

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOMAS DE ZAMORA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



## TRABAJO FINAL DE GRADO

**“Adaptaciones morfológicas de *Chloris gayana* Kunth  
durante la implantación en respuesta a diferentes  
densidades de siembra”**

**Alumna:** Carla Anabela Andrada.

**Directora:** Ing. Agr. Msc. Maria Elena Olivera.

Julio 2020

## INDICE GENERAL

<b>Contenido general</b>	<b>Página</b>
<b>INDICE GENERAL .....</b>	<b>I</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>III</b>
<b>INDICE DE TABLAS .....</b>	<b>V</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>HIPÓTESIS .....</b>	<b>17</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>18</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
Material biológico .....	20
Sitio experimental.....	20
Labores de presiembra.....	22
Siembra.....	22
<i>Metodología para la determinación de eficiencia de implantación .....</i>	<i>23</i>
<i>Metodología para la determinación de variables morfológicas.....</i>	<i>24</i>
Metodología para la determinación de cantidad y calidad de la materia seca producida al final del periodo de implantación: .....	26
<b>DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADISTICO .....</b>	<b>27</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>39</b>

<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>52</b>
<b>CONSIDERACIONES FINALES .....</b>	<b>53</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>54</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Contenido general</b>	<b>Página</b>
Figura 1: Precipitaciones mensuales (pp) expresadas en mm y temperatura mínima (Tmin), media (Tmed) y máxima (Tmax) expresadas en °C durante el período octubre 2016/mayo 2017, desde una ubicación cercana al sitio de ensayo. Fuente: SIGA INTA .....	21
Figura 2: Reclutamiento de plantas parentales/m <sup>2</sup> (PP/m <sup>2</sup> ) y ramets/m <sup>2</sup> (Ram/m <sup>2</sup> ) durante la implantación de grama Rhodes sembrada a cuatro densidades (600, 900, 1200 y 1500 pl/m <sup>2</sup> ) y evaluada a dos momentos desde la siembra (expresados en grados/día M1: 408°día y M2: 873°día) .....	29
Figura 3: Eficiencia de implantación de plantas parentales (EiPP) y de ramets de grama Rhodes sembrada a cuatro densidades (600, 900, 1200 y 1500 pl/m <sup>2</sup> ) y evaluadas en dos momentos desde la siembra (expresados en grados/día M1: 408°día y M2: 873°día) .....	31
Figura 4: Cantidad de macollos vegetativos (MacVeg/m <sup>2</sup> ) y reproductivos (MacRep/m <sup>2</sup> ) por unidad de superficie durante la implantación de grama Rhodes sembrada a cuatro densidades (600, 900, 1200 y 1500 pl/m <sup>2</sup> ) y evaluados en tres momentos desde la siembra (expresados en grados/día, 1272°día, 1583°día y 1661°día) .....	33
Figura 5: Altura por unidad de superficie de plantas parentales (PP/m <sup>2</sup> ) y ramets (Ram/m <sup>2</sup> ) durante la implantación de grama Rhodes sembrada a cuatro densidades (600, 900, 1200 y 1500 pl/m <sup>2</sup> ) y evaluadas en tres momentos desde	

la siembra (expresados en grados/día, 1272°día, 1583°día y 1661°día)  
.....34

Figura 6: Cantidad de estolones por planta durante la implantación de grama Rhodes sembrada a cuatro densidades (600, 900, 1200 y 1500 pl/m<sup>2</sup>) y evaluados en tres momentos desde la siembra (expresados en grados/día, 1272°día, 1583°día y 1661°día).....35

Figura 7: Cantidad de materia seca producida por unidad de superficie por un cultivar diploide de grama Rhodes sembrado a cuatro densidades (600, 900, 1200 y 1500 pl/m<sup>2</sup>) y evaluada al final del período de implantación (1661°día desde la siembra) .....39

Figura 8: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) de un cultivar diploide de grama Rhodes sembrado a cuatro densidades (600, 900, 1200 y 1500 pl/m<sup>2</sup>) y evaluada al final del periodo de implantación (1661°día desde la siembra)  
.....40

## INDICE DE TABLAS

<b>Contenido general</b>	<b>Página</b>
Tabla 1: Análisis químicos del suelo para el sitio de ensayo .....	21
Tabla 2: Momentos de muestreo 1, 2 y 3 expresados en fechas calendario y suma térmica desde la siembra (grados/día ).....	24
Tabla 3: Cantidad de ramets/estolón, entrenudos/estolón y largo de estolón durante la implantación de grama Rhodes sembrada a cuatro densidades (600, 900, 1200 y 1500 pl/m <sup>2</sup> ) y evaluados en tres momentos desde la siembra (expresados en grados/día, 1272°día, 1583°día y 1661°día).....	37

## RESUMEN

En los últimos años una gran superficie ganadera de la región Pampeana fue transferida a la agricultura. Esta reducción de la superficie planteó la necesidad de contar con mayor cantidad de forraje de adecuada calidad tanto en el invierno como en el verano. Varios profesionales han propuesto como opción para aumentar la oferta primavero estival en potreros con limitaciones por halohidromorfismo, la incorporación de grama Rhodes (*Chloris gayana* Kunth). Si bien existen numerosos estudios en la mencionada región, se consideró necesario generar conocimientos en relación con las densidades de siembra más efectivas para alcanzar una implantación adecuada al ambiente. Los objetivos generales propuestos buscaron relacionar el efecto de diferentes densidades de siembra a lo largo del período de implantación sobre el reclutamiento de plantas, la composición del macollaje y la capacidad de estolonización mediante el estudio de variables morfológicas que modelan la estructura del canopeo en un suelo hidro-halomórfico de la Depresión del Salado. Para realizar este estudio se utilizó Santana, un cultivar diploide de *Chloris gayana* Kunth. El experimento se llevó a cabo en la localidad de Ranchos en el establecimiento "La Lili", provincia de Buenos Aires. La siembra se realizó al voleo. Los tratamientos fueron las diferentes densidades de siembra: 600, 900, 1200 y 1500 semillas viables/m<sup>2</sup>. Desde la siembra hasta el final del período de implantación se evaluaron las siguientes variables: reclutamiento por unidad de superficie de plantas parentales y ramets, eficiencia de implantación, cantidad de macollos vegetativos y reproductivos, altura de plantas, cantidad de estolones, entrenudos y ramets por planta y largo de estolón. Al final del periodo de implantación, se

evaluó la producción medida en kg de materia seca/ha (kg MS/ha) así como su digestibilidad (DIVMS). El diseño aplicado fue Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones. 900 semillas viables/m<sup>2</sup> logra unas de las mejores eficiencias de implantación ensayadas, compensa también como a 600 semillas viables/m<sup>2</sup> la menor cantidad de semillas sembradas y logradas en plantas mediante la capacidad de estolonización y además permite una alta producción de forraje y calidad intermedia respecto de altas densidades de 1500 semillas viables/m<sup>2</sup>. Esto representa menor costo de implantación al utilizarse menor cantidad de semillas.

**Palabras claves:** grama Rhodes, plasticidad fenotípica, capacidad de estolonización, cantidad de MS/ha, calidad forrajera.



## INTRODUCCION

Nuestro país es el tercero en el mundo con mayor superficie de suelos afectados por halomorfismo (Lavado, 2008), por ende, se hace necesario conocer las limitaciones de la salinidad y los manejos agronómicos adecuados para poder recuperar estos suelos. Estos tipos de suelos se encuentran en la región pampeana y en las provincias de Salta, Catamarca, La Rioja, San Juan, Mendoza, Tucumán, Santiago del Estero, Córdoba, Rio Negro y Chubut (Gorgas y Bustos, 2008). Dentro de la región pampeana se encuentra la Cuenca del Salado, la cual es considerada una de las más importantes en términos socioeconómicos (Herzer *et al.*, 2003). En ella se encuentran suelos no solo con halomorfismo sino que además se suma la presencia de agua acumulada en exceso en el perfil generando características hidro-halomórficos.

Bertin y Scheneiter (2008) señalan que, desde hace más de tres décadas la región pampeana evidenció un incremento de su superficie dedicada a agricultura (particularmente soja) lo cual marcó una reducción del área efectiva ganadera sin la disminución en el número de cabezas bovinas. En este escenario, la ganadería de carne ha sido arrinconada en lotes marginales de la región pampeana o expulsada de la misma (relocalización). Este hecho motivó la necesidad de diseñar esquemas de intensificación en el uso de los recursos forrajeros dentro de esta ecorregión. Es decir que esta reducción de la superficie planteó la necesidad de contar con mayor cantidad de forraje de adecuada calidad tanto en el invierno como en el verano. Bertín y Scheneiter (2008) resaltan además que no hay indicios que la tendencia del avance de la

agriculturización se vaya a modificar, al menos en el corto y mediano plazo. Este hecho ha cambiado el orden relativo de importancia de las especies forrajeras templadas y la composición botánica de las pasturas. De modo que existe un planteo técnico que marca la necesidad de revalorizar la capacidad productiva de los suelos bajos no agrícolas, también denominados marginales o ganaderos. El proceso de intensificación, en general, no ha sido acompañado por la aplicación de tecnologías especializadas de manejo de suelos y pasturas. La Cuenca del Salado área típicamente ganadera, también ha soportado la agriculturización de sus mejores suelos. Esta vasta región comprende entre 8 y 12.000.000 de ha, ocupando gran parte del centro, este y sudeste bonaerense. Tradicionalmente ha sido, y lo es, una región ganadera donde la cría vacuna es la principal actividad. Alrededor del 70 % de esa superficie es ocupada por pastizales naturales (Castaño, 2010) como principal recurso forrajero de los rodeos de cría (Quiroz *et al.*, 2011). La alcalinidad y la salinidad en estos suelos ocasionan limitaciones en su uso, principalmente en la producción forrajera de numerosas especies (Angueira, 1986). De modo que a las características genéticas de estos suelos se debe sumar la actividad antrópica, debido al reemplazo de la vegetación natural para realizar actividades agrícolas, Esto ha ocasionado la elevación de las napas freáticas salinas con la consecuente salinización de las capas superficiales del suelo (Jobbagy y Jackson, 2004).

Teniendo en cuenta la posible incorporación de especies forrajeras tolerantes a la alcalinidad y a la salinidad, surge el fomento e importancia de la grama Rhodes (*Chloris gayana* Kunth). Se trata de una especie, entre otras posibles, no solo capaz de otorgar forraje con altas producciones en la época

primavero estival, sino que además podría modificar el ambiente edáfico, tanto desde el aspecto químico como físico (Otondo *et al.*, 2011). Grama Rhodes es una gramínea perenne de crecimiento primavero estival, originaria de África, conocida por su tolerancia a suelos salinos y por su capacidad de resistir condiciones de sequía y ligeras heladas (Petruzzi *et al.*, 2003; Wehr *et al.*, 2005) así como fuertes insolaciones (Burkart, 1969). Se caracteriza además por ser muy eficiente en el uso del agua y del nitrógeno, característica típica de toda especie C4. Presenta tolerancia a la salinidad y alcalinidad (Rogers *et al.*, 2005; Deifel *et al.*, 2006). Presenta en sus laminas foliares “glándulas de sal” que permiten la exclusión del sodio desde la planta hacia el medio (Lipshitz y Waisel, 1982; Kobayashi, 2008; Ceccoli *et al.*, 2015). Tolera moderadamente el encharcamiento (Mannetje y Kersten, 1992, Torres Carbonello *et al.*, 2010). Por estas características fue introducida en la Argentina por primera vez en el año 1916 por la EEAT (Estación Experimental Agroindustrial de Tucumán) con el propósito de conseguir forraje perenne para las zonas del norte de nuestro país con precipitaciones limitadas (Schultz, 1932). Se considera, además, que es especie plástica ya que se adapta a diversos ambientes, aunque suele tener dificultades frente a suelos ácidos (Ricci, 2007).

Desde el punto de vista botánico la denominada semilla de grama Rhodes es un cariopse vestido después de la trilla cubierto solo por las glumelas (lemma y palea). Se presenta en dos antecios agrupados. El antecio inferior es fértil, con la lemma aquillada con arista subapical y el antecio superior es estéril con lemma aquillada. El tamaño de la semilla es diminuto, el largo va de 5 a 8 mm y el ancho de 1 a 2 mm (Burkart, 1969). Según Olivera *et al.*, (2017) en general, solo el 20%

de una muestra de semillas de grama Rhodes, se corresponde con semillas llenas, siendo el porcentaje restante semillas vacías. De esa proporción de semillas llenas el 94% aproximadamente son semillas viables.

En relación con la ploidía de la especie, se reconocen cultivares diploides ( $2n=20$ ) y tetraploides ( $2n=40$ ). Los cultivares diploides se caracterizan por adaptarse a zonas donde las precipitaciones promedio son de 600 mm anuales, se adaptan a diferentes tipos de suelos, desde texturas arenosas hasta pesadas con altos contenido de arcilla y pobre drenaje. En la Argentina los cultivares más difundidos son dos diploides: Katambora y Pionner. En cuanto a los tetraploides su producción anual suele ser mayor que la informada para los cultivares diploides. Éstos necesitan suelos de mediana a alta fertilidad y precipitaciones superiores a los 650 mm anuales. Según Imaz *et al.* (2012) en Cuenca del Salado presentan una sola floración que se produce a finales de otoño.

Pérez *et al.* (1998) concluyen que cultivares diploides presentan ventajas frente a los tetraploides en relación con contenido de hojas verdes, menor contenido de tallo (mayor relación hoja /tallo) y mayor producción de materia seca. El uso de cultivares diploides no solo se debe a su adaptación a ambientes con suelos con limitaciones, sino también a la cantidad de materia seca aportada. La calidad de su forraje se puede mejorar cuando se la combina con especies de familia de las Leguminosas (Toledo y Formoso, 1993).

Es necesario resaltar que, para obtener una pastura productiva y persistente a través de los años, la implantación de la misma toma especial relevancia. La implantación de una especie se encuentra integrada por sucesivas

etapas: la germinación de las semillas, la emergencia de las plántulas y el establecimiento de las plantas. La implantación de especies forrajeras es una etapa crítica ya que incluye procesos lentos, que son afectados tanto por factores intrínsecos de las semillas tales como su valor cultural (poder germinativo y pureza botánica del lote), presencia de dormición o bajo vigor de las plántulas (Bertram y Chiacchiera, 2012) como por los factores del ambiente climático, las características de la cama de siembra tanto edafológicas como biológicas del suelo donde serán sembradas dichas semillas. Los factores más importantes del suelo incluyen: alcalinidad, salinidad, textura del suelo, exceso de humedad, bajo porcentaje de fertilidad, etc. Ungar (1978) postuló que la germinación y el posterior establecimiento de especies halófitas son consideradas las etapas más críticas del cultivo. Un exceso de sales en el suelo 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) impidiendo así la germinación. También el drenaje insuficiente y la tendencia al anegamiento de los potreros denominados bajos en cuanto a su topografía, puede atrasar la germinación y la emergencia, y propiciar la mortalidad de plántulas (Borrajo y Alonso, 2004). En este sentido, Bertram y Chiacchiera (2011) demostraron que con conductividades superiores a los 4ds/m en extracto de saturación, la germinación puede afectarse negativamente. Martín *et al.* (2012), Priano y Pilati, (1989), entre otros, postulan que frente a porcentajes altos de alcalinidad se afecta la tolerancia de grama Rhodes a estas condiciones, disminuyendo así su eficiencia de implantación. Olivera *et al.* (2014, 2015, 2017) encontraron eficiencias de implantación menores al 15% en suelos Natracualfes típicos con pH de 9,6 y conductividad eléctrica de 4,8 dS/m en Chascomús y

Ranchos, provincia de Buenos Aires, tanto para cultivares diploides (Katambora, Reclaimer) como tetraploides (Toro y Callide). Por su parte, Lorenz *et al.*, (2017) también encontraron similares valores de eficiencia de implantación en suelos Natracuales típicos en Castelli, Bs. As., para el cultivar Katambora. En estos tipos de suelos que usualmente se encuentran en la Cuenca del Salado, la presencia de iones provoca efectos tóxicos sobre la germinación (Fenner y Thompson, 2005; Khan *et al.*, 2006).

Por otro lado, la temperatura media la actividad de enzimas que regulan la velocidad de las reacciones químicas que suceden en la semilla y que facilitan la germinación (García Breijo, 2011). Otro factor que impacta sobre la implantación de una especie es la condición de luminosidad. Sin embargo, Malagrina *et al.* (2011) 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), tanto mijo perenne (*Panicum coloratum L*) como grama Rhodes germinaron indistintamente a las condiciones lumínicas del ambiente de germinación.

Como sucede con la mayoría de las forrajeras, el tamaño pequeño de las semillas causa un crecimiento inicial lento del cultivo y, por ende, escasa competitividad con las malezas (Ruiz y Terenti, 2012). Es importante conocer la calidad fisiológica de la semilla que será sembrada. En este sentido, es menester realizar un análisis de calidad a las semillas previa a la siembra. Así como la germinación es una etapa crítica lo es también la velocidad de la emergencia, condicionando la sobrevivencia de las plántulas ya que aquellas que tengan la habilidad de emerger rápidamente tendrán una mayor habilidad

competitiva frente a condiciones desfavorables de temperatura y humedad, así como ataque de insectos y hongos (Carambula, 2008).

Desde hace varios años se ha planteado optimizar la implantación de grama Rhodes realizando manejos agronómicos. En este sentido se ha trabajado sobre la determinación de la fecha de siembra, recomendada en la época de primavera (Oprandi *et al.*, 2009), o más específicamente que el momento óptimo de siembra en la Cuenca del Salado (Olivera *et al.* 2017) es en la primera quincena de noviembre, la realización de tratamientos de semillas con fitoterápicos y nutrientes (Merula y Barber, 1974), la necesidad de contar con lotes de semillas de alta calidad, el estudio de la distribución de las semillas (voleo o línea) y la fertilización (Giudice, 2018).

En cuanto a la preparación de la cama de siembra, es conocido que debe adecuarse al tipo de suelo y a las condiciones climáticas del ambiente. En suelos de la región pampeana húmeda, esta especie cultivada se siembra de forma directa o con laboreo mínimo, con un previo control de las malezas para minimizar la competencia de recursos por otras especies y facilitar la germinación de la especie cultivada (Bertram *et al.*, 2013). En general, se recomienda que la siembra sea superficial, debido al pequeño tamaño de la semilla, sin descuidar que ocurra el íntimo contacto de las semillas con el suelo.

En relación con la uniformidad de siembra, se reconoce que es muy difícil en muchas de estas especies forrajeras lograr uniformidad en la distribución al utilizar solamente la semilla pura. Por ello se recomienda mezclarla con algún material inerte u otras semillas sin poder germinativo, que faciliten el escurrimiento fluido y continuo a través de los tubos de distribución de las sembradoras, evitando así fallas en la siembra por atascamiento de las semillas.

La opción del pelleteado de la semilla, además de facilitar la siembra, permite incorporar sustancias para favorecer la imbibición de la semilla o bien realizar correcciones químicas del suelo en el micrositio de siembra, que promueven el desarrollo de la plántula (Galindez y Malagrina, datos no publicados). Bandera *et al.* (2013) es recomendable realizar la siembra en forma directa, por el hecho de que, durante el laboreo, en suelos salinos/sódicos puede ocasionar el ascenso de las sales favoreciendo el encostramiento, dificultando de esta manera la emergencia de las plántulas y por ende disminuyendo la infiltración del agua.

En contraste con toda la información disponible sobre la implantación de grama Rhodes en la Cuenca del Salado, poco se sabe del efecto de la densidad de siembra que afecte en forma positiva sobre el establecimiento y posterior producción forrajera del cultivo. Para ajustar la densidad de siembra es necesario tener en claro la cantidad de plantas objetivo de la pradera. Oprandi *et al.* (2014) recomiendan sembrar de 4 a 8 kg de semilla/ha, de buena calidad (se requieren 500.000 gérmenes viables/kg de semilla), aunque no establecen la cantidad de plantas a lograr por unidad de superficie. Este parámetro de referencia es muy importante ya que nos habla del reclutamiento de plantas que cubrirán el suelo, de su capacidad de producir macollos así como de la capacidad para afrontar la competencia intra e interespecífica. Sin embargo, más específicamente en el caso de especies estoloníferas como la grama Rhodes no se debería depender solamente de la cantidad de semillas sembrada para calcular un objetivo de plantas logradas por unidad de superficie. Este espacio que podría quedar disponible entre plantas provenientes de semilla, sería cubierto mediante su capacidad de estolonización. Esta capacidad de la especie



permitiría alcanzar con una menor cantidad de semillas, lo que es lo mismo que referir a bajas densidades de siembra, coberturas y acumulación de forrajimasa eficientes en términos productivos. Es decir que en el caso particular de grama Rhodes al considerar el proceso de implantación del cultivo, además de incluir las plantas originadas de semilla (plantas parentales) se deben sumar los ramets, que son aquellas plantas originadas a partir de las yemas de los nudos de los estolones que brotan una vez que los estolones tienen un determinado crecimiento (Olivera *et al.*, 2017). Esta habilidad de estolonización y de brotación de nuevas plantas desde yemas, podría ser una ventaja ante implantaciones deficientes en cuanto a semillas. Es decir, que a partir de las yemas presentes en los estolones se sumarían plantas (ramets) que no pudieron ser logradas a través de las semillas.

Para profundizar en el tema de una correcta implantación, al estudiar el efecto de la cantidad de semillas a sembrar para lograr un óptimo stand de plantas, es muy importante realizar el cálculo de la eficiencia de implantación. Este parámetro hace referencia a la cantidad de plantas logradas a partir de semillas (plantas parentales) en relación con la cantidad de semillas sembradas. Pero en especies estoloníferas, se deberían sumar las plantas originadas en los estolones (ramets). Así, el verdadero reclutamiento de plantas quedara definido por la eficiencia con la cual la especie pudo lograr implantarse a determinada condición ambiental (Olivera *et al.*, 2014; Giudice *et al.*, 2018). Olivera *et al.*, 2017 encontraron que con 900 semillas viables/m<sup>2</sup> se logró una eficiencia de implantación del orden del 8-20% en suelos halohidromórficos de Chascomus y de 15% con la siembra de 1200 semillas viable/m<sup>2</sup> en Ranchos. En otro extremo,

Kellner y De Wet (2001) en pastizales semiáridos del sur de África, informaron un valor máximo de eficiencia de implantación de 2%.

La plasticidad fenotípica que posee la especie para adaptarse a las bajas eficiencias de implantación o cantidad de individuos logrados por unidad de superficie podría modificarse mediante la utilización de diferentes densidades de siembra (Olivera, comunicación personal). Gautier *et al.* (1999) observaron que la competencia por luz ocasiona cambios en la arquitectura de las plantas. Estos cambios podrían ser el resultado de adaptaciones en el desarrollo ontogénico (filocrono), en el crecimiento (producción de biomasa) y/o en la morfogénesis (partición de biomasa). A su vez, la tasa de macollaje está determinada tanto por el filocrono y por la tasa de desarrollo de la yema en macollo. En un canopeo denso, el macollaje y el desarrollo de las yemas axilares disminuyen ante un menor espacio disponible para el crecimiento, relacionado según una disminución en la relación R/RL Casal *et al.* (1985). 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. Así, los mecanismos de señalización relacionados con cambios en el ambiente lumínico dentro del dosel permiten a las plantas redirigir el crecimiento hacia áreas con mayor disponibilidad de luz. Un ejemplo de estrategia para evitar el sombreado está representado por *Digitaria decumbens*, cuya tasa de elongación de los estolones aumenta a medida que se cierra el canopeo (Cruz y Boval, 1999). De este modo, la inhibición del macollaje por sombreado se correspondería con un cambio de estrategia de explotación de

recursos locales de luz mediante la colonización horizontal del espacio a través de la proliferación de estolones con nuevas unidades vegetativas (ramets) y a una estrategia de exploración de sitios más iluminados por desarrollo vertical (lamina). Este modelo general de morfogénesis de plantas es bien conocido para especies de pastos templados cespitosos (Nelson *et al.*, 2000).

Se podría considerar entonces, que altas densidades de siembra permitirían obtener una mayor cantidad de plantas originadas de semillas con un menor desarrollo de estolones y ramets. En comparación, bajas densidades de siembra acompañadas de la baja eficiencia de implantación de la especie, conducirían a lograr una menor cantidad de plantas originadas de semillas, lo cual dejaría mayor cantidad de espacio libre entre plantas parentales que se vería compensado con una mayor producción de estolones que exploren estos sitios vacíos (suelo desnudo) desarrollando así mayor cantidad de ramets.

Olivera y Postulka (comunicación personal) encontraron que con solo una planta/m<sup>2</sup> se producen mayor cantidad de estolones, más largos y con una mayor proporción de macollos vegetativos en relación con los macollos reproductivos con respecto a densidades de cuatro plantas/m<sup>2</sup>. A mayor densidad de plantas encontraron menores magnitudes en la formación de estolones y por ende menor cantidad de ramets. En este caso, la proporción de macollos reproductivos con respecto a los vegetativos fue mayor. Por el contrario, Carbonell y Elizondo (2011) encontraron que, a mayores densidades de siembra, la velocidad de emergencia se vio incrementada, con una importante colonización de estolones lo cual compensó el bajo número de plantas logradas.

En grama Rhodes los valores de densidad de siembra recomendados pueden variar entre 4 y 10 kg/ha, donde las plantas una vez iniciado su

aprovechamiento en promedio pueden producir entre 4000-8000 kg de MS/ha/año, dependiendo del cultivar y del manejo que se realice (Panero, 2017, Penman, 2009). En relación con el efecto de la densidad de siembra sobre la producción de forrajimasa, Otondo *et al.*, (2009) informaron haber utilizado una densidad de siembra de 10kg/ha, obteniendo un rendimiento de 5067 kg MS/ha para ambientes de Cuenca del Salado.

Sin dejar de lado todo lo expuesto, se destaca que el objetivo de una pastura es producir forraje en cantidad y calidad. En este sentido se conoce que la cantidad de materia seca acumulada por grama Rhodes puede variar de acuerdo con el comportamiento de los distintos cultivares utilizados (Bertello, 2010) y el ambiente específico de producción. Así, en la provincia de Córdoba, De León (1998) registró valores de 4000 kg MS/ha, Monti *et al.*, (2012) en Santa Fe informó la acumulación de 7827 kg MS/ ha, Duhalde *et al.* (2010) trabajaron con cultivares diploides en San Cayetano Buenos Aires y documentaron 5000 kg MS/ha y Rossi *et al.* (2004) en Punta Indio informaron una producción entre 4903 y 4545,9 kg MS/ha. El ciclo de crecimiento de grama Rhodes se extiende aproximadamente desde noviembre hasta el mes de abril para la Pradera Pampeana, periodo durante el cual se puede pastorear obteniendo producciones acumuladas entre 3000 a 7000 Kg Ms/ha/año (Martin, 2010). En todos los casos citados para la Cuenca del Salado, la producción de esta forrajera supera a la aportada por el pastizal natural de bajos hidro-halomórficos en la época estival (Postulka *et al.*, 2014).

En general, como sucede con otras especies subtropicales, el forraje producido no siempre se traduce en un aumento del producto animal debido

principalmente al bajo valor nutricional de estas pasturas (Pérez, 2005). Leng (1990) definió a los forrajes de baja calidad como aquellos en que la digestibilidad de la materia seca es inferior a 55%, el porcentaje de proteínas menor a 8%, bajos porcentajes de azúcares y almidón (<100 gr/kg MS) y elevados niveles de fibras. Según Bandera *et al.* (2013) la calidad del forraje de una especie, en este caso subtropical, depende del cultivar, del manejo de la defoliación y de la fenología de la especie. La calidad de Grama Rhodes es variable durante el año ya que es más alta en verano y disminuye hacia el otoño. Según Bandera *et al.* (2013) grama Rhodes en estadios tempranos de crecimiento presenta valores de PB superiores al 18% pudiendo disminuir a niveles cercanos al 6% de PB con el cultivo en estado reproductivo (entre 600 y 700°C día (°Cd). Según Skerman y Rivero (1990) esta especie presenta un rango de 4 a 13% de proteína bruta (PB) con valores de digestibilidad (%DMS) entre 40 a 60%. Los valores obtenidos por Montenegro *et al.* (2015) sobre un material diploide que vegetó en la Cuenca del Salado, arrojaron rangos entre 4,2% y 6,3% de proteína bruta (PB), 52,6 a 61,6 de % de digestibilidad *in vitro* DIVMS, 72,4 a 76,6 % de FDN y 35,6 a 45,3% de FDA. Montenegro (2015) informó que el %PB y la digestibilidad de la forrajimasa total disminuyó a medida que se atrasó el momento de corte. Para ambas variables, al discriminar en fracciones se observó que la fracción vegetativa siempre mostró mayor digestibilidad y % de proteínas que la fracción reproductiva. Al tener en cuenta la dinámica del valor nutricional y su patrón de crecimiento estacional se podría determinar la complementación con especies templadas, que componen el pastizal natural o con aquellas especies cultivadas utilizadas en pasturas. (Otondo, datos no publicados). Es decir que la calidad nutritiva del forraje

estaría definida entre otros factores, por la proporción de macollos vegetativos, encañados y reproductivos con inflorescencia presentes en la planta (Montenegro, 2015). Los mismos a su vez podrían variar su proporción no solo según el cultivar, el ambiente, el patrón de defoliación sino también según la densidad de siembra. Como se ha señalado, tanto en el año de implantación como en los demás años de producción, el valor nutritivo de esta especie se relaciona con su rápido crecimiento ya que el aumento de proporción de tallos vegetativos a reproductivos afecta la calidad, disminuyéndola (Boonman, 1971). Luego de la floración la digestibilidad de los tallos declina, causando una marcada disminución en su calidad forrajera. No se debe desestimar que esta calidad puede afectarse mediante el manejo de la defoliación, ya que, para un mayor intervalo entre cortes mayor es la acumulación de forraje y la posibilidad de incrementar la proporción de tallos reproductivos (Ferri *et al.*, 2011) no decapitados. El efecto del cultivar sobre la calidad forrajera fue señalado por Bertram y Chiacchera (2011) quienes encontraron diferencias entre cultivares de grama Rhodes. Los autores destacaron a Épica INTA Peman con % PB superiores, posiblemente asociados a menores tasas de crecimiento y menor precocidad.

Por todo lo expuesto, esta investigación aporta información en relación con el posible efecto de diferentes densidades de siembra sobre la implantación, medido en función de su eficiencia de implantación, de variables como la capacidad de estolonización así como la cantidad y calidad de forraje producido en el primer corte. Lo expuesto, para un cultivar diploide de *Chloris gayana* Kunthh sembrado en un suelo halohidromórfico de la Cuenca del Salado.

## HIPOTESIS

- I. La eficiencia de implantación es independiente de la densidad de siembra.
- II. La capacidad de estolonización de *Chloris gayana* Kunth en bajas densidades de siembra permite compensar el posible menor número de plantas parentales mediante la suma de ramets originados de estolones, igualando al número de plantas totales logradas con altas densidades de siembra.
- III. Cuando *Chloris gayana* Kunth, es sembrada a bajas densidades produce cantidades equivalentes de materia seca por hectárea que cuando es sembrada a altas densidades. Esto se debe a la compensación en cantidad de plantas mediante la estolonización.
- IV. La calidad nutricional de *Chloris gayana* Kunth es menor a mayores densidades de siembra con respecto a menores densidades. Esto se debe a la mayor presencia de macollos reproductivos (mayor producción de inflorescencias, reproducción sexual) a altas densidades y a la menor cantidad de los mismos a bajas densidades (mayor producción de estolones, reproducción agámica).

## OBJETIVOS

### **Objetivo general 1**

Evaluar el efecto de diferentes densidades de siembra sobre la implantación de un cultivar diploide de *Chloris gayana* Kunth en un suelo hidro-halomórfico de la Depresión del Salado.

#### **Objetivos específicos:**

- Evaluar la cantidad de plantas parentales y de ramets por unidad de superficie a lo largo del periodo de implantación.
- Calcular la eficiencia de implantación de grama Rhodes al final del periodo de implantación.

### **Objetivo general 2**

Evaluar la capacidad de estolonización de un cultivar *Chloris gayana* Kunth a diferentes densidades de siembra mediante el estudio de las variables morfológicas que modelan el canopeo, en un suelo hidro-halomórfico de la Depresión del Salado.

#### **Objetivos específicos:**

- Establecer la cantidad de macollos vegetativos y macollos reproductivos por unidad de superficie.
- Cuantificar la altura de las plantas parentales.
- Determinar la cantidad de estolones por planta.
- Determinar la cantidad de ramets por estolones por planta.



- Determinar la cantidad de entrenudos por estolón por planta.
- Medir el largo de estolón por planta.

### **Objetivo general 3**

Determinar la producción de materia seca por hectárea y la calidad forrajera al final del periodo de implantación de un cultivar diploide *Chloris gayana* Kunth sembrado a diferentes densidades de siembra en un suelo hidro-halomórfico de la Depresión del Salado.

### **Objetivos específicos:**

- Determinar la cantidad de materia seca producida por unidad de superficie al final del periodo de implantación.
- Calcular la digestibilidad *in vitro* de la materia seca producida al final del periodo de implantación.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Material biológico:**

Se utilizaron semillas incrustadas del cultivar diploide Santana de *Chloris gayana* Kunth (Gramma Rhodes), mejorado para mayor tolerancia a la salinidad y mejor calidad del forraje. Las semillas fueron provistas de la empresa Peman y Asociados S.A.

### Sitio experimental:

El trabajo se llevó a cabo en el establecimiento “La Lili”, ubicado sobre ruta 29 en la localidad de Ranchos, Buenos Aires, Argentina, 35°28'26,32" S y 58°20'25,58" O, a 23 m.s.m, perteneciente a la Depresión del Salado.

La Figura 1 muestra los registros de precipitaciones y de temperatura mínima, media y máxima obtenidos desde la estación meteorológica más cercana al sitio de ensayo (Siga INTA, Chascomus).

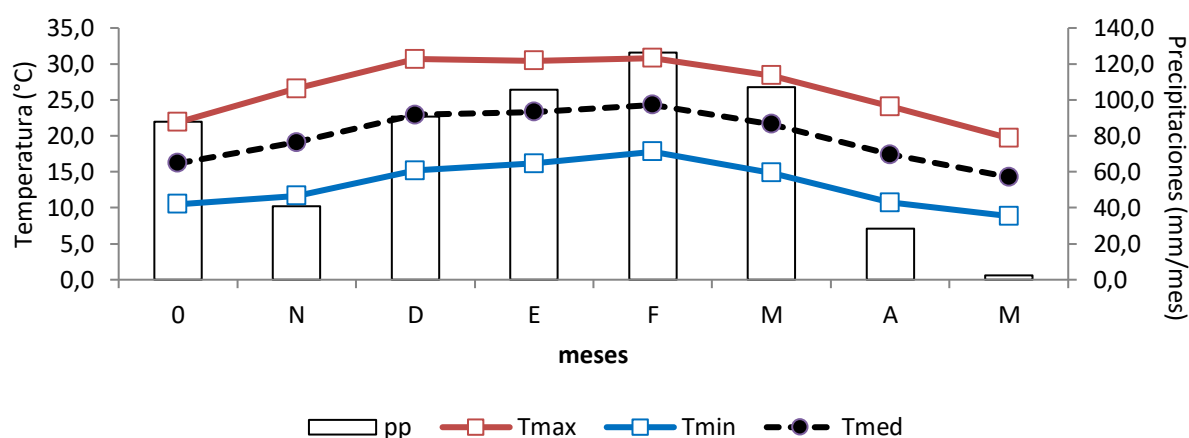


Figura 1: Precipitaciones mensuales (pp) expresadas en mm y temperatura mínima (Tmin), media (Tmed) y máxima (Tmax) expresadas en °C durante el período octubre 2016/mayo 2017, desde una ubicación cercana al sitio de ensayo. Fuente: SIGA INTA

Para corroborar las condiciones de halohidromorfismo del potrero donde se ubicó el ensayo, se realizaron previo a la siembra dos niveles de diagnóstico: i) análisis químicos de suelo del potrero y ii) composición florística de especies presentes en el pastizal natural. La Tabla 1 presenta la información respecto del

análisis de suelo.

Tabla 1: Análisis químico del suelo para el sitio de ensayo.

Prof	pH (1:2,5 agua)	CE (1:2,5 agua)	Carbono oxidable (W-B)	MO Total	Nitrógeno total (Kjedahl)	Relación C/N	Fósforo extractable (B-K1)
cm		dS/m	%	%	%		mg/kg
20	9,69	0,51	1,05	1,81	0,08	13	4,40

Al estudiar la composición florística del sitio de ensayo se encontró: “Pelo de chancho” (*Distichlis spicata* (L.) Greene y *Distichlis scoparia* (NEES EX KUNTH) ARECHAV.), (*Paspalum vaginatum* SW. 1788), “Gramon” (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), “Espartillo” (*Sporobolus indicus* (L) R. Br.), “Flechillas” (*Stipas* spp.), “Cebadilla criolla” (*Bromus uniloides* Kunth 1816) y “Agropiro alargado” (*Agropyron elongatum* (Host) P.Beauv.).

### **Labores presembrado**

#### *A campo*

Previo a la siembra se aplicó glifosato al 2% para control de malezas y minimizar la competencia de recursos.

#### *En laboratorio*

Para el cálculo de las densidades de siembra, se realizaron los análisis de pureza, peso de 1000 semillas y porcentaje de germinación bajo la Reglas ISTA (2010), en el Laboratorio de Calidad de Semillas de la FCA-UNLZ.

## Siembra

El ensayo abarcó una superficie de 150 m<sup>2</sup>, con parcelas de 12 m<sup>2</sup> sobre un suelo Natracualf típico (Serie Los Mochos). La siembra se realizó el 16 de noviembre de 2017 al voleo en cada parcela. En ellas se sembraron los cuatro tratamientos:

- 600: 600 semillas viables/m<sup>2</sup>.
- 900: 900 semillas viables/m<sup>2</sup>.
- 1200: 1200 semillas viables/m<sup>2</sup>.
- 1500: 1500 semillas viables/m<sup>2</sup>.

## Metodología para la determinación de la eficiencia de implantación

Teniendo en cuenta la temperatura base de crecimiento de la especie (12°C) y la temperatura media diaria registrada en el periodo de evaluación se calculó la acumulación de grados días para la aplicación de los momentos de muestreo. Así en dos momentos desde la siembra (M1: 29/12/16, 408°día y M2: 09/02/17, 873°día:) se midieron las siguientes variables respuesta:

- **Reclutamiento de plantas parentales (PP/m<sup>2</sup>):** Para ello se realizó el recuento de plantas parentales (plantas originadas de semillas) en una superficie de 0,25 m<sup>2</sup> delimitadas por un cuadrado de muestreo, para todos los tratamientos y repeticiones. Los resultados se informan en PP/m<sup>2</sup>.
- **Reclutamiento de ramets (Ram/m<sup>2</sup>):** Se realizó el recuento de ramets

(plantas originadas de las yemas de los nudos de los estolones) en una superficie de 0,25 m<sup>2</sup> delimitada por un cuadrado de muestreo en todos los tratamientos y repeticiones. Los resultados se informan en Ram/m<sup>2</sup>. La suma de PP/m<sup>2</sup> y Ram/m<sup>2</sup> se expresa como Reclutamiento de plantas totales/m<sup>2</sup>.

- **Eficiencia de implantación (Ei).** Para su cálculo se consideraron los datos del recuento de PP/m<sup>2</sup> y Ram/m<sup>2</sup>; utilizando para ello las siguientes fórmulas:

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

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

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

Dónde:

*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.

## **Metodología para la determinación de variables morfológicas**

Para su estudio se marcaron en cada parcela dos plantas de mismo tamaño y altura. En cada una de ellas se señalaron dos estolones para su seguimiento durante el periodo de la implantación. Los momentos de medición fueron los indicados en la Tabla 2.

Momento de muestreo	Fecha	Grados/día
Momento 1	15/03/2017	1272
Momento 2	30/04/2017	1583,8
Momento 3	23/05/2017	1661,6

Tabla 2: Momentos de muestreo 1, 2 y 3 expresados en fechas calendario y suma térmica desde la siembra (grados/día).

Sobre cada planta parental marcada y para cada momento, en todos los tratamientos y repeticiones, se midieron las siguientes variables respuestas

- **Cantidad de macollos vegetativos y reproductivos por planta:** Se contabilizó la cantidad de macollos vegetativos (MacVeg) y reproductivos (MacRep) totales.
- **Medición de la altura de la planta parental por parcela:** Se utilizó una cinta métrica para la medición de la altura en centímetros.
- **Cantidad de estolones (Est)/planta parental:** Se contabilizó la cantidad de estolones por cada planta parental.

En cuanto a cada estolón marcado por planta y para cada momento, en todos

los tratamientos y repeticiones, se midieron las siguientes variables respuesta:

- **Cantidad de ramets por estolones:** se contaron las cantidades totales de ramets originados en cada nudo de cada estolón marcado.
- **Cantidad de entrenudos/estolón:** se contaron la cantidad total de entrenudos presentes en cada nudo de cada estolón marcado.
- **Largo de estolón marcado:** Se midió el largo total de cada estolón con cinta métrica. El resultado final se expresa en cm.

#### **Metodología para la determinación de cantidad y calidad de materia seca de grama Rhodes producida al final del período de implantación**

- **Producción de Materia Seca (Kg de Ms/ha) al final del periodo de implantación.** El 25/05/17 a los 1661,6 °día desde la siembra, se realizó un corte para la determinación de la materia seca producida en cada tratamiento. Para ello se utilizó un cuadrado de muestro de 0,25 m<sup>2</sup> en cada una de las repeticiones. Se cortó con tijera de mano. Se dejó un remanente de 30 cm de altura (intensidad de defoliación) con el propósito de preservar las plantas en el invierno para futuros ensayos.

El material cortado se colocó en bolsas de polietileno rotuladas, con la indicación de cada parcela y bloque. Luego fueron llevadas al

Laboratorio de Forrajicultura y Manejo de los Recursos Forrajeros (FCA-UNLZ) para su análisis. Se separaron los componentes broza, malezas y materia verde de grama Rhodes, se pesaron y esta última fracción fue colocada en estufa a 65°C hasta peso constante para la determinación de g MS/0,25m<sup>2</sup>. Los resultados se informan en kgMS/ha.

- **Determinación de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) producida.** Las muestras de materia seca (MS) molidas y zarandeadas a 1 mm se remitieron al Laboratorio NIRS de la FCA-UNLZ para evaluación de DIVMS por el métodos de Tilley y Terry (1963) empleando un equipo de incubacion Daisy durante 24 y 48 horas con pepsina y celulasa.

## **DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADISTICO**

Se aplicó un Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones. Se analizaron supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Los resultados se analizaron mediante ANOVA y se aplicó el test de comparación de medias LSD ( $p < 0,05$ ). Los análisis se realizaron utilizando el programa Infostat 2019.



## RESULTADOS

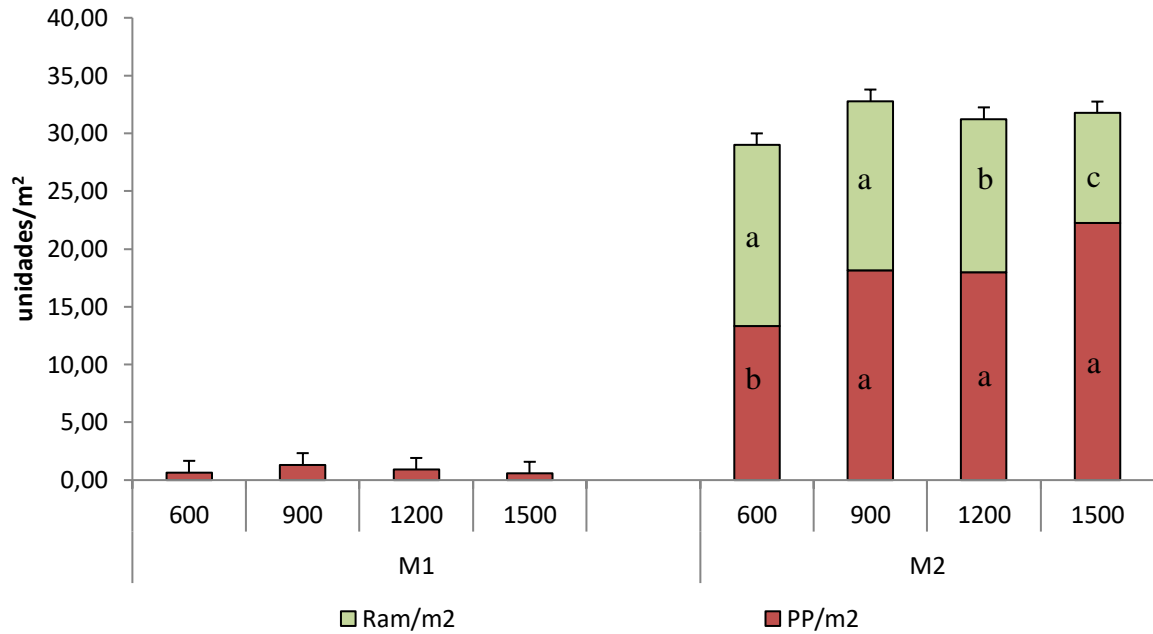
### **Efecto de las densidades de siembra durante el periodo de implantación**

#### Reclutamiento de plantas parentales y de ramets:

En la figura 2 se presentan los resultados del reclutamiento de plantas parentales y de ramets en los dos momentos considerados durante el periodo de implantación (el 29/12/16 a los 408° y el 09/02/17 a los 873° día desde la siembra). Se encontraron diferencias significativas entre momentos para ambas variables ( $p=0,0001$ ).

Para el Momento 1, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $p=0,6910$ ). Aquí solo se registraron plantas parentales, ya que aún no se habían originado estolones.

Para el Momento 2, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para ambas variables respuesta ( $p=0,0001$  en ambos casos). En el caso de las PP/m<sup>2</sup> la densidad 600 logro la menor cantidad de unidades (13,00) con respecto a los demás tratamientos que no se diferenciaron entre sí (18,00; 18,00; 22,00 para 900, 1200 y 1500 respectivamente).



**Figura 2:** Reclutamiento de plantas parentales/m<sup>2</sup> (PP/m<sup>2</sup>) y ramets/m<sup>2</sup> (Ram/m<sup>2</sup>) durante la implantación de grama Rhodes sembrada a cuatro densidades (600, 900, 1200 y 1500 pl/m<sup>2</sup>) y evaluada a dos momentos desde la siembra (expresados en grados/día M1: 408° día y M2: 873° día)

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

### Eficiencia de implantación de Grama Rhodes al final del periodo de implantación

En la figura 3 se presentan los resultados de obtenidos para la eficiencia de implantación de plantas parentales (EiPP) y de ramets (EiRam) en los dos momentos evaluados durante el período de implantación (a los 408° y 873° día desde la siembra).. Se encontraron diferencias significativas entre momentos para ambas variables ( $p=0,0001$ ).

Para el Momento 1, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $p=0,0001$ ). Como fue señalado anteriormente, en este momento solo se registraron plantas parentales debido a que aún no se habían originado estolones. Los tratamientos de 600 y 900 lograron las mayores EiPP (0,11% y

0,14% respectivamente), mientras que el tratamiento 1500 logró el menor valor (0,039%) al igual que el tratamiento 1200 (0,076%). Debido a que no se encontraron ramets la EiTI resulta igual que la EiPP, y teniendo por ende las mismas diferencias significativas.

Para el Momento 2, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para las variables respuesta ( $p=0,0001$  en ambos casos). Como en el Momento 1, 600 y 900 lograron las mayores EiPP (2,37% y 2,01% respectivamente). Aquí 1200 y 1500 lograron los menores valores (1,50% y 1,48%).

En el caso de las Ram/m<sup>2</sup>, las densidades de 600, 900 y 1200 lograron las mayores EiRam (1,5%; 1,48% y 1,5% respectivamente) mientras que el tratamiento 1500 logro el menor valor (1, 1%).Teniendo los valores de ambas variables de EiPP y EiRam para los todos los tratamientos se determinó la EiTI. En este caso las diferencias fueron significativas. Se obtuvo un mayor valor para los tratamientos 600 y 900 (3,87% y 3,50% respectivamente) a diferencia de los tratamientos 1200 y 1500 (cuyos valores fueron 3,04% y 2,66%).

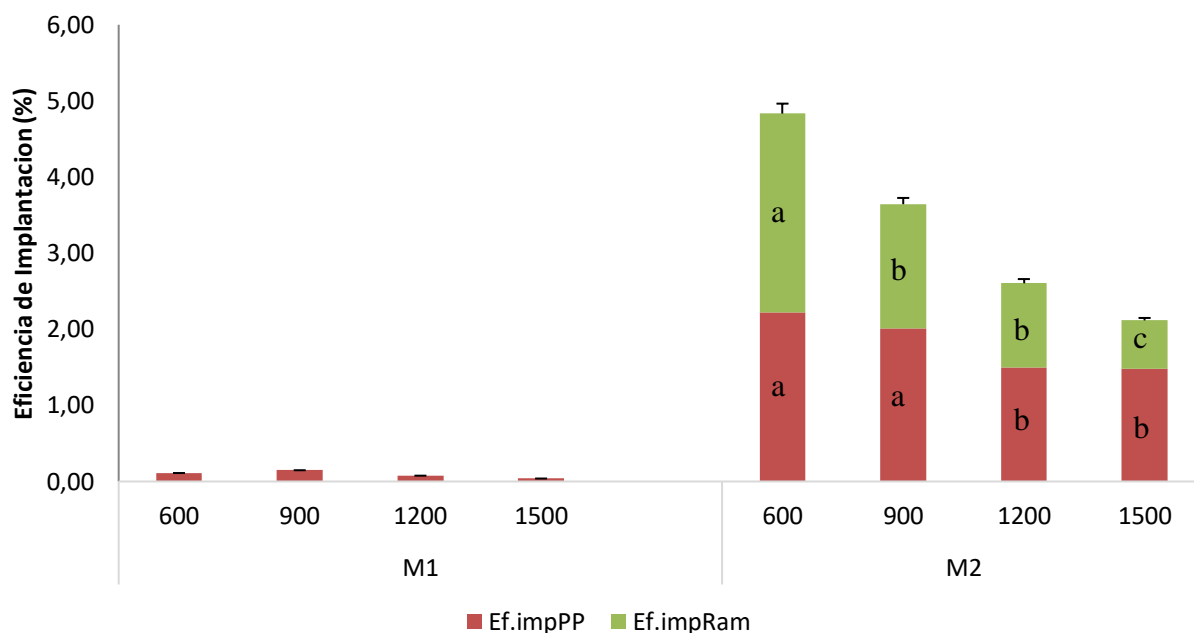


Figura 3: Eficiencia de implantación de plantas parentales (EiPP) y de ramets de grama Rhodes sembrada a cuatro densidades (600, 900, 1200 y 1500 pl/m<sup>2</sup>) y evaluada a dos momentos desde la siembra (expresados en grados/día M1: 408° día y M2: 873° día)

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

### **Capacidad de estolonización de un cultivar diploide de *Chloris gayana* Kunth a diferentes densidades de siembra**

A continuación, se presentan los resultados de las variables morfológicas estudiadas para determinar la capacidad de estolonización de un cultivar diploide de grama Rhodes en cuatro momentos desde la siembra, considerados como grados/día: 1272°, 1583° y 1661°/ día (momentos 1, 2, y 3).

Cantidad de macollos vegetativos y macollos reproductivos por unidad de superficie.

En la figura 4 se presentan los resultados de macollos vegetativos (Mac.Veg) y macollos reproductivos (Mac.Rep) durante los tres momentos desde la siembra. Se registraron diferencias significativas para ambas variables entre momentos ( $p=0,0061$  y  $0,040$  para MacVeg y MacRep respectivamente) y densidades ( $p=0,0503$  y  $0,001$  para MacVeg y MacRep respectivamente).

Para el Momento 1, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para ambas variables ( $p=0,0118$  y  $0,0117$  para MacVeg y MacRep respectivamente). Los tratamientos 600 y 900 lograron las menores cantidades de macollos vegetativos y 1200 y 1500 las mayores cantidades. Con respecto a los reproductivos, 1500 produjo la mayor cantidad, seguido por 900 y 1200, y luego por 600 el cual mostró la menor cantidad de unidades reproductivas.

Para el Momento 2, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $p=0,0118$  y  $0,001$  para MacVeg y MacRep respectivamente). Los tratamientos 900 y 1500 lograron las mayores cantidades de macollos vegetativos, seguidos por 1200 y 600, estos últimos sin diferencias significativas entre ellos. Con respecto a los macollos reproductivos, 1500 produjo la mayor cantidad, seguido por 900, luego por 1200 siendo 600 el que produjo la menor cantidad.

Para el Momento 3, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $p=0,0311$  y  $0,0221$  para MacVeg y MacRep respectivamente), el tratamiento 1500 mostró las mayores cantidades de macollos tanto vegetativos como reproductivos, seguido por 1200, 900 y 600, estos últimos sin diferencias significativas entre ellos.

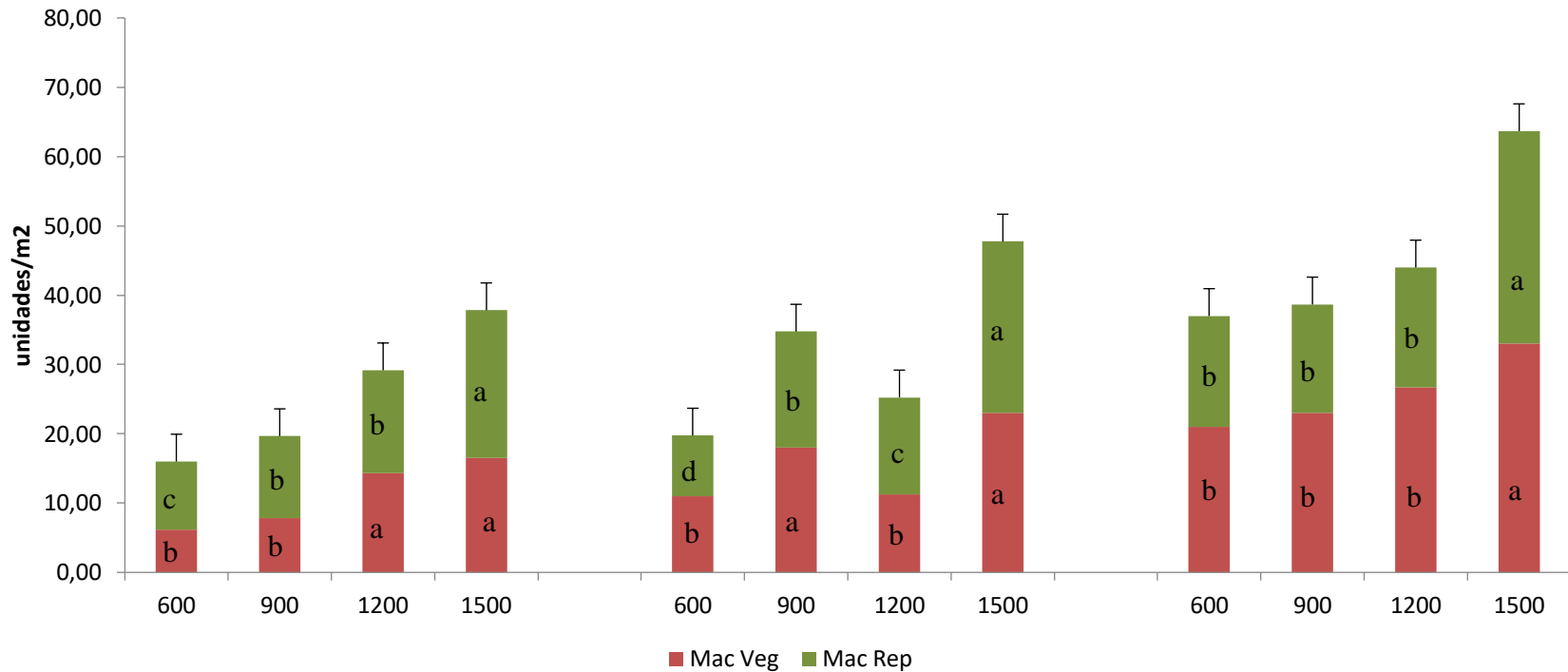


Figura 4: Cantidad de macollos vegetativos (MacVeg/m<sup>2</sup>) y reproductivos (MacRep/m<sup>2</sup>) por unidad de superficie durante la implantación de grama Rhodes sembrada a cuatro densidades (600, 900, 1200 y 1500 pl/m<sup>2</sup>) y evaluados en tres momentos desde la siembra (expresados en grados/día, 1272° día, 1583° día y 1661° día)

*Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (p < 0,05)*

### Altura de las plantas parentales

En la figura 5 se presentan las alturas de las plantas parentales en los tres momentos considerados durante el periodo de implantación. Se encontraron diferencias significativas entre momentos ( $p=0,0001$ ). El Momento 1 fue el de menor altura en todos los tratamientos. La altura evolucionó hacia en Momento 3 donde se lograron los mayores valores.

Además, dentro de cada momento no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (0,9421, 0,0922 y 0,6171 para los Momentos 1, 2 y 3 respectivamente)

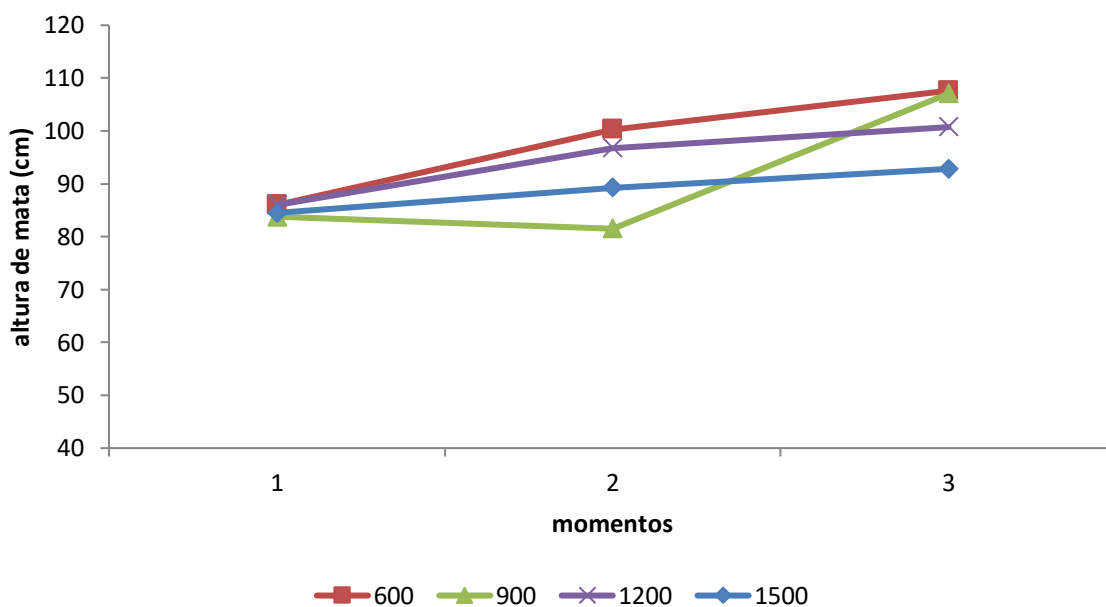


Figura 5: Altura por unidad de superficie de plantas parentales (PP/m<sup>2</sup>) y ramets (Ram/m<sup>2</sup>) durante la implantación de grama Rhodes sembrada a cuatro densidades (600, 900, 1200 y 1500 pl/m<sup>2</sup>) y evaluadas en tres momentos desde la siembra (expresados en grados/día, 1272° día, 1583° día y 1661° día)

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

### Cantidad de estolones por planta

En la figura 6 se muestran los resultados de cantidad de estolones por planta para cada uno de los tres momentos evaluados a partir de la siembra. Se encontraron diferencias significativas entre momentos ( $p=0,0043$ ) y tratamientos ( $p=0,002$ ).

En los tres momentos se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $p=0,001$ ,  $0,002$  y  $0,0001$  en los Momentos 1, 2 y 3 respectivamente), el tratamiento 600 mostro las mayores cantidades de estolones, seguido por 900 y 1200, mientras que para el tratamiento 1500 se alcanzó la menor cantidad de estolones por planta.

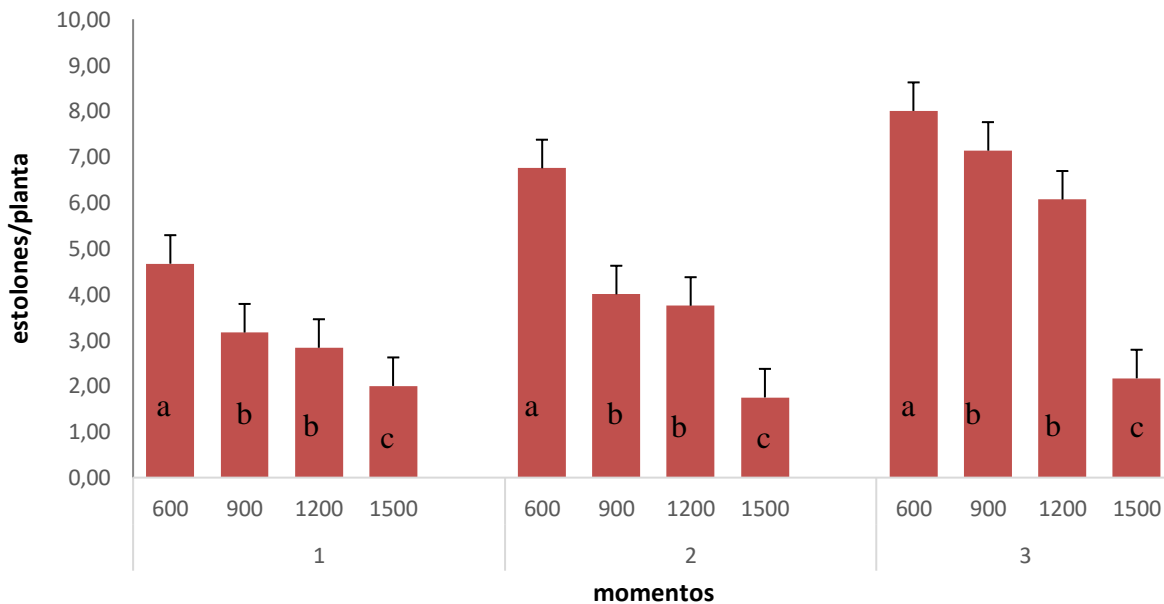


Figura 6: Cantidad de estolones por planta durante la implantación de grama Rhodes sembrada a cuatro densidades (600, 900, 1200 y 1500 pl/m<sup>2</sup>) y evaluados en tres momentos desde la siembra (expresados en grados/día, 1272°día, 1583°día y 1661°día)

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



### Cantidad de ramets por estolón, entrenudos/estolón y largo de estolón

En la tabla 3 se presentan los resultados de cantidad de ramets por estolón (Ram/est), entrenudos/estolón (*Ent/est*) y largo de estolón (*LEst*) en cada uno de los tres momentos considerados desde la siembra. Se encontraron diferencias significativas entre momentos para las tres variables bajo estudio ( $p=0,023$ ,  $0,004$  y  $0,0043$  para Momentos 1, 2 y 3 respectivamente) y tratamientos ( $p=0,006$ ,  $0,014$  y  $0,049$  para Momentos 1, 2 y 3 respectivamente). En el Momento 3 se registraron los mayores valores para cada variable, sin diferencias significativas entre los momentos 1 y 2 (menores valores).

Al analizar dentro del Momento 1, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para las tres variables ( $p=0,0011$ ,  $0,0002$  y  $0,001$  para Ram/est, Ent/est y LEst respectivamente). El tratamiento 900 presentó las mayores cantidades de Ram/est, a su vez los demás tratamientos no se diferenciaron entre sí. Con respecto a los Ent/est y el LEst, los tratamientos 600 y 1200 lograron los mayores valores sin diferenciarse entre sí. En el caso del LEst 1500 mostró el menor valor.

Para el Momento 2, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para Ram/est ( $p=0,3451$ ) pero si para Ent/est y LEst ( $p=0,002$  y  $0,0011$  respectivamente). El tratamiento 600 presentó las mayores cantidades de Ram/est con respecto a los demás tratamientos, que su vez no se diferenciaron entre sí; mientras que 600 y 1200 lograron los mayores valores para LEst, seguidos por 900, 1500 presentó los menores valores.

Para el Momento 3, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para las tres variables ( $p=0,0001$ ,  $0,0001$  y  $0,0001$  para Ram/est, Ent/est y LEst respectivamente). Los tratamientos 900 y 1200 lograron las mayores cantidades de Ram/est seguidos por 600 y 1500. Estos últimos sin diferencias significativas entre ellos. Además 900 y 1200 mostraron mayores valores de Ent/est, seguidos por 600. El menor valor lo presentó 1500. Con respecto al LEst, 600, 900 y 1200 presentaron los mayores valores diferenciándose estadísticamente de 1500.

Tabla 3: Cantidad de ramets/estolón, entrenudos/estolón y largo de estolón durante la implantación de grama Rhodes sembrada a cuatro densidades (600, 900, 1200 y 1500 pl/m<sup>2</sup>) y evaluados en tres momentos desde la siembra (expresados en grados/día, 1272°día, 1583°día y 1661°día)

momentos	densidades	Ram/est	Ent/est	LEst
1	600	2,33 bB	3,87 aC	5,33 aB
	900	4,42 aB	2,88 bB	4,00 bB
	1200	2,17 bB	4,13 aB	5,67 aB
	1500	1,75 bB	2,88 bB	2,17 cC
2	600	3,42 aB	6,00 aB	6,67 aB
	900	3,33 aB	3,25 bB	5,50 bB
	1200	3,08 aB	2,88 bB	5,00 bB
	1500	2,42 aB	3,24 bB	4,67 bB
3	600	19,83 bA	28,75 bA	69,33 aA
	900	31,17 aA	42,50 aA	59,33 aA
	1200	28,75 aA	47,75 aA	66,33 aA
	1500	20,67 bB	15,00 cA	35,17 cA

Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre tratamientos dentro de cada momento ( $p<0,05$ ) y letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas entre momentos dentro de cada tratamiento ( $p<0,05$ ).

**Producción de materia seca por hectárea y calidad forrajera al final del periodo de implantación de un cultivar diploide *Chloris gayana* Kunthh. sembrado a diferentes densidades**

En las Figura 7 y 8 se presentan los resultados de producción de materia seca (kg MS/ha) y digestibilidad *in vitro* de la misma obtenidos al final del periodo de implantación.

**Cantidad de materia seca producida por unidad de superficie al final del periodo de implantación**

En la figura 7 se presentan los resultados para cantidad de materia seca (kg MS/ha) producida por unidad de superficie al final de la implantación. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de 600, 900, 1200, 1500 (5012, 5340, 5425 y 4924 kg MS/ha respectivamente).

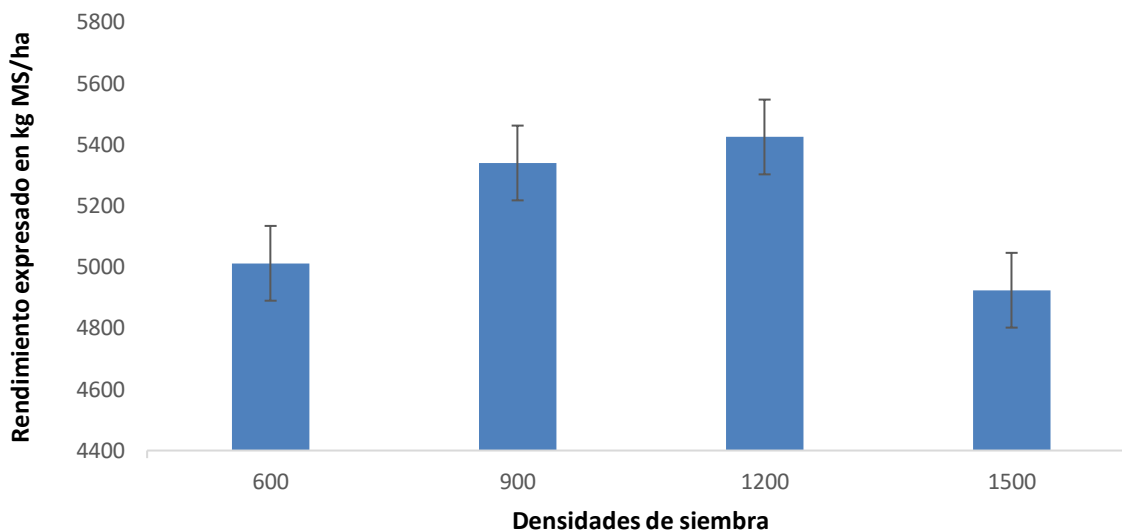


Figura 7: Cantidad de materia seca producida por unidad de superficie por un cultivar diploide de grama Rhodes sembrado a cuatro densidades (600, 900, 1200 y 1500 pl/m<sup>2</sup>) y evaluada al final del período de implantación (1661° día desde la siembra)

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

### Digestibilidad in vitro de la materia seca

En la figura 8 se muestran los resultados de la Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) producida al final del periodo de implantación. Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $p=0,001$ ). Así, 600 mostró los menores valores (56,15%) seguido por 900 y 1200 (58,95 y 59,10% respectivamente) sin diferencias entre ambos). 1500 presentó los mayores valores para esta variable (61,70%).

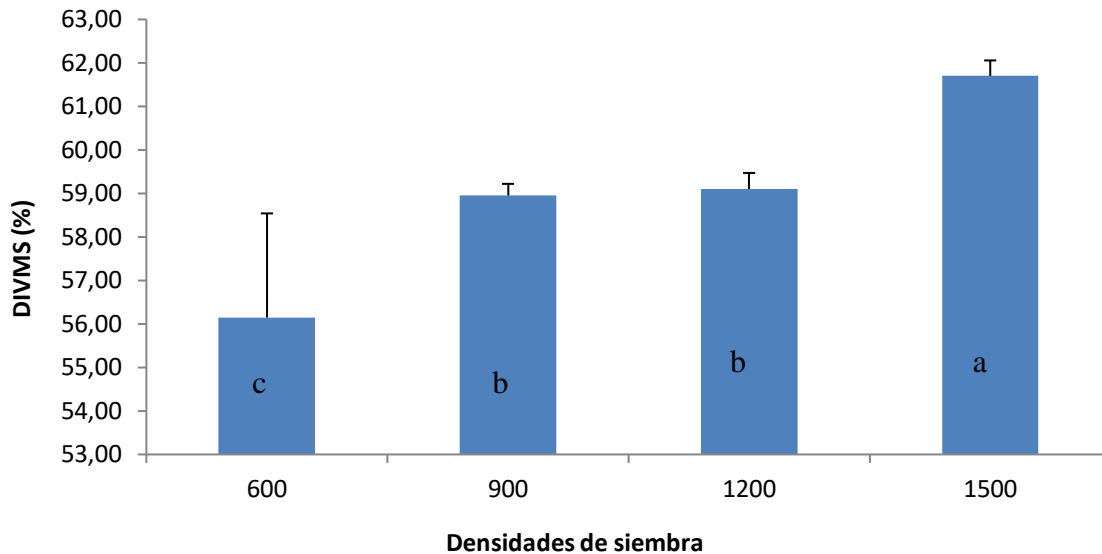


Figura 8: Digestibilidad in vitro de la materia seca (%DIVMS) de un cultivar diploide de grama Rhodes sembrado a cuatro densidades (600, 900, 1200 y 1500 pl/m<sup>2</sup>) y evaluadas al final del periodo de implantación (1661° día desde la siembra)

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

## DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos, en cuanto al reclutamiento de plantas claramente se produjeron diferencias significativas durante el periodo de estudio entre los momentos de evaluación y dentro de éstos entre tratamientos. Al avanzar el período de implantación, aumentó tanto la cantidad de plantas parentales como de ramets. Al primer momento de muestreo, a 408° día desde la siembra, solo se presentaron plantas parentales, independientemente de las densidades. Estos resultados coinciden con los reportados por Olivera *et al.* (2017). Si bien estos autores trabajaron con otros cultivares diploides de grama Rhodes como Reclaimer

y Katambora, en momentos tempranos solo reportaron aparición de plantas parentales, es decir, plantas originadas de semillas y sin formación de estolones hasta los 334° días para una siembra realizada a principios de noviembre. Esta ausencia de estolones, podría ser producto de una característica genética de la especie, que a esa cantidad de grados días (suma térmica) no alcanzaría para cumplir con los requerimientos térmicos para la estolonización y por ende, la formación de ramets en sus nudos. Ya avanzado el período post siembra (873° día), se verifica la aparición de estolones, con la presencia de ramets y un aumento notorio de la cantidad de plantas parentales coincidiendo con Olivera *et al.*, (2017) quien a partir de los 758° día observó para un ambiente de similares características, la formación de estolones y de ramets. A partir de este momento se podría destacar la importancia de la presencia de los estolones y su contribución a la cobertura de los espacios de suelo vacíos que quedaron sin plantas parentales.

Dentro del momento 1 las diferentes densidades de siembra no se diferenciaron entre sí. Es decir, que sembrar distintas cantidades de semillas por unidad de superficie en una siembra superficial al voleo, habría producido el mismo resultado hasta los 408° día desde la siembra. Esto después revelará tener un impacto en la eficiencia de implantación a la que se hará referencia más adelante.

Ya promediando el período de implantación, solo la densidad de 600 semillas viables/m<sup>2</sup> mostró menores cantidades de plantas parentales (13) y 1500 las más altas (22) y 900 y 1200 (18 ambas) un valor intermedio, lo cual resultó en una relación proporcional. Esas cuatro plantas de diferencia en promedio que se hallaron entre la menor densidad (600) y las intermedias (900 y 1200) y entre la media y la mayor (1500) parecería ser de poca significancia, sin embargo, en especies

subtropicales y sobre todo en suelos con presencia de hidro-halomorfismo se hace relevante. Además, esas pocas plantas harán la diferencia a la hora de producir estolones. Los valores obtenidos de plantas parentales para la densidad lograda con 1500 semillas viables/m<sup>2</sup> coincidió con Moyano (2012) quien trabajó con el cultivar diploide Fine Cut e informó 21 pl/m<sup>2</sup>.

Los valores bajos de germinación en todos los casos podrían atribuirse a dificultades durante la germinación y emergencia inducidas por las características del suelo antes mencionadas y por las escasas precipitaciones registradas en el mes de la siembra (ver Figura 1). En este sentido, Olivera *et al.*, (2017) encontraron que más del 90% de la fracción de semillas llenas pueden germinar y originar plántulas normales en condiciones de laboratorio, sin embargo, en condiciones reales de campo, este valor podría verse sumamente disminuido por los contenidos altos alcalinidad y sodicidad en el suelo y la falta de agua en el perfil en el mes de la siembra. Si bien esta época de siembra es la recomendada en la zona por las temperaturas óptimas para la especie (fuera de periodo de heladas y bajas temperaturas y de altas temperaturas de verano) las semillas podrían haber germinado, pero la falta de agua podría haber impactado negativamente sobre la curva de germinación e inclusive provocado la muerte de semillas con radícula y coleoptíle desarrollándose y aun sin emerger. Por lo tanto, las condiciones climáticas presentes durante las primeras etapas del cultivo, coincidiendo con otros autores (Olivera *et al.*, 2018; Giudice *et al.*, 2018), las altas temperaturas García Breijo (2011) y las bajas precipitaciones podrían haber afectado las distintas etapas de la germinación y/o la emergencia.

En cuanto a la eficiencia de implantación de plantas parentales, a menores densidades, como es el caso de 600 semillas viables/m<sup>2</sup> claramente una valoración de la eficiencia mostró mejores resultados. Es decir que al sembrar 600 semillas viables/m<sup>2</sup> y obtener 13 plantas parentales, no germinaron o murieron en alguna de las etapas previas 587 semillas o plántula. En el otro extremo, al sembrar 1500 semillas viables/m<sup>2</sup> y obtener como resultado 22 plantas parentales no germinaron o murieron en alguna de las etapas previas 1478 semillas. Por lo tanto, para lograr una diferencia de 9 PP entre esas densidades se tuvieron que “mal gastar” muchísimas semillas en el caso de la mayor densidad. Esto podría tener un impacto económico importante a la hora de realizar el margen bruto de la siembra pudiendo aumentar los costos de implantación.

En los casos intermedios de densidades, la diferencia entre lo sembrado y lo logrado fue menor que lo ocurrido con la mayor densidad. Para 900 semillas viables/m<sup>2</sup> la diferencia fue de 882 y para 1200 fue de 1182 semillas perdidas. De todos modos, considerar sólo este dato aislado no permite tomar una decisión en cuanto a cuál sería la mejor densidad para ser recomendada.

Así, el rol de la estolonización y su aporte de ramets (plantas originadas en nudos) jugaría un papel preponderante. En este sentido, la mayor superficie no cubierta con plantas parentales de grama Rhodes, en el caso de 600 semillas viables/m<sup>2</sup> habría permitido la brotación de una mayor cantidad de yemas que darán origen a ramets (16 Ram/m<sup>2</sup>). Las 13 plantas parentales logradas a 600 semillas viables/m<sup>2</sup> originaron la suficiente cantidad de sitios para mejorar el stand de plantas con respecto a las mayores densidades. Un hecho para destacar es que aún con la presencia de especies del pastizal natural, entre ellas *Distichlis sp.* (pelo de



chanchos) no se impidió la estolonización de la grama en ese momento (873° día). Sin embargo, a pesar de conocerse como una especie agresiva en su centro de origen por esta capacidad de generar estolones, en zonas templadas y más frescas, con perfiles más secos en verano como el ambiente de este ensayo (recordar que es una especie exótica subtropical) podría estar en desventaja ante las especies del pastizal natural adaptadas a las condiciones locales. En concordancia con Ruiz y Terenti (2012) quienes refirieron a la lentitud del crecimiento del cultivo en las etapas iniciales de la implantación y su escasa capacidad de competencia frente a las malezas en estas condiciones, se ha observado el impacto negativo en su implantación.

En el presente estudio, el cultivar diploide utilizado mostró plasticidad fenotípica, al lograr un stand de plantas totales similares entre las diferentes densidades de siembra. Menores densidades con menor cantidad de plantas logradas a partir de semillas (plantas parentales), compensaron el stand con plantas provenientes de yemas de nudos de estolones (ramets). Por el contrario, las densidades más altas ensayadas, que mostraron un mayor número de plantas logradas a partir de semillas y por ende con menor espacio entre plantas, vieron restringida la cantidad de plantas originadas en las zonas nodales de los estolones. Esto se tradujo en la eficiencia de implantación de ramets que fue estadísticamente mayor a menores densidades.

Es muy importante resaltar que la eficiencia de implantación independientemente de la densidad ensayada nunca superó el 10%. Estos son valores muy bajos en comparación con otras gramíneas forrajeras exóticas templadas que se adaptan a estos ambientes hidro-halomórficos, entre ellos el

agropiro alargado (*Agropyron elongatum* (Host) P.Beauv.) con 45%. Sin embargo, al referirse a otras gramíneas subtropicales como el mijo perenne (*Panicum coloratum* L) los valores encontrados fueron mayores a los informados por Lauric, *et al.* (2020) con 1,66 y 5% según año seco o húmedo. Para respaldar los resultados hallados, se cita que numerosos autores como Priano y Pilati, (1989), Borrajo y Alonso (2004), (Bertram y Chiacchiera (2011), Martin *et al.*, (2012) han señalado el efecto negativo de estos suelos sobre la germinación de grama Rhodes. Las bajas eficiencias de implantación en este tipo de suelos de la Cuenca del Salado reportados por Olivera *et al.* (2014 y 2015, 2017) en cultivares diploides y tetraploides y por Lorenz *et al.*, (2017) en un cultivar diploide sembrado al voleo, coinciden con los resultados encontrados en este trabajo independientemente de la densidad de siembra. Por otra parte, el tamaño pequeño de las semillas también podría afectar en forma negativa a la baja eficiencia de implantación (Ruiz y Terenti, 2012; Baudet y Peske 2007).

Es de destacar que, al revisar la bibliografía disponible no se han hallado trabajos que evalúen la implantación de grama Rhodes, sin diferenciar plantas parentales y ramets al momento de determinar las variables de sus ensayos. Por consiguiente en este trabajo no solo se orientó a analizar las diferencias entre las diversas densidades de siembra, sino a resaltar la importancia de considerar plantas de origen sexual como asexual. Se halló que este criterio de base fue correcto ya que a frente a posibles errores de siembra, se encontró un mecanismo de compensación mediante la producción de estolones que se tradujeron a futuro en materia seca, tal así expresado en los resultados tanto de reclutamiento como de la

implantación de esta especie forrajera. Se acuerda con Olivera (comunicación personal) que la plasticidad fenotípica que posee esta especie para adaptarse a las bajas eficiencias de implantación o cantidad de individuos logrados por unidad de superficie se modifica en las diferentes densidades de siembra y la capacidad genética que tiene la misma a través de la producción de estolones se podría modificar según dicha plasticidad para lograr un canopeo más o menos denso con un área foliar compatible con una alta producción de materia seca.

Con respecto al macollaje, el mismo fue en aumento a lo largo de los momentos evaluados llegando a un máximo valor en al final del período de implantación. Esta tendencia se observó tanto para macollos vegetativos como para reproductivos. Como un recordatorio para esta discusión, se detalla a mediados de marzo en este ensayo, al sembrar 600 semillas viables/m<sup>2</sup> solo se produjeron 16 macollos/m<sup>2</sup> entre vegetativos y reproductivos en conjunto. Para el caso de 900 semillas viables/m<sup>2</sup> fueron 19 los macollos/m<sup>2</sup> producidos, mientras que para 1200 semillas viables/m<sup>2</sup> 29 macollos/m<sup>2</sup> y para 1500 semillas viables/m<sup>2</sup> 37 macollos/m<sup>2</sup>. En el último recuento, 600 se incrementó significativamente a 37 macollos/m<sup>2</sup>, 900 a 38 macollos/m<sup>2</sup>, 1200 a 44 macollos/m<sup>2</sup> y 1500 a 64 macollos/m<sup>2</sup>. Esta tendencia muestra que la especie, y el cultivar ensayado en particular, es capaz de producir macollos bajo las condiciones ambientales imperantes a lo largo de este estudio, en forma creciente hasta fines de mes de mayo. Esto garantizaría por un lado una mayor producción de forraje al final del periodo de implantación, y a su vez, un reservorio de yemas axilares las cuales intervendrían en el rebrote primaveral post reposo invernal. El aporte de macollos por parte no solo de las plantas parentales

sino también de los ramets originados en los estolones, harán posible este rebrote y por lo tanto, la persistencia de la pastura.

Por otra parte, la cantidad de ambos tipos de macollos fue mayor a mayores densidades. Si bien a mayores densidades podría existir una competencia entre individuos por el espacio y la luz según lo postulado por Gautier *et al.* (1999), a las densidades ensayadas la cantidad de plantas y la cantidad de macollos parecerían no haber llegado a provocar una reducción en la calidad de luz en los estratos inferiores del canopeo por lo tanto el macollaje no se habría visto impedido o disminuido a altas densidades. Según Gautier *et al.*, (1999) la misma competencia por luz entre individuos cambia la arquitectura de las plantas mediante cambios en el desarrollo ontogénico (filocrono), en el crecimiento (producción de biomasa) y/o en la morfogénesis (partición de biomasa). Los resultados obtenidos no coinciden con Casal *et al.* (1985) quien postuló que en un canopeo denso, el macollaje y el desarrollo de las yemas axilares disminuyen ante un menor espacio disponible para el crecimiento, relacionado con una disminución en la relación R/RL. Sin embargo, es probable que el canopeo logrado en este trabajo diste de las densidades a las cuales este autor hace referencia.

Como fue presentado en Resultados, en cuanto al tipo de macollos producidos al inicio del período de implantación, la proporción de macollos vegetativos fue mayor a la de reproductivos en todas las densidades. Al promediar este período, la proporción de macollos vegetativos y reproductivos fue similar para luego pasar a ser mayor la proporción de reproductivos en todas las densidades al final de la implantación. En este momento, los tratamientos de menores densidades mostraron mayor proporción de macollos vegetativos en relación con los

reproductivos (57% vegetativos y 43% reproductivos). También las densidades de 900 y 1200 mantuvieron esa relación (61% vegetativos y 39% reproductivos) mientras que 1500 presentó cantidades similares de vegetativos y reproductivos. Estos resultados, en el último momento de evaluación, no coinciden con Olivera y Postulka (comunicación personal) y Giudice (2017) quienes a mayores densidades registraron mayor proporción de macollos reproductivos con respecto a los vegetativos en cultivar diploide Katambora y tetraploide Toro y cultivar Santana respectivamente.

Por un lado, si se considera que el cultivar es diploide, el mismo encuentra que la sensibilidad a fotoperiodo de 12 horas comienza con temperaturas por encima de los 21°C (Tarumoto, 2005) por lo tanto la etapa reproductiva se produciría durante todo el fin de la primavera y verano en nuestra región. Esto explica el hecho de que desde el primer momento de evaluación se encontraran macollos reproductivos y vegetativos. Por otra parte, la relación entre densidades y proporciones de macollos nos explica una vez más la plasticidad que presenta la especie adaptándose morfológicamente al ambiente lumínico al cual se enfrentan los individuos a cada densidad.

En cuanto a la altura de las plantas en general a los 1272° día (mediados de marzo) se observó que promediaban en 85 cm para todas las densidades (sin diferencias entre ellas). Claramente los contenidos de sodio o el pH del medio no fueron impedimentos para que las plantas expresen las alturas que cita la bibliografía para la especie. Es decir que las plantas no redujeron su altura con dichas características del suelo ni tomaron un hábito más achaparrado. Ya en el

segundo momento (1583º día: 30/04), se verificó que las plantas eran más altas a medida que la densidad aumentaba. Esto podría explicarse a través de la competencia inter e intraespecífica por luz dentro del canopeo. A mayor cantidad de plantas las láminas foliares podrían potenciar su elongación para llegar a los estratos superiores del canopeo mediante su plasticidad fenotípica. Por otra parte, en densidades bajas como 600 el espacio entre plantas al ser menor podría haber evitado la elongación antes mencionada ya que la luz podría haber llegado mejor a todos los estratos de la pastura con intensidades lumínicas acordes a una eficiente fotosíntesis. Ya en el último momento (23/05) de evaluación, las menores densidades lograron equilibrar un canopeo con plantas más altas al igual que las mayores densidades. Se volvió a verificar la plasticidad fenotípica de la especie.

En relación con la cantidad de estolones por planta, los mismos se incrementaron a medida del avance del período de implantación. Además, se observó efectivamente una relación inversa entre densidades de siembra y cantidad de estolones: a mayores densidades la cantidad de estolones fue menor. Nuevamente al igual que con las variables antes mencionadas (cantidad de plantas y macollos), la especie mostró una gran capacidad de adaptación al microambiente del canopeo formado por cada densidad de siembra. Su plasticidad fenotípica le habría permitido formar más estolones en aquellas densidades con menor cantidad de plantas parentales (menores densidades). Menores densidades con menor cantidad de plantas logradas a partir de semillas compensaron con plantas provenientes de un mayor número de estolones. Por el contrario, para densidades más altas con mayor número de plantas logradas de semillas (plantas parentales),

la cantidad de estolones fue menor. Nuevamente la competencia entre individuos por luz podría ser la causa de estos resultados. Esta capacidad de estolonización según Stritzler y Petruzzi, (2005) permite a la especie avanzar sobre espacios vacíos por fallas de siembra. De esta manera, potreros que en el año de implantación no fueron logrados por completo, en las siguientes temporadas podrían alcanzar el stand de plantas ideal. Sin embargo, no todos los autores coinciden en este análisis. De hecho, Carbonell y Elizondo (2011) encontraron que, a mayores densidades de siembra la colonización de estolones fue mayor.

Cuando se analizan las variables desde el punto de vista de los estolones en cada uno de los tratamientos, se observó que a la menor densidad de siembra, este cultivar diploide de grama Rhodes no solo desarrolló la mayor cantidad de estolones, sino que los mismos fueron los más largos registrados entre tratamientos, aunque con menor cantidad de entrenudos y ramets por estolón. Esta menor cantidad de ramets y entrenudos quedó equilibrada mediante un mayor número de estolones. En caso de las densidades intermedias ensayadas, si bien produjeron menos estolones y más cortos que los logrados a la densidad inferior, los mismos presentaron más entrenudos y más ramets por estolón. Esta adaptación revela nuevamente la plasticidad que posee la especie al ajustar las variables morfo fisiológicas que le permitan crear un canopeo similar entre densidades. A la densidad más alta de las evaluadas se registraron todas las variables sobre estolones con los registros más bajos, es decir, la menor cantidad de estolones, los más cortos, con menores cantidades de entrenudos y ramets. Solo se destacó con la cantidad de plantas parentales obtenidas a partir de esta mayor cantidad de

semillas sembradas. Así nuevamente se observa que, poniendo menos semillas la especie se adapta mediante su capacidad de estolonización para cubrir los espacios vacíos y cerrar un canopeo compatible con mayores densidades. 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. Así, los mecanismos de señalización relacionados con cambios en el ambiente de luz dentro del dosel permiten a las plantas redirigir el crecimiento áreas con mejor disponibilidad de luz. Grama Rhodes no presentaría el mecanismo de “evitar la sombra” como *Digitaria decumbens*, cuya tasa de elongación del estolón aumenta a medida que se cierra el canopeo (Cruz y Boval, 1999).

Por otro lado, Olivera y Postulka (comunicación personal) encontraron una mayor longitud de los estolones y mayor proporción de macollos vegetativos en relación a reproductivos con respecto a densidades de cuatro plantas/m<sup>2</sup>. A mayor densidad, se verifica una menor formación de estolones, y por ende menor cantidad de ramets, y además mayor proporción de macollos reproductivos con respecto a los vegetativos.

Si bien en cuanto a la producción de materia seca no se han encontrado diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, 900 y 1200 presentarían por lo menos 400 kg MS/ha más que los valores extremos de densidad. Se coincide sin embargo en la limitación a la producción informada para numerosas especies forrajeras no tolerantes a la salinidad, alcalinidad e hidromorfismo (Angueira, 1986, Fenner y Thompson, 2005; Khan *et al.*, 2006). Los rendimientos de materia seca coinciden con los presentados por Duhalde *et al.*, (2010) y Rossi *et al.*, (2004). La



cantidad de forrajimasa es acompañada por valores de DIVMS por encima de los valores mínimos propuestos por Leng (1990) para definir un forraje de buena calidad, es decir, por encima del 55%. En este ensayo se ha verificado lo presentado Boonman (1971) que en la medida que la proporción de macollos reproductivos aumenta en la pastura disminuye la calidad en términos de digestibilidad. Si bien la mayor densidad de siembra ensayada demostró poseer una mejor calidad, esto podría estar relacionado con la mayor proporción de macollos vegetativos con respecto a los reproductivos tal como fuera señalado por Montenegro (2015).

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos durante este ensayo, podemos concluir que el cultivar diploide Santana de grama Rhodes (*Chloris gayana* Kunth), que vegetando en un suelo hidro-halomórficos de la Cuenca del Salado:

- Presenta mayor eficiencia de implantación a bajas densidades de siembra, produce menor cantidad de plantas parentales pero una mayor cantidad de ramets lo cual permite compensar la cantidad total de plantas logradas compatibles con altas densidades.
- Demuestra su plasticidad fenotípica mediante la capacidad de estolonización. A menores densidades de siembra, se logran menos plantas

parentales, mayor cantidad de ramets, mayor cantidad de estolones por planta, los cuales son más largos y con mayor cantidad de entrenudos y ramets que a densidades más altas. A altas densidades produce mayor cantidad de macollos tanto vegetativos como reproductivos.

- La cantidad de materia seca no es afectada por la densidad de siembra. Mientras que la digestibilidad in vitro de la materia seca producida aumenta al aumentar la densidad.
- A mayor densidad, la DIVMS es mayor. El forraje producido a las densidades ensayadas fue superior al 55% para ser considerado un forraje de mediana calidad.
- 900 semillas viables/m<sup>2</sup> logra unas de las mejores eficiencias de implantación ensayadas, compensa también como a 600 semillas viables/m<sup>2</sup> la menor cantidad de semillas sembradas y logradas en plantas mediante la capacidad de estolonización y además permite una alta producción de forraje y calidad intermedia respecto de altas densidades de 1500 semillas viables/m<sup>2</sup>. Esto representa menor costo de implantación al utilizarse menor cantidad de semillas.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

De acuerdo con los resultados obtenidos, se propone continuar con esta línea de investigación sobre el análisis de la implantación de grama Rhodes en ambientes halohidromórficos de la Cuenca del Salado y su efecto frente a las densidades de siembra en diferentes años y con otros cultivares.

## BIBLIOGRAFIA

- Angueira, M. C. 1986. Geomorfología de la provincia de Santiago del Estero. Proceedings Curso Taller Internacional "Desmonte y habilitación de tierras en zonas semiáridas", Santiago del Estero: 32-54.
- Ballaré, C. L., Sánchez, R. A., Scopel, A. L., Casal, J. J., y Ghera, C.M. 1987. Early detection of neighbour plants by phytochrome perception of spectral changes in reflected sunlight. *Plant, Cell & Environment*, 10(7), 551-557.
- 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. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_-\\_megatermicas.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_megatermicas.pdf)
- Bertello, F., Nueva revolución verde .Entrevista. La Nación, *Suplemento Campo* 2010.
- Bertín, O., y Scheneiter, O. 2008. Especies forrajeras templadas. Conferencia en el 31º Congreso Argentino de Producción Animal, Potrero de los Funes, San Luís, 15-17 de octubre de 2008. Disponible en: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
- Bertram, N., y Chiacchiera, S. 2011. Grama Rhodes: eslabón de una cadena forrajera para suelos con limitantes salinas. *Revista Agromercado (clásico)* Nº, 161, 2-4.
- Bertram, N., y Chiacchiera, S. 2012. Megatérmicas: Grama Rhodes para suelos

salinos. *Márgenes Agropecuarios. Suplemento ganadero* pp 30-31.

Bertram, N.; Chiacchiera, S., y Aimetta, M. B. 2013. Implantación y establecimiento temprano de grama Rhodes (*Chloris gayana*). En: *Planteos Ganaderos SD. Aapresid*: 31-36.

Borrajo, C. I., y Alonso, S. I. 2004. Germinación, emergencia e implantación de variedades experimentales de agropiro alargado. *Revista Argentina de Producción Animal* 24 (1-2): 29-40.

Boonman, J. G. 1971. Experimental studies on seed production of tropical grasses in Kenya. 1. General introduction and analysis of problems. *Neth J Agric Sci*, 19(1), 23-36.

Braun-Blanquet, J. 1972. *Plant Sociology: the Study of Plant Communities*. (Transl.by G.D. Fuller and H.S. Conard). Similar a la edición de 1932. Hafner New York, 439 pp.

Burkart, A. 1969. Flora ilustrada de Entre Rios (Argentina). Parte II: Gramineas. Colección científica del INTA, Tomo VI, II, Buenos Aires. Pag 251-253.

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

Castaño, J. 2005. Pasturas y mezclas más adecuadas para la Cuenca del Salado. *Visión Rural (Argentina)*.

- Carámbula, M., y Santiñaque, F. 2008. Pasturas naturales mejoradas. *Montevideo Hemisferio Sur*, 530p.
- Céccoli, G., Ramos, J., Pilatti, V., Dellaferrera, I., Tivano, J. C., Taleisnik, E., & Vegetti, A. C. 2015. Salt glands in the Poaceae family and their relationship to salinity tolerance. *The Botanical Review*, 81(2), 162-178.
- 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.
- 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.
- Duhalde, J.; Perea, A.; Massigoge, J. Jensen, M.2010.Especies forrajeras megatermicas en el sur bonaerense. INTA, MAA, CEI Barrow. Carpeta ganadería 2009/10. pp.17-21.
- De León, M. 1998. Evaluación de la producción y calidad forrajera de cultivares de *Cenchrus ciliaris* en el norte de Córdoba. *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol. 18 Supl. 1: 173.
- De León, M.1988. Producción y calidad forrajera de *Chloris gayana* Kunth y *Cenchrus ciliaris* bajo pastoreo en el norte de Córdoba .En: *Revista Argentina de Producción Animal*. Vol. 18. Supl.1 pp.175-176 Ed: AAPA.

- Fenner, M. K., Fenner, M., y Thompson, K. 2005. *The ecology of seeds*. Cambridge University Press.
- Ferri, C. M. 2011. The seasonal and Inter.-annual patterns of biomasa accumulation and crude protein in kleingrass (*Panicum coloratum*) in the semiarid Pampean region of Argentina. *Ciencia e Investigación Agraria (Chile)* 38: 191-198.
- Herzer, H., Celis, A., Bartolomé, M., Rodríguez, C., y Caputo, G. 2003. El manejo de cuenca y su impacto en áreas urbanas. El caso de la llanura pampeana, Argentina. In *III Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas, Arequipa: INRENA-FAO* (pp. 9-13).
- Gautier, H., Varlet-Grancher, C; y Hazard, L. 1999. Tilling 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, Disponible en : [www.idealibrary.com](http://www.idealibrary.com)
- Giudice, R.; Olivera, M.E.; Postulka, E.B.; Ferrari, L. 2018. "Ventajas de la siembra al voleo y la fertilización nitrogenada sobre la implantación de *Chloris gayana* Kunth en la Depresión del Salado 41º Congreso de la Asoc. Argentina de Producción Animal, Mar del Plata, Bs. As. Argentina..
- Gorai, M., y Neffati, M. 2007. Germination responses of *Reaumuria vermiculata* to salinity and temperature. *Annals of Applied Biology* ISSN 003-4746. Institut des Régions Arides, Laboratoire d'Écologie Pastorale, Mederine, Tunisie.

- Gorgas, J., y Bustos, M. 2008. Dinámica y evaluación de los suelos de Córdoba con problemas de drenaje, salinidad y alcalinidad. En: Taleisnik, E., Grunberg, K., y Santa María G. (eds.). La salinización de suelos en la Argentina: su impacto en la producción agropecuaria, pp. 47-63. Córdoba: EDUCC.
- Imaz, J.A., Antonelli, C., y Giménez, D.O. 2012. Introducción de gramíneas megatérmicas forrajeras en una estepa de halófitas de la Pampa Deprimida. *Revista Argentina de Producción Animal* 32 (Sup. 1): 273.
- InfoStat. 2019. InfoStat versión 2019. Grupo InfoStat/FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Ed. Brujas, Cordoba, Argentina.
- Jobbágy, E. G., y Jackson R. B. 2004. Groundwater use and salinization with grassland afforestation. *Global Change Biology* 10: 1299-1312.
- Kellner, K., y de Wet, S. Evaluation of a number of grass species for restoring degraded semi-arid rangelands in southern africa. Disponible en: <https://www.internationalgrasslands.org/files/igc/publications/2001/id2607.pdf> .
- Khan, M. A., Ahmed, M. Z., y Hameed, A. 2006. Effect of sea salt and L-ascorbic acid on the seed germination of halophytes. *Journal of Arid Environments*, 67(3), 535-540.
- Kobayashi, H. 2008. Ion secretion via salt glands in Poaceae. *Japanese Journal of Plant Science*, 2(1), 1-8.



- Lavado, R. 2008. Visión sintética de la distribución y magnitud de los suelos afectados por salinidad en la Argentina. En: Taleisnik, E.; K. Grunberg y G. Santa María (eds.) La salinización de suelos en la Argentina: su impacto en la producción agropecuaria, pp. 11-15. Córdoba: EDUCC.
- Leng, R. A. 1990. Factor affecting the utilization of poor quality forages by ruminant animals particularly under tropical conditions. *Nutritional research. Reviews* 3:277-303.
- Liphschitz, N., y Waisel, Y. 1982. Adaptation of plants to saline environments: salt excretion and glandular structure. In Contributions to the Ecology of Halophytes. Eds DN Sen and KS Rajpurohit, pp. 197–214, Dr W Junk, The Hague. En Hidekazu Kobayashi y 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.
- Lorenz, S., Postulka, E. B., Ferrari, L. 2017. Implantación de *Chloris gayana* Kunth 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., y 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.

Martín, G. O. 2010. Pasturas cultivadas para el NOA: Grama Rhodes. *Revista Producir XXI* 18 (219): 48-52; Bs. As., Argentina.

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.

Montenegro, L. F. 2015. La duración del descanso estratégico previo al primer aprovechamiento primavero-estival ¿afecta la persistencia de *Chloris gayana* Kunth en la Cuenca del Salado? Trabajo Final de Grado para optar al título de Ingeniero Zootecnista, FCA-UNLZ.

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.

Nelson, C. J. 2000. Shoot morphological plasticity of grasses: leaf growth vs. Tillering. Chapter 6. Pp 101-122. En *Grassland ecophysiology and grazing ecology*. 2000 CABI (H ISBN 9780851994529). Editor(s): Lemaire, G. Hodgson, J. Moraes, A. de Nabinger, C. Carvalho, P. C. de F.

Olivera, M. E.; Ferrari, L.; Postulka, E. B; Delboy, N, Montenegro, L. y De Magistra, C. 2014. Implantación de dos cultivares de grama rhodes (*Chloris gayana* Kunth) en suelo hidro-halomorficos de Cuenca del Salado. 37° *Congreso*

*Argentino de Producción Animal* – 2nt Joint Meeting ASAS-AAPA – XXXIX  
Congreso de la Sociedad Chilena – SOCHIPA.

Olivera, M. E, Postulka, E. B, Delboy, N. G, Montenegro, L. F, De Magistra C, Aguirre, M., Valverde, C. y Giudice, R. 2015. Producción de semillas de *Chloris gayana* Kunth en Cuenca del Salado: Calidad fisiológica. 35° *Jornadas Argentinas de Botánica*, Salta, Argentina.

Olivera, M. E, Postulka, E. B, Ferrari, L, Lorenz, S, Andrada, C. A, Diaz, G. P, Gomez Fernandez, M. 2017. Micrositios salinos-sódicos y sódicos como modeladores de la plasticidad de variables estructurales durante la implantación de *Chloris gayana* Kunth. PP 284 40° *Congreso de la Asoc. Argentina de Producción Animal*, UNC, Ciudad de Córdoba. Argentina.

Otondo, J., Rossi, C. A., Pérez, R. A., Jacobo, E. J. y Torr , E. 2010. Implantación y producción de poaceas subtropicales en bajos alcalino-sódicos del pastizal de la depresión del salado. AAPRESID. Planteos Ganaderos, pag. 55.

Otondo, J. 2011. Efectos de la introducción de especies megatérmicas sobre características agronómicas y edáficas de un ambiente halomórfico de la Pampa Inundable. Disponible en:  
<http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/maestria/2011otondoJose.pdf>.

Panero O. 2017. Cómo funcionan las pasturas de implantación rápida. Disponible en: <https://peman.com.ar/es/noticias/c%3Bmo-funcionan-las-pasturas-de-implantaci%3Bn-r%3BA1pida>

Perez, H. E. 2005. Características de las especies forrajeras adaptadas a las condiciones del NO del país Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/leales/info/pdf/caforra.pdf>

Petruzzi, H. J., Stritzler, N. P., Adema, E. O., Ferri, C. M. y Pagella, J. H. 2003. Mijo Perenne. Publicación Técnica N° 51, EEA Guillermo Covas, INTA Anguil.

Postulka, E. B., Olivera, M. E., Montenegro, L. F y Palladino, A. 2015. Relacion entre estructuras morfológicas y calidad forrajera de *Chloris gayana* Kunth. 35° *Jornadas Argentinas de Botanica*, Salta.

Priano, L. J. y M. A. Pilatti. 1989. Tolerancia a la salinidad de forrajeras cultivadas. *Ciencia del suelo* 7 (1-2):113-116.

Ricci, H. R. 2007. Producción Primaria de cuatro Gramíneas Tropicales Perennes Cultivadas en la Llanura Deprimida del Tucumán. 188 págs. ISBN-13 N° 978-98705-3688-8. 11.

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. y 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.

Rossi, Carlos A.; Pérez, Raúl A.; Otondo, José, 2009. Mejoramiento de la Condición Forrajera en los Bajos Alcalinos Sódicos con Especies Subtropicales en I

a Cuenca del Salado. Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Provincia de Buenos Aires, Argentina.

Ruiz, M., y Terenti, O. 2012. Germinación de cuatro pastos bajo condiciones de estrés salino. *Phyton (Buenos Aires)*, 81(2), 169-176.

SIGA INTA.2020.: <http://siga2.inta.gov.ar/>

Schultz, E.F. 1932. La siembra de la Grama Rhodes- Rev. Ind. y Agric.Tuc. 22 (1-2): 51-53.

Skerman, P. J. y Riveros, F. 1989. Tropical Grasses. *Plant production and protection* series No. 23. FAO, Rome.

Tilley, J. M. A., y Terry R. A. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Br. Grassland Soc.* 18:104-111

Toledo, J. M. y Formoso, D. 1993. Sustainability of sown pastures in the tropics and subtropics. *Grassland for our world. Proceeding Congress International of Grassland.* Australia, Nueva Zelandia: 710 - 715.

Torres Carbonell, C., y Marinissen, A. 2010. Pasturas Perennes Megatérmicas: En la región de Bahía Blanca. Disponible en: [http://www.produccionbovina.com/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_cultivadas\\_megatermicas/160-hojatecnica3.pdf](http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/160-hojatecnica3.pdf)

Torres Carbonell, C., y Elizondo, G. 2011. Implantación de megatérmicas en siembra otoñal en el sudoeste bonaerense. Establecimiento Inicial. b.

Respuesta primaveral. Expresión estival. *Revista Argentina de Producción Animal*, 31(1), 476.

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

Wehr, J. B., So, H. B., Menzies, N. W. y Fulton, I. 2005. Hydraulic properties of layered soils influence survival of Rhodes grass (*Chloris gayana* Kunth) during water stress. *Plant and Soil* 270: 287-297.