

**Universidad Nacional de Lomas de Zamora**

**Facultad de Ciencias Agrarias**



**Tesina Final de Grado (TFG)**

“VENTAJAS DE LA SIEMBRA AL VOLEO Y LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA  
SOBRE LA IMPLANTACIÓN DE *Chloris gayana Kunth*. EN LA DEPRESIÓN DEL  
SALADO”.

Alumno: Giudice, Rodrigo Ezequiel.

Directora: Ing. Agr. MSc Olivera, María Elena.

2018

## INDICE GENERAL

<b>Contenido general</b>	<b>Página</b>
INDICE DE FIGURAS.....	III
INDICE DE TABLAS.....	V
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	16
HIPOTESIS.....	16
MATERIALES Y METODOS.....	17
DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADISTICO.....	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
CONCLUSIÓN.....	47
CONSIDERACIONES FINALES.....	48
BIBLIOGRAFÍA.....	49

## INDICE DE FIGURAS

### Contenido general

### Página

Figura 1: Reclutamiento de plántulas y luego plantas de grama Rhodes tanto parentales (PP/m<sup>2</sup>) como ramets (Ram/m<sup>2</sup>) por unidad de superficie a los 165, 382, 747 y 1082<sup>o</sup>/día desde la siembra, discriminados por métodos de distribución de las semillas (línea y voleo), fertilización nitrogenada (s/f, sin fertilización y fert, 100 kg N/ha) para dos cvs diploides (cv1: Reclaimer y cv2: Santana). .....**26**

Figura 2: Velocidad de implantación en plántulas y luego plantas de grama Rhodes tanto parentales (PP/m<sup>2</sup>) como ramets (Ram/m<sup>2</sup>) y su suma (reclutamiento/m<sup>2</sup>) por unidad de superficie a los 165, 382, 747 y 1082<sup>o</sup>/día desde la siembra, discriminados por métodos de distribución de las semillas (línea y voleo), fertilización nitrogenada (s/f, sin fertilización y fert, 100 kg N/ha) para dos cvs diploides (cv1: Reclaimer y cv2: Santana). .....**29**

Figura 3: Cantidad de estolones de grama Rhodes expresados en 0,25/m<sup>2</sup> a los 747 y 1082<sup>o</sup>/día desde la siembra, discriminados por métodos de distribución de las semillas (línea y voleo), fertilización nitrogenada (s/f, sin fertilización y fert, 100 kg N/ha) para dos cvs diploides (cv1: Reclaimer y cv2: Santana).....**34**

Figura 4: Largo de Estolones (Est) de grama Rhodes expresados en centímetros a los 747 y 1082<sup>o</sup>/día desde la siembra, discriminados por métodos de distribución de las semillas (línea y voleo), fertilización nitrogenada (s/f, sin fertilización y fert, 100 kg N/ha) para dos cvs diploides (cv1: Reclaimer y cv2: Santana).....**36**

Figura 5: Densidad de Macollos de grama Rhodes por unidad de superficie a los 747 y 1082º/día desde la siembra, discriminados por métodos de distribución de las semillas (línea y voleo), fertilización nitrogenada (s/f, sin fertilización y fert, 100 kg N/ha) para dos cvs diploides (cv1: Reclaimer y cv2: Santana).....**39**

Figura 6: Cantidad de macollos vegetativos (MV) y reproductivos (MR) de grama Rhodes por planta para M4 (1082º/día desde la siembra) discriminados por métodos de distribución de las semillas (línea y voleo), fertilización nitrogenada (s/f, sin fertilización y fert, 100 kg N/ha) para dos cvs diploides (cv1: Reclaimer y cv2: Santana).....**41**

Figura 7: Rendimiento expresado en kg MS/ha al final del período de implantación (1082º/día desde la siembra) para grama Rhodes, discriminados por métodos de distribución de las semillas (línea y voleo), fertilización nitrogenada (s/f, sin fertilización y fert, 100 kg N/ha) para dos cvs diploides (cv1: Reclaimer y cv2: Santana). ....**46**

## INDICE DE TABLAS

<b>Contenido general</b>	<b>Página</b>
<u>Tabla 1:</u> Eficiencia de implantación de plantas parentales (EiPP), eficiencia de implantación de ramets (EiRam) y eficiencia de implantación total (EiT) en cvs diploides de grama Rhodes a los 1082° día desde la siembra. ....	<b>32</b>
<u>Tabla 2:</u> Análisis de correlación de Pearson que vincula al rendimiento de kg MS/ha con las variables PP/m <sup>2</sup> , Ram/m <sup>2</sup> , reclutamiento/m <sup>2</sup> , estolones/0,25m <sup>2</sup> , largo de estolones, macollos/m <sup>2</sup> , EiPP, EiRam y EiT. ....	<b>46</b>

## RESUMEN

El avance de la agricultura desplazó a la ganadería a ambientes de la Pampa Deprimida con pastizales poco productivos. Para incrementar la producción de forraje estival, y consecuentemente la receptividad, se propone la inclusión de *Chloris gayana* Kunt. (grama Rhodes) en la cadena forrajera por su adaptabilidad a bajos salino sódicos, anegamientos y por su mayor producción en estos ambientes. Sin embargo, las eficiencias de implantación registradas para esta especie en estas zonas son muy bajas. El objetivo del presente trabajo fue evaluar a la siembra el efecto de la distribución espacial y la fertilización nitrogenada sobre dos cultivares diploides de grama Rhodes (cv. Reclaimer y cv. Santana). Se realizaron dos distribuciones de siembra: al voleo y en líneas; y dos fertilizaciones nitrogenadas: N<sub>0</sub> (sin agregado de N) y N<sub>100</sub> (con agregado de 100 kg de N/ha) sobre un suelo con rasgos de hidromorfismo (pH=9,82; C.E.=7,16 ds/m) durante la campaña 2015/2016. Resultaron cuatro tratamientos para cada cultivar: línea sin fertilizar (LSF), línea fertilizada (LF), voleo sin fertilizar (VSF) y voleo fertilizado (VF). Desde germinación hasta el primer corte en cuatro momentos establecidos por grados/día: 165, 382, 747 y 1082, se evaluó el reclutamiento por unidad de superficie de plántulas (plántulas/m<sup>2</sup>) y luego plantas tanto parentales (PP/m<sup>2</sup>) como ramets (Ram/m<sup>2</sup>), la velocidad de implantación medida en PP/día y Ram/día, la eficiencia de implantación en % tanto de PP como Ram, la capacidad de estolonización medida como cantidad de estolones/0,25m<sup>2</sup>, largo promedio de estolones en cm, la capacidad de macollaje medida como cantidad de macollos/m<sup>2</sup> y la producción de materia seca en kg MS/ha. Se aplicó un Diseño en Bloques Completamente Aleatorizado (DBCA) con cinco repeticiones. Para las condiciones de este ensayo, con la distribución al voleo con

fertilización nitrogenada (VF) se obtuvieron los mayores valores de reclutamiento de plántulas y luego plantas ( $PP/m^2 = 20,60 \pm 2,97$  pl/ $m^2$ ,  $Ram/m^2 = 45,80 \pm 1,92$  pl/ $m^2$ ,  $reclutamiento/m^2 = 66,40 \pm 2,97$ ), velocidad de implantación ( $2,37 \pm 0,106$  pl/día) y eficiencia de implantación ( $4,43 \pm 0,2\%$ ). La distribución al voleo con o sin fertilización favoreció la estolonización (cantidad de estolones/ $0,25m^2 = 10,20 \pm 1,20$  y largo de estolones =  $32,92 \pm 4,25$  cm) sobre el reclutamiento de ramets en el tiempo. Los mayores valores en la capacidad de macollaje se obtuvieron con VF ( $403$  macollos/ $m^2$ ). La producción de MS/ha para VSF y VF ( $8445$  en promedio) fue  $2,5$  veces superior que lo obtenido por los tratamientos LSF y LF ( $3308$  en promedio).

La distribución estocástica de semillas y la fertilización nitrogenada incrementaron la ocupación de espacios libres por estolonización y macollaje por aumentos en la colonización y densidad de ambos. La producción de ramets también contribuyó con la colonización de los espacios libres.

## INTRODUCCIÓN

El avance de la agricultura en la pradera pampeana promovió dos respuestas principales en la ganadería pastoril: la relocalización de la hacienda y la intensificación de los sistemas. Una de las características de esta relocalización es el desplazamiento de la ganadería a los ambientes menos productivos de la Pampa Deprimida (Bertin, 2009) donde la cría vacuna sobre pastizales, es la principal actividad.

La Pampa Deprimida es una llanura sumamente plana de sedimentos fluvio eólicos, encharcable con aptitud ganadera y comprende la mayor parte de la cuenca del río Salado (Musto y Maddaloni, 2001). El 30% del área se corresponde a “bajos salinos” con predominio de vegetación halófitas, pero muy modificada por uso ganadero y suelos Natracuoles y Natracualfes (Geo INTA, 2013). Los riesgos y limitaciones en este tipo de ambientes son: alcalinidad, drenaje, encharcamiento, horizonte Bt muy desarrollado y degradación por pisoteo animal (Panigatti, 2010). Con alta concentración de sodio en el complejo de intercambio catiónico lo cual les confiere escasa estructura y limita el crecimiento, excepto el de las especies adaptadas. Por otra parte, la posición en el relieve determina la presencia de agua en superficie con régimen hídrico ácuico durante períodos prolongados, sobre todo durante el invierno (Damario y Pascale, 1988). En verano, al permanecer relativamente secos, los primeros centímetros del suelo pueden no contener agua útil por varios días (Sánchez *et al.*, 1976).

El clima es templado, subhúmedo al oeste y húmedo al este, temperatura media entre 20-24°C para el mes más cálido (enero) y de 7°C-10 °C para el más frío (julio) con régimen hídrico isohigro. La productividad estival de las especies de estos



bajos salinos oscila entre 500 y 2.000 kg MS/ha/año presentando, a su vez, bajos índices de cobertura (Marino, 2008).

Una alternativa para incrementar la producción de forraje estival en estos ambientes es la inclusión de *Chloris gayana* Kunt. (grama Rhodes) en la cadena forrajera. La especie fue introducida en 1916 por la EEAT (Estación Experimental Agrícola de Tucumán), específicamente por Enrique F. Schultz desde EE.UU. que a su vez fue trasladada de su lugar de origen en África del Sur. En 1918 fue considerada apta para la recomendación a los ganaderos como forrajera resistente a sequía para climas templado cálidos. Así, desde principios del siglo XX, la cantidad de semilla importada de Australia, país en el cual se realizaba mejoramiento genético, fue ascendiendo año tras año. El motor para la inclusión de esta forrajera estival fue consecuencia de una alternancia productiva, al desplazarse la ganadería a ambientes hidro-halomórficos y de necesitar forrajeras adaptadas a estas condiciones edafoclimáticas.

Esta especie C4 de ciclo PVO posee elevada tolerancia a salinidad y alcalinidad (Rogers *et al*, 2005; Deifel *et al.*, 2006) y una vez implantada puede tolerar mayores concentraciones de salinidad sin disminuir considerablemente su productividad (Bogdan, 1969; Priano y Pilati, 1989; Taleisnik *et al.*, 1997). Esta capacidad, está relacionada a la presencia de “glándulas de sal” en sus hojas (Liphschitz y Waisel, 1982). La introducción de la misma permitiría mantener altas cargas animales durante el verano (Monti, 2009). Esta especie tiene la capacidad de resistir condiciones de sequía y ligeras heladas (Bogdan, 1969), tolerar anegamientos estacionales de hasta 15 días (Mannetje y Kersten, 1992; Torres Carbonell *et al.*, 2010) y de ser muy eficiente en el uso del agua y del nitrógeno

(Barceló Coll, 1995). Estas características podrían permitir la incorporación de la especie y duplicar la actual receptividad de estos ambientes generando un gran impacto en los balances forrajeros de los sistemas de cría. Además, generar un “piso” por el aumento de masa radicular y favorecer las condiciones de estructura y drenaje del suelo.

Gramma Rhodes es una especie perenne cespitosa y estolonífera con estolones de más de 1m de largo, glabra, robusta, de 0,80-1,20m de alto, macollos y cañas comprimidos y hojas lineales largas (Burkart, 1969). La planta originada de semillas se denomina generalmente “planta parental” la cual produce estolones a través de yemas axilares de los nudos basales. Según Bogdan (1997) los estolones de grama rhodes son de “tipo B”, los cuales presentan zonas nodales y zonas internodales. Este tipo de estolones ramifica rápida y tempranamente. La “zona nodal” está formada por 2-5 nudos sin entrenudos alargados, o sea sin zonas internodales. A su vez, de las yemas axilares de las hojas ubicadas en los nudos de las zonas nodales se origina una determinada cantidad de macollos vegetativos llamados “ramets”. Estos ramets ubicados en la zona nodal tienen la capacidad de originar raíces adventicias formando nuevas plantas potencialmente independientes. Sus inflorescencias son verticilos de espigas unilaterales con espiguillas sésiles y agrupadas en dos antecios. El antecio inferior es fértil, con la lemma aquillada con arista subapical y el antecio superior es estéril con una lemma aquillada. Desde el punto de vista botánico, la semilla de *Chloris gayana* es en realidad un cariopse uniseminado vestido después de la trilla cubierto solo por las glumelas (lemma y palea). El tamaño de la semilla es diminuto, el largo va de 5 a 8 mm y el ancho de 1 a 2mm (Toll Vera *et al.*, 2016). El embrión de esta especie posee un mesocótilo

(primer entrenudo) entre la inserción del escutelo y el coleoptile (Finot *et al.*, 2011). La elongación del mesocotile es responsable de llevar a la superficie del suelo el coleoptile durante la germinación (Gibson, 2008).

En trabajos realizados anteriormente, se encontró que en distintos lotes de semillas de grama Rhodes, solo el 20% en promedio correspondió a semillas llenas, siendo el porcentaje restante de semillas vacías. De la proporción de semillas llenas, el 94%, aproximadamente correspondió a semillas viables (Olivera *et al.*, 2017). Especialmente en especies megatérmicas, es necesario conocer las características de la semilla que se va a sembrar, y así determinar la densidad de plántulas objetivo, para ello es necesario conocer mínimamente el PG y el peso de 1.000 semillas (Bandera *et al.*, 2013).

Según Hoshikawa (1969) la subfamilia Eragrostoideas (Gros. *Eragrostis*, *Sporobolus*, *Eleusine*, *Cynodon*, *Chloris*) presenta plántulas con mesocotile desarrollado con raíces mesocotilares escasas y cortas. El mismo es más frágil con respecto al de las subfamilias Panicoideas.

El establecimiento es una de las etapas más importantes para la productividad de una pastura y para la estabilidad posterior de las especies que la conforman. En especies subtropicales, estos procesos son lentos y riesgosos, aun cuando representa un lapso relativamente breve comparado con el periodo productivo de las pasturas (Otondo, 2015). Ungar (1978) añade que la germinación es otra etapa crítica, sobre todo bajo condiciones de salinidad. Según Bandera *et al.* (2013) el establecimiento de las gramíneas perennes megatérmicas presenta características diferenciales con respecto a las templadas. En principio el periodo necesario para el establecimiento de la pastura suele ser más prolongado,

generando alta inmovilización temporal del potrero. En estas especies, los problemas en la implantación pueden ser causados por un bajo valor cultural de la semilla, debido principalmente a la dificultad para definir el momento de cosecha, el alto porcentaje de vaneo, en algunas especies bajo poder germinativo, la presencia de dormancia de las semillas y también el bajo vigor de las plántulas. Si bien la elección de la densidad de siembra en función del valor cultural de la semilla puede atenuar estos problemas, ello no asegura la distribución uniforme de las plántulas

Si bien grama Rhodes es una especie recomendada para bajos salinos-alcalinos con rasgos de hidromorfismo, su emergencia se ve afectada al desmejorar las condiciones edáficas por alcalinidad y estrés hídrico cuando se compara con mejores ambientes (Martin *et al.*, 2012). Priano y Pilati (1989) entre otros, demostraron que para conductividades eléctricas en extracto de saturación superior a los 4 dS/m, la germinación puede verse comprometida. Si la semilla se embebe, pero se seca antes de la emergencia de la radícula, es decir, antes de la etapa III de la curva trifásica de imbibición, puede sobrevivir y regenerarse para lograr una posterior germinación. Ese breve período de hidratación de los tejidos promueve la reparación del daño celular, puede prolongar la vida de la semilla y permitir el aprovechamiento de los ciclos cortos de disponibilidad de humedad. La rehidratación también puede ser acompañada de cambios en los tejidos de protección, que aumentan la vulnerabilidad y disminuyen la sobrevivencia en el suelo (Sanchez *et al.*, 2001). Este mecanismo ha sido demostrado en *Panicum maximum* (Hopkinson, 1993). Priano y Pilatti (1989) observaron una disminución del 40% de semillas germinadas de grama Rhodes con conductividades de 4 dS/m. Martín *et al.*, (2012) detectan que grama Rhodes respondió positivamente ante enyesado; en general y la

emergencia aumentó al incrementar la dosis de aplicación, obteniéndose un porcentaje de plántulas emergidas relativamente elevado cuando se aplicó la dosis más alta del correctivo contra características halomórficas. En la Depresión del Salado, Pesqueira *et al.*, (2017) contabilizaron, a fin del primer ciclo de crecimiento,  $16,2 \pm 2,87$  plantas/m<sup>2</sup> para el cv Finecut con siembras de 16,4 kg/ha en directa y con distribución semiregular a 0,5 cm de profundidad y 17,5 cm entre líneas. Martin *et al.*, (2012) obtuvieron  $21,40 \pm 4,2$  plantas/m<sup>2</sup> con siembras en línea y  $10,54 \pm 5,6$  plantas/m<sup>2</sup> con siembras al voleo con el cv Katambora en suelos sin tapiz vegetal. Martin *et al.*, (2012) obtuvieron emergencias de 8,13% de plántulas  $\pm 0,6\%$  a los 21 dds en macetas con 10cm de suelo de Natracualf típicos con 16,66 kg semillas/ha sembradas en línea bajo riego. En un suelo Natracuol de la Cuenca del Salado Borrajo (2014) evaluó cultivares diploides, entre ellos estudió la emergencia a los 30 y 60 dds. Para Reclaimer obtuvo 16 y 11 plantas respectivamente entre momentos y para Santana obtuvo 14 y 13 plantas/m<sup>2</sup> respectivamente entre momentos. En un ensayo en cuenca del salado Borrajo (2015) informo para Chloris gayana cv finecut una densidad lograda de 20 plantas/m<sup>2</sup> a 800°C desde la siembra en noviembre.

Torres Carbonell y Elizondo (2010, 2011) informaron sobre distintos ensayos de implantación de especies megatérmicas en el sur de la región pampeana semiárida. Ensayaron densidades de siembra de entre 6 y 15 kg/ha de semillas de grama Rhodes y observaron mayores velocidades de emergencia con las mayores densidades de siembra, de mala a buena implantación en sectores de suelos pesados, pero con una importante colonización secundaria por sus estolones que compensó el bajo número de plantas logrado.

En este sentido, Olivera *et al.* (2017) y Lorenz *et al.* (2017) informaron eficiencias de implantación menores al 15% en suelos Natracualfes típicos con pH de 9,6 y conductividad eléctrica de 4,8 dS/m en años divergentes en pluviometría, en Chascomús y Ranchos (Bs As.). Estos autores, también encontraron similares valores de eficiencia de implantación en suelos Natracuoles típicos en Castelli, Bs As. Por lo tanto, la implantación de esta especie resulta problemática en suelos con limitaciones de halohidromorfismo. El drenaje insuficiente y la tendencia al anegamiento de muchos campos bajos pueden atrasar la germinación y la emergencia, y propiciar la mortalidad de plántulas (Borrajo y Alonso, 2004). Otra explicación para los bajos porcentajes de eficiencia de implantación es que, si la cantidad de sales en el medio es elevada, se restringe el ingreso de agua a las semillas y el embrión no alcanza la turgencia necesaria para superar la restricción impuesta por las cubiertas seminales (Gorai y Neffati, 2007).

Otros factores, que pueden definir el éxito o fracaso de la implantación son la profundidad de siembra y la distribución de las semillas en el espacio. En general, se recomienda que la siembra sea superficial, debido al pequeño tamaño de la semilla, siendo importante que estas queden en contacto con el suelo. En relación con grama Rhodes la evidencia apunta a una situación regulada básicamente por la humedad dado que estudios preliminares demostraron que bajo condiciones controladas con luz o en oscuridad total y con régimen de temperatura constante a 25°C o alterna a 20-30°C, grama Rhodes germina indistintamente a las condiciones lumínicas del ambiente de germinación (Malagrina *et al.*, 2011).

La siembra en estos ambientes debe ser realizada en directa porque el laboreo destruye la estructura y puede generar encostramiento superficial en los

suelos salino/sódicos, dificultando la emergencia de plántulas y disminuyendo la infiltración del agua de lluvia (Bandera *et al.*, 2013). Dentro de los métodos de siembra de pasturas podemos encontrar la distribución estocástica o “al voleo” y la distribución semiregular o “en líneas”. El primero consiste en una distribución aleatoria de las semillas con una gran variación en la frecuencia sobre la superficie del potrero (frecuencia modulada). Este tipo de distribución es rápida, pero siempre hay riesgos de pérdidas de semillas por arrastre del agua de escorrentía, por ataque de hormigas, y por desecación de la superficie del suelo cuando ocurren temperaturas excesivas (Ayarsa y Spain, 1989). En este tipo de suelos es importante destacar lo errático de los resultados de las siembras al voleo, avión, esparcidora de fertilizantes o tambores (Bertram y Chiacchiera, 2012). En estos casos, el éxito en la implantación está asociado a la ocurrencia de precipitaciones próximas al momento de la siembra y al micrositio donde cae la semilla. El segundo consiste en colocar las semillas en línea (forma regular) y a chorrillo dentro de las mismas a una profundidad determinada. Este método incrementa la eficiencia de uso de la semilla y del fertilizante dando como resultado menores requerimientos de ambos insumos (Ayarsa y Spain, 1989). La profundidad óptima de siembra es aquella que proporciona las condiciones adecuadas para el desarrollo radicular, para la absorción de nutrientes y para la emergencia de las plántulas. El criterio que define la profundidad es el tamaño de la semilla. Esta capacidad de adaptación a diferentes profundidades está asociada con las reservas de las semillas en el endosperma. Las semillas de tamaño pequeño son muy sensibles al tapado excesivo y por eso deben sembrarse superficialmente. En este sentido, Spain y Couto (1989) sugieren la siembra de *Andropogon gayanus* en suelos dejando terrones y restos de especies

sobre la superficie del terreno. Así, con las primeras lluvias, las semillas entre los terrones o bajo los residuos reciben el agua necesaria debido a que su contacto con el suelo húmedo será adecuado. La profundidad también depende de la textura del suelo, el grado de compactación, y las condiciones de humedad del mismo. En los suelos arenosos, la profundidad puede ser mayor que en los arcillosos (Calheiro y Da Rocha, 1977) para evitar las pérdidas de humedad por desecación cuando la siembra es superficial. Si el suelo ha sido compactado o posee una textura arcillosa, la profundidad debe disminuir ya que la resistencia mecánica limitaría la emergencia (Spain y Couto, 1989).

Con siembras al voleo se logra una buena cobertura inicial del suelo durante la implantación con respecto a las siembras en línea, lo cual ayuda a controlar la invasión de malezas (Guillet, 1984). Sin embargo, el mismo autor reporta experiencias que indicarían menores rendimientos de materia seca en gramíneas templadas puras a partir del segundo año de producción. Cancino *et al.* (2014) encontraron en *Bracchiaria brizantha* mayor cantidad de semillas cosechadas por panícula en las siembras realizadas al voleo. Por otra parte, Pretto (comunicación personal) destaca la importancia de realizar siembras al voleo en suelos hidromorfohalomorficos como única alternativa para obtener un adecuado stand de plantas. Sumado a ello, con esta práctica una vez que las especies logran un gran desarrollo radicular permitirían dar “piso” para la entrada de los animales al potrero. Las siembras en línea con laboreos tendrían efectos negativos debido al ascenso de sales y ruptura de la estructura del suelo lo cual podría dificultar la imbibición de las semillas y posterior ingreso del agua a la planta por una disminución del potencial osmótico. Para una especie C3 de ciclo OIP con arquitectura cespitosa como es el



caso de festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb), Carambula (1998) registró eficiencias de implantación de hasta el cien por ciento superiores con respecto a los resultados obtenidos con siembras al voleo.

Bajo condiciones limitantes de producción, el agregado de nutrientes aumenta la productividad de la biomasa y la concentración de nutrientes en el forraje. Existe una relación directa entre el nivel de fertilidad del suelo y el resultado de la producción ganadera, de engorde o de tambo, debido a que la calidad del forraje es un indicador de la satisfacción de los requerimientos nutricionales de los rumiantes. Los fertilizantes nitrogenados son utilizados más eficientemente si el nitrógeno (N) está disponible en el momento en que el cultivo tiene mayor demanda. Esta sincronización del N minimiza cualquier pérdida por lixiviado en los suelos bien drenados o por desnitrificación en otros suelos, previniendo de esta forma deficiencias de N en la pastura (Robinson *et al.*, 1972).

Como todas las gramíneas forrajeras, la respuesta al agregado del nitrógeno en grama Rhodes es positivo. Sin embargo, el ambiente influye en el nivel de dicho efecto. Así, Otondo *et al.*, (2015) encontraron que en condiciones de halohidromorfismo en Chascomús los incrementos promedio de producción de materia seca con dosis de 50 KgN/ha en especies como *Panicum coloratum* fueron inferiores a los registrados en suelos sin dichas limitaciones de La Pampa a igualdad de dosis por Ferri y Jouve, (2007). Por otra parte, Joaquín *et al.* (2000) informaron para *Panicum máximum* que la aplicación de nitrógeno a dosis crecientes tuvo un efecto positivo en la cantidad de macollos vegetativos y reproductivos obteniéndose los valores más altos con dosis de 100 y 150 Kg/ha. Osechas *et al.* (2002) encontraron efectos positivos sobre el llenado de grano y la producción de semillas

con la aplicación de nitrógeno con respecto al testigo sin fertilizar en gramíneas templadas y en *Urochloa decumbens* Stapf.

En especies estoloníferas, la elongación de estolones es la variable morfogenética que determina el patrón de crecimiento de las plantas, la cual a su vez afecta la tasa de aparición de hojas, el tamaño de hojas y la densidad de puntos de crecimiento en los estolones (Cruz y Boval, 2000). Estos autores encontraron que, ante incrementos en la disponibilidad de N, se aumenta significativamente la elongación de los estolones en *Dichanthium aristatum* y *Digitaria decumbens*, sin embargo, sugirieron que el efecto del N debe ser estudiado para cada especie en particular. Cameron *et al.* (1976) demostraron que el N operó sobre el crecimiento en largo de los entrenudos incrementándose de esta forma la altura de los macollos reproductivos.

Tanto la distribución como la aplicación de N podría estimular la plasticidad fenotípica que posee la especie (Olivera, comunicación personal) para adaptarse a las bajas eficiencias de implantación o a la cantidad de individuos logrados. En este sentido, Gautier *et al.* (1999) postularon que los cambios en la arquitectura de las plantas inducidos por la competencia por la luz, podrían ser el resultado de cambios en el desarrollo ontogénico observado mediante el filocrono, en el crecimiento a través de la acumulación de la biomasa y/o en la morfogénesis por la partición de biomasa. La tasa de macollaje está determinada tanto por el filocrono como por la tasa de desarrollo de las yemas en cada macollo. En plantas sin competencia, aisladas, el macollaje depende principalmente del filocrono (Davies y Thomas, 1983). En un canopeo denso el macollaje disminuye junto con la disminución del espacio disponible para el crecimiento. Esto estaría relacionado con una disminución

en la relación R/RL, reduciéndose el macollaje y retrasándose el desarrollo de las yemas en los macollos sin cambios en el filocrono (Casal *et al.*, 1985, 1986). Por otra parte, Ballaré *et al.* (1987) demostraron que las plantas son capaces de percibir los cambios en la calidad de la luz a través de la reflexión horizontal de la luz por parte de sus vecinos, antes de que la cantidad de luz absorbida por la planta se reduzca significativamente. Entonces, los mecanismos de señalización relacionados con cambios en el ambiente de luz dentro del canopeo permiten a las plantas redirigir el crecimiento a parches más favorables, en este caso, a áreas con mejor disponibilidad de luz. Los cambios morfológicos en pastos tropicales ocurren como una respuesta para evitar la sombra ("*shay avoidance*"). Cruz y Boval (1999) propusieron que las especies estoloníferas como *Digitaria decumbens* podrían utilizar esta estrategia. Asimismo, la tasa de elongación de los estolones en estas especies aumenta a medida que se cierra el canopeo. La inhibición del macollaje por sombreado se correspondería con un cambio de estrategia de la planta mediante la colonización horizontal del espacio a través de la proliferación de ramets a sitios más iluminados por desarrollo vertical a través de las láminas y de desarrollo horizontal a través de los estolones (Nelson *et al.*, 2000).

Durante la germinación y la emergencia, la semilla debe tener un nivel óptimo de humedad, un adecuado suministro de nutrientes, un control de la vegetación existente y la modificación de las condiciones físicas y químicas del suelo (Lascano, 1988). Esto se podría lograr a la siembra, entre otras prácticas, con el manejo de la distribución de las semillas y el aporte de nutrientes como el nitrógeno.

Un estudio detallado de la geminación, emergencia y establecimiento de grama Rhodes en ambientes halohidromórficos de la Depresión del Salado resultará

en un aporte al conocimiento sobre las aptitudes forrajeras de esta especie. Una aproximación al estudio del comportamiento de cultivares de grama Rhodes en estos suelos consistirá en diferenciar las ventajas que podría tener la distribución de las semillas durante la siembra junto al aporte de nitrógeno en dicho momento y su impacto sobre la germinación y el establecimiento. Si bien, grama Rhodes presenta una alta capacidad de estolonización para ocupar los espacios libres en la pastura, podrían existir ventajas según la distribución de las semillas a la siembra con aporte de nitrógeno. La capacidad de colonización que posee la especie, en potreros con suelos halo y/o hidromórficos de la Pampa Deprimida (Bs.As.) estaría relacionada a la plasticidad fenotípica que posee a través de un efecto compensatorio entre la estolonización y el macollaje.

## **OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### Objetivos generales

Para cultivares diploides de *Chloris gayana* Kunt. sembrados en suelos halo-hidromórficos de la Pampa Deprimida:

- Evaluar el efecto de la distribución espacial de las semillas y la fertilización nitrogenada a la siembra sobre el reclutamiento de plántulas y luego plantas en el tiempo, medido en términos de velocidad de implantación y eficiencia de implantación.
- Determinar el efecto de la distribución espacial y la fertilización nitrogenada sobre la capacidad de estolonización hacia espacios libres.

- Evaluar el efecto de la distribución espacial y la fertilización nitrogenada sobre la capacidad de macollaje en espacios libres.
- Determinar la producción de MS/ha al final del período de la implantación en relación con la distribución espacial y el aporte de nitrógeno.

## **HIPÓTESIS**

La distribución estocástica de semillas y posteriormente de plántulas de cultivares diploides de grama Rhodes incrementa la ocupación de espacios libres mediante un aumento compensatorio por estolonización y macollaje respecto de la distribución semiregular, bajo condiciones no limitantes de nitrógeno, durante la implantación en suelos halo-hidromórficos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### Sitio

El ensayo se llevó a cabo durante la campaña 2015/2016, en el campo “Doña Irene” ubicado en el km 110 de la Ruta Provincial N°2, en la localidad de Chascomús, provincia de Buenos Aires, Argentina (-35.476216 S, -58.030798 O). Las mediciones en laboratorio se realizaron en el Laboratorio de Forrajicultura y Manejo de Recursos Forrajeros de la FCA-UNLZ.

El 3 de noviembre se sembraron semillas de dos cultivares diploides de grama Rhodes (cv1: Reclaimer y cv2: Santana) en un suelo salino-sódico con rasgos de hidromorfismo (pH=9,82; C.E.=7,16 ds/m). Se calculó la densidad de siembra para cada cultivar a fin de lograr 1500 semillas viables/m<sup>2</sup>.

Los tratamientos aplicados resultaron de la combinación de los factores:

1. Distribución de semillas en siembra directa: al voleo (V) y en líneas (L).
2. Niveles de fertilización nitrogenada: 0 kg N/ha (SF) y 100 kg N/ha (F) en forma de urea.

Tratamientos:

- VSF: voleo sin fertilizar.
- VF: voleo fertilizado.
- LSF: línea sin fertilizar.
- LF: línea fertilizada

La siembra al voleo y la fertilización correspondiente también al voleo, se realizaron a mano y está última a la siembra. La distribución en líneas se realizó en surcos de 0,5 cm de profundidad, tapado con 0,3 cm de suelo, con distancia entre líneas de 17,5 cm. La fertilización en este último método de siembra se realizó en líneas paralelas a la siembra.

Las mediciones de las variables se realizaron en cuatro momentos: 165, 382, 747 y 1082<sup>o</sup>/días desde la siembra (M1, M2, M3 y M4 respectivamente)

#### Variables medidas a campo por superficie

Para determinar el efecto de la distribución espacial y la fertilización nitrogenada, se realizaron los siguientes recuentos y se consideraron las siguientes variables respuesta:

1. Cantidad de plántulas: se muestreo al azar para cada tratamiento con cuadrado de muestreo de 0,25 m<sup>2</sup>, la cantidad de plántulas por unidad de superficie. Esta variable fue muestreada en el primer momento (165<sup>o</sup>/día) y luego, se computó dentro de la variable “plantas parentales”.

2. Cantidad de plantas parentales (PP): Las plantas parentales son aquellas originadas de semillas. Se contabilizó al azar dentro de cada tratamiento la cantidad de plantas dentro de un cuadrado de muestreo en 0,25 m<sup>2</sup>. Esta variable fue muestreada en M2, M3 y M4. El valor final se expresó en PP/m<sup>2</sup>.
3. Cantidad de ramets (Ram): Se contabilizó al azar dentro de cada tratamiento la cantidad de plantas originadas en zonas nodales de estolones dentro de un cuadrado de muestreo en 0,25 m<sup>2</sup>. Esta variable fue muestreada en M3 y M4. El valor final se expresó en Ram/m<sup>2</sup>.
4. Reclutamiento de PP y Ram en el tiempo: Se calculó el reclutamiento en el tiempo de plántulas y luego de plantas que es la suma de los PP/m<sup>2</sup> y de los Ram/m<sup>2</sup>. El valor final se expresó en reclutamiento/m<sup>2</sup>.
5. Velocidad de implantación (V.Imp): Se calculó la velocidad de implantación para PP, Ram y reclutamiento o total. Esta variable indica que tan rápida o tan lenta fue la implantación. Las fórmulas para su cálculo fueron:

$$V. Imp PP = \frac{PP M1}{t1} + \frac{PP M2}{t2} + \frac{PP M3}{t3} + \frac{PP M4}{t4}$$

$$V. Imp Ram = \frac{Ram M3}{t3} + \frac{Ram M4}{t4}$$

$$V. Imp Total = \frac{PP M1}{t1} + \frac{PP M2}{t2} + \frac{PP + Ram M3}{t3} + \frac{PP + Ram M4}{t4}$$

Donde:

PP M1: diferencia de plantas parentales desde la siembra hasta el momento uno.

PP M2: diferencia de plantas parentales desde el momento uno hasta el momento dos.

PP M3: diferencia de plantas parentales desde el momento dos hasta el momento tres.

PP M4: diferencia de plantas parentales desde el momento tres hasta el momento cuatro.

Ram M3: diferencia de ramets desde el momento dos hasta el momento tres.

Ram M4: diferencia de ramets desde el momento tres hasta el momento cuatro.  
 T1: tiempo en días desde la siembra hasta el momento uno.  
 T2: tiempo en días desde el momento uno hasta el momento dos.  
 T3: tiempo en días desde el momento dos hasta el momento tres.  
 T4: tiempo en días desde el momento tres hasta el momento cuatro.

6. Eficiencia de implantación (Ei): con los datos del recuento de PP/m<sup>2</sup> y Ram/m<sup>2</sup>, se calculó la eficiencia de implantación para el M4 (1082° día) como:

$$EiPP (\%) = \frac{PP/m^2}{SV/m^2} \times 100$$

$$EiRam (\%) = \frac{Ram/m^2}{SV/m^2} \times 100$$

$$EiT (\%) = \frac{PP/m^2 + Ram/m^2}{SV/m^2} \times 100$$

Donde:

EiPP (%): eficiencia de implantación de PP expresada en porcentaje.

PP/m<sup>2</sup>: cantidad de plantas parentales por metro cuadrado.

EiRam (%): eficiencia de implantación de Ram expresada en porcentaje.

Ram/m<sup>2</sup>: cantidad de ramets por metro cuadrado.

EiT (%): eficiencia de implantación total (PP y Ram) expresada en porcentaje.

SV/m<sup>2</sup>: Semillas Viables por metro cuadrado. Se tomó un valor de 1500.

7. Cantidad de estolones (Est): se contaron al azar dentro de cada tratamiento la cantidad de estolones dentro de un cuadrado de muestreo en 0,25 m<sup>2</sup>. Esta variable fue muestreada en M3 y M4 (747 y 1082° día). El valor final se expresó en Est/0.25 m<sup>2</sup>. No se expresó en m<sup>2</sup> para no sobrevalorar la producción de los mismos.
8. Densidad de macollos/m<sup>2</sup>: se contaron al azar dentro de cada tratamiento la cantidad de macollos dentro de un cuadrado de muestreo en 0,25 m<sup>2</sup>. Esta variable fue muestreada en M3 y M4. El valor final se expresó en Mac/m<sup>2</sup>.
9. Rendimiento (Kg de MS/ha): se muestreo al azar dentro de cada tratamiento dentro de un cuadrado de muestreo de 0,25 m<sup>2</sup>. Se cortó manualmente al ras



del suelo el forraje producido al final del ensayo. El material verde fue secado en estufa de aire forzado a 70°C de temperatura hasta peso constante. Posteriormente se calcularon los kg de MS/ha.

#### Variables medidas a campo en plantas individuales

Para M3 y M4 (747 y 1082<sup>o</sup>/día) sobre cinco plantas marcadas, por tratamiento y bloque, se realizó la siguiente medición:

1. Largo promedio de estolones: para cada planta se marcaron dos estolones y se midió el largo total de los mismos con el que se calculó el largo promedio de los estolones.

#### Variables medidas en laboratorio en planta individual

Para M3 y M4 sobre cinco plantas extraídas de cada tratamiento y bloque, se contabilizaron las siguientes variables respuesta:

1. Cantidad de macollos vegetativos (MV): se contabilizó la cantidad total de macollos en estado vegetativo.
2. Cantidad de macollos reproductivos (MR): se contabilizó la cantidad total de macollos en estado reproductivo (encañados y florecidos).

## **DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se trabajó con un Diseño en Bloques Completamente Aleatorizado (DBCA) con cinco repeticiones. Se comprobaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Las variables se analizaron utilizando ANOVA y pruebas de comparación de medias (LSD de Fisher,  $p < 0,05$ ) utilizando el programa Infostat 2017.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Evaluación del efecto de la distribución espacial de las semillas y la fertilización nitrogenada a la siembra sobre el reclutamiento de plántulas y luego plantas en el tiempo, medido en términos de velocidad de implantación y eficiencia de implantación.**

### Reclutamiento en el tiempo (PP/m<sup>2</sup> y Ram/m<sup>2</sup>)

En la figura 1 se presentan los resultados para reclutamiento en el tiempo de plantas parentales y ramets en cuatro momentos desde la siembra. Se encontraron diferencias significativas entre momentos ( $p < 0,0001$ ), cultivares ( $p < 0,0001$ ), tratamientos ( $p < 0,0001$ ) e interacciones dobles y triples entre los factores. Esto indica que las distribuciones y los niveles de fertilización (tratamientos) no se comportan de la misma manera en ambos materiales genéticos (cvs) y frente al tiempo transcurrido entre momentos a lo largo del período de implantación. Para abrir la interacción se realizó un análisis por separado de los tratamientos dentro de cada momento. A los 165° (M1) y 382°/día (M2) solo se encontraron PP/m<sup>2</sup>. En M1 ambos cvs presentaron un reclutamiento de plántulas significativamente superior con siembras al voleo y fertilización nitrogenada (VF) ( $p < 0,0001$ ) seguido por voleo sin fertilización nitrogenada (VSF) ( $p < 0,0001$ ). En M2, el VF presentó la mayor cantidad de PP/m<sup>2</sup> ( $p < 0,0001$ ) para ambos cvs. A los 747° (M3) y 1082°/día (M4) se encontraron PP/m<sup>2</sup> y Ram/m<sup>2</sup>. En M3, los mayores valores de PP y Ram/m<sup>2</sup> se observaron para el tratamiento VF ( $p < 0,0001$ ) para el cv2. En M4, los mayores valores de PP y Ram/m<sup>2</sup> se observaron para los tratamientos VF y VSF ( $p < 0,0001$ ) para el cv2.

A partir de la siembra y a lo largo de cuatro momentos durante el periodo de implantación, podría evidenciarse un efecto de competencia intraespecífica por los recursos espacio y luz, cuando las semillas fueron sembradas al voleo (distribución estocástica). Con este método se logró un mayor reclutamiento de plantas en el tiempo. Desde un punto de vista general y enfocados solamente en el efecto de la distribución de las semillas, los resultados obtenidos en este trabajo sobre siembras al voleo coinciden con lo señalado por Pretto (comunicación personal) quién encontró una mejora en el stand de plantas en suelos hidromorfohalomorficos con respecto a las siembras en línea. En contraste, Carambula (1998) sostiene que la siembra al voleo para *Festuca arundinacea* presenta desventajas con respecto a las siembras en línea. Además, algunos investigadores como Otondo (2011), Pesqueira *et al.*, (2016), Martin *et al.*, (2012) y Borrajo (2015) en grama Rhodes encontraron valores inferiores de plantas/m<sup>2</sup> logrados en suelos de similares características a las del ensayo. Y su vez, para los que sembraron con dos distribuciones, el voleo logró menor densidad de plantas que con las distribuciones en línea. Es de destacar que la mayoría de los autores que evalúan densidad de plantas logradas utilizan plantas/m<sup>2</sup> sin discriminar entre plantas parentales y ramets. Esta información impide discernir entre plantas de origen sexual y de origen asexual. Este trabajo hace un significativo aporte al conocimiento de la composición de las plantas/m<sup>2</sup>. En el resto de los trabajos se presentan sin separar en sus componentes PP/m<sup>2</sup> y Ram/m<sup>2</sup>. En M1 (27 dds) y M2 (50 dds) solo hay presencia de PP/m<sup>2</sup>. Hasta este momento no se han activado los mecanismos en las yemas responsables de generación de los estolones. De modo que, se detecta solo uno de los componentes. Recién en el M3 (80 dds) se detecta en forma altamente significativa, el aporte de las nuevas plantas

formadas a partir de las yemas de los estolones. Estas plantas son los ramets. Es tal la importancia de este componente que los ramets representan en promedio un 200% respecto de las PP/m<sup>2</sup>. Esta misma tendencia se observó para la última medición que se corresponde con el final de implantación realizada a fines de febrero (M4). De modo que, en lo encontrado por todos los autores, probablemente, cuando hacen referencia a plantas/m<sup>2</sup> incluyen PP/m<sup>2</sup> y Ram/m<sup>2</sup>.

Grama Rhodes posee semillas muy pequeñas (<1mm), con lo cual, la emergencia de las plántulas podría haberse visto dificultada al ser depositadas en las líneas. La energía disponible en el endosperma para la germinación pudo no haber alcanzado para estas condiciones o las semillas pudieron haber germinado pero las plántulas pudieron no haber prosperado. En este sentido, según la descripción realizada por Koshikawa (1969) las plántulas de esta especie presentan desarrollo de mesocótilo muy frágil durante la germinación. Se recuerda que, el mismo, es el encargado según Gibson (2008) de llevar a la superficie del suelo el coleoptilo durante la germinación. Una ruptura del mismo podría haber provocado un efecto negativo en el reclutamiento de las plantas en el tiempo. Con la siembra al voleo, las semillas podrían haber tomado contacto con el suelo superficialmente alcanzando esto para germinar sin obstáculos. Además, las raíces cortas y frágiles del nudo mesocotilar podrían tener un efecto depresor en la emergencia de las plántulas en suelos con impedancias físicas. Estas raíces son de gran importancia para el establecimiento de la plántula. La importancia de los ramets se seguirá discutiendo en el objetivo siguiente.

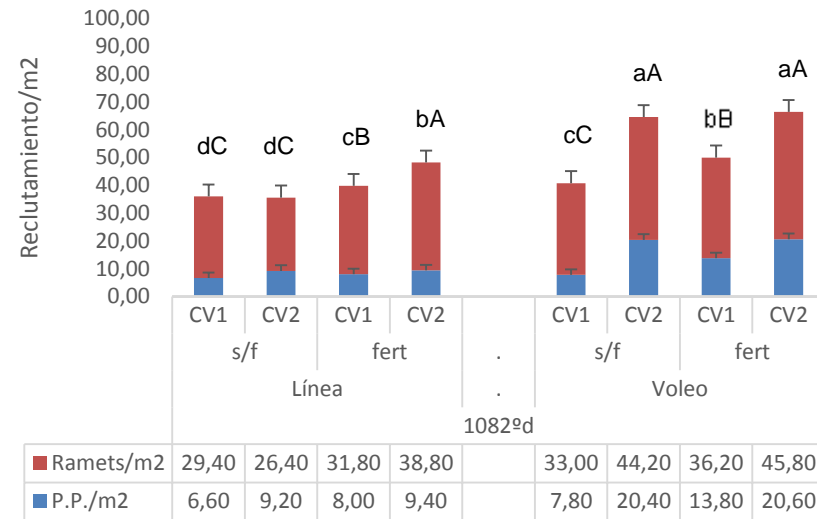
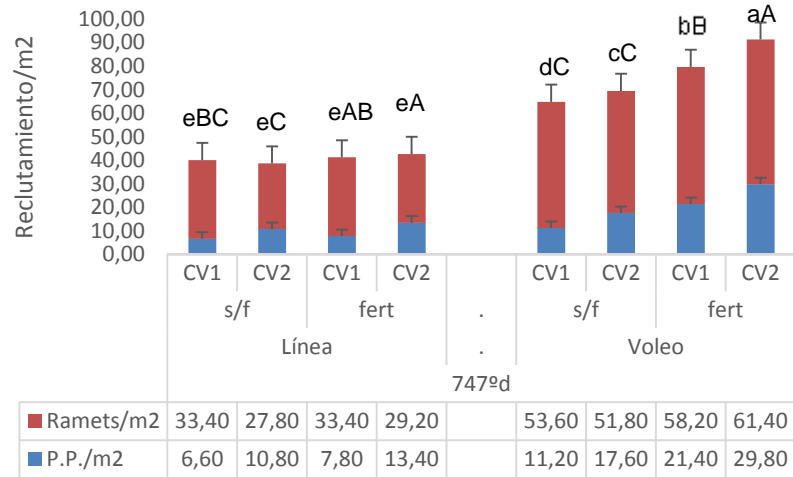
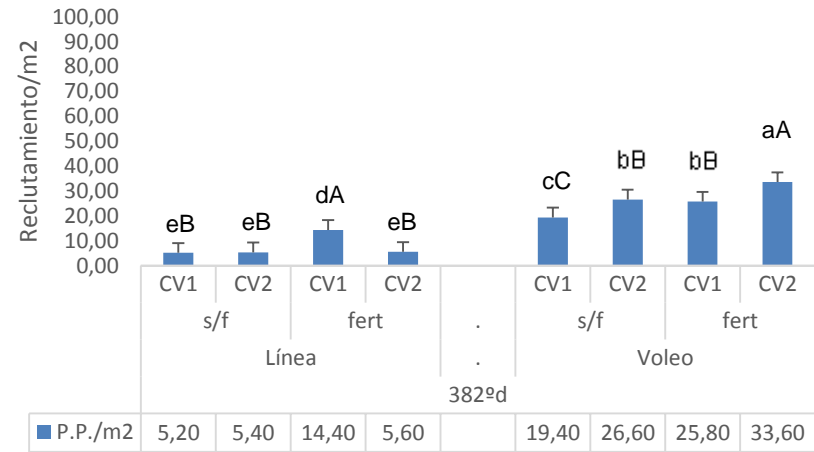
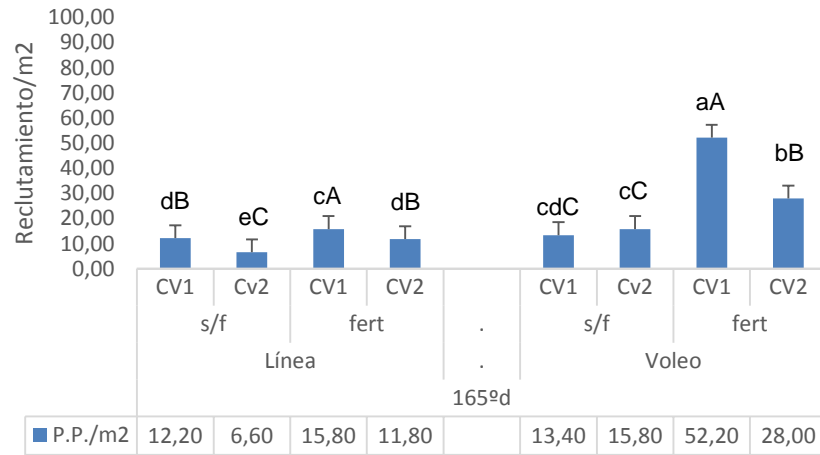


Figura 1: Reclutamiento de plántulas y luego plantas de grama Rhodes tanto parentales (PP/m2) como ramets (Ram/m2) por unidad de superficie a los 165, 382, 747 y 1082º día desde la siembra, discriminando por métodos de distribución de las semillas (línea y voleo), fertilización nitrogenada (s/f, sin fertilización y fert, 100 kg N/ha) para dos cvs diploides (cv1: Reclaimer y cv2: Santana).

\*Letras distintas indican diferencias significativas al 5%, las mayúsculas entre tratamientos dentro de cada distribución y las minúsculas entre todos los tratamientos.

## Velocidad de implantación

En la figura 2 se presentan los resultados para la variable velocidad de implantación de PP, Ram y Total en cuatro momentos desde la siembra. Se encontraron diferencias significativas entre momentos ( $p < 0,0001$ ), cultivares ( $p < 0,0001$ ), tratamientos ( $p < 0,0001$ ) e interacciones dobles y triples entre los factores. Esto indica que las distribuciones y los niveles de fertilización (tratamientos) no se comportan de la misma manera en ambos materiales genéticos (cvs) y frente al tiempo transcurrido entre momentos a lo largo del período de implantación. Para abrir la interacción se realizó un análisis por separado de los tratamientos dentro de cada momento. A los 165° (M1) y 382°/día (M2) solo se encontraron V.Imp PP. En el M1 ambos cvs presentaron una velocidad de reclutamiento de plántulas significativamente superior con siembras al voleo y fertilización nitrogenada (VF) ( $p < 0,0001$ ) seguido por voleo sin fertilización nitrogenada (VSF) ( $p < 0,0001$ ). En M2, se encontró que el VF tiene la mayor cantidad de V.Imp PP ( $p < 0,0001$ ) para ambos cvs. A los 747° (M3) y 1082°/día (M4) se encontraron V. Imp PP y V.Imp Ram. En M3, los mayores valores de V. Imp PP y V.Imp Ram se observaron para el tratamiento VF ( $p < 0,0001$ ) para el cv2. En M4, los mayores valores de V. Imp PP y V.Imp Ram se lograron para el tratamiento VF y VSF ( $p < 0,0001$ ) para el cv2.

Con la distribución al voleo, las plántulas y luego plantas emergieron a mayor velocidad comparado con la siembra en líneas (distribución semiregular). Se recuerda que, con la velocidad de implantación se puede evaluar que tan rápida o tan lenta fue la implantación porque es un cálculo de cantidad de individuos (plantas)/unidad de tiempo (días). Si este cociente es alto significa que la implantación fue rápida, y si este cociente es bajo, significa que la implantación fue

lenta. Siempre comparando especies por separado o de similar ciclo, tasa y hábito de crecimiento.

Esta variable está muy condicionada por la colonización de estolones hacia espacios libres en la pastura. Se observó que se obtuvieron mayores velocidades de implantación de ramets que de plantas parentales. Estos resultados coinciden con los de Torres Carbonell y Elizondo (2010, 2011) que observaron mayores velocidades de emergencia con las mayores densidades de siembra, de mala a buena implantación en sectores de suelos pesados, pero con una importante colonización secundaria por sus estolones que compensó el bajo número de plantas logrado.

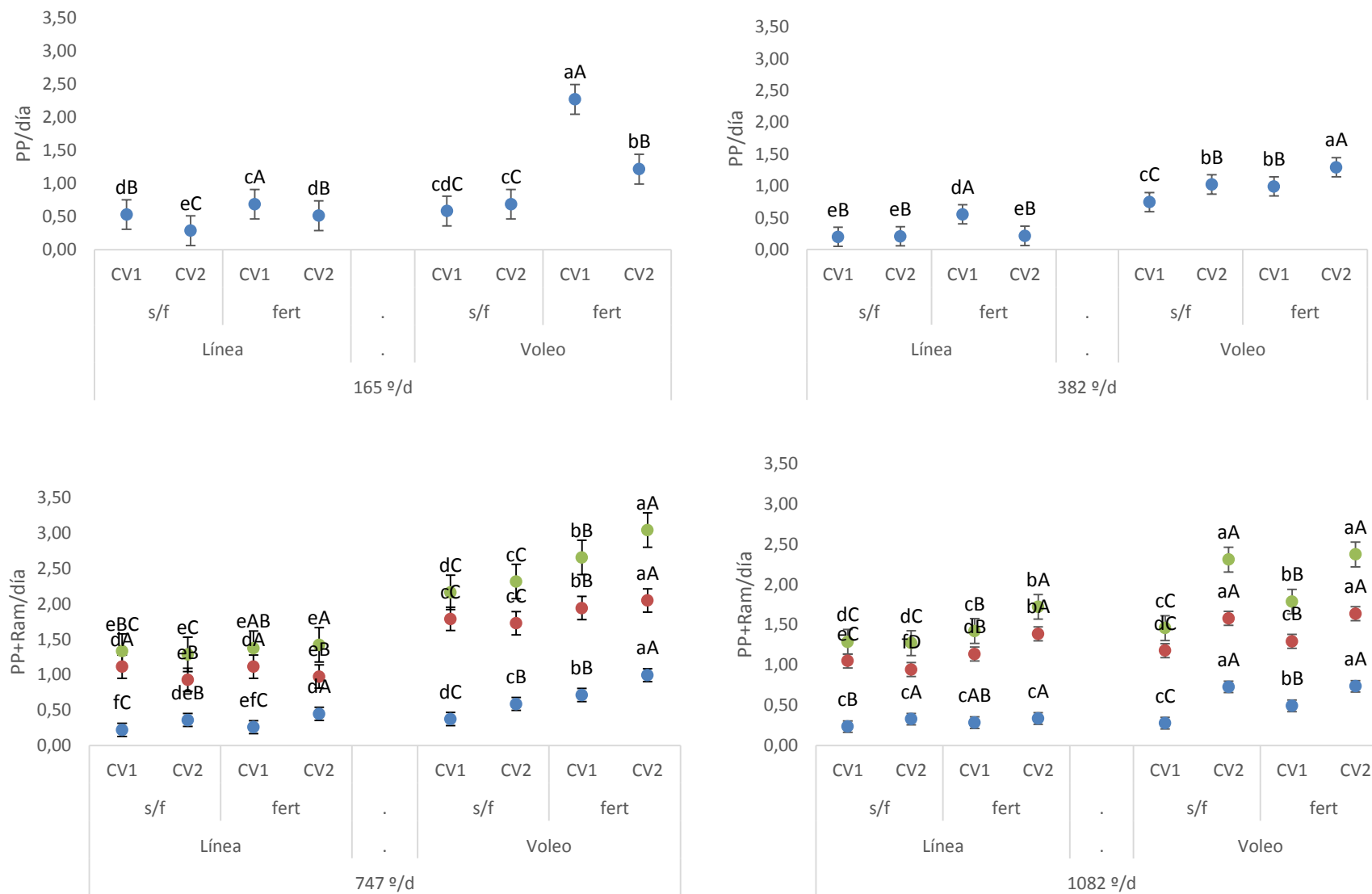


Figura 2: Velocidad de implantación en plántulas y luego plantas de grama Rhodes tanto parentales (PP/m<sup>2</sup>) como ramets (Ram/m<sup>2</sup>) y su suma (reclutamiento/m<sup>2</sup>) por unidad de superficie a los 165, 382, 747 y 1082<sup>o</sup>/día desde la siembra, discriminados por métodos de distribución de las semillas (línea y voleo), fertilización nitrogenada (s/f, sin fertilización y fert, 100 kg N/ha) para dos cvs diploides (cv1: Reclaimer y cv2: Santana).

\*Letras distintas indican diferencias significativas al 5%, las mayúsculas entre tratamientos dentro de cada distribución y las minúsculas entre todos los tratamientos.



### Eficiencia de implantación de PP, Ram y Total

Las siembras al voleo produjeron mayores EiPP, EiRam y EiT que las siembras en línea en ambos cvs (Tabla 1). Al final del periodo de implantación, los tratamientos al voleo resultaron en una mayor eficiencia de implantación. Sin embargo, es de destacar que la eficiencia de implantación total fue del  $4,43\% \pm 0,198\%$  para la mejor combinación de tratamientos, que fue la siembra al voleo con fertilización (VF). Olivera *et al.*, (2017) y Lorenz *et al.*, (2017) en suelos Natracualfes típicos con pH de 9,6 y C.E. de 4,8 ds/m en años divergentes en pluviometría, en Chascomús y Ranchos (Bs As.) encontraron mayores eficiencias de implantación. Sin embargo, para el mejor de los casos no superaba en promedio el 15% de eficiencia de implantación.

Dentro de las causas que podrían explicar una baja eficiencia de implantación podemos encontrar la escorrentía, ataque de hormigas y desecación de la superficie del suelo con temperaturas excesivas como expusieron Ayarsa y Spain (1989). En contraposición a lo encontrado en este trabajo, Acuña (1987) y Carambula (1998) añaden observaciones de mayores eficiencias de implantación para métodos de siembra en línea.

La profundidad a la cual fueron sembradas las semillas nunca fue superior al doble del tamaño de las mismas (0,5 cm), por lo tanto, esto no podría explicar la baja eficiencia de implantación para siembras en línea. Sin embargo, la textura arcillosa del suelo podría haber ocasionado un ambiente poco favorable. El abresurco podría haber generado un surco con compactación vertical de las paredes que no habría permitido el correcto desmoronamiento de suelo sobre las semillas al ser tapadas. Se resalta que el ensayo se sembró en un bajo halohidromórfico de la PD. Allí, el

suelo arcilloso con el que fueron tapadas las semillas pudo hacer más dificultosa la emergencia de las plántulas.

Por otra parte, el tamaño de las semillas y el tipo de plántula pueden haber sumado a este bajo resultado. Además, los valores encontrados en este trabajo, en general, y en otros de diferentes autores podrían explicarse por las diferentes condiciones que encuentra grama Rhodes en estos ambientes edafoclimáticos. Por un lado, la siembra se corresponde con una época de altas temperaturas y una alta demanda atmosférica (ETP elevada). Estas condiciones, junto a los posibles ascensos de sales por capilaridad a las capas superficiales del suelo, podrían haber generado una disminución de la germinación en cualquiera de sus fases. Esto podría ser explicado por lo encontrado por Martín *et al.*, que detectan que grama Rhodes respondió positivamente ante enyesado; en general, la emergencia aumentó al incrementar la dosis de aplicación, obteniéndose un porcentaje de plántulas emergidas relativamente elevado cuando se aplicó la dosis más alta del correctivo. Es decir, atenuando las características halomórficas del suelo se obtuvieron mayores eficiencias de implantación.

Esta baja eficiencia de implantación no es consecuencia de algún problema de calidad de las semillas utilizadas en este ensayo. Se recuerda que, con el objetivo de calcular la densidad de siembra, se realizaron ensayos previos para determinar el porcentaje de germinación. De los mismos se obtuvo que en promedio había un 95% de germinación de la fracción de semillas llenas.

Cabe destacar que en el caso del cv2, los mayores valores para reclutamiento de plantas en el tiempo, velocidad de implantación y eficiencia de implantación se dieron independientemente de la aplicación de nitrógeno (100 Kg N/ha). Y a su vez,

los mayores valores se obtuvieron siempre con siembras al voleo y fertilización (VF). Estos resultados, además, evidencian diferencias entre cultivares. Si bien ambos son diploides y esta es la ploidía más adaptada a los ambientes como el del ensayo. Los beneficios de la fertilización nitrogenada, durante la siembra de los cultivos, están ampliamente documentados. Las gramíneas presentan una alta respuesta a esta práctica. Lo confirman Ferri y Jouve (2007) a la siembra y Joaquín *et al* (2000) en macollaje.

Como menciona anteriormente Bandera *et al.*, (2013) en especies megatérmicas, es necesario conocer las características de la semilla que se va a sembrar, y así determinar la densidad de plántulas objetivo, y para ello es necesario conocer mínimamente el PG y el peso de 1.000 semillas. Muchos autores citados no informan valores de semillas viables, sino que informan los kg/ha sembrados y muchas veces se desconoce el PG. La eficiencia de implantación es una variable no tan informada o imposible de calcular si no se hace esta distinción.

Tabla 1: Eficiencia de implantación de plantas parentales (EiPP), eficiencia de implantación de ramets (EiRam) y eficiencia de implantación total (EiT) en cvs diploides de grama Rhodes a los 1082° día desde la siembra.

		LINEA		VOLEO	
		SF	F	SF	F
EiPP	CV1	0,44± 0,076cB	0,57± 0,192cAB	0,52± 0,030cC	0,92± 0,099bB
	CV2	0,61± 0,056cA	0,63± 0,076cA	1,36± 0,198aA	1,37± 0,277aA
EiRam	CV1	1,96± 0,138eC	2,12± 0,099dB	2,15± 0,056dD	2,41± 0,056cC
	CV2	1,76± 0,112fD	2,59± 0,110bA	2,95± 0,056aB	3,05± 0,128aA
EiT	CV1	2,40± 0,133dC	2,69± 0,285cB	2,67± 0,067cC	3,33± 0,047bB
	CV2	2,37± 0,167dC	3,21± 0,0997bA	4,31± 0,224aA	4,43± 0,198aA

\* Letras distintas indican diferencias significativas al 5%, las mayúsculas entre tratamientos dentro de cada distribución y las minúsculas entre todos los tratamientos.

## **Determinación del efecto de la distribución espacial y la fertilización nitrogenada sobre la capacidad de estolonización hacia espacios libres.**

### Cantidad de estolones/0,25 m<sup>2</sup>

En la figura 3 se presentan los resultados para la cantidad de estolones en una superficie de muestreo de 0,25m<sup>2</sup> en dos momentos desde la siembra. Se registraron diferencias significativas entre momentos ( $p < 0,0001$ ), cultivares ( $p < 0,0001$ ), tratamientos ( $p < 0,0001$ ) e interacciones dobles y triples entre los factores. Esto indica que las distribuciones y los niveles de fertilización (tratamientos) no se comportan de la misma manera en ambos materiales genéticos (cvs) y frente al tiempo transcurrido entre momentos a lo largo del período de implantación. Para abrir la interacción se realizó un análisis por separado de los tratamientos dentro de cada momento. La cantidad de estolones no se gráfica para M1 y M2 por motivos relacionados con la ontogenia de la planta. En M3, los mayores valores de Est/0,25m<sup>2</sup> se encontraron para el tratamiento VF ( $p = 0,0002$ ) para ambos cultivares. En M4, para los tratamientos al voleo, el mayor valor se detectó para el tratamiento VF para el CV2 ( $p < 0,0001$ ). Para los tratamientos en línea no hubo diferencias significativas ( $p < 0,5795$ ).

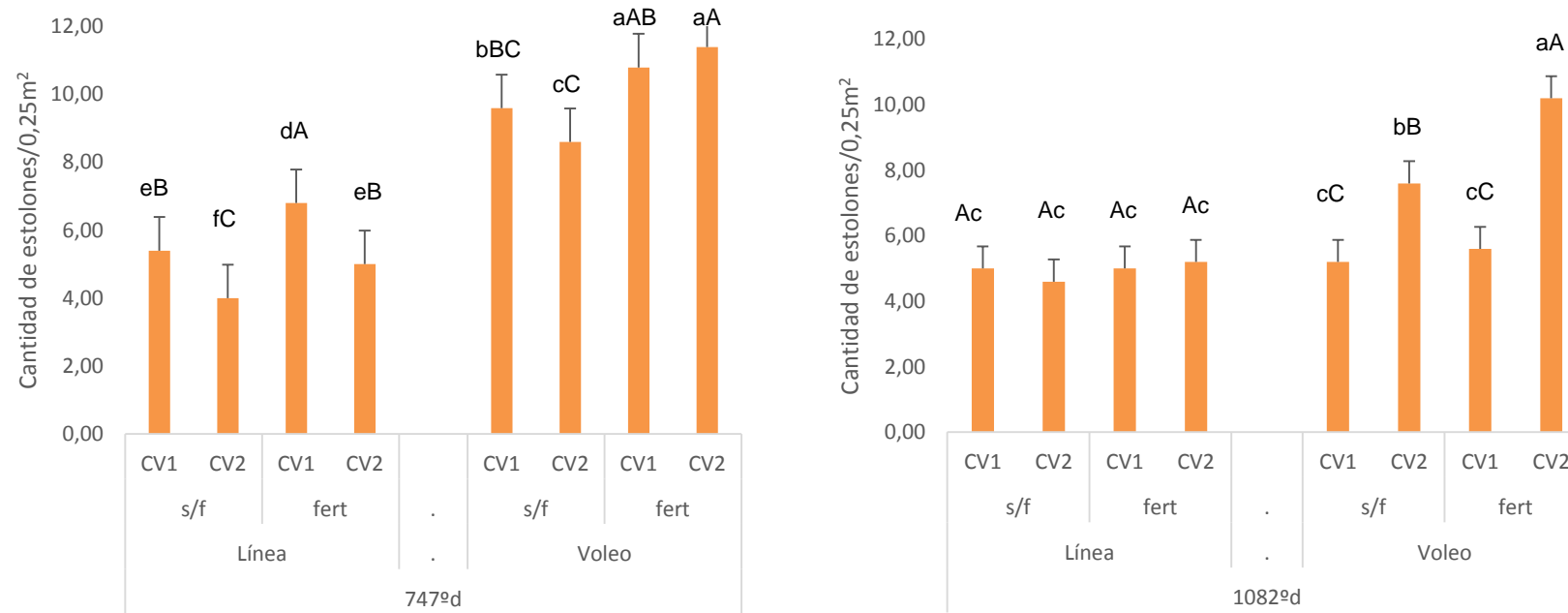


Figura 3: Cantidad de estolones de grama Rhodes expresados en 0,25/m<sup>2</sup> a los 747 y 1082º día desde la siembra, discriminados por métodos de distribución de las semillas (línea y voleo), fertilización nitrogenada (s/f, sin fertilización y fert, 100 kg N/ha) para dos cvs diploides (cv1: Reclaimer y cv2: Santana).

\* Letras distintas indican diferencias significativas al 5%, las mayúsculas entre tratamientos dentro de cada distribución y las minúsculas entre todos los tratamientos.

### Largo de estolones

En la figura 4 se presentan los resultados para el largo de estolones por planta en dos momentos desde la siembra. Se registraron diferencias significativas entre momentos ( $p < 0,0001$ ), cultivares ( $p < 0,0001$ ), tratamientos ( $p < 0,0001$ ) e interacciones dobles y triples entre los factores. Esto indica que las distribuciones y los niveles de fertilización (tratamientos) no se comportan de la misma manera en ambos materiales genéticos (cvs) y frente al tiempo transcurrido entre momentos a lo largo del período de implantación. Para abrir la interacción se realizó un análisis por separado de los tratamientos dentro de cada momento. El largo de estolones no se gráfica para M1 y M2 por motivos relacionados con la ontogenia de la planta. En M3, para los tratamientos en línea el mayor valor se observó para el tratamiento LF del cv2 ( $p = 0,0130$ ). Para los tratamientos al voleo no hubo diferencias significativas ( $p = 3076$ ). En M4, para los tratamientos al voleo, el VF y VSF mostraron los mayores valores para el cv2 ( $p = 0,3896$ ).

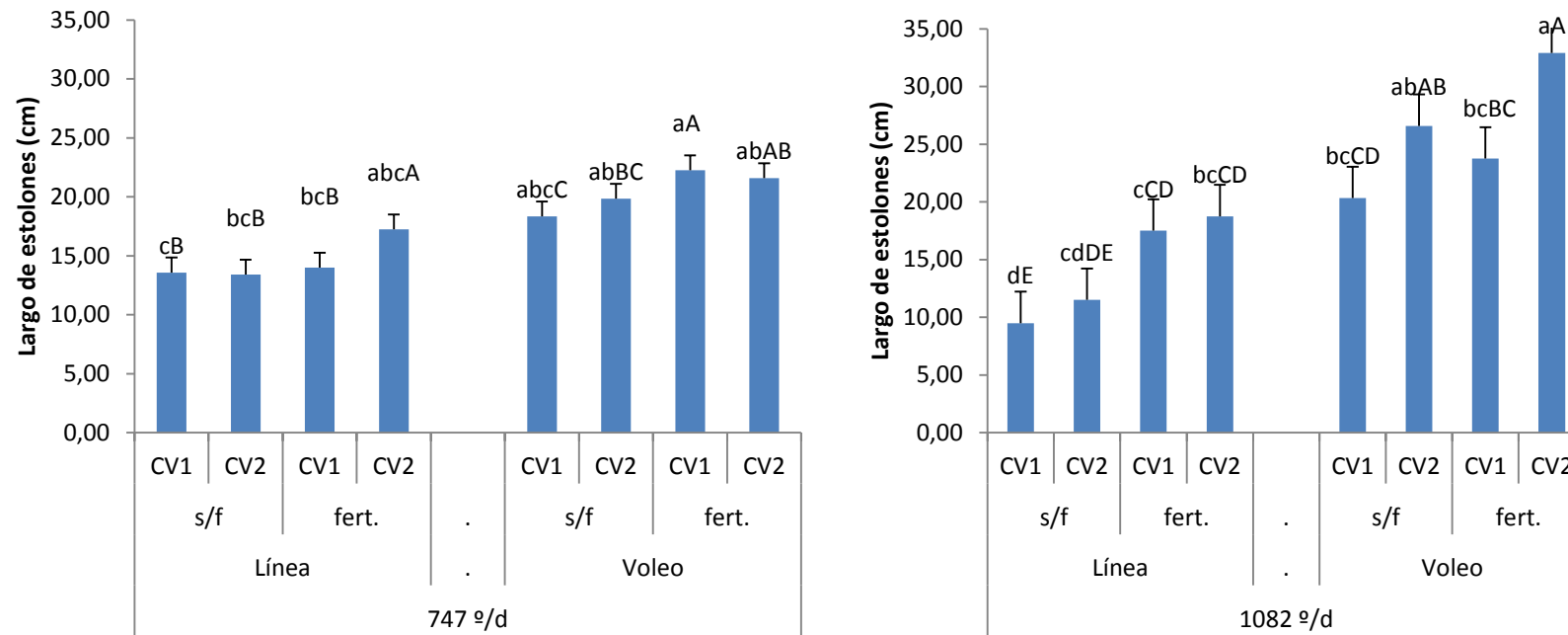


Figura 4: Largo de Estolones (Est) de grama Rhodes expresados en centímetros a los 747 y 1082º/día desde la siembra, discriminados por métodos de distribución de las semillas (línea y voleo), fertilización nitrogenada (s/f, sin fertilización y fert, 100 kg N/ha) para dos cvs diploides (cv1: Reclaimer y cv2: Santana).

\* Letras distintas indican diferencias significativas al 5%, las mayúsculas entre tratamientos dentro de cada distribución y las minúsculas entre todos los tratamientos.

La distribución al voleo y la fertilización nitrogenada también muestran un efecto positivo sobre la capacidad de estolonización medida sobre la cantidad y longitud de estolones en ambos cultivares. Esto podría ser explicado con los postulados de Ballaré *et al.* (1987) quienes demostraron que las plantas son capaces de percibir los cambios en la calidad de la luz redirigiendo el crecimiento a espacios más favorables (*shay avoidance*), siendo común en especies tropicales. Si bien, con distribuciones en líneas las plantas tendrían espacio para explorar (solo el entresurco), en siembras al voleo las plantas de grama Rhodes podrían expresar su plasticidad fenotípica ocupando espacios vacíos dejados por coberturas deficientes. Siendo la distribución al voleo, desde este punto de vista, más eficiente que al estar ordenadas en líneas. En estas últimas, también, puede manifestarse competencia por el espacio dentro del surco. Así, la competencia entre individuos por luz en siembras en línea no permitiría que se formen más estolones y por ende habría una menor producción de ramets (Figura 1). Además, la fertilización nitrogenada, como exponen Cruz y Boval (1999) mejoró ambas variables. De esta manera la capacidad de estolonización de grama Rhodes se vería beneficiada cuanto más separadas estén las plantas de sus vecinos y encuentren disponibilidad de N asimilable.



## **Evaluación del efecto de la distribución espacial y la fertilización nitrogenada sobre la capacidad de macollaje en espacios libres.**

### Densidad de macollos/ m<sup>2</sup>

En la figura 5 se presentan los resultados para cantidad de macollos por m<sup>2</sup> en dos momentos desde la siembra. Se registraron diferencias significativas entre momentos ( $p < 0,0001$ ), cultivares ( $p < 0,0001$ ), tratamientos ( $p < 0,0001$ ) e interacciones dobles y triples entre los factores. Esto indica que las distribuciones y los niveles de fertilización (tratamientos) no se comportan de la misma manera en ambos materiales genéticos (cvs) y frente al tiempo transcurrido entre momentos a lo largo del período de implantación. Para abrir la interacción se realizó un análisis por separado de los tratamientos dentro de cada momento. La cantidad de macollos no se graficaron para M1 y M2 porque no fueron momentos relevantes para el desarrollo de este trabajo. En M3 y para los tratamientos al voleo, el mayor valor se detectó para VF del cv2 ( $p < 0,0001$ ). En M4, se repitió lo obtenido en el momento anterior ( $p = 0,0027$ ).

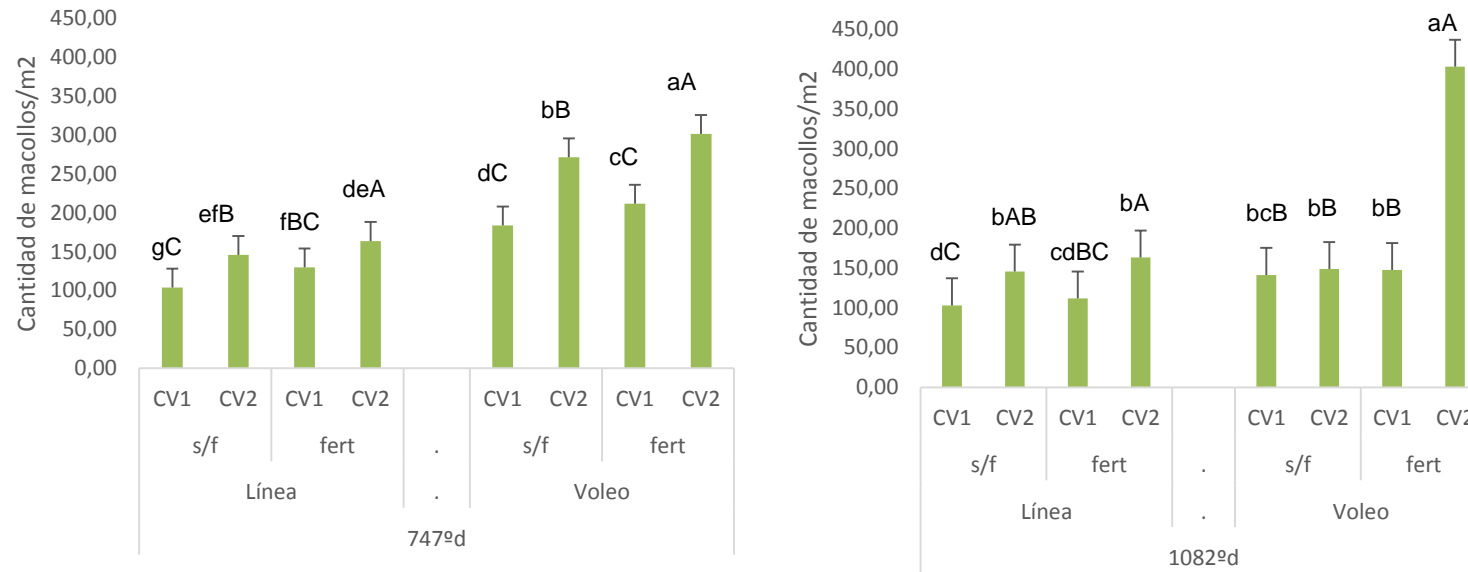


Figura 5: Densidad de Macollos de grama Rhodes por unidad de superficie a los 747 y 1082<sup>o</sup>/día desde la siembra, discriminando por métodos de distribución de las semillas (línea y voleo), fertilización nitrogenada (s/f, sin fertilización y fert, 100 kg N/ha) para dos cvs diploides (cv1: Reclaimer y cv2: Santana).

*\*Letras distintas indican diferencias significativas al 5%, las mayúsculas entre tratamientos dentro de cada distribución y las minúsculas entre todos los tratamientos.*

### Cantidad de macollos vegetativos y reproductivos

En la figura 6 se presentan los resultados para cantidad de macollos vegetativos y reproductivos por planta para el último momento (1082º/d). En M4, para los tratamientos en línea, no hubo diferencias significativas para macollos vegetativos ( $p=0,0794$ ) y reproductivos ( $p=0,1957$ ). Para los tratamientos al voleo no hubo diferencias significativas para cantidad de macollos vegetativos ( $p=0,1301$ ) y si hubo diferencias significativas para macollos reproductivos ( $p=0,0094$ ), siendo VSF para el cv2 y VF para ambos cv los valores más altos.

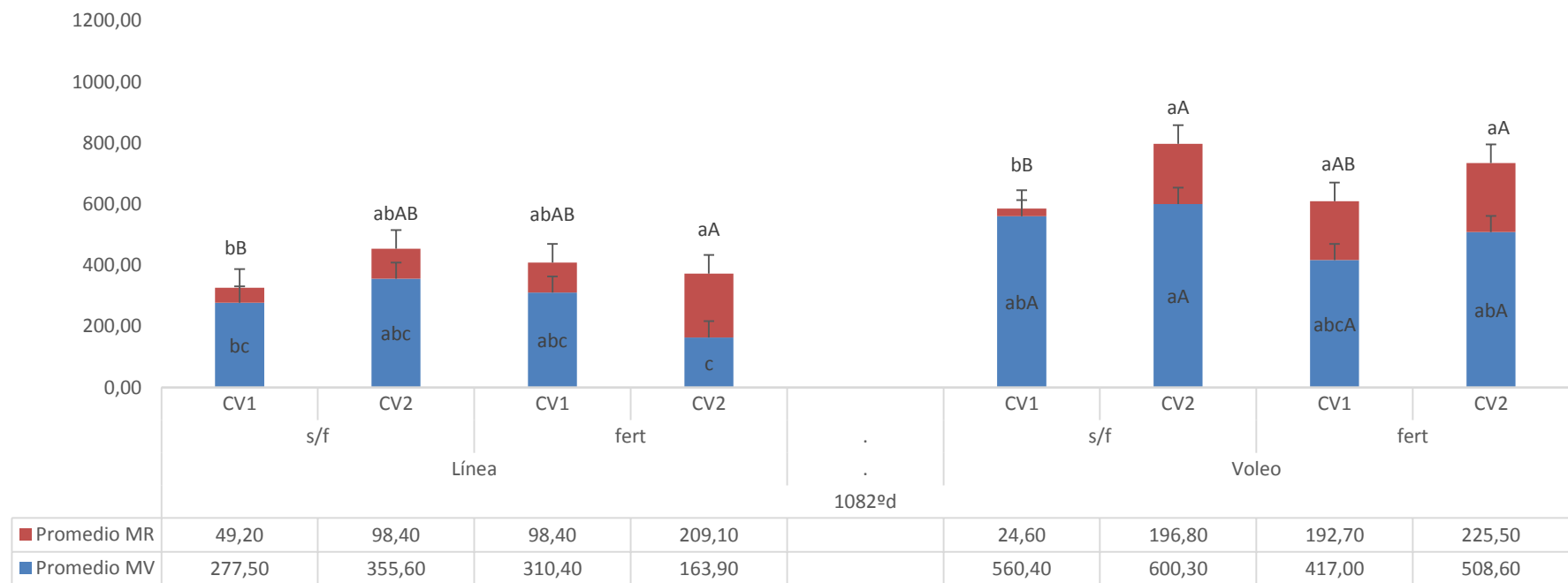


Figura 6: Cantidad de macollos vegetativos (MV) y reproductivos (MR) de grama Rhodes por planta para M4 (1082ºdía desde la siembra) discriminados por métodos de distribución de las semillas (línea y voleo), fertilización nitrogenada (s/f, sin fertilización y fert, 100 kg N/ha) para dos cvs diploides (cv1: Reclaimer y cv2: Santana).

\*Letras distintas indican diferencias significativas al 5%, las mayúsculas entre tratamientos dentro de cada distribución y las minúsculas entre todos los tratamientos.

Al evaluar la variable densidad de macollos/m<sup>2</sup>, la distribución al voleo con fertilización (VF) mostró los mayores valores (Figura 5). Esta respuesta no podría ser explicada por lo encontrado por Simon y Lemaire (1989), Deregibus y Sánchez (1981) en especies templadas no estoloníferas. Para las cuales una vez lograda una cobertura desarrollada y densa, el sombreado aumenta en la base de las plantas y la calidad de la luz se convierte en el factor limitante de mayor importancia con menor relación R/RL en los estratos inferiores limitando el desarrollo de nuevos macollos. Al tratarse de una especie estolonífera, ésta aprovecha la estrategia de “escapar” con sus estolones a sitios libres. Por otra parte, la fertilización nitrogenada podría haber favorecido junto al ambiente lumínico la producción de nuevos macollos. Estos resultados contradictorios con Deregibus y Sánchez (1981), Simon y Lemaire (1989), Casal *et al*, 1985, Casal *et al*, 1986 y Ballaré *et al*. (1987) podrían relacionarse a que, si bien, el tratamiento al voleo produjo más reclutamiento de plantas en el tiempo, las mismas no alcanzaron a cubrir todo el espacio disponible en la parcela. Entonces, no habría existido una disminución en la calidad de la luz durante la implantación. Sin embargo, esto debería ser estudiado en etapas posteriores a este periodo para corroborar si realmente se produjo una disminución en la producción de macollos por detrimentos en la calidad de la luz. En este ensayo y solamente para el cv2, el agregado de 100kg N/ha produjo un aumento de macollos en un 200%. Si bien son otras dosis, Pesqueira *et al.*, (2016) añaden que el agregado de 75 kg N/ha incrementó la densidad de macollos un 23%.

Para el caso de macollos vegetativos y reproductivos (Figura 6) no se encontraron diferencias para los tratamientos en línea. Para los tratamientos al voleo no se encontraron diferencias para macollos vegetativos, sin embargo, para macollos

reproductivos si se encontraron, siendo VSF para el cv2 y VF para ambos cv los valores más altos. Esta respuesta es errática y no podría ser explicada por lo encontrado por Joaquín *et al.*, (2000) que para *Panicum máximum* observaron que aplicaciones de 100 o 150 kg N/ha tienen un efecto positivo en la cantidad de macollos vegetativos y reproductivos. Siendo aquí, la distribución al voleo de semillas a la siembra la responsable del efecto positivo.

### **Determinación de la producción de materia seca por ha al final del período de implantación.**

#### Rendimiento de MS (en kg de materia seca/ha)

En la figura 7 se presentan los resultados de producción de materia seca al final del periodo de implantación (kg MS/ha). La tabla 2 muestra el resultado del análisis de correlación de Pearson que vincula la variable rendimiento (kg MS/ha) con el resto de las variables estudiadas en este trabajo. Se encontraron diferencias significativas entre cultivares ( $p < 0,0001$ ), distribución ( $p < 0,0001$ ) y niveles de fertilización ( $p < 0,0001$ ) dentro de cada cultivar e interacción distribución x fertilización ( $p < 0,0001$ ).

Esto indica que el tipo de distribución (voleo y línea) no se comportan de la misma manera frente al nivel de fertilización. Se realizó un análisis por separado de los tratamientos dentro de cada distribución a la siembra.

Los mayores valores se obtienen para los tratamientos al voleo. También se detectó en la figura que la fertilización nitrogenada generó respuesta en los kg de MS/ha para ambas distribuciones para ambos cultivares. El voleo superó significativamente al rendimiento de MS/ha de los tratamientos en líneas: el

promedio de los tratamientos al voleo fue de 8445 kg MS/ha vs el promedio de los tratamientos en línea de 3308 kg MS/ha. Este último fue superado en 2,5 veces por la distribución al voleo. Guillet (1984), en contraste, reporta experiencias que indicarían que los rendimientos en distribuciones al voleo de gramíneas puras son inferiores a los de las siembras en líneas. Aunque Olivera *et al.*, (2017) encontraron rendimientos del cv diploide Reclaimer, en siembras al voleo, de 2500 a 10000 kg MS/ha al final del período de implantación en suelos con mayor o menor grado de halohidromorfismo respectivamente en Ranchos, Provincia de Bs.As. En este caso, habrían tenido una fuerte influencia las características de halohidromorfismo del suelo. A su vez, con la aplicación de N se obtuvo el mayor valor de MS/ha (tratamiento VF). Estos datos coinciden con los resultados obtenidos por Otondo (2015) para *Panicum coloratum* para este tipo de ambientes y con los resultados de Pesqueira *et al.*, (2016). Estos últimos observaron, para otros cvs de grama Rhodes, que la fertilización produce un aumento del 65%, en promedio, con respecto al testigo sin fertilizar. Mientras que en este trabajo se encontraron incrementos del 42% para el rendimiento más alto que se obtuvo con VF. Se recuerda que la fertilización con urea fue realizada, junto con la siembra, al voleo, y no fue incorporada en el suelo. Y sin embargo la pastura habría tomado eficientemente el N convirtiéndolo eficientemente en MS. Más allá del riesgo que podría haber sufrido el fertilizante en su formulación sólida (urea) por volatilización, a raíz de las condiciones ambientales imperantes (Robinson *et al.*, 1972).

Ambas distribuciones con o sin fertilización para los cultivares diploides de grama Rhodes (con los que se trabajaron) permitieron superar significativamente los rendimientos promedios del pastizal natural estival de la PD. Marino (2008)

encuentra que los promedios del pastizal natural de la PD no superan los 500-2000 kg MS/ha. Es de destacar que la implantación de grama Rhodes en distribuciones en línea y en distribuciones al voleo superaría desde 1,5 veces a 4 veces respectivamente la producción de las especies naturalizadas.

Cuando se obtuvieron rendimientos de 12.000 kg MS/ha para el mejor de los casos, se dificulta pensar en una eficiencia de implantación total del 4,43%. Para llegar de esa baja eficiencia a esa biomasa, la pastura necesariamente tuvo que haber arbitrado alguna estrategia de compensación. La primera estrategia de la misma radica en la producción de estolones para ocupar los espacios libres en la pastura, ya que el patrón de crecimiento de esta especie es estolonífera. A su vez, en originar plantas desde las zonas nodales de estolones (Ramets). Esta plasticidad fenotípica (Genotipo y Ambiente) terminó siendo significativamente mayor en el cv2 al voleo con fertilización nitrogenada. Este razonamiento coincide con el expresado por Borrajo *et al.*, (2016) que encontraron para el cv finecut, que emergió y mostró la mayor cobertura, favorecida por el desarrollo de estolones, presentando la más alta producción de MS a la implantación. Esto, además, puede ser explicado por los resultados que fueron obtenidos en el análisis de correlación de Pearson. El mismo indicó que las variables Ram/m<sup>2</sup>, reclutamiento/m<sup>2</sup>, cantidad de estolones/0,25m<sup>2</sup>, largo de estolones y densidad de macollos/m<sup>2</sup> están correlacionadas significativamente con el rendimiento.



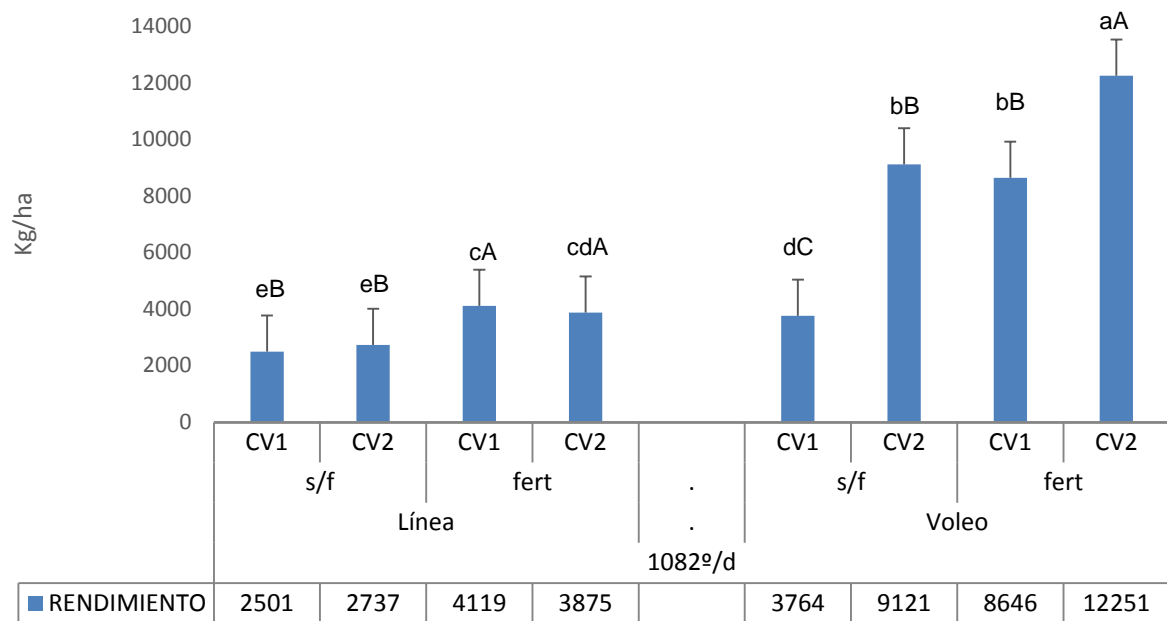


Figura 7: Rendimiento expresado en kg MS/ha al final del período de implantación (1082º/día desde la siembra) para grama Rhodes, discriminando por métodos de distribución de las semillas (línea y voleo), fertilización nitrogenada (s/f, sin fertilización y fert, 100 kg N/ha) para dos cvs diploides (cv1: Reclaimer y cv2: Santana).

\*Letras distintas indican diferencias significativas al 5%, las mayúsculas entre tratamientos dentro de cada distribución y las minúsculas entre todos los tratamientos.

Tabla 2: Análisis de correlación de Pearson que vincula al Rendimiento de kg MS/ha con las variables PP/m<sup>2</sup>, Ram/m<sup>2</sup>, Reclutamiento/m<sup>2</sup>, Estolones/0,25m<sup>2</sup>, Largo de estolones, Macollos/m<sup>2</sup>, EiPP, EiRam y EiT.

RENDIMIENTO	PP/M2	160	-0,04	0,5964
RENDIMIENTO	RAMETS/M2	160	0,40	<0,0001
RENDIMIENTO	Reclutamiento/M2	160	0,36	<0,0001
RENDIMIENTO	EF.IMP PP	160	-0,04	0,5931
RENDIMIENTO	EF.IMP. RAM	160	0,40	<0,0001
RENDIMIENTO	EF.IMP. TOTAL	160	0,36	<0,0001
RENDIMIENTO	ESTOLONES/0,25M2	160	0,41	<0,0001
RENDIMIENTO	LARGO EST	160	0,50	<0,0001
RENDIMIENTO	MACOLLOS/M2	160	0,50	<0,0001
RENDIMIENTO	RENDIMIENTO	160	1,00	<0,0001

\*Diferencias significativas con  $p < 0,05$ .

## CONCLUSIÓN

La distribución estocástica de semillas y la fertilización nitrogenada incrementaron la ocupación de espacios libres por estolonización ya que no se limitaron a la exploración del entresurco y su crecimiento es promovido por “escapar” a la sombra. Esto se evidenció por el aumento en la cantidad de estolones/0,25m<sup>2</sup> y en el largo de los mismos.

La distribución estocástica de semillas y la fertilización nitrogenada incrementaron la ocupación de espacios libres por aumentos en la densidad de macollos en conjunto con estrategias de colonización como estolonización y formación de ramets. Esto se comprobó por el aumento en la cantidad de ramets/m<sup>2</sup> y macollos/m<sup>2</sup>.

## CONSIDERACIONES FINALES

En la distribución al voleo, la cobertura previa habría tenido influencia sobre el reclutamiento, ya que, mantuvieron a las semillas en su sitio y en superficie (ante escurrimientos). De esta forma las mismas habrían estado protegidas contra sequía e impedimentos físicos del suelo.

El tamaño de la semilla, la fragilidad del mesocótilo de la plántula y el ambiente edafoclimático habría dificultado la emergencia de las plántulas.

La estolonización tiene una fuerte influencia sobre el reclutamiento de plántulas y luego plantas en el tiempo y tiene una capacidad de compensación significativa para contrarrestar la baja eficiencia de implantación.

La densidad de macollos debería ser estudiada en etapas posteriores a este periodo para corroborar si realmente se da una disminución en la producción de macollos por detrimentos en la calidad de la luz.

A pesar de los resultados encontrados, se propone que se continúe la línea de investigación con ensayos de profundidades de siembra para justificar la baja implantación en hileras a campo en este tipo de suelos. Y con ensayos de distribuciones de siembra para diferentes años y en diferentes sitios. Para los mismos, recomiendo que la evaluación sea siempre a campo.

También recomendaría que se incluyan conceptual y prácticamente los términos de semillas viables, PP/m<sup>2</sup>, Ram/m<sup>2</sup> para poder enriquecer la investigación de grama Rhodes y seguir justificando esta compensación por estolonización y macollaje.

## BIBLIOGRAFÍA

Ayarsa, M. A., Spain, J. M., 1989. Manejo del ambiente físico y químico en el establecimiento de pasturas mejoradas. Establecimiento y renovación de pasturas. Memorias. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Veracruz, Mexico.

Ballare C. L., Sánchez R. A, Scopel A., Casal J.J., Ghera C.M., 1987. Early detection of neighbour plants by phytochrome perception of spectral changes in reflected sunlight. Plant, cell and environment.

Bandera, R., Bertram, N., Bolleta, A., Chiacchiera, S., Ferri, J.M., Galíndez, G., Lauric, A., Malagrina, G. , Otondo, J. , Petruzzi, H. , Stritzler, N. y Torres Carbonell, C. .2013. Las gramíneas megatérmicas. INTA. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_-\\_megatermicas.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_megatermicas.pdf)

Barcelo Coll, Nicolis Rodrigo, G., Sabater García, B. & Sanchez Tom R. 1995. Fisiología vegetal. Ediciones Pirámide.

Bertin O. D., 2009. Diagnóstico y prospectivas de los forrajes y pasturas de la Argentina. Disponible en: <https://www.produccion-animal.com.ar>

Bertram, N. y Chiacchiera, S. 2011. Grama Rhodes: eslabón de una cadena forrajera para suelos con limitantes salinas. Agromercado (Clásico) N° 161: 2-4

Bogdan A. 1969. Rhodes grass. Herb Abstr 39:1–13. Chen L, Zhang S, Beachy RN, Fauquet CM. A protocol for consistent, large-scale production of fertile transgenic rice plants. Plant Cell Rep 1998; 18:25–31.

Borrajo, C. I., Morales, F., Laurencó, C., Laplace, S., 2014. Comparación de gramíneas subtropicales en un suelo Natracuol de la Cuenca del Salado. Revista Argentina de Producción Animal. Unidad integral de Balcarce: Facultad de Ciencias

Agrarias, Universidad Nacional de Mar de Plata. Estacion experimental Agropecuaria, Balcarce, INTA.

Borrajo, C. I., Morales, F., Laurenco, C., Laplace, S., 2015. Megatérmicas en la Cuenca del Salado, fechas de siembra. Revista Argentina de Producción Animal. Unidad integral de Balcarce: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar de Plata. Estacion experimental Agropecuaria, Balcarce, INTA.

Borrajo y Alonso, 2004. Germinación, emergencia e implantación de variedades experimentales de Agropiro alargado. Revista Argentina de Producción Animal Vol. 24 Nº 1-2: 29-40. Unidad integral de Balcarce: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar de Plata. Estacion experimental Agropecuaria, Balcarce, INTA.

Borrajo, C. I., Morales, F., Mestelan S. A. (2015) Implantación, producción y persistencia de *Chloris gayana* y *Panicum coloratum* en suelos bajos de la Cuenca del Salado.

Burkart A. 1969. Gramíneae. Flora Ilustrada de Entre Ríos (Argentina). Colecc. Ci. Inst. Tecnol. Agropecu. 6 (2): 1-551. Buenos Aires.

Calheiro, A. P. y da Rocha, G. L. 1977. Efeitos da profundidade de sementeira e de adubação e compactação, na emergência e estabelecimiento de *Centrosema* (*Centrosema pubescens* Benth, linhagem IPEACS-5.1). B. Indústr. Anim. 34 (2): 263-299.

Cameron, D. G. y Humphreys, L. R. 1976. Nitrogen supply, CCC, and harvest time effects on *Paspalum plicatulum* seed production. Trop. Grass. 3 (10): 205-211.

Cancino, S. J., Bertín, M. J., Torres, E. O., Jiménez, A. Garaya, Pérez, J., Pérez, J. F., Enríquez, Quiroz, A. R., Carrillo, Q. 2014. Evaluación de la distancia

entre plantas sobre el rendimiento y calidad de semilla de *Brachiaria brizantha*. RevMex Cienc Pecu. 1(3):297-310.

Carambula, M. 1998. Insumos, implantación y manejo de pasturas. Pasturas y forrajes, v.2.

Casal J. J, Sanchez R. A, Deregibus V. A. 1986. The effect of plant density on tillering: the involvement of Red: Far Red ratio and the proportion of radiation intercepted per plant. *Environmental and Experimental Botany* 26: 365±371.

Casal J.J, Deregibus V.A, Sanchez R.A. 1985. Variations in tiller dynamics and morphology in *Lolium multi-orum* Lam. Vegetative and reproductive plants affected by differences in red: far-red irradiation. *Annals of Botany* 56: 553±559.

Cruz, P. y Boval, M. 1999. Effect of nitrogen on some morphogenetical traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In Proceedings of the International Symposium "Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology", Curitiba, Brazil, 24th-26th August. Pp.134-150.

Damario E. A. y Pascale A. J. 1988. Características agroclimáticas de la Región Pampeana Argentina. Revista de Facultad de Agronomía 9: 41-64.

Davies, A. and Thomas, A., 1983. Rates of leaf and tiller production in young spaced perennial ryegrass plants to soil temperature and solar radiation. *Ann. Bot.* 57:591-597.

Deifel K. S., Kopittke P.M. y Menzies N.W. 2006. Growth response of various perennial grasses to increasing salinity. *Journal of Plant Nutrition* 29: 1573-1584.

Ferri, C. M. y Jouvé, V. V. 2007. Congreso Latinoamericano de Producción Animal, Cusco, Perú.

Finot, V. L., Barrera, J. A., Marticorena, C., and Rojas, G., 2011. Systematic Diversity of the Family Poaceae (Gramineae) in Chile. University of Concepción, National Museum of Natural History, Chile.

Gastal, F.; Lemaire, G.; 1994. The effect of nitrogen fertilization upon the herbage of tall fescue swards continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamic. Grass and Forage Science, Vol. 49. Pág. 112-120.

Gautier H., Varlet-Grancher C; and Hazard L. Tillering Responses to the Light Environment and to Defoliation in Populations of Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.) Selected for Contrasting Leaf Length *Annals of Botany* 83: 423±429, 1999. Available online at: [www.idealibrary.com](http://www.idealibrary.com)

Geo INTA. 2013. Cartas de suelos de la República Argentina – Provincia de Buenos Aires. Listado de series de suelos. Disponible online: <http://geointa.inta.gov.ar/node/11/id%3D15>

Gibson, D. J., 2008. Ecological morphology and anatomy. Grasses and Grassland Ecology. Ch. 3 Pag: 51-53.

Gorai, M y Neffati, M., 2007. Germination responses of *Reaumuria vermiculata* to salinity and temperatura. *Annals of Applied Biology* ISSN 003-4746. Institut des Régions Arides, Laboratoire d'Écologie Pastorale, Mederine, Tunisie.

Guillet, M. 1984. Las gramíneas forrajeras: Descripción, funcionamiento, aplicaciones al cultivo de la hierba. Traducido del francés por Carmen Alzueta Lursarreta, M. Ed. Acribia Zaragoza, España.

Hopkinson, J. M., 1993. Seed characteristics and field establishment. Tropical pasture establishment. *Tropical grasslands*. Vol 27, 276-290. Walkamin Research Station. Walkamin, Queensland, Australia.

Hoshikawa K., 1969. Underground organs of the seedlings and the systematics of Gramineae. Bot.Gaz. 130 (3):192-203. Faculty of Agriculture, University of Tokyo.

Imaz, J.A., Antonelli, C. y Giménez, D.O. 2012b. Introducción de gramíneas megatérmicas forrajeras en una estepa de halófitas de la Pampa Deprimida. Revista Argentina de Producción Animal 32 (Sup. 1): 273.

Joaquin, B. M., Hernández, A., Pérez, J., Herrera, J. G., García, G. y Trejo, C. 2010. Fertilización nitrogenada y momento de cosecha en la producción de semilla de pasto guinea (*Panicum máximum Jacq.*): Parámetros y componentes del rendimiento.

Lascano, C., 1988. Manejo del pastoreo en el período de formación de la pastura. Establecimiento y renovación de pasturas. Memorias. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Veracruz, Mexico.

Lipshitz N and Waisel Y. 1982. Adaptation of plants to saline environments: salt excretion and glandular structure. In Contributions to the Ecology of Halophytes. Eds DN.

Lorenz, S., Postulka, E. B., Ferrari, L., 2017. Implantación de *Chloris gayana* Kunt. y *Lotus tenuis* Waldst et Kit. puros y en mezcla binaria. 39º Congreso Argentino de Producción Animal.

Malagrina, G. M., Castaño, J., Traverso, J. y Galíndez, G. 2011. Germinación de semillas de especies de *Chloris*: Respuesta a la luz. Revista Argentina de Producción Animal 31 (Supl. 1) 451.



Mannetje, L., Kersten, S. M. M., 1992. *Cenchrus ciliaris* L. Record from Proseabase. 't Mannetje, L. and Jones, R. M. (Editors). PROSEA (Plant Resources of South-East Asia) Foundation, Bogor, Indonesia.

Marino G. 2008. Buenas prácticas ganaderas para conservar la vida silvestre de las pampas: una guía para optimizar la producción y conservar la biodiversidad de los pastizales de la Bahía Samborombón. 1a ed. Buenos Aires: Aves Argentinas. AOP.

Martin, B., Magra, G., Migliorati, M., Torresi, M. y Sosa, O. 2012. Emergencia de *Chloris gayana Kunth* en tierras deprimidas y diversos niveles de humedad. Revista Argentina de Producción Animal 32 (Sup. 1): 273.

Martin, B., Sosa, O., Magra, G., Zerpa, G. y Besson, P., 2012. Emergencia de forrajeras en un suelo salino-alcalino tratado con yeso. Revista Argentina de Producción Animal Vol 32 N° 2: 157-164.

Monti M., Delgado G., Dupuy J. y Oyarzabal M.I. 2009. Introducción de especies forrajeras megatérmicas en los sistemas de producción ganaderos del sur de la provincia de Santa Fe, Argentina. Congreso de Forrajeras Megatermicas en Zonas Templadas, Melincué, Santa Fé.

Musto, J.C y Maddaloni, J. 2005. Características y descripción de las principales areas del ecosistema Templado Húmedo, 1:16-18. En: Maddaloni J. y Ferrari L. 2005. Cap. 9: Festuca Alta. En: Forrajeras y pasturas del ecosistema Templado Húmedo de la Argentina. INTA-UNLZ. 520 pag.

Nelson, C. J. Shoot morphological plasticity of grasses: leaf growth vs. tillering. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. de; NABINGER, C.;

CARVALHO, P. C. de F. (Ed.). Grassland ecophysiology and grazing ecology. New York: CABI, 2000. p. 101-126.

Olivera, M.E., Ferrari, L.; Pelaez, D.V., Postulka, E.B., Montenegro, L.F.; Delboy, N.G. y De Magistra C., 2015. Caracterización morfológica y productiva de *Chloris gayana* Kunt en ambientes con y sin limitantes de halohidromorfismo durante el establecimiento del cultivo. PP211.

Osechas, D., Torres, A., Becerra, L. 2002. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad de la semilla del pasto barrera (*Urochloa decumbens* Stapf). *Zootecnia Tropical*. Volumen 20(1): 135-143.

Otondo J., Heguy B., Insausti M., Cicchino M., 2015. Fertilización de *Panicum coloratum* implantado en suelos halomórficos de la Cuenca del Salado. INTA EEA Cuenca del Salado- 2 FCA y F-UNLP.

Otondo, J. 2011. Efectos de la introducción de especies megatérmicas sobre características agronómicas y edáficas de un ambiente halomorfo de la Pampa Inundable. Tesis de M.Sc., Escuela para Graduados Alberto Soriano. FAUBA, Argentina, pp 58.

Panigatti, J. L. 2010. Argentina: 200 años, 200 suelos. Ed. INTA Buenos Aires. 345 pp. Ilustraciones y cuadros.

Pesqueira, J., Huarte, H. R., García, M. D., 2016. Producción de biomasa y respuesta a la fertilización de especies forrajeras subtropicales cultivadas en La Pampa Deprimida Bonaerense. *Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA) – INTA*. Vol 43. Nº3. Pág 76-86.

Priano, L. J. y Pilatti, M. A., 1989. Tolerancia a la salinidad de forrajeras cultivadas. *Ciencia del Suelo*. Vol. 7 N° 1-2.

Robinson, P. J., Haydock, K. P., Jones, R. K., 1972. Sulphurus-nitrogen relationships in the tropical legume *Stylosanthes humiles*. Soils and Fertilizers 35 (3): 335.

Rogers, M. E.; Craig, A. D., Munns, R. E., Colmer, T. D., Nichols, P. G. H., Malcolm, C. V., Barrett-Lennard, E. G., Brown, A. J. Semple, W. S., Evans, P. M., Cowley, K., Hughes, S. J., Snowball, R., Bennett, S. J., Sweeney, G. C., Dear, B. S. and Ewing, M. A. 2005. The potential for developing fodder plants for the salt-affected areas of southern and eastern Australia: an overview Australian Journal of Experimental Agriculture. 45: 301-329.

Sanchez, J. A., Orta, R. y Muñoz, B. C., 2001. Tratamientos pregerminativos de hidratación-deshidratación de las semillas y sus efectos en plantas de interés agrícola. Agronomía Costarricense 25 (1): 67-92.

Sanchez, P. A., 1976. Properties and management of soils in the tropics. John Wiley and Sons, New York.

Sen and KS Rajpurohit, pp. 197–214, Dr W Junk, The Hague. En Hidekazu Kobayashi & Yoshikuni Masaoka (2008). Salt secretion in Rhodes grass (*Chloris gayana* Kunth) under conditions of excess magnesium, Soil Science and Plant Nutrition, 54:3, 393-399.

Spain, J. M., Couto, W., 1989. Establecimiento y desarrollo inicial de pasturas de *Andropogon gayanus* en Sabanas Tropicales. *Andropogon gayanus* Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Pág: 241-245.

Taleisnik, E., Peyrano, G. and Arias, C., 1997. Response of *Chloris gayana* cultivars to salinity. Tropical Grasslands Volume 31: 232–240.

Tollvera J. R., 2016. Grama Rhodes: Centenario de su liberación en Argentina 1916–2016. PUBLICACIÓN CONMEMORATIVA. Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Agronomía y Zootecnia.

Torres Carbonell, C. A. y Elizondo, G. 2010. Implantación de especies megatérmicas en el sudoeste bonaerense semiárido. Revista de la Asociación Argentina de Producción Animal. 33 (Sup. 1): 77.

Torres Carbonell, C. y Elizondo, G., 2010. Implantación de especies megatérmicas en el Sudoeste Bonaerense semiárido. Rev, Arg, Prod, Anim, Vol, 30 (1): 303-4.

Torres Carbonell, C.A. y Elizondo, G. 2011. Implantación de gramíneas perennes megatérmicas en el sudoeste bonaerense (Argentina) en siembra otoñal. Revista Argentina de Producción Animal 31 (Sup. 1): 476.

Ungar, I. A., 1978. Halophyte seed germination. The Botanical Review 44: 233-264.