

Facultad de Ciencias Agrarias

Universidad Nacional del Nordeste

Trabajo Final de Graduación

Modalidad Tesina

**“Efecto de dos frecuencias contrastantes de pastoreo
sobre el desempeño agronómico invernal en líneas
apomícticas avanzadas de *Paspalum notatum* Flüggé”**

Alumno: DURANTE LAGO, Agustín

Director: Ing. Agr. (Dr.) Zilli, Alex Leonel

2023

Los trabajos experimentales aquí descritos fueron realizados en la Cátedra de Forrajicultura de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste.

TESISTA:

Agustín, DURANTE LAGO.....

DIRECTOR:

Alex Leonel, ZILLI.....

INDICE

Agradecimientos	4
Resumen	5
Introducción	6
Objetivos	9
Materiales y métodos	10
Resultados	14
Discusión	19
Conclusión	22
Bibliografía	23

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi familia, a mis padres Ingrid y Carlos, a mis hermanos Juan y Tomás, por ser el apoyo incondicional y la razón para no bajar los brazos nunca durante todos estos años. Y a mi novia Thais, que siempre estuvo presente acompañándome.

A mis compañeros, principalmente a Constanza que sin dudas fue fundamental para rendir cada materia.

A mis amigos, los de siempre y los que tuve el placer de hacer en la facultad, dando ese empuje necesario siempre en todo momento.

A mi director Ing. Agr. (Dr.) Alex Leonel Zilli quien me dio la oportunidad de realizar este trabajo y me brindó todo su conocimiento y apoyo durante la realización del mismo.

A todos los que forman parte de la Cátedra de Forrajicultura de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE, tanto docentes como no docentes, que también fueron parte de este trabajo con sus aportes y experiencias.

A cada docente de la facultad que tuve la suerte de tener en mi paso por cada materia, y a todas aquellas personas que de alguna manera formaron parte de este trayecto. De corazón, gracias.

Resumen

Paspalum notatum Flüggé, es una gramínea forrajera perenne, de ciclo estival, que presenta un buen desempeño aún en sistemas de escaso manejo. El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto de dos frecuencias contrastantes de pastoreo invernal sobre la persistencia y la producción primaria, aérea y subterránea de un grupo de genotipos superiores de *P. notatum*. El material vegetal utilizado constó de 5 líneas apomícticas avanzadas de *P. notatum*, junto con los cultivares Boyero UNNE y *Argentine* como controles. El ensayo se llevó a cabo en la localidad de Riachuelo, Corrientes. El diseño experimental fue de parcelas divididas en franjas siguiendo un arreglo de bloques completos al azar con 3 repeticiones para el factor pastoreo y 6 para el factor genotipo. Las frecuencias de pastoreo utilizadas fueron de 30 días (alta) y 90 días (baja) con un pastoreo de muy alta carga y corta duración, dejando un remanente de 5 cm. Las variables a evaluar fueron: producción de biomasa aérea, biomasa de raíces y rizomas, cobertura de suelo y densidad de macollos. La producción de biomasa aérea fue similar entre frecuencias, encontrándose una pequeña diferencia a favor de la frecuencia alta al final del periodo. El genotipo L37 se destacó en esta variable superando a los demás genotipos, incluyendo los controles. En la biomasa de raíces y rizomas (estructuras de reserva) y los niveles de cobertura no se observaron diferencias significativas entre tratamientos, evidenciándose una diferencia significativa al final del periodo en la biomasa tanto de raíces como de rizomas en comparación con el inicio del ensayo. El genotipo H44 se destacó en la biomasa de raíces, mientras que en biomasa de rizomas no se encontraron diferencias significativas entre líneas. En el porcentaje de cobertura de suelo no se encontraron diferencias significativas entre frecuencias de pastoreo, mientras que, entre genotipos, el cv Boyero UNNE presentó los menores valores. En cuanto a la densidad de macollos, se observó una diferencia significativa al final del periodo a favor de la frecuencia alta de pastoreo. Por otro lado, la densidad de macollos al inicio del ensayo fue mayor a la registrada al final del mismo. En esta variable el genotipo L37 fue la que superó significativamente al resto de las líneas. En conclusión, la frecuencia de pastoreo no tuvo un efecto significativo en la producción de biomasa total, sin embargo, se observó una mayor producción en varias líneas experimentales en comparación a los controles. La acumulación de biomasa de raíces y rizomas durante la etapa invernal fue considerable a pesar del escaso crecimiento de la especie durante este periodo. Por último, los resultados de porcentaje de cobertura y densidad de macollos nos permiten inferir que la especie tiene buen potencial para mantener su persistencia en el ambiente estudiado.

INTRODUCCIÓN

El avance de la frontera agrícola en la región pampeana ha causado dos eventos de relevancia desde el punto de vista productivo en nuestro país. En primer lugar, ha llevado a la ganadería de la región pampeana a un nivel de mayor intensificación, a partir de la adopción de nuevas tecnologías de procesos e insumos, que permitieron captar parte del stock ganadero que fue desplazado por la agricultura (Feldkamp, 2011). En segundo lugar, la otra parte del stock que perdió su lugar en esa región, se fue desplazando al norte del país (Canosa et al., 2009; Feldkamp, 2011), donde la ganadería se realizó tradicionalmente en sistemas de tipo extensivo, sobre pasturas naturales con bajo nivel de adopción de tecnologías (Vázquez et al., 2007, Rearte, 2010). Las cuatro provincias de la región NEA, cuentan con una superficie ganadera de 21.600.000 has, de las cuales menos de un 10% de ésta se encuentra implantada con pasturas, albergando un total de 9.597.702 de cabezas de ganado vacuno, 1.506.535 de ganado ovino y 892.055 de ganado caprino (SENASA, 2017), compartiendo hábitat además con la fauna autóctona. De aquí que la base forrajera de ganadería del NEA son pastizales naturales, con una marcada estacionalidad en su producción forrajera (estival) lo que da lugar a una escasa oferta durante el periodo invernal, llevando a pérdidas en el desempeño animal y a la necesidad de altos costos de suplementación para atravesar dicho periodo. Esta situación ha llevado a una sobrecarga de estos sistemas productivos y a su posterior deterioro, generando una disminución de su eficiencia, como queda reflejado en los bajos índices reproductivos y productivos de la región (Arelovich et al., 2011; Feldkamp, 2011).

El caso del norte argentino representa un desafío importante para la adopción de pasturas implantadas debido a la presencia de un clima subtropical, que limita o impide el uso de especies de climas tropicales y templados de las cuales se cuenta con numerosos cultivares en el mercado. De aquí surge la necesidad de desarrollar cultivares adaptados a la región (tanto al clima como al sistema de manejo y utilización), de elevado potencial productivo, estabilidad a lo largo de sucesivos ciclos productivos y de adecuada producción de semillas, que permita por un lado una rentable multiplicación a los semilleros y por el otro un precio accesible en el mercado (Jank et al. 2011; 2014; Rios et al., 2015).

Paspalum notatum Flüggé, es una especie megatérmica, rizomatoza y perenne, nativa del continente americano y particularmente predominante en campos de pastoreo del sur de Brasil, Paraguay, Uruguay y nordeste de Argentina (Gates et al., 2004). Es una forrajera adaptada al clima subtropical, presentando un buen desempeño aún en

sistemas de escaso manejo (Acuña et al., 2009) como los característicos del norte argentino. Debido a sus destacadas características fue introducida para su cultivo en muchos países del mundo, siendo ampliamente cultivado en el sudeste de Estados Unidos, donde se destaca como uno de los cultivos forrajeros más importantes con alrededor de 2 millones de hectáreas cultivadas (Blount y Acuña, 2009).

Debido a la importancia de la especie, varios trabajos han abordado la evaluación de nuevos materiales selectos intentando aportar a pautas de manejo que permitan optimizar su uso como forraje permitiendo a su vez una prolongada persistencia del tapiz. Interrante et al. (2009b) trabajaron con 4 cultivares de *P. notatum* (entre ellos *Argentine*) donde realizaron cortes durante 3 años con una combinación de frecuencias (7 y 21 días) e intensidades (4 y 8 cm de altura) de defoliación, y determinaron que la acumulación de forraje para el cv *Argentine* fue mayor que el resto. Por otro lado, Vendramini et al., 2013, evaluó 4 cultivares bajo frecuencias de pastoreo de 2 y 4 semanas, reportando que el cultivar *Argentine* fue superado por 2 de los cultivares diploides el primer año, aunque fue levemente superior a los demás cultivares en el segundo año de evaluación. Hayes et al., (2023), trabajaron con dos tratamientos compuestos por una combinación entre frecuencia e intensidad a los que llamaron “intensivo” (2 semanas y 5 cm de altura) y “moderado” (4 semanas y 10 cm de altura), donde reportaron que la mayor acumulación de forraje anual se dio bajo el tratamiento intensivo.

Vendramini et al., (2013), demostraron que el pastoreo frecuente redujo la biomasa de raíces y rizomas en dos de los cultivares evaluados, mientras que en los otros dos se mantenía similar en ambos tratamientos, atribuyendo esta diferencia a los diferentes hábitos de crecimiento entre genotipos, siendo los más rastreros los más tolerantes al pastoreo. Interrante et al., (2009a), demostraron que la biomasa de las estructuras de reserva se vio afectada por las frecuencias de corte a favor de la frecuencia alta (7 días) en comparación a la frecuencia baja (21 días) en los cultivares de porte más rastrero, siendo que en los de porte erecto el comportamiento fue opuesto. Por otra parte, Hayes et al., (2023), no encontraron un efecto significativo de la combinación frecuencia e intensidad de pastoreo sobre la biomasa de raíces y reservas, aunque se reporta una marcada disminución entre el inicio y fin del segundo periodo de evaluación.

Interrante et al. (2009a) probaron una combinación de frecuencias de corte (7 y 21 días) e intensidad (4 y 8 cm de altura) y observaron que la cobertura de *Argentine* no se vio afectada, sin embargo, con una frecuencia de 7 días y una altura de 4 cm, la cobertura de dos de los cultivares más erectos evaluados se redujo en un 40%. Hayes et al., (2023)

encontraron que la cobertura se vio afectada por la interacción periodo x tratamiento, disminuyendo de inicio a fin del periodo de 97 a 72% y de 99 a 90% para los tratamientos intensivo y moderado, respectivamente.

En evaluaciones de densidad de macollos se demostró que no hubo efecto de la frecuencia de cosecha sobre el cultivar *Argentine*, mientras que en aquellos cultivares de porte más erecto se hallaron diferencias significativas en favor de las mayores frecuencias (Interrante et al., 2010). Por el contrario, Vendramini et al., (2013), no encontraron efectos entre cultivares, sin embargo, las parcelas que fueron pastoreadas con mayor frecuencia presentaron un número de macollos menor que aquellas parcelas que fueron pastoreados a intervalos mayores. Hayes et al., (2023), observaron diferencias en favor de las mayores presiones de pastoreo, sin embargo, dichas diferencias no fueron encontradas al final del periodo de evaluación.

El grupo de investigación del Área de Genética y Mejoramiento de especies forrajeras del Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE-UNNE-CONICET) ha estado trabajando en la especie por un largo periodo de tiempo, por lo que se cuenta con una amplia diversidad de germoplasma y extenso conocimiento e información acerca de diversos aspectos de la especie. Durante el desarrollo de una tesis doctoral se obtuvieron 112 híbridos apomícticos de esta especie (Zilli et al., 2015) los cuales fueron selectos a nivel de planta individual en una primera etapa y luego a nivel de parcelas, pasando a etapas más avanzadas un total de 5 líneas seleccionadas en base a su elevada expresión de la apomixis, tolerancia al frío, producción de biomasa, resistencia a enfermedades y poder germinativo de sus semillas. Estas líneas selectas fueron implantadas en la localidad de Riachuelo (Corrientes) bajo un diseño en parcelas divididas, con el fin de evaluar su productividad y persistencia bajo dos frecuencias contrastantes de pastoreo en el periodo estival (15 y 45 días). Debido a que no se cuenta con información del desempeño invernal de la especie y dada la escasez forrajera producto del bache invernal que se produce en esta región, resulta de gran importancia identificar aquellas líneas con un periodo de crecimiento más prolongado a lo largo de este periodo, evaluando a su vez el efecto de dos frecuencias contrastantes de pastoreo sobre la distribución de la producción invernal de forraje, su dinámica en la generación de macollos, biomasa de estructuras de reserva (raíces y rizomas) y cobertura del suelo.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Identificar líneas apomícticas de *P. notatum* con mejor desempeño agronómico junto a prácticas de manejo que permitan una mayor productividad y persistencia.

Objetivos específicos:

- Determinar la producción de forraje invernal de un grupo de líneas apomícticas de *P. notatum* sometidas a frecuencias contrastantes de pastoreo.
- Evaluar la dinámica de la producción de macollos durante el periodo invernal en un grupo de líneas apomícticas de *P. notatum*.
- Realizar un seguimiento periódico del grado de cobertura del suelo y biomasa de raíces y rizomas en un grupo de líneas apomícticas de *P. notatum* durante el periodo invernal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Vegetal

El material vegetal utilizado constó de 5 líneas apomícticas avanzadas de *Paspalum notatum* que demostraron ser superiores en base a sus niveles de germinación y desempeño agronómico (producción primaria, tolerancia al frío, producción de semillas, etc.) a nivel plantas individuales y microparcelas por lo que son considerados nuevos cultivares potenciales. Además, se incluyeron a los cultivares apomícticos *Boyero-UNNE* y *Argentine* como controles. Las 5 líneas son híbridos F₁ cuyas características se mantienen en sucesivas generaciones gracias a su reproducción apomíctica (reproducción clonal a través de semillas).

El material selecto se caracteriza por presentar diferentes hábitos de crecimiento, siendo la línea J7 y el cv *Boyero-UNNE* de porte erecto, el cv *Argentine* y las líneas H44 y J21 de hábito postrado, y por último las líneas L37 y K14 de un hábito intermedio entre éstas últimas.

Ubicación

El ensayo fue instalado dentro de un predio ubicado en la localidad de Riachuelo, distante a 20 km al sur de la ciudad de Corrientes (27°38'12"S; 58°44'47"O), sobre un suelo Argiudol perteneciente a la serie Treviño.

Datos meteorológicos del periodo de evaluación

Para el análisis de los datos de precipitaciones se consideraron los meses de abril a noviembre, correspondientes al periodo de evaluación. Como referencia se tomó en cuenta la media histórica de 25 años (1968 – 1992) para la localidad de Riachuelo, datos que fueron aportados por la Estación Experimental Agropecuaria del INTA El Sombrero, en el departamento de Empedrado, Corrientes (Tabla 1).

Tabla 1: Comparación entre las precipitaciones acumuladas durante el periodo de evaluación y la media histórica de todos los meses durante los años 1968 – 1992.

Mes	Precipitación acumulada (mm)		Diferencia entre medias
	Año 2021	Histórico	
Abril	90,6	187,4	-96,8
Mayo	26,6	105,4	-78,8
Junio	90,4	83,7	6,7
Julio	0,6	42,1	-41,5
Agosto	4,2	49,5	-45,3
Septiembre	106,2	64,8	41,4
Octubre	85,6	117,3	-31,7
Noviembre	343,8	142,4	201,4

Cultivo y Diseño Experimental

Las unidades experimentales constaron de parcelas de 2,1 m x 2,1 m. El factor principal fue la frecuencia de pastoreo impuesta durante el periodo invernal, donde se tomaron una frecuencia alta (30 días) y una frecuencia baja (90 días), y como sub-parcela los genotipos bajo evaluación. El diseño experimental utilizado fue de parcelas divididas en franjas siguiendo un patrón de bloques completos al azar con 3 repeticiones para el factor pastoreo y 6 para el factor genotipo. Se realizó un ensayo constituido por 14 tratamientos con 3 repeticiones (42 parcelas en total). Para el pastoreo se utilizó una carga animal alta y una corta duración, equivalente a 190 EV/ha, dejando un remanente de aproximadamente 5 cm (Figura 1).

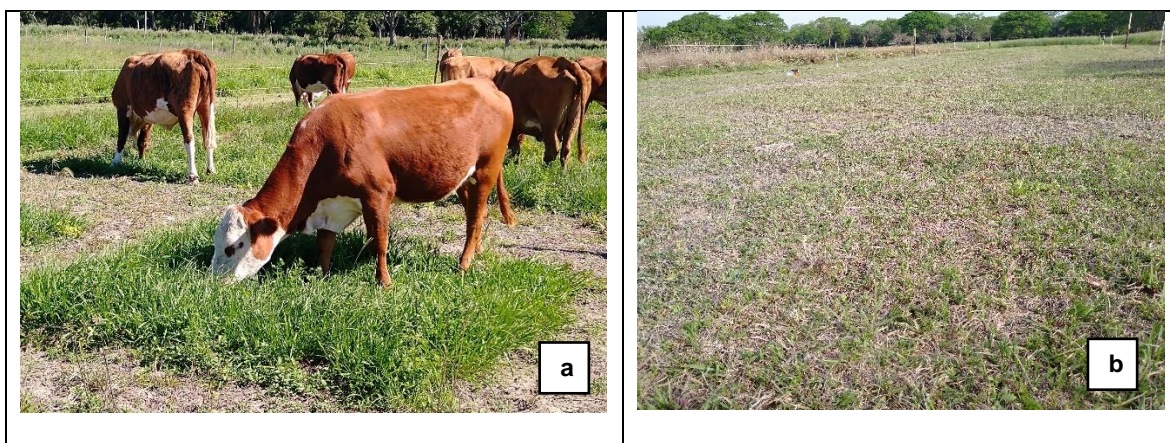


Figura 1: a) Parcelas de *P. notatum* bajo pastoreo. **b)** Parcelas de *P. notatum* posterior al pastoreo.

Actividades

Se determinó la cantidad de forraje disponible (en g de MS m⁻²) mediante el uso de cuadros de 0,25 m x 0,25 m arrojados de forma aleatoria en cada parcela y cosechando a mano el material presente a más de 5 cm sobre el nivel del suelo. El material vegetal posteriormente fue llevado a estufa a 60 °C para su secado hasta peso constante para luego determinar el peso en materia seca (MS) y extrapolarlo a Kg MS/ha.

Paralelamente con los muestreos para producción de forraje y previo al corte del material, se procedió a contabilizar el número de macollos presentes dentro del marco de 0,25 m x 0,25 m. Dicha medición se efectuó al inicio y final del periodo de evaluación.

En este período de evaluación, se realizó la estimación del grado de cobertura del suelo de cada genotipo, medida en base a la cobertura del canopeo sobre 1 m² de la parcela mediante un cuadro subdividido en 100 celdas.

La estimación de la biomasa de estructuras de reservas se realizó a partir del muestreo de raíces y rizomas mediante un barreno de 7,5 cm de diámetro y a una profundidad de 20 cm (Figura 2). Dichas muestras fueron lavadas sobre una malla de 2 mm x 2 mm y se procedió a la separación de las raíces y rizomas para posteriormente ser secado en estufa a 60 °C hasta peso constante donde se determinó el peso en materia seca (MS) y luego extrapolarlo a Kg MS/ha (Figura 2). Se tomaron 2 sub-muestras por parcela para obtener un promedio de cada una.



Figura 2: a) Muestreo de suelos para la determinación de biomasa de raíces y rizomas. b) Pesaje de muestras de raíces y rizomas por separado, posterior al secado en estufa, para determinar g MS m^{-2} .

Los datos obtenidos fueron evaluados mediante el software *Info-Stat* (Di Rienzo et al., 2019) con conexión al software R utilizando modelos lineales mixtos, donde los factores fijos fueron genotipo y frecuencia de pastoreo, y el factor aleatorio fueron los bloques. Las medias fueron comparadas utilizando el Test LSD de Fisher.

RESULTADOS

Producción de biomasa aérea

Con el fin de realizar comparaciones entre frecuencias, los valores de producción de biomasa por corte se presentan ajustados al intervalo de baja frecuencia, es decir cada valor de frecuencia alta comprende el acumulado de 3 cortes sucesivos realizados a intervalos de 30 días, mientras que en el de baja frecuencias dicho valor corresponde a un único corte realizado con un intervalo de 90 días. Cuando analizamos los valores de producción de biomasa aérea total para las dos frecuencias de pastoreo utilizadas, se observa que no hubo diferencias significativas entre ellas, obteniendo un acumulado de 340,95 y 306,35 g MS m⁻² para las frecuencias alta y baja, respectivamente (Tabla 2). Al analizar los distintos momentos de corte realizados, se observa que para las primeras dos fechas no se encuentran diferencias significativas entre frecuencias de pastoreo, mientras que si se observa una diferencia a favor de la frecuencia alta en el último corte realizado hacia el final del periodo (146,61 vs 113,72 g m⁻²) (Tabla 2).

Tabla 2: Análisis comparativo entre frecuencias de pastoreo para la variable biomasa aérea en un grupo de genotipos de *P. notatum*.

Variable	Frecuencia de pastoreo	
	Alta	Baja
Biomasa aérea (g MS m ⁻²) 14/04/21	131,35 ^a *	144,30 ^a
Biomasa aérea (g MS m ⁻²) 11/08/21	62,99 ^a	48,33 ^a
Biomasa aérea (g MS m ⁻²) 04/11/21	146,61 ^a	113,72 ^b
Biomasa aérea acumulada (g MS m ⁻²)	340,95 ^a	306,35 ^a

*Medias con letras distintas indican diferencias significativas dentro de una misma fila para el test LSD de Fisher al 5%.

Al evaluar las medias de los genotipos, se puede observar que la línea L37 tuvo una producción de materia seca aérea significativamente superior al resto de los genotipos, superando en un 42% a la media de los demás, y en un 30% y 52% a los cultivares *Boyero* y *Argentine* respectivamente (Gráfico 1).

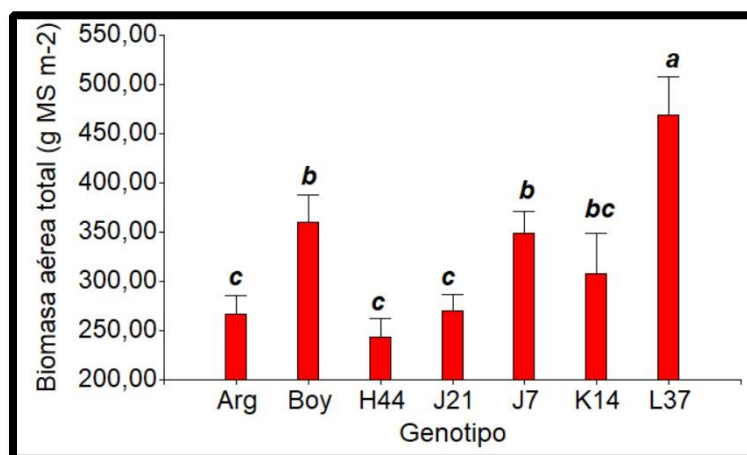


Gráfico 1: Biomasa aérea total (g MS m⁻²) para los 7 genotipos de *P. notatum* a través de las dos frecuencias de pastoreo. Letras diferentes indican diferencias para el test LSD de Fisher al 5%.

Producción de biomasa de raíces y rizomas

En cuanto a las estructuras de reserva (raíces y rizomas), hubo una interacción entre las fechas de análisis y los genotipos. En el análisis realizado tanto al inicio del periodo como al final del mismo, no se observaron diferencias entre las frecuencias de pastoreo alta y baja para ninguna de las estructuras (Tabla 3). Por otro lado, se observa una amplia diferencia en la biomasa tanto para raíces (230,88 vs 309,96 g MS m⁻²) como rizomas (216,59 vs 772,99 g MS m⁻²) a favor de las mediciones realizadas al final del periodo (Tabla 6).

Tabla 3: Análisis comparativo entre frecuencias de pastoreo para la variable biomasa de raíces y rizomas en un grupo de genotipos de *P. notatum*.

Variable	Frecuencia de pastoreo	
	Alta	Baja
Raíces (g MS m ⁻²) 26/04/21	242,76 ^a *	218,99 ^a
Raíces (g MS m ⁻²) 04/11/21	296,66 ^a	323,26 ^a
Rizomas (g MS m ⁻²) 26/04/21	234,84 ^a	198,20 ^a
Rizomas (g MS m ⁻²) 04/11/21	756,29 ^a	789,68 ^a

*Medias con letras distintas indican diferencias significativas dentro de una misma fila para el test LSD de Fisher al 5%.

Al discriminar entre genotipos, la línea H44 supera a las demás en biomasa de raíces, incluyendo los controles, donde el cv *Boyero* fue el que se diferencia de todos con los valores más bajos (Gráfico 2). Mientras que para los rizomas, las medias para cada línea no difirieron. Por otro lado, *Boyero* presenta los valores más bajos para ambas variables.

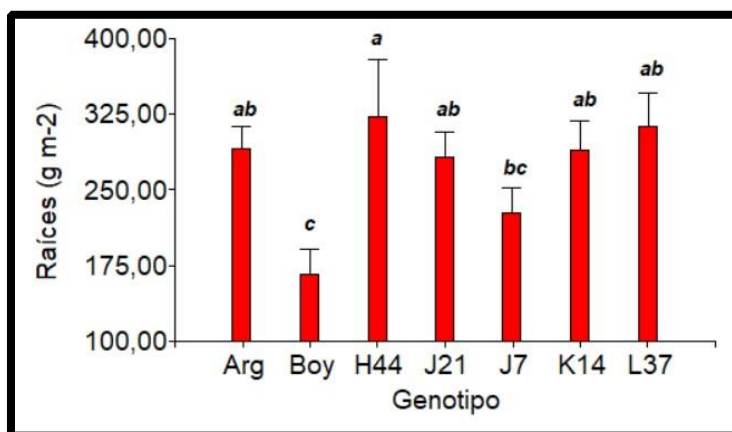


Gráfico 2: Biomasa total de raíces (g MS m-2) para los 7 genotipos de *P. notatum*. Letras diferentes indican diferencias para el test LSD de Fisher al 5%.

Cobertura

Para esta variable también hubo interacción entre las fechas de análisis y los genotipos. Cuando se compararon las frecuencias de pastoreo, no se encontraron diferencias significativas para ambos tratamientos tanto al inicio como al final del periodo, presentando en todos los casos porcentajes de cobertura superiores al 90% (Tabla 4). Comparando las medias obtenidas al inicio con las obtenidas al final del periodo tampoco se encontraron diferencias significativas (97,95 vs 97,05%, respectivamente) (Tabla 6). Cuando discriminamos entre genotipos, el cultivar *Boyero* fue el que presentó los valores más bajos, dando una media del 91% en comparación con el resto de los genotipos evaluados, siendo éste un valor relativamente alto de todas formas (Gráfico 3).

Tabla 4: Análisis comparativo entre frecuencias de pastoreo para la variable porcentaje de cobertura en un grupo de genotipos de *P. notatum*.

Variable	Frecuencia de pastoreo	
	Alta	Baja
Cobertura de suelo inicial (%) 26/04/21	97,81 ^a *	98,10 ^a
Cobertura de suelo final (%) 04/11/21	97,33 ^a	96,76 ^a

*Medias con letras distintas indican diferencias significativas dentro de una misma fila para el test LSD de Fisher al 5%.

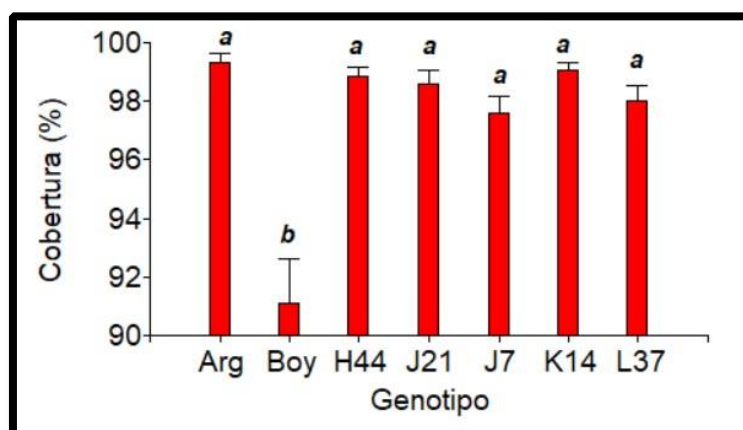


Gráfico 3: Porcentaje de cobertura vegetal para los 7 genotipos de *P. notatum*. Letras diferentes indican diferencias para el test LSD de Fisher al 5%.

Densidad de macollos

Con respecto a la densidad de macollos, hubo interacción entre las frecuencias de pastoreo y las fechas de análisis. Los resultados muestran una diferencia significativa en el muestreo realizado al final del periodo a favor de la frecuencia alta de pastoreo, donde los valores fueron de 1125,33 vs 789,33 macollos m⁻² para la frecuencia alta y baja respectivamente (Tabla 5). Al analizar por fechas, en el conteo de macollos se observó que al inicio del periodo hay una diferencia significativa en comparación con el final del mismo (1055,24 y 957,33 macollos m⁻²) (Tabla 6). En la comparación realizada entre genotipos, la línea L37 fue la que superó significativamente al resto, mientras que el cv Boyero fue el que presentó los valores más bajos (Gráfico 4).

Tabla 5: Análisis comparativo entre frecuencias de pastoreo para la variable densidad de macollos en un grupo de genotipos de *P. notatum*.

Variable	Frecuencia de pastoreo	
	Alta	Baja
Macollos (N° m ⁻²) 14/04/21	1069,71 ^a *	1040,76 ^a
Macollos (N° m ⁻²) 04/11/21	1125,33 ^a	789,33 ^b

*Medias con letras distintas indican diferencias significativas dentro de una misma fila para el test LSD de Fisher al 5%.

Tabla 6: Análisis comparativo entre inicio y final de periodo para las variables biomasa de raíces y rizomas, porcentaje de cobertura de suelo y densidad de macollos.

Variable	Fecha de muestreo	
	Inicio	Final
	26/4/2021	4/11/2021
Raíces (g MS m ⁻²)	230,88 ^b *	309,96 ^a
Rizomas (g MS m ⁻²)	216,59 ^b	772,99 ^a
Cobertura de suelo (%)	97,95 ^a	97,05 ^a
Macollos (N° m ⁻²)	1055,24 ^a	957,33 ^b

*Medias con letras distintas indican diferencias significativas dentro de una misma fila para el test LSD de Fisher al 5%.

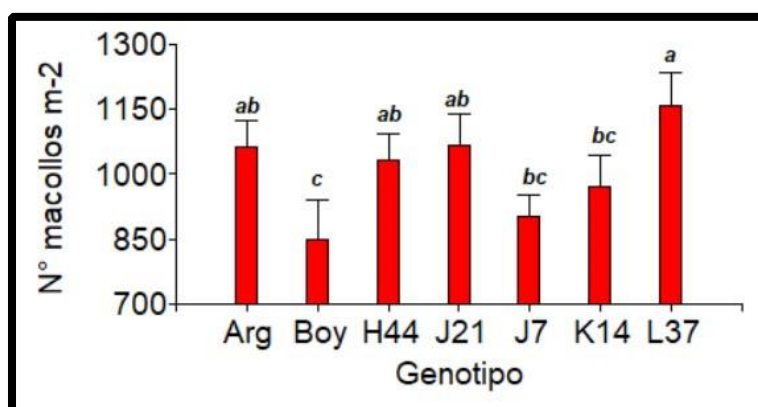


Gráfico 4: Número de macollos por unidad de superficie para los 7 genotipos de *P. notatum*. Letras diferentes indican diferencias para el test LSD de Fisher al 5%.

DISCUSIÓN

Producción de biomasa aérea

Al analizar los resultados de biomasa aérea acumulada durante todo el periodo de evaluación, podemos ver una baja producción invernal en comparación a su producción estival, lo que está en relación a la sensibilidad de la especie, al acortamiento del fotoperiodo y a las bajas temperaturas del periodo (Sinclair et al., 2003). A este debemos agregar que las precipitaciones registradas durante el periodo fueron marcadamente inferiores a la media histórica registrada para la localidad (Tabla 1), por lo que la disponibilidad hídrica fue una limitante adicional al crecimiento. La ausencia de efecto de las frecuencias contrastantes de pastoreo indicaría no solo que la especie presenta una alta tolerancia al pastoreo intenso como reportan Interrante et al. (2009b), sino que además con un pastoreo muy intenso produce tanto como con pastoreos con mayor tiempo de descanso. La ausencia de efecto sobre los niveles de cobertura de suelo y biomasa de estructuras de reserva apoyarían esta conclusión. Sin embargo, un mayor periodo de evaluación sería necesario para validar dicha hipótesis. Todos los trabajos de evaluación de la especie bajo pastoreo fueron realizados para el periodo estival, por lo que los resultados del presente trabajo para el periodo invernal resultan inéditos.

Estos resultados difieren de los reportados por Vendramini et al., (2013), donde usando frecuencias de 2 y 4 semanas durante el periodo estival, observaron mayores acumulaciones de biomasa aérea para la frecuencia más baja, mientras que en este estudio no se encontraron diferencias significativas entre ambas frecuencias. Por otro lado, en el trabajo realizado por Hayes et al., (2023), donde se utilizaron las mismas frecuencias de 2 y 4 semanas, pero en combinación con intensidades de 5 y 10 cm de altura remanente, la acumulación de forraje fue mayor para el tratamiento intensivo (2 semanas y 5 cm de altura) en comparación con el tratamiento moderado (4 semanas y 10 cm).

Producción de biomasa de raíces y rizomas

En el presente trabajo no se observaron efectos del genotipo ni de la frecuencia de pastoreo sobre la acumulación de biomasa de rizomas, mientras que para el caso de raíces los genotipos de hábito de crecimiento intermedio y rastrero presentaron mayor acumulación de raíces que los erectos, sin encontrar efecto de la frecuencia de pastoreo. Por su parte Interrante *et al.*, (2009a), evaluaron un grupo de cultivares de *P. notatum* con diferentes hábitos de crecimiento bajo dos intensidades y frecuencias de corte, reportando que aquellos cultivares de porte más rastrero a intermedio no modificaron su producción de raíces y rizomas a altas frecuencias e intensidades de defoliación,

mientras que dichas estructuras fueron significativamente afectadas en aquellos cultivos de porte más erecto. La presencia de rizomas en la especie (estructuras de reserva por excelencia) representa un atributo importante para la especie, permitiéndole soportar altas presiones de pastoreo y a su vez permiten formar unidades de dispersión aumentando la cobertura del suelo. Un adecuado balance entre estructuras de reserva y producción de biomasa aérea es fundamental en un cultivar forrajero, optimizando la producción de forraje y a su vez garantizando la persistencia del tapiz. Dicha característica fue objeto de selección en las líneas evaluadas, por lo que dicho proceso se ve reflejado en los resultados obtenidos en este trabajo.

Cobertura

Los altos niveles de cobertura observados tanto al inicio como final del periodo de evaluación y en todos los genotipos, puede relacionarse con que esta especie, dado su hábito de crecimiento más prostrado en comparación a otras megatérmicas y la presencia de rizomas como unidades de dispersión, le permite lograr una mayor cobertura de suelo aún en condiciones adversas como las observadas en este trabajo (bajas temperaturas, días cortos y escasas precipitaciones).

La menor cobertura de suelo observada para el cultivar *Boyero*, con respecto al resto, pueden deberse a que este genotipo presenta la característica de tener un porte mucho más erecto, con rizomas más cortos (Urbani et al., 2017) y menor densidad de macollos, en comparación al resto de los genotipos que presentan un porte más bien intermedio a rastrero. Estos valores más bajos pueden deberse a que al ser sometido a pastoreos frecuentes, este genotipo de porte bajo con una densidad de macollos menor que el resto, no permite que logre una mayor expansión para lograr una mayor cobertura del suelo. Sin embargo, a pesar de ello mantiene un valor de cobertura relativamente alto (91%).

Resultados reportados por Hayes et al., (2023), demuestran que la cobertura se vio afectada por una alta presión de pastoreo, disminuyendo desde el principio hasta el final del periodo, de 97% a 72% para el pastoreo intensivo y de 99 a 90% para el pastoreo moderado, siendo más marcada en aquellos genotipos más erectos. Esto indica que aquellas líneas que presentan valores bajos de cobertura, sumado a una menor biomasa de raíces y rizomas, presenten una menor persistencia cuando se pastoreen con mayor frecuencia.

Densidad de macollos

La densidad de macollos de un tapiz vegetal resulta clave en su productividad, ya que esta última es una función directa del número de macollos por unidad de superficie y el peso de estos macollos (Chapman y Lemaire, 1993). La densidad y peso de macollos es una característica fuertemente influenciada por el genotipo, sin embargo, factores ambientales como la disponibilidad de nutrientes, humedad de suelo y frecuencia e intensidad de pastoreo pueden modificar estas variables. En términos generales, el mecanismo de defensa de las plantas forrajeras al ser sometidas a una intensa y frecuente defoliación, es tratar de exponer una menor proporción de hojas, ubicándolas más cerca del nivel suelo mediante una reducción del tamaño de los macollos y un aumento de su densidad, logando de esa forma mantener altos índices de área foliar e interceptación de radiación (Chapman y Lemaire, 1993). En concordancia con ello, en el presente trabajo se pudo evidenciar que luego de 6 meses de evaluación bajo pastoreo, la frecuencia más alta presentó una mayor densidad de macollos. Por otro lado, Interrante et al., (2010), reportaron una ausencia de efecto de las frecuencias e intensidades de pastoreo en el cv *Argentine*, de hábito de crecimiento rastrero, mientras que observaron un aumento significativo de la densidad de macollos en aquellos cultivares de hábito erecto. Sin embargo, en otro trabajo realizado por Vendramini et al., (2013), reportan que los valores de densidad de macollos fueron mayores en las parcelas con frecuencias de pastoreo más bajas y que eso podía deberse a una menor tasa de aparición de macollos y/o que éstos estén muriendo a causa del pastoreo más frecuente. Hayes et al., (2023), mencionan que no se hallaron diferencias significativas entre comienzo y final del experimento para cualquiera de los tratamientos y que la mayoría de las líneas no diferían de *Argentine*, cultivar utilizado como control.

CONCLUSIÓN

La producción de biomasa aérea acumulada no se vio afectada por las diferentes frecuencias de pastoreo evaluadas, solo observándose una diferencia significativa en el último corte realizado a favor de la frecuencia más alta. En cuanto a los genotipos evaluados, se destaca la producción de biomasa aérea por parte de la línea L37 sobre las demás, incluyendo a los controles cv *Boyero* y cv *Argentine*. La acumulación de estructuras de reserva durante el invierno fue considerable para ambos tratamientos a pesar del escaso crecimiento de la especie durante la época en la cual se realizaron los muestreos. En cuanto al porcentaje de cobertura del suelo y la densidad de macollos, la especie tiene un buen comportamiento frente a altas frecuencias de pastoreo en la etapa invernal, lo que demuestra una buena persistencia y tolerancia a dichos manejos como los que se utilizan en los sistemas ganaderos de la región. Para la densidad de macollos, se observó que la especie muestra una plasticidad que le permite aumentar su densidad de macollos ante una alta presión de pastoreo sin afectar su producción de biomasa ni su persistencia.

Debemos considerar que las precipitaciones registradas durante el periodo de evaluación estuvieron marcadamente por debajo de las observadas en registros históricos, por lo que dicho fenómeno comprometió el desempeño normal de la especie. Aun así, las variables indicadoras de la persistencia se mantuvieron en altos valores en todos los genotipos evaluados inclusive bajo una alta frecuencia de pastoreo.

Los genotipos evaluados presentaron diferente desempeño entre las variables estudiadas, por lo que esta información será de utilidad para el programa de mejoramiento del grupo de investigación del Área de Genética y Mejoramiento de especies forrajeras del IBONE.

BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, C.A., Blount A.R., Quesenberry K.H., Kenworthy K.E., Hanna W.W. 2009. *Crop Sci.* 49:581–588.
- Arelovich, H.M., Bravo, R.D., Martínez M.F. 2011. *Animal Frontiers* 1: p. 37-45.
- Blount, A.R., Acuña C.A. 2009. Bahiagrass. In: R.J. Singh, editor, *Genetic resources, chromosome engineering, and crop improvement series: Forage crops*. Vol. 5. CRC Press, Boca Raton, FL. p. 81–101.
- Canosa, F.R., Iriarte, I., Tonelli, V. 2009. El futuro de la ganadería. *Boletín de la Asociación Argentina de AnGus*. Bs. As. 6 pp.
- Chapman, D.F., Lemaire, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. *Proceedings of the XVIIth International Grassland Congress*. Palmerston North, New Zealand. pp 95-104.
- Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. InfoStat Versión 2019. Disponible online: <https://www.infostat.com.ar>
- Feldkamp, C.R. 2011. Beef production in Argentina: situation and challenges. In: J. O'Rourke, editor, *Proceedings of the 9th International Rangeland Congress*, Rosario, Argentina. p. 26–30.
- Gates, R.N.; Quarín, C.L.; Pedreira, C.G.S. 2004. Bahiagrass. In: L.E. Moser, et al., editors, *Warm-season (C4) grasses*. Agron. Monogr. 45. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI: p.651–680.
- Hayes, H. A.; Wallau, M. O.; Caram, N.; Sollenberger, L. E.; Kenworthy, K. E.; Van Santen, E. 2023. Early-stage evaluation of grazed tetraploid bahiagrass experimental entries. *Crop Science*: doi 10.1002/csc2.20930.
- Interrante, S. M., L. E. Sollenberger,* A. R. Blount, S. W. Coleman, U. R. White, K. Liu. 2009a. Defoliation Management of Bahiagrass Germplasm Affects Cover and Persistence-Related Responses. *Agron. J.* 101:1381–1387.
- Interrante, S.M., L.E. Sollenberger, A.R. Blount, U.R. White, K. Liu, and S.W. Coleman. 2009b. Defoliation management of bahiagrass germplasm dry matter yield and herbage nutritive value. *Agron. J.* 101:989–995. doi:10.2134/agronj2008.0236x
- Interrante, S. M., Sollenberger, L. E., Blount, A. R. S., White-Leech, R., & Liu, K. (2010). Bahiagrass tiller dynamics in response to defoliation management. *Crop Science*, 50(5), 2124-2132. <https://doi.org/10.2135/cropsci2010.01.0002>.
- Jank, L., Valle, C.B., Resende, R.M.S. 2011. *Crop Breed. Appl. Biot.* S1: 27-34.
- Jank, L., Barrios S.C., do Valle C.B., Simeão R.M., Alves G.F. 2014. *Crop Pasture Sci.* 65:1132–1137.

- Rearte, D.H. 2010. Situación actual y prospectiva de la producción de carne vacuna. II Programa Nacional de Carnes. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina.
- Rios, E., Blount, A., Harmon, P., Mackowiak, C., Kenworthy, K., Quesenberry, K.H. 2015. Plant Health Progress 2: 16: 56-62.
- SENASA, 2017. Distribución de existencias bovinas por categoría. SIGSA, Dirección de Control de Gestión y Programas Especiales, Dirección Nacional de Sanidad Animal.
- Sinclair, T.R., Ray, J.D., Mislevy, P., Premazzi, L.M. 2003. Growth of subtropical forage grasses under extended photoperiod during short daylength months. Crop Science 43: 618-623.
- Urbani, M.H., Acuña, C.A., Doval, D.W., Sartor, M.E., Galdeano, F., Blount, A.R., Quesenberry, K.H., Mackowiak, C.L., Quarín, C.L. 2017. Registration of “Boyero UNNE” Bahiagrass. Journal of Plant Registrations 11: 26-32.
- Vázquez, P., Rojas, M.C., Burges, J.C. 2007. Revista Argentina de Producción Animal 27 Supl. 1: 295-296.
- Vendramini, J. M. B., L.E. Sollenberger, A.R. Blount, A.D. Aguiar, L. Galzerano, A.L.S. Valente, E. Alves, L. Custodio. 2013. Agron. J. 105:938–944.
- Zilli, A.L., E.A. Brugnoli, F. Marcón, M. B. Billa, E.F. Rios, E.J. Martínez, and C.A. Acuña. 2015. Crop Sci. 55:1189–1201.