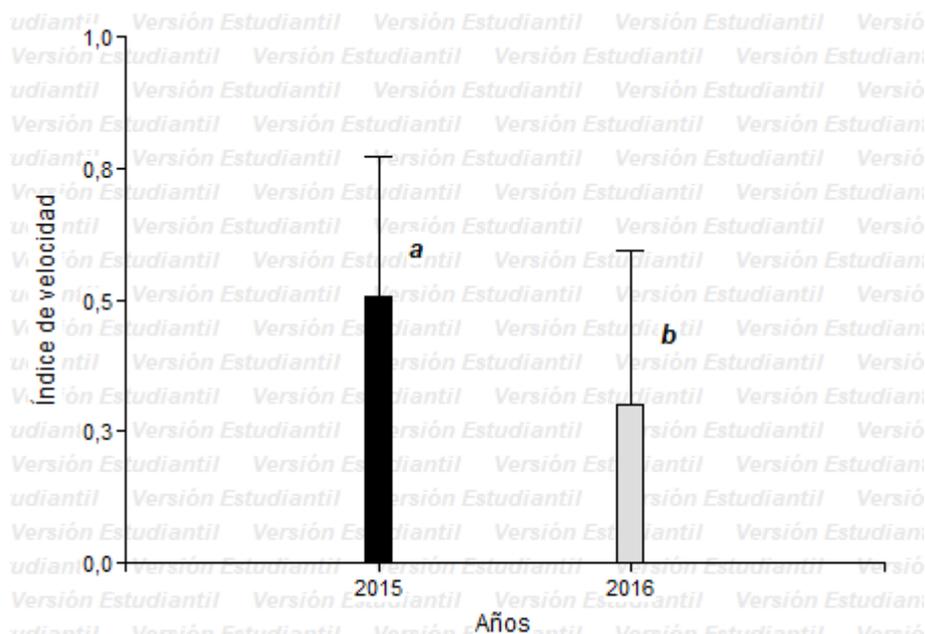


Figura 11. Velocidad germinativa, expresada en porcentaje, de los años 2015 y 2016.

A los 30 días post cosecha, en el año 2015 todos los tratamientos mostraron valores significativamente mayores ($p < 0,05$) que en el año 2016 y a los 90 días post cosecha los tratamientos no se diferenciaron significativamente entre años (Tabla 22).

Tabla 22. ANOVA y test de Tukey correspondiente a las medias de VG entre tratamientos y entre años a los 30 y 90 días post cosecha.

Tratamientos	VG 30 días post cosecha		VG 90 días post cosecha	
	2015	2016	2015	2016
CAA	0,41 ± 0,07 b	0,01 ± 0,01 a	0,41 ± 0,07 a	0,51 ± 0,06 a
CAM	0,55 ± 0,07 b	0,04 ± 0,01 a	0,55 ± 0,07 a	0,54 ± 0,06 a
CAB	0,44 ± 0,07 b	0,02 ± 0,01 a	0,44 ± 0,07 a	0,58 ± 0,06 a
CL	0,63 ± 0,07 b	0,15 ± 0,01 a	0,63 ± 0,07 a	0,56 ± 0,06 a

En las columnas letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Si bien a los 30 y 90 días postcosecha no existieron diferencias significativas entre tratamientos, la CL presenta valores levemente mayores que el resto de los tratamientos y los picos de velocidad germinativa se presentan en los días 2, 3 y 4 (Figuras 12 y 13).

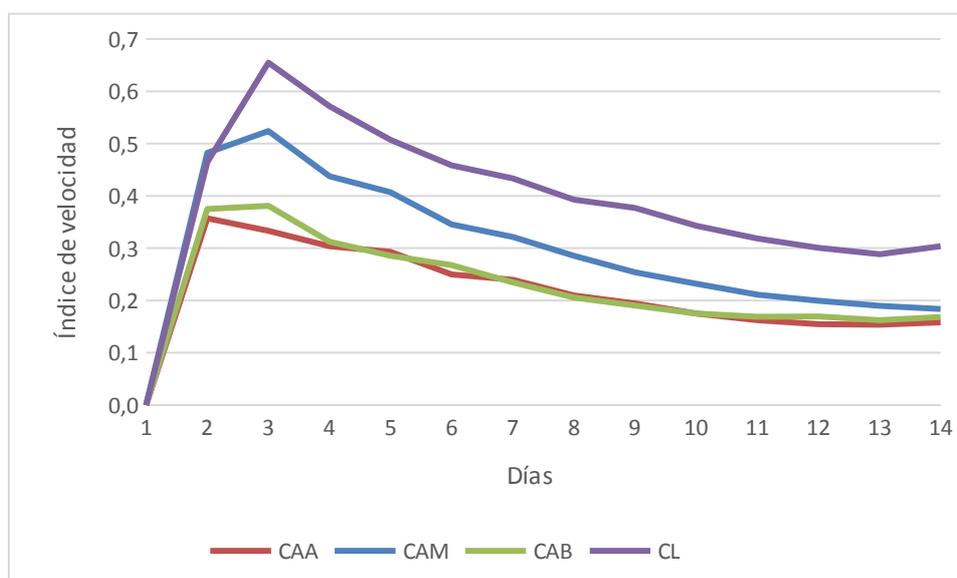


Figura 12. Promedio de velocidad de germinación para los diferentes tratamientos a los 30 días post cosecha en 2015-2016.

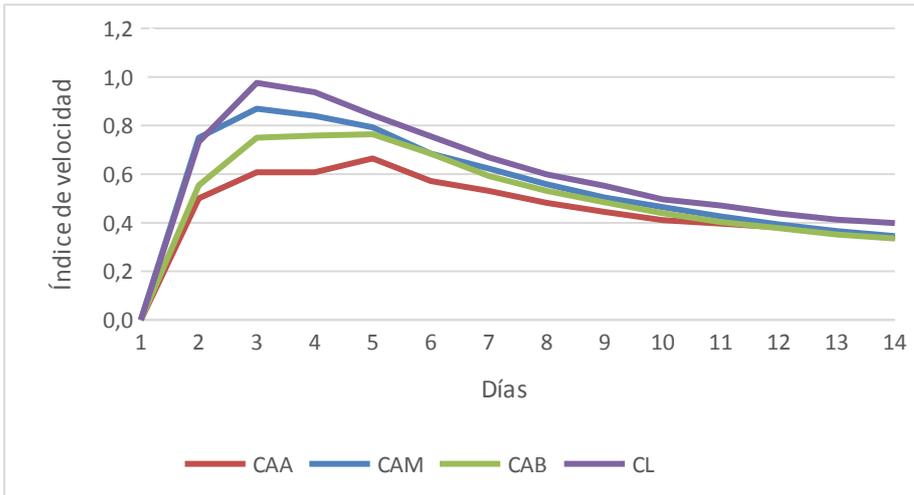


Figura 13. Promedio de velocidad de germinación para los diferentes tratamientos a los 90 días post cosecha en 2015-2016.

Viabilidad. Efecto carga.

Comparación de viabilidad de las semillas de los tratamientos a los 30 y 90 días post cosecha en 2015 y 2016.

Los valores de viabilidad (%) de las semillas de todos los tratamientos se muestran en la Tabla 23.

Tabla 23. Viabilidad de las semillas (%) de los tratamientos en los años 2015 y 2016 a los 30 y 90 días post cosecha.

Tratamientos	V (%) 30 días post cosecha		V (%) 90 días post cosecha	
	2015	2016	2015	2016
CAA	82	94	82	98
CAM	78	85	84	96
CAB	88	95	93	99
CL	69	93	89	90

Comparación de la viabilidad a los 30 días post cosecha de todos los tratamientos con los datos de los dos años.

A los 30 días post cosecha los tratamientos no presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en los porcentajes de viabilidad de las semillas (Tabla 24).

Tabla 24. ANOVA y test de Tukey correspondiente a las medias de V (%) entre tratamientos a los 30 días post cosecha en los dos años.

Tratamientos	V (%) 30 días post cosecha
CL	81,0 ± 4,0 a
CAM	81,5 ± 4,0 a
CAA	88,0 ± 4,0 a
CAB	91,5 ± 4,0 a

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

Comparación de la viabilidad a los 90 días post cosecha de todos los tratamientos con los datos de los dos años.

A los 90 días post cosecha la V (%) no presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos (Tabla 25).

Tabla 25. ANOVA y test de Tukey correspondiente a las medias de V (%) entre tratamientos a los 90 días post cosecha en los años 2015 y 2016 juntos.

Tratamientos	V (%) 30 días post cosecha
CL	89,5 ± 3,3 a
CAM	90,0 ± 3,3 a
CAA	90,0 ± 3,3 a
CAB	96,0 ± 3,3 a

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).

Comparación de la viabilidad a los 30 y 90 días post cosecha de todos los tratamientos con los datos de los dos años.

El porcentaje de V de las semillas no presentó diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$) (Tabla 26).

Tabla 26. ANOVA y test de Tukey correspondiente a las medias de la V (%) entre tratamientos en los dos años.

Tratamientos	V (%)
CL	85,2 ± 2,2 a
CAM	85,7 ± 2,2 a
CAA	89,0 ± 2,2 a
CAB	93,7 ± 2,2 a

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

Viabilidad. Efecto año y postcosecha.

El porcentaje de V de las semillas en el día 90 post cosecha fue significativamente mayor ($p < 0,05$) que en el día 30 post cosecha (Figura 14).

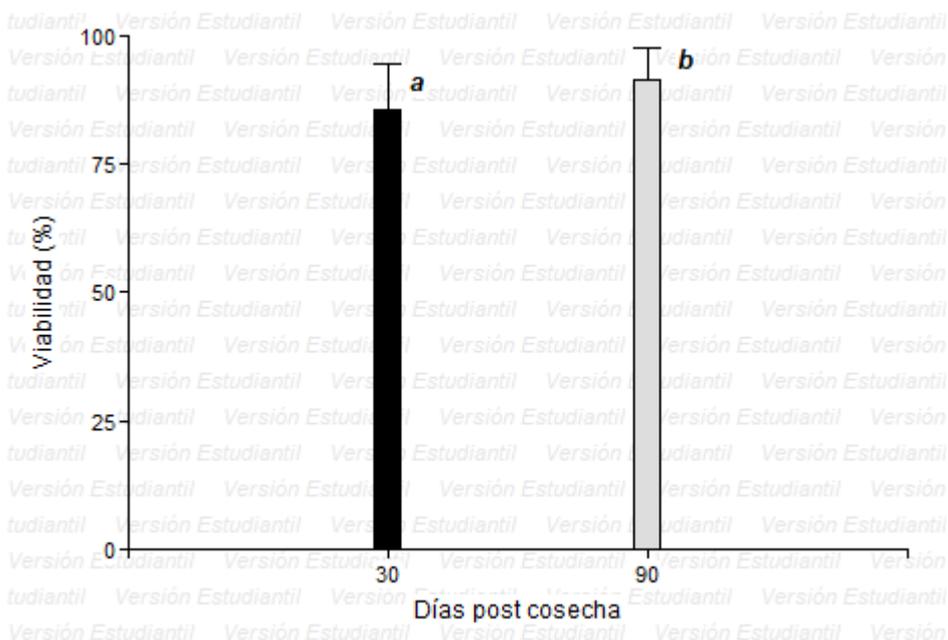


Figura 14. Viabilidad de las semillas, expresada en porcentaje, entre días post cosecha de los dos años.

La V (%) de las semillas del año 2016 fue significativamente mayor ($p < 0,05$) que la del año 2015 (Figura 15).

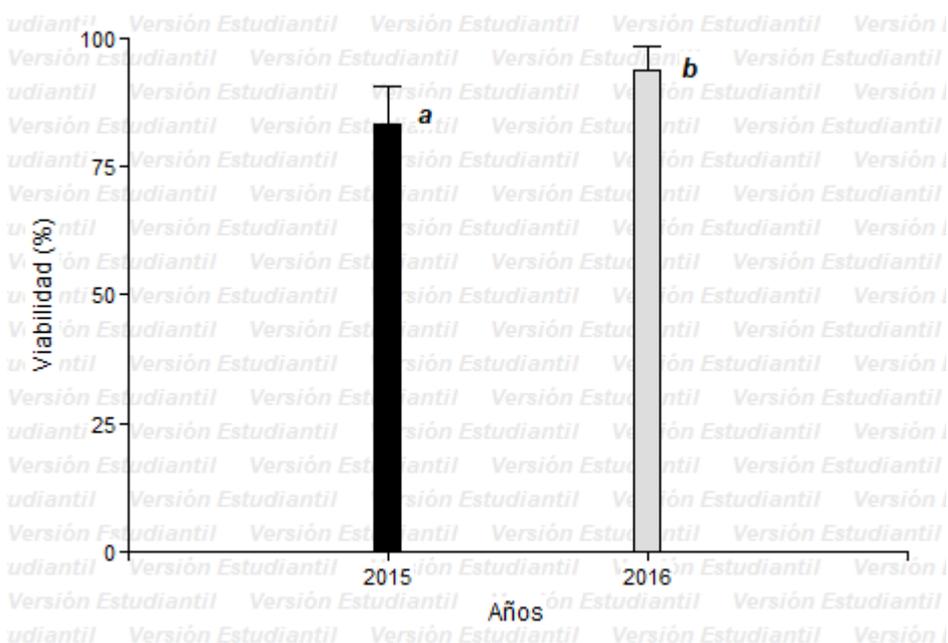


Figura 15. Viabilidad de las semillas de todos los tratamientos, expresada en porcentaje, entre años.

Temperatura y precipitaciones

Las temperaturas media, máxima y mínima para el año 2015 fueron 16,6°C, 22,9°C y 11,4°C, respectivamente. La precipitación anual fue 744 mm.

Para el año 2016, las temperaturas media, máxima y mínima fueron de 15,8°C, 21,9°C y 11°C respectivamente, mientras que la precipitación anual fue de 755 mm.

Se incluye la Figura 16 para explicar a partir de los datos de temperatura y precipitaciones medias mensuales para los años 2015 y 2016 las diferencias interanuales encontradas entre las variables medidas.

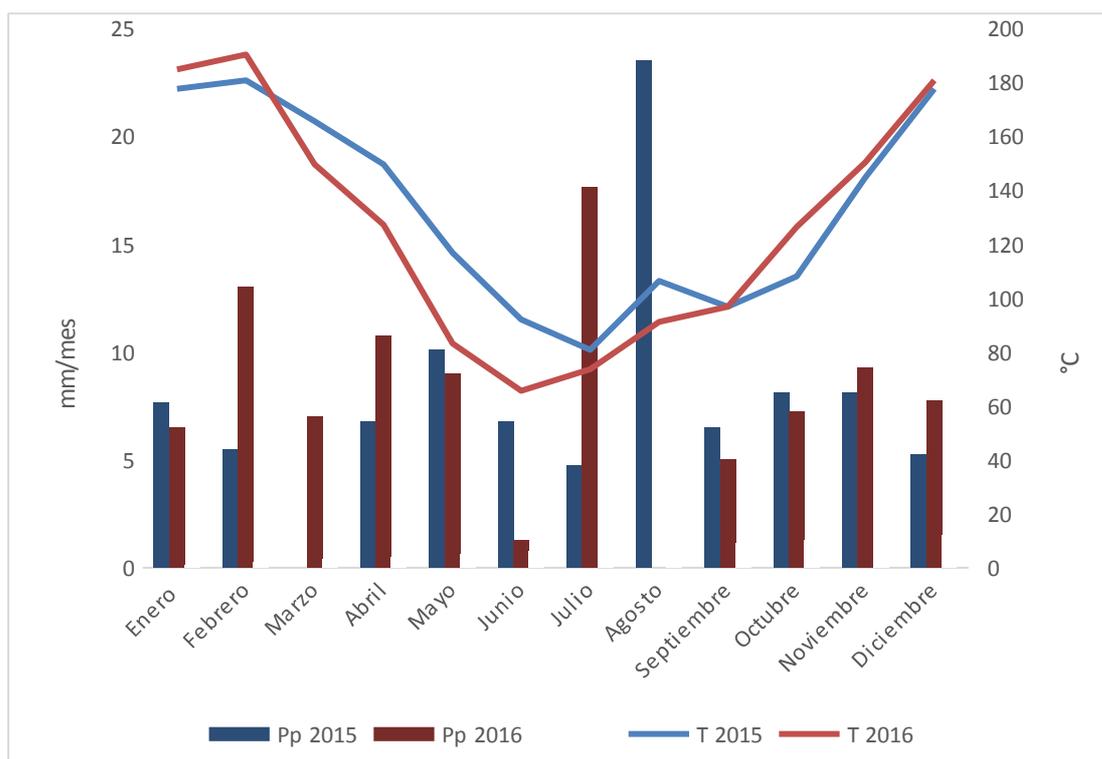


Figura 16. Temperaturas medias mensuales (°C) y precipitaciones medias mensuales (mm) para los años 2015 y 2016.

DISCUSIÓN

La mayor limitante para la producción ganadera en los pastizales de la Pampa Deprimida es la baja productividad de forraje de calidad durante la estación fría. Esta limitante puede ser superada con las promociones de especies invernales, para lo cual, conocer la producción y calidad de las semillas del raigrás anual, principal componente de este recurso estratégico es importante.

Briske (1996) afirma que el pastoreo puede reducir la producción de semillas, tanto en especies anuales como perennes, por afectar la disponibilidad de recursos para la reproducción, la alteración del microambiente para la germinación de semillas y el establecimiento de las plántulas. En este trabajo no se observó que el pastoreo con las diferentes cargas animales empleadas disminuya la producción de semillas al igual que lo encontrado por Fernández et al., (2014). Con respecto al peso de mil semillas, el tratamiento clausura no presentó diferencias significativas con los tratamientos de pastoreo, a diferencia de Fernández et al., (2014) que obtuvieron valores menores en esta variable bajo pastoreo. Sin embargo, el tratamiento clausura mostró una tendencia de un 5,2% a 10,5% mayor del peso de mil semillas que en los tratamientos bajo pastoreo. Wiesner et al., (1972) concluyeron que el peso de la semilla de raigrás es afectado por la temperatura durante el desarrollo de la misma. Tampoco se observó efecto del pastoreo sobre el número y longitud de espigas, pureza, y energía germinativa, pero el tratamiento clausura mostró una tendencia a valores mayores coincidiendo con lo expresado por Briske (1996). El tratamiento clausura presentó valores de 52,7% a 66,6% menores en el número de espigas, 13,7% a 27,5% mayores en longitud de espigas y 16,8% a 19,7% mayores en energía germinativa que el resto de los tratamientos probablemente porque en la clausura las plantas son más erectas, con menos macollos y por lo tanto más vigorosos que bajo pastoreo continuo. En cuanto a pureza, si bien no hubo diferencias significativas ni entre años ni entre tratamientos, la CL manifestó una gran variabilidad entre años, en el 2015 mostró valores de 96,5% y en el 2016 obtuvo valores de 77,9% de pureza. Esto puede relacionarse con la variación que tuvo este tratamiento en la producción de semillas por hectárea entre años, en el 2015 la CL fue el tratamiento con mayor producción por hectárea y en el 2016 fue el que menos produjo. Entre los tratamientos con pastoreo, la pureza mostró en ambos años una tendencia a ser mayor en CAM respecto de CAB y CAA. Las variaciones interanuales, como afirmaron Simic et al., (2010), ocurren debido a la temperatura, precipitaciones y densidad del cultivo, mientras que el nitrógeno agregado por fertilización sólo tiene influencia en años muy desfavorables.

Los resultados obtenidos de velocidad de germinación y poder germinativo no coinciden con los obtenidos por Fernández et al. (2014), quien demostró que el pastoreo continuo afectaría la calidad, debido a una menor y más lenta germinación. En este trabajo no se observa influencia significativa del pastoreo y del aumento en la carga animal en las variables mencionadas. Aún sí se observa una mayor estabilidad en la CAM frente a la variabilidad interanual de la EG, del PG y la VG en comparación con la CAB y CAA.

Al comparar los resultados obtenidos entre el año 2015 y 2016 existe una gran variabilidad interanual. En primer lugar, la producción de semillas fue mayor en 2015 que en 2016, al igual que la velocidad germinativa. Pero, por otro lado, el año 2016 presentó valores mayores de viabilidad y poder germinativo que el año 2015, relacionado también con la producción de semillas, donde en el año 2016 al tener menor producción, posiblemente las plantas como mecanismo de adaptación y persistencia pudieron desarrollar semillas más competitivas con mayor viabilidad y poder germinativo. Estas diferencias interanuales entre las variables pueden ser explicadas a partir de los datos de temperatura y precipitaciones medias mensuales para los años 2015 y 2016 que, como afirman Fenner (1991) y Steadman et al., (2004), junto con la fertilidad nitrogenada y la luz roja, son las condiciones de crecimiento de las plantas madre que afectarían el grado de dormancia de las semillas.

Steadman et al., (2004) encontraron que las semillas de *Lolium rigidum* Gaud. provenientes de plantas que crecieron a temperaturas cálidas eran menores en número y en peso y tenían, además, menos dormancia que aquellas que se desarrollaron en condiciones de temperaturas frescas. También observaron que las semillas que se desarrollaron bajo temperaturas frescas y con bajas condiciones de humedad perdieron su dormancia más rápido que aquellas semillas provenientes de plantas madres bien hidratadas. De aquí que el ambiente en el que se da la maduración de las semillas, particularmente la temperatura y la posición de la semilla en la espiga pueden tener un efecto significativo en las características de dormancia de las semillas. Wiesner et al., (1972) también demostraron que la temperatura precondicionante durante el desarrollo y maduración de la semilla afecta el grado de dormancia en semillas de raigrás sp.

La diferencia en la producción de semillas entre años puede ser explicada a partir de las precipitaciones. Los meses que se diferenciaron en las lluvias en los años estudiados fueron junio y agosto y da como resultado 232 mm menos para el año 2016, lo que seguramente ha perjudicado el stand de plantas de raigrás, que forma parte de uno de los componentes del rendimiento. Esto, a su vez, pudo haber tenido

una leve influencia en las variables de peso de mil semillas, número de espigas y longitud de espigas que también son componentes del rendimiento. De allí se podría desprender la diferencia en la producción de semillas entre años, en favor del año 2015 que fue significativamente mayor, a raíz de que Zarucki (2012) demostró que existe poca importancia de la lluvia durante períodos vegetativos, pero que existe implicancia de los factores indirectos (periodo de floración largo, tendencia al vuelto antes de polinización, susceptibilidad al desgrane y enfermedades) en la determinación del rendimiento, ya que demostró que en las etapas de encañazón y floración las lluvias acumuladas explicaban el 62 y 49 % de la variación respectivamente.

En segundo lugar, este trabajo obtuvo diferencias entre los días de post cosecha tanto para energía germinativa, poder germinativo y velocidad germinativa. El poder germinativo mostró que a los 90 días post cosecha, los valores aumentaban significativamente frente a los del día 30 post cosecha (49-84% vs 13-47%, respectivamente). Se obtuvieron valores de entre 49 a 84 % de poder germinativo a los 90 días post cosecha, contrastando con los valores de menos de 8% que obtuvieron Rodríguez et al., (1998) quienes confirmaban la existencia de dormancia innata en raigrás durante los primeros 90 días post cosecha (sin importar los tratamientos de calidad de luz ni temperatura de incubación). Estos autores obtuvieron la máxima germinación luego de los 90 días, alcanzando valores de 93-96% en todos los tratamientos a los 120 días post cosecha.

Se encontró que los valores de energía germinativa y poder germinativo, al día 90 postcosecha del año 2016 fueron superiores a los de 2015. Esto puede explicarse a raíz de la diferencia de producción de semillas, donde las plantas del raigrás del año 2016 tuvieron menor cantidad de semillas y particionaron los recursos hacia las mismas en comparación con las plantas del año 2015. A su vez, durante los meses de noviembre y diciembre (momento en el que el recurso se encontraba excluido al pastoreo para que pueda semillar) las precipitaciones y sobre todo las temperaturas del año 2016 fueron mayores que las del año 2015, que otorgaron mejores condiciones para la generación de esas semillas que obtuvieron mejores porcentajes de energía y poder germinativo a los 90 días post cosecha. Wiesner et al., (1979) también consiguieron valores de germinación y grados de dormancia variables; en un año se requirieron 48 a 49 días para una germinación satisfactoria a 20 – 30°C, mientras que al otro año se necesitaron 76 días para una germinación apropiada y concluyeron que algunas variedades de raigrás tienen diferentes potenciales genéticos para la dormancia cuya expresión está influenciada por la temperatura. Gundel et al.,

(2008) encontraron que la presión de selección causada por la aplicación de herbicida también se vuelve aparente en la respuesta de las semillas no latentes.

CONSIDERACIONES FINALES

La hipótesis del trabajo donde se plantea que el pastoreo y aumentos en la carga animal afectan la calidad y la producción de semillas de raigrás en una promoción química de especies invernales no pudo ser validada puesto que el pastoreo en ninguna de sus cargas animales repercute significativamente en la producción y calidad de semilla. Los resultados demuestran que la producción y la calidad de semillas de un recurso tan importante como es el raigrás, en las promociones de especies invernales, están ligadas a la variabilidad intra e interanual de condiciones ambientales como temperatura, precipitaciones y humedad edáfica. Sumado a estas condiciones, el pastoreo, sin importar la carga animal, no genera un efecto negativo sobre la producción y la calidad de las semillas, permitiendo así la propagación de la especie.

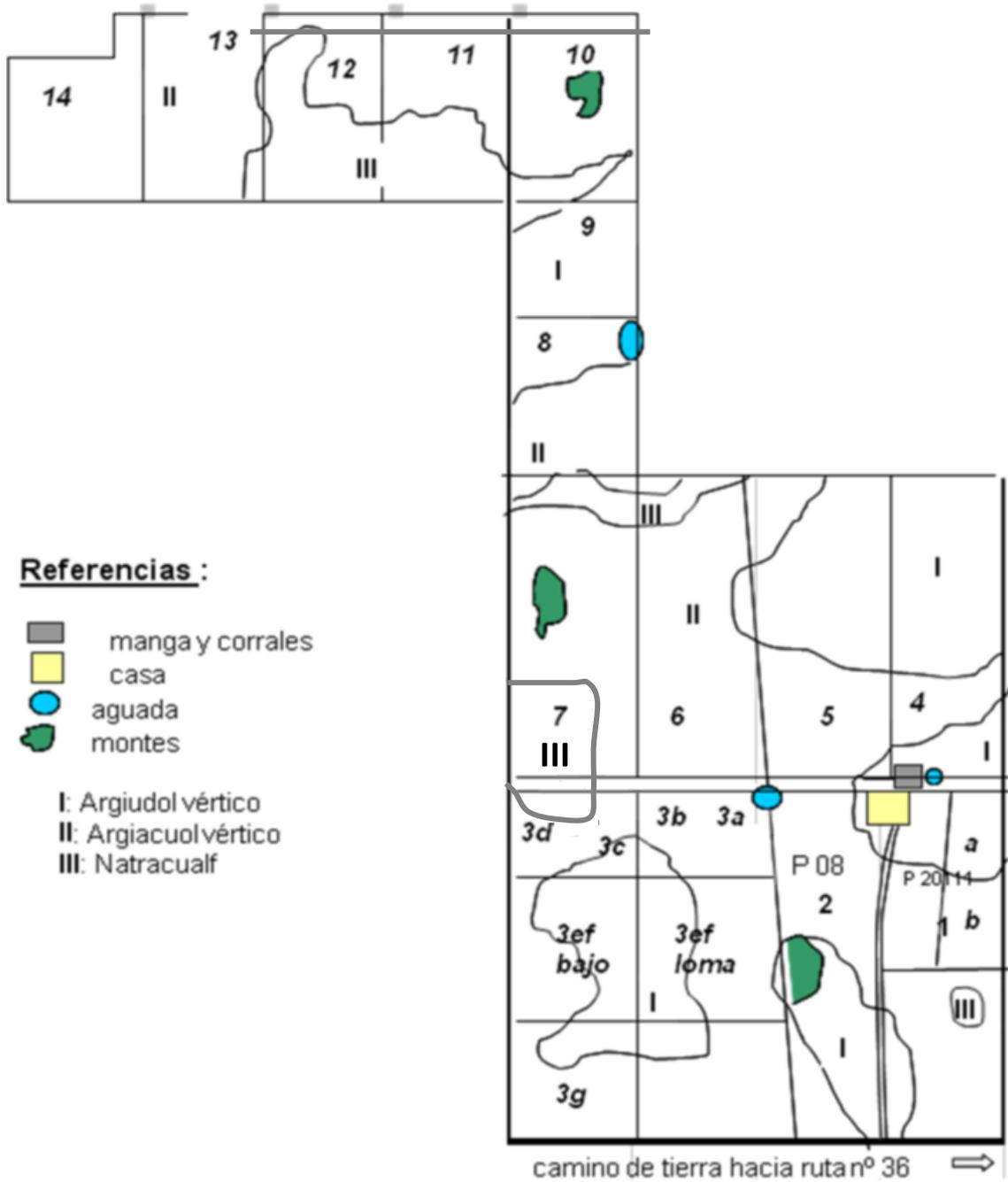
La influencia de las condiciones climáticas en los diferentes años dio como resultado una variabilidad en los datos de producción y calidad de semillas. Esto debería estudiarse utilizando cargas animales más diferenciadas, registros de temperaturas y condiciones edáficas (por ejemplo, humedad, pH, fertilidad, etc.) durante las fases fenológicas de encañazón, floración y maduración con el fin de aportar información más específica en cuanto a las variables de producción y calidad de semillas como peso de mil semillas, pureza y dormancia.

Asimismo, en las variables número y longitud de espigas, peso de mil semillas y pureza se recomienda en futuras investigaciones realizar repeticiones para analizar estadísticamente los datos y de esta forma comprobar si las tendencias encontradas son significativas o no.

Por último, conocer la producción y calidad de las semillas de esta especie, otorga información útil al momento de tomar decisiones relacionadas con la utilización de este recurso y su perpetuidad en el tiempo, ya que es un recurso estratégico dentro del sistema otorgando una oferta de excelente calidad en períodos de déficit de forraje.

ANEXO 1

ESTABLECIMIENTO “EL AMANECER”. Unidades cartográficas asociadas al relieve, paisaje y suelo.



BIBLIOGRAFÍA

Agnelli, L. Refi, R. Oyhamburu, M. Darré, M. Ursino, M. & Imaz, A. 2013. Efectos del pastoreo sobre una promoción de forrajeras invernales. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. 36° Congreso Argentino de Producción Animal. pp. 220.

Barbera, P; Agnelli, L. & Alfonso, M. 2003. La ganadería es tan competitiva como la agricultura. "Sojizamos el problema o invernamos la solución". Seminario UCA – Hereford, Revista de Divulgación del 3° Seminario Hereford. III Seminario UCA – Hereford, Universidad Católica Argentina. Buenos Aires, 17 de noviembre de 2004.

Baskin, J.M. & Baskin, C.C. 1978. The seed bank in a population of an endemic plant and its ecological significance. *Biol. Conserv.*, 14: 125-130.

Baskin, J.M. & Baskin, C.C. 1986. Temperature requirement for after-ripening in seeds of nine winter annuals. *Weed research* 26, 375-380.

Batista, W.B. Taboada, M.A. Lavado, R.S. Perelman, S.B. & León, R.J.C. 2005. Asociación entre comunidades vegetales y suelos de pastizal de la Pampa Deprimida. In: Oesterheld, M., Aguiar, M.R., Ghera, C.M., Paruelo, J.M. (Eds), La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Un homenaje a Rolando J.C León. Editorial Facultad de Agronomía UBA, Buenos Aires, pp. 113–129.

Berastegui, G. 2017. Efecto de la carga animal sobre la altura del canopeo de una promoción química de especies invernales sometida a pastoreo continuo con vaquillonas en recría. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales UNLP. Trabajo Final de la Carrera de Ingeniería Agronómica. 44 pp.

Boletín Agrometeorológico Mensual. 2015 y 2016. Estación Experimental Ing. Agr. J. Hirschhorn. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. 24pp.

Briske, D.D. 1996. Strategies of Plant Survival in Grazed Systems: A Functional Interpretation. Department of Rangeland Ecology and Management, Texas A&M University, College Station, TX 77843-2126, USA.

Burkart, S., M. Garbulsky, C. Ghera, J. Guerschman, R. Leon, M. Oesterheld, J. Paruelo & S. Perelman. 2005. Las comunidades potenciales del pastizal pampeano bonaerense. pp:382-387. La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Libro: Un homenaje a Rolando León. Ed. M. Oesterheld, M. Aguiar, C. Ghera, J. Paruelo (Compiladores). Ed. Facultad de Agronomía, UBA.

Carrillo, J. 1997. "Manejo de un rodeo de cría". 2° Ed. INTA Centro Regional Buenos Aires Sur, 507 p.

Cauhépè, M. & Hidalgo, L. 2005. La Pampa Inundable: el uso ganadero como base de la sustentabilidad social, económica y ambiental. pp. 404-412. Libro: La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Un homenaje a Rolando León. Ed. M. Oesterheld, M. Aguiar, C. Ghera, J. Paruelo (Compiladores). Ed. Facultad de Agronomía, UBA.

Danelón, J.L., Magaz, S.H., Magaz, H.M., Rodríguez, A., Colombatto, D. & Llamosas, C.A. 2004 "promoción de raigrás anual (*Lolium multiflorum* L.) en la Cuenca del Salado".

De Battista, J. & Costa, M. 2004. Incorporación de leguminosas a verdeos de raygrass anual. Seminario técnico de forrajes.

De la Vega, M. 2009. Promoción de Rye Grass. Impacto e interrogantes de la técnica. INTA Agencia Extensión Azul. EEA Cuenca del Salado. Marzo del 2009.

Defeo, J.E. 2013. Estructura y funcionamiento de una promoción de especies invernales. Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. 34 pp.

Deregibus, V.A. Casal J. Jacobo, E. Gibson, D. Kaufmann, M. & Rodríguez, A. 1994. Evidence that heavy grazing may promote the germination of *Lolium multiflorum* seed via phytochrome-mediated perception of high red/far-red ratios. *Functional Biology* 8, 536-542.

Deregibus, V.A., E.J. Jacobo & A.M. Rodríguez. 1995. Improvement in rangeland condition of the flooding Pampa of Argentina through controlled grazing. *African Journal of Range and Forage Science* 12:92-96.

Fenner, M. 1991. The effects of the parent environment on seed germinability. *Seed Science Research*, 1(2), 75-84.

Fernández Grecco, R. & L. Hidalgo. 1993. Evaluación de un sistema de pastoreo en un pastizal de la Pampa Deprimida bonaerense. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 13 (3-4): 235-246.

Fernández Grecco, R. 2000. Promoción de raigrás anual en un pastizal natural de la Pampa Deprimida bonaerense. *Cong. Arg. Prod. Anim. Actas* 23 a. pp. 165-166.

Fernández Grecco, R. 2005. Promoción de raigrás anual en un pastizal de la pampa deprimida bonaerense. Seminario Técnico Forrajes 2005. Technidea-
www.MejorPasto.com.ar. pp.131-138.

Fernández, F., Oyhamburu, E.M., Agnelli, L., Mattioda, A., Sarandón, P. & Ursino, M. 2014. Producción y calidad de semillas de *Lolium multiflorum* en una promoción química de especies invernales. 37° Congreso de la Asoc. Argentina de Producción Animal – RAPA 2014 vol. xy, supl 1.

Fernández, M. 2009. “El rol social de la ganadería” “ganadería, ¿estás ahí? análisis de la situación actual de la ganadería bovina de carne argentina”. 32° Congreso Argentino de Producción Animal. Malargüe, Mendoza. pp.40.

Frank, F. & Viglizzo, E. 2010. Evaluación ecológica: ejemplo de estudio en las pampas de Argentina. Revista de la Cátedra Unesco sobre Desarrollo Sostenible de la UPV/ EHU N° 04·2010:79.

González J.M. 2010. Principales características de las especies forrajeras. Introducción a los sistemas Productivos – FCV/UNCPBA. Disponible en: <http://studylib.es/doc/4802767/breve-descripci%C3%B3n-de-las-especies-forrajeras>.
Último acceso: 19 de mayo de 2018.

Gregorini P., L. Agnelli & C. Masino. 2007. FCAyF, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. “Producción animal en pastoreo: definiciones que clarifican significados y facilitan la comprensión y utilización de términos usados comúnmente”. Disponible en: http://www.produccion_animal.com.ar / produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo_sistemas/61-produccion_en_pastoreo.pdf. Ultimo acceso: 14 de mayo de 2018.

Gundel, P.E., Martínez-Ghersa, M.A.& Ghersa, C.M. 2008. Dormancy, germination and ageing of *Lolium multiflorum* seeds following contrasting herbicide selection regimes. Europ. J. Agronomy 28 (2008) 606–613. Available online at www.sciencedirect.com.

ISTA, 1996. International rules for seed testing. Seed Sciences and Technology 24, Supplement.

Jacobo, E.; A. Rodríguez, N. Heinrich & L. Frascino. 2008. Remote sensing to detect deterioration of Flooding Pampa rangelands by the use of glyphosate. Offered papers, International IGC-IRC 2008 Congress, Hohhot China, June 30-July 5, 2008.

Jauhar, P.P. 1993. Cytogenetics of the *Festuca-Lolium* complex. Relevance to breeding. Monogr Theor Appl Genet No. 18. Springer-Verlag, Berlin.

Johnston R., M., Olivares, A., & Laura, J. 2003. Producción y calidad de semillas en cuatro Poaceas. Efecto de cortes con distintas frecuencias y en diversas etapas fenológicas. *Agricultura Técnica*, 63(2), 146-155. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072003000200004>. Último acceso: 14 de mayo de 2018.

León, R.J.C. 1991. Geographic limits of the region. Geomorfology and geology. Regional subdivisions, 369-376. Floristic aspects. Description of the vegetation, pp. 380-387, en: edited A. Soriano: Rio de la Plata grasslands, Chapter 9. Edited R. Coupland. Natural Grasslands. Introduction and Western Hemisphere. Elsevier.

Lundberg, G. 1992. Planteos de pastoreo continuo, mecánico, rotativo y racional intensivo: sus diferencias. En "Forrajes '92. 1er congreso mundial sobre producción, utilización y conservación de forrajes empleados en la alimentación de la ganadería vacuna".

Marzocca, A. 1976. Manual de Malezas. Editorial Hemisferio Sur. 564 pp.

Melgar, R. 2006. Las promociones de raygrass. Disponible en: https://kipdf.com/las-promociones-de-ray-grass-la-fertilizacion-como-herramienta-para-incrementar-_5ab279c71723dd439c96549d.html. Último acceso 14 de mayo de 2018.

Oyhamburu, E.M.; Baldo, A. & Silvestrini, M.P. 2000. Efecto de la aplicación de glifosato sobre la producción y composición florística de un pastizal natural. XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal. III Congreso Uruguayo de Producción Animal. 28 al 31 de marzo del 2000. Montevideo. Uruguay. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal, 8 (1):3 CD. Mayaguez, Puerto Rico.

Pemedasa, M.A. & Lovell, P.H. 1975. Factors controlling germination of some dune annuals. *Journal of Ecology* 63, 41-59.

Rearte, D. 2007. Distribución territorial de la ganadería vacuna. Buenos Aires. INTA.

Rearte, D. 2011. Situación actual y prospectiva de la ganadería argentina, un enfoque regional. INTA, Argentina. ISSN 1022-1301. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Vol 19, número 3-4: 46-49.

Rearte, D. 2010. Situación actual y perspectivas de la producción de carne vacuna. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires (Argentina). Estación

Experimental Agropecuaria Balcarce, Buenos Aires (Argentina). Programa Nacional Carnes. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/situacion-actual-y-prospectiva-de-la-produccion-de-carne-vacuna>. Ultimo acceso: 14 de mayo de 2018.

Recavarren, P.M. & Martinefsky, M.J. 2009. Alerta amarillo: la degradación de los recursos forrajeros. *Visión rural*. A. 16, N° 77:29-31.

Rodríguez, A. & Jacobo, E. 2013. Glyphosate effects on seed bank and vegetation composition of temperate grassland. *Applied Vegetation Science* 16 (2013) 51-62.

Rodríguez, A., Jacobo, E., & Deregibus, V. 1998. Germination behaviour of Italian ryegrass in flooding pampa rangelands. *Seed Science Research*, 8(4), 521-528.

Simić, A.S., Vučković, S.M., Čupina, B.T., Krstić, Đ.B., Stanisavljević, R.S. & Milivojević, M.S. 2010. Impact of management practices on Italian ryegrass seed quality. *Journal of Agricultural Sciences*. Vol. 55, No. 2, 2010. Pages 131-140.

Steadman K.J., Ellery A.J., Chapman R., Moore A., & Turner N.C. 2004. Maturation temperature and rainfall influence seed dormancy characteristics of annual ryegrass (*Lolium rigidum*). *Australian Journal of Agricultural Research* 55, 1047-1057.

Vázquez, P. & M. Rojas. 2006. Zonificación Agro-ecológica del Área de Influencia de la EEA Cuenca del Salado. Publicación Técnica N° 2. 17 pp.

Wiesner, L.E., & D.F. Grabe. 1972. Effect of Temperature Preconditioning and Cultivar on Ryegrass (*Lolium* sp.) Seed Dormancy. *Crop. Sci.* 12:760-764.

Young, W., D.O. Chilcote, & H.W. Youndberg. 1996. Annual ryegrass seed yield response to grazing during early stem elongation. *Agron. J.* 88:221-215.

Zarucki, I, 2012. Evaluación de la producción de semillas de diferentes cultivares de *Lolium multiflorum* Lam. Publicado en Pasturas de América: Julio 2012. Disponible en: <http://www.pasturasdeamerica.com/articulos-interés/notas-tecnicas/semillas-lolium-multiflorum-lam>. Ultimo acceso: 9 de junio de 2018.