

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**OPTIMIZACIÓN FENOLÓGICA PARA LA PRODUCCIÓN DE
SEMILLAS DE *PASPALUM DILATATUM***

por

Francisco Gastón DUGROS BAUER

Carlos María GONZÁLEZ ECHEVERRÍA

**Trabajo final de grado
presentado como uno de los
requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo**

MONTEVIDEO

URUGUAY

2024

PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo final de grado aprobado por:

Director:

Zootecnista. MSc. PhD. Patricia Bertoncelli

Tribunal:

Zootecnista. PhD. Patricia Bertoncelli

Lic. Bioq. (Mag. Dr.) Nicolás Glison

Ing. Agron. PhD. Javier Garcia Favre

Fecha: 24/01/2024

Estudiantes:

Francisco Dugros Bauer

Carlos María González Echeverría

AGRADECIMIENTOS

A nuestros padres y familiares, por el apoyo brindado durante toda la carrera.

A todos los amigos de la vida y aquellos que nos acompañaron en la carrera.

A Leonardo quien nos ayudó para poder realizar el germinador.

A todos los docentes y funcionarios de Facultad de Agronomía que colaboraron en la realización del presente trabajo.

Especialmente a nuestra tutora, la Zootecnista, MSc. PhD. Patricia Bertoncelli y familia.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTOS	3
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS	6
RESUMEN.....	7
SUMMARY	8
1. INTRODUCCIÓN	9
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1. CONTEXTO REGIONAL DE LOS RECURSOS FORRAJEROS.....	11
2.1.1. Características de producción del campo natural.....	11
2.2. GENERO <i>Paspalum</i>	14
2.3. GENERALIDADES DE <i>Paspalum dilatatum</i>	14
2.4. COMPORTAMIENTO DE <i>Paspalum dilatatum</i> EN MEZCLA CON OTRAS ESPECIES.....	15
2.5. TIPOS DE REPRODUCCIÓN	16
2.5.1. Reproducción Sexual.....	16
2.5.2. Reproducción Asexual Apomíctica.....	16
2.6. ECOTIPOS DE <i>Paspalum dilatatum</i> EN URUGUAY	17
2.6.1. Descripción de ecotipos trabajados	17
2.7. MORFOGÉNESIS.....	18
2.7.1. Descripción morfológica de <i>Paspalum dilatatum</i>	18
2.8. PRODUCCIÓN DE SEMILLAS	19
2.8.1. Floración de <i>Paspalum dilatatum</i>	19
2.8.2. Fisiología de la semilla	20
2.8.3. Dormición	21
2.8.4. Calidad de semillas.....	22
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1. UBICACION DEL ENSAYO.....	23
3.2. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	23
3.3. RELEVAMIENTO DE DATOS	24
4. RESULTADOS	27
4.1. DATOS METEOROLÓGICOS	27

4.2 ANÁLISIS DE VARIANZA	28
4.3 VARIABLES DEL RENDIMIENTO DE SEMILLAS.....	30
4.4 CALIDAD DE SEMILLAS	32
5. DISCUSIÓN.....	40
6. CONCLUSIONES	45
7. BIBLIOGRAFÍA	46
8. ANEXO.....	53

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla No.

Tabla 1. Análisis de varianza para las variables de inflorescencias y peso de semillas.....	28
Tabla 2. Análisis de varianza para la variable peso de mil semillas (PMS)	29
Tabla 3. Análisis de varianza para las variables de germinación, y categoría de semillas.....	30
Tabla 4. Comparación de medias para la tanda 1 y tanda 2	31
Tabla 5. Porcentaje de Germinación total para la interacción material x cosecha.....	33

Figura No.

Figura 1. Promedios mensuales de temperaturas del aire máximas, mínimas y medias durante el período de octubre de 2019 a junio 2020.....	27
Figura 2. Precipitaciones mensuales registradas en el período de octubre 2019 a junio 2020.....	27
Figura 3. Interacción cosecha x tanda para el peso de semilla limpia – vacía (g) por planta.....	31
Figura 4. Interacción material x tanda para el Porcentaje de germinación total ...	32
Figura 5. Interacción material x tanda para porcentaje de semillas vacías	33
Figura 6. Interacción cosecha x tanda para el porcentaje de semillas vacías.....	34
Figura 7. Interacción material por tanda para el porcentaje de semillas duras	35
Figura 8. Interacción material x tanda para el porcentaje de semillas blandas	36
Figura 9. Interacción material por tanda para el porcentaje de germinación total (total-vacías).....	37
Figura 10. Interacción material x tanda para el peso de mil semillas (g)	38
Figura 11. Interacción cosecha x tanda para el peso de mil semillas (g).....	39

RESUMEN

En las diversas regiones agroecológicas de Uruguay, se observa una notable variabilidad en la producción de forraje, condicionada por las condiciones edafoclimáticas. Entre las alternativas consideradas para paliar la escasez estacional de forraje en los distintos escenarios, destaca la incorporación de especies cultivadas perennes de ciclo estival y metabolismo C4. Dentro del conjunto de especies nativas preponderantes en los Pastizales del Río de la Plata, destaca la gramínea *Paspalum dilatatum*. Esta especie, sobresale por su notable capacidad productiva y de adaptación a diversas condiciones. Actualmente, las semillas del material comercial se importan desde Australia, donde además de las condiciones ambientales favorables, cuentan con un mayor dominio de las técnicas de producción de semillas. Aunque el material es autóctono de Uruguay, el limitado conocimiento acerca de la morfofisiología reproductiva de estas plantas conlleva a rendimientos de semillas que resultan económicamente inviables. Esta dificultad en la producción de semilla nacional se atribuye a una característica común en las gramíneas, que es la emisión constante de panojas, es decir, la etapa reproductiva coincide con la fase vegetativa. En base a la caracterización de la curva de floración, el presente trabajo se realizó con el fin de determinar la etapa de máxima producción de semilla de *Paspalum dilatatum*. Se planteó como objetivo evaluar el efecto de la fecha de cosecha ajustada fenológicamente sobre el volumen y calidad de semillas producidas, en dos momentos del año para distintos materiales. Este trabajo fue realizado en base a un diseño experimental utilizado bloques al azar con tres repeticiones, donde fueron utilizados cinco genotipos de *Paspalum dilatatum*. El relevamiento de datos consistió en la fijación del momento cero para cada parcela, mediante el conteo semanal de inflorescencias completamente desarrolladas. Se realizaron dos períodos de cosechas, una de diciembre a enero y la otra de abril a mayo. Con el fin de poder comparar las dos tandas de producción de semillas, se pudo determinar que la tanda 1 fue superior a la tanda 2 para las variables estudiadas. Por tanto, se valida la hipótesis de que sí hay un momento óptimo para la producción de semillas de *Paspalum dilatatum*.

Palabras Clave: perenne estival, pasturas, gramíneas, metabolismo C4, pasturas cultivadas.

SUMMARY

In the various agro-ecological regions of Uruguay, there is a notable variability in forage production, conditioned by soil and climatic conditions. Among the alternatives considered to alleviate the seasonal scarcity of fodder in the different scenarios, the incorporation of perennial cultivated species of summer cycle and C4 metabolism stands out. Within the set of native species preponderant in the Grasslands of the Río de la Plata, the grass *Paspalum dilatatum* is particularly noteworthy. This species distinguished for its remarkable productive capacity and adaptation to various conditions. Currently, the seeds of the commercial material are imported from Australia, where in addition to the favorable environmental conditions, they have a greater mastery of seed production techniques. Although the material is indigenous to Uruguay, the limited knowledge about the reproductive morphophysiology of these plants leads to seed yields that are economically unviable. This difficulty in the production of national seed is attributed to a common characteristic in grasses, which is the constant emission of buds, i.e., the reproductive stage coincides with the vegetative phase. Based on the characterization of the flowering curve, the present work was carried out in order to determine the stage of maximum seed production of *Paspalum dilatatum*. The objective was to evaluate the effect of the phenologically adjusted harvest date on the volume and quality of seeds produced, at two times of the year for different materials. This work was carried out based on an experimental design using randomized blocks with three replicates, where five genotypes of *Paspalum dilatatum* were used. The data collection consisted of fixing the zero moment for each plot, by means of the weekly count of fully developed inflorescences. Two harvest periods were held, one from December to January and the other from April to May. In order to be able to compare the two batches of seed production, it was possible to determine that batch 1 was superior to batch 2 for the variables studied. Therefore, the hypothesis that there is an optimal time for the production of *Paspalum dilatatum* seeds is validated.

Keywords: summer perennial, pastures, grasses, C4 metabolism, cultivated pastures.

1. INTRODUCCIÓN

En las diversas regiones agroecológicas de Uruguay, se observa una notable variabilidad en la producción de forraje, tanto interanual como intraanual. Esta fluctuación, que es inherente a la zona y condicionada por las características edafoclimáticas predominantes, ha experimentado un acentuado incremento en los últimos años debido a la mayor irregularidad en las precipitaciones, así como al aumento en frecuencia e intensidad del fenómeno La Niña. Entre las alternativas consideradas para compensar la escasez estacional de forraje en tales escenarios, se destaca la incorporación de especies cultivadas perennes de ciclo estival y metabolismo C4, las cuales desempeñan un papel estratégico crucial en la producción agropecuaria del país.

Dado que la mayoría de las gramíneas perennes disponibles en el mercado son de ciclo invernal, la adopción de especies perennes de verano se configura como una estrategia para potenciar la producción; estas demuestran ser más eficaces en la captación de recursos como la radiación solar y en crecimiento a temperaturas elevadas. No obstante, la disponibilidad de especies perenne C4 adaptadas a las condiciones climáticas de Uruguay es limitada, lo que resalta la importancia de considerar el empleo de especies nativas que puedan adecuarse de manera óptima, representando así una posible solución a este desafío.

Dentro del conjunto de especies nativas preponderantes en los Pastizales del Río de la Plata, destaca la gramínea *Paspalum dilatatum*. Esta especie, de carácter perenne y metabolismo C4, sobresale por su notable capacidad productiva. A pesar de que su producción anual de materia seca excede las 10 toneladas por hectárea (Quintans, 2013), su implementación se ve mayormente limitada por la escasa disponibilidad de semillas. Actualmente, estas se importan desde Australia, donde se cuentan con condiciones climáticas propicias y un mayor dominio de las técnicas de producción de semillas. Aunque el material es autóctono de Uruguay y, por ende, adaptado a nuestras condiciones edafoclimáticas, el limitado conocimiento acerca de la morfofisiología reproductiva de estas plantas conlleva a rendimientos de semillas que resultan económicamente inviables. Esta dificultad en la producción de semilla nacional se atribuye a una característica común en las poáceas, que es la emisión constante de panojas, es decir, la etapa reproductiva coincide con la fase vegetativa. Adicionalmente, la liberación de semillas tras la madurez impide

establecer un momento de cosecha que permita alcanzar el máximo potencial productivo (Loch & Ferguson, 1999).

El análisis detallado de la curva de floración revela un proceso dinámico con fases clave, desde la emergencia de las inflorescencias hasta el desarrollo gradual de las flores y la emisión de polen. Esta secuencia temporal está intrínsecamente vinculada a factores fenológicos, como la acumulación de grados día y condiciones ambientales específicas. A medida que la planta avanza en su ciclo reproductivo, se llega a un punto crítico donde se alcanza la máxima producción de semillas. Dentro de este contexto, el presente estudio se centró en caracterizar esta curva de floración con el objetivo de determinar la etapa de máxima producción de semillas de *Paspalum dilatatum*, evaluando cinco genotipos distintos. El objetivo adicional fue evaluar la etapa fenológica ajustada de la fecha de cosecha en el volumen y la calidad de las semillas producidas, enfatizando la importancia de identificar el momento preciso para la cosecha con el fin de optimizar la producción.

La hipótesis es que hay un momento ideal de cosecha de semillas de *Paspalum dilatatum* ajustado a fenología de la planta en determinada época del año.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CONTEXTO REGIONAL DE LOS RECURSOS FORRAJEROS

Uruguay cuenta con una superficie de pastoreo en todo el territorio nacional de 14,3 millones de hectáreas (ha), de las cuales 11,7 corresponden a campo natural y 2,6 a pasturas mejoradas (Oficina de Estadísticas Agropecuarias [DIEA], 2020). El campo natural es la base forrajera que sustenta la producción pecuaria desde los comienzos de la ganadería, y están compuestos por campos vírgenes que nunca fueron cultivados y campos que se encuentran en diferentes etapas de la sucesión secundaria, con grado de artificialización variables (Berretta, 2009).

La cobertura vegetal no solo sirve como sustento para el ganado, sino que también desempeña un papel fundamental en la conservación de la biodiversidad. Los campos naturales abrigan una amplia variedad de especies autóctonas, muchas de las cuales han encontrado en estos hábitats su último refugio. Además, son esenciales para la migración de aves y otros animales, contribuyendo así a la conectividad de los ecosistemas (Boggiano & Berretta, 2006).

Sin embargo, su importancia no se detiene ahí. Estos pastizales actúan como verdaderos guardianes del suelo, previniendo la erosión y la pérdida de fertilidad, dos problemáticas cruciales para la sostenibilidad agrícola. La estructura radicular de la vegetación se convierte en una barrera natural, evitando que los nutrientes esenciales se desplacen con el agua de lluvia. Este efecto beneficioso no solo respalda la productividad agrícola, sino que también garantiza la calidad del agua en acuíferos subterráneos, asegurando así un recurso vital para el país (Boggiano, 2003).

En resumen, los campos naturales de Uruguay no solo son la base de la producción pecuaria, sino que también desempeñan un papel fundamental en la conservación de la biodiversidad, la protección del suelo y la preservación de recursos hídricos subterráneos.

2.1.1. Características de producción del campo natural

2.1.1.1. Taxonomía y ciclo productivo

El campo natural de Uruguay se caracteriza por la presencia predominante de gramíneas, con una impresionante diversidad que se acerca a las 400 especies

(Del Puerto, 1969). Estas se agrupan en dos categorías principales: las especies invernales, de tipo C3, y las estivales, de tipo C4. Esto se traduce en periodos de actividad y reposo según la estación del año, destacando que en otoño y primavera es cuando la mayoría de las especies alcanzan su máxima productividad (Carámbula, 1991).

Las especies perennes invernales comienzan a movilizar sus reservas y a desarrollarse en otoño, siendo el crecimiento más intenso en primavera. La floración se extiende desde setiembre hasta noviembre; reduciendo el crecimiento al mínimo durante el verano. Entre los géneros más importantes de gramíneas invernales se encuentran: *Agrostis*, *Briza*, *Bromus*, *Chascolytrum*, *Danthonia*, *Hordeum*, *Lolium*, *Melica*, *Piptochaetium*, *Poa*, *Stipa* y *Vulpia* (Carámbula, 1991).

Por otro lado, las especies perennes estivales comienzan su desarrollo en primavera y continúan su producción durante el verano, en estrecha relación con la disponibilidad hídrica. La floración ocurre desde octubre hasta abril; con su máxima producción de materia seca en otoño, y la reducción del crecimiento se da por las temperaturas frías y heladas del invierno. Entre los géneros preponderantes de gramíneas estivales se destacan: *Andropogon*, *Aristida*, *Axonopus*, *Bothriochloa*, *Chloris*, *Coelorhachis*, *Cynodon*, *Digitaria*, *Echinochloa*, *Eleusine*, *Eragrostis*, *Panicum*, *Paspalum*, *Schizachyrium*, *Setaria* y *Sporobolus* (Carámbula, 1991).

La producción de forraje en el campo natural es altamente influenciada por varios factores, siendo el tipo de suelo uno de los más determinantes. En Uruguay, se han definido diferentes zonas agroecológicas que agrupan distintos tipos de suelo, como Basalto, Areniscas del Norte, Región Noreste, Cretácico, Cristalino Central, Cristalino del Este, Lomadas del Este, y Litoral Agrícola. Los niveles de producción de forraje medido en materia seca varían, con promedios que oscilan desde un mínimo de 1118 kg ha⁻¹ (Mas et al., 1994) hasta un máximo de 5929 kg ha⁻¹ (Saldanha, 2005). Aunque el crecimiento del campo natural tiene un marcado patrón de producción, este es afectado fuertemente por el clima, quien provoca fluctuaciones de rendimientos entre las estaciones. El verano es la estación más dependiente de la lluvia e impredecible, siendo la estación más variable de todas. En cuanto invierno y primavera son las que presentan menor rango de variación en cuanto a las lluvias, aunque presenten distintos niveles de producción de forraje (Ayala et al., 1993).

2.1.1.2. Producción de forraje en pasturas sembradas

La producción de forraje proveniente de pasturas perennes sembradas en nuestro país enfrenta un desafío reconocido: la baja producción de forraje estival y la limitada longevidad de las pasturas (Carámbula, 2002; Coll, 1991). Esto se debe a las características de las especies que componen las mezclas, mayoritariamente gramíneas de metabolismo C3, de ciclo de producción invernal y leguminosas invierno-primaverales (Coll, 1991). Estas características generan una marcada estacionalidad en la producción de forraje, con los picos en otoño y primavera (Santiñaque & Carámbula, 1981).

Cuando se busca introducir especies perennes de verano, las opciones son limitadas, diferentemente de los verdeos anuales. En este contexto, la identificación de especies con potencial productivo y adaptabilidad se vuelve crucial. Es interesante notar que, mientras existen opciones en verdeos anuales, la oferta de especies perennes es más restringida. Es en este escenario que *Paspalum dilatatum* emerge como una especie con un potencial productivo notable y una gran adaptabilidad a la región, al ser una especie nativa de Uruguay y sus alrededores (Speranza, 2017).

La deficiencia de la producción estival permite que especies invasoras mejor adaptadas como *Cynodon dactylon*, aumenten su producción, aprovechando el nitrógeno fijado previamente por las leguminosas (Coll, 1991). Esto lleva a un enmalezamiento precoz que disminuye la persistencia de las pasturas y, consecuentemente, aumenta los costos de producción (Santiñaque & Carámbula, 1981). Teniendo en cuenta estos aspectos, se subraya la importancia de incorporar en las mezclas forrajeras especies con ciclo de producción estival, de metabolismo C4, adaptadas a las condiciones ambientales de Uruguay (Campbell et al., 1999; Johnston, 1996).

Para disminuir los efectos del déficit de producción estival de forraje se ve como alternativa la utilización de especies nativas de ciclo estival, que tiene como característica una producción de forraje desde primavera con floración a fines de esta; la cual continua con dicha floración, fructificación y producción de forraje hasta la formación de las primeras heladas en otoño (Millot, 1969).

Como especies nativas cuyo cultivo se ha iniciado en otros países como Estados Unidos, Australia, Nueva Zelandia, y Sud-África se encuentran: *Paspalum dilatatum*, *Paspalum notatum*, *Paspalum urvillei*, *Paspalum plicatulum*, *Axonopus ssp*; especies que pueden convivir con especies de ciclo invernal, con bajo grado de competencia entre ellos ya que su ciclo productivo no se superpone (Millot, 1969).

2.2. GENERO *Paspalum*

El género *Paspalum* pertenece a la familia Poaceae, subfamilia Panicoideae, tribu paniceae (Sierra, 2005). Este género comprende aproximadamente 400 especies, originaria de regiones de clima cálido, tropical y subtropical (Pizarro, 2002). Son plantas generalmente perennes, ocasionalmente anuales, con diversas formas de crecimiento (cespitosas, decumbentes, estoloníferas o rizomatosas), que pueden presentar un porte pequeño o robusto. Dentro de este género, se destacan especies de importancia agronómica como *Paspalum dilatatum*, *P. notatum*, *P. nicorae*, *P. atratum*, *P. wettsteinii*, *P. mandiocanum*, *P. scrobiculatum*, *P. urvillei* y *P. plicatulum* (Pizarro, 2002).

2.3. GENERALIDADES DE *Paspalum dilatatum*

Paspalum dilatatum es una especie nativa de clima cálido a templado de Sudamérica, con notable resistencia a bajas temperaturas e incluso heladas (Speranza, 2009). Es una especie gramínea perenne estival del tipo productivo fino cultivable (Rosengurtt, 1979). Los pastos finos son aquellos que tienen calidad superior, son los más engordadores, productivos y apetecidos (Rosengurtt, 1979). Estos aspectos la hacen muy favorable para asociarla con otras especies cultivables invernales, complementando la producción de cada una de ellas. Su metabolismo C4 la hace muy eficiente en el uso de la radiación, del agua, y aprovechando de mejor manera los nutrientes. Berretta et al. (1990) midieron la tasa de crecimiento de *Paspalum dilatatum*, donde obtuvieron una máxima tasa de crecimiento en verano de 31,54 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ con precipitaciones abundantes (676 mm), otoño 8,07 kg MS ha⁻¹ día⁻¹, invierno 0,22 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ y primavera de 13,95 kg MS ha⁻¹ día⁻¹; obteniendo una producción de 4300 kg MS ha⁻¹ en el período que duró la evaluación, concentrándose esta producción en un 50,6 % entre diciembre y marzo.

A pesar de ser una especie estival, Da Costa y Scheffer-Basso (2003a), pudieron comprobar la gran tolerancia a las bajas temperaturas y heladas que

presenta *Paspalum dilatatum*. Esta constatación se debe a que, durante el estudio de dichos autores, las plantas sobrevivieron en su totalidad a las condiciones de frío intenso que presentaba la región donde se realizó el estudio. Si bien *Paspalum dilatatum* es una de las gramíneas nativas más promisorias en producción de forraje estival y presenta otras características como tolerancia a bajas temperaturas, no ha podido ser domesticada a nivel nacional (Carámbula, 2002; Rosengurtt, 1946). *Paspalum dilatatum* ha sido una especie en la cual se han hecho esfuerzos de domesticación y mejoramiento, pero sin grandes éxitos ya que no se ha podido resolver las limitantes agronómicas, como la producción de semillas (Michelini, 2010).

Como limitante de la especie, asociada a la baja producción de semilla, se ha encontrado la susceptibilidad al hongo *Claviceps paspali* (Speranza, 2005). El desprendimiento de las semillas luego de transcurridas dos semanas de antesis hace que el ajuste de la fecha de cosecha sea muy importante; debido a que las semillas caídas son viables y de buena calidad (peso y germinación) (Speranza, 2017). Otra de las limitantes es la insuficiente exploración de la variabilidad genética en la especie; ya que se desconoce la relación entre el tipo reproductivo y las características genéticas de los materiales que la componen, con los niveles de variabilidad posibles y la distribución. La variabilidad genética que existe en la especie responde a la variabilidad y la distribución geográfica (Michelini, 2010).

2.4. COMPORTAMIENTO DE *Paspalum dilatatum* EN MEZCLA CON OTRAS ESPECIES

Debido a sus características competitivas moderadas, *Paspalum dilatatum* puede llegar a tener un papel importante en las mezclas forrajeras, ya que permite aumentar la producción en momentos claves sin interferir en la biomasa producida por el resto de las especies en el resto de las estaciones (Speranza, 2017).

Speranza (2017) en los tratamientos donde incorporó *Paspalum dilatatum* en una mezcla convencional de festuca, trébol blanco y lotus registró la disminución en los niveles de enmalezamientos en todos los tratamientos realizados.

El hábito de crecimiento cespitoso que presenta *Paspalum dilatatum* y el bajo número de plantas en la implantación, permite el desarrollo de las otras especies que componen las mezclas utilizadas; favoreciendo el desarrollo y

aumentando los niveles de cobertura del suelo (Speranza, 2017). El lento crecimiento inicial puede llegar a afectar la implantación, por lo que lleva a sumar otro factor que dificulta su adopción (Cornaglia, 2003).

2.5. TIPOS DE REPRODUCCIÓN

Dentro de la especie encontramos diferentes tipos reproductivos, tanto sexual como asexual. En el caso de la reproducción sexual, esta se da por autogamia llevando a que las poblaciones están compuestas por líneas puras, y la reproducción asexual se da por apomixis, lo que lleva a que las poblaciones estén compuestas por un único genotipo (Speranza, 2017).

2.5.1. Reproducción Sexual

La reproducción sexual se da con la fusión de gametos masculino y femenino, denominado gametogénesis. Los gametos son células reproductoras especializadas que cuando se fusionan dan origen a un embrión. Los gametos masculinos provienen del grano de polen, que se originan por medio de división de un núcleo generativo; en cuanto a los gametos femeninos se producen dentro del óvulo (Poehlman & Sleper, 2005).

2.5.2. Reproducción Asexual Apomítica

La reproducción apomítica combina la reproducción asexual a través de semillas, órganos por la cual tienen un papel fundamental en la dispersión ya que permite propagar clones (Speranza, 2017). Los eventos apomíticos se dan en el óvulo, dando como resultado un embrión genéticamente igual a la planta madre. Este embrión se forma mediante dos mecanismos diferentes, ya sea por la vía esporofítica o gametofítica. En el caso de que el embrión provenga por vía esporofítica, el embrión surge de la nucela o del tegumento del óvulo, mientras que por la vía gametofítica se conocen dos formas que dan origen al embrión, diplosporia y aposporia. En la diplosporia, el saco embrionario se forma a partir de células madre de megasporas, ya sea directamente por mitosis o sino después de una meiosis interrumpida; y la aposporia se origina a partir de células nucleares (Koltunow et al., 1995). Speranza (2017) señala que la variabilidad genética en especies apomíticas es causada principalmente por la recombinación sexual y mutaciones.

2.6. ECOTIPOS DE *Paspalum dilatatum* EN URUGUAY

En Uruguay se encuentran diferentes ecotipos de *Paspalum dilatatum*. Ecotipo es aquella “población vegetal natural que, por haberse desarrollado en condiciones naturales definidas, ostenta características diferenciales respecto a otras poblaciones de la misma especie” (Canals et al., 2019, párr. 15). Entre ellos existen sexuales tetraploides y apomícticos penta- hexa- y heptahaploides. Dentro de los sexuales encontramos a *Paspalum dilatatum* ssp. *flavescens*; mientras que los ecotipos apomícticos están constituidos por *Paspalum dilatatum* ssp. *dilatatum*, *Paspalum dilatatum* Uruguaiana, *Paspalum dilatatum* Chirú y Clon 59B de *Paspalum dilatatum* (Speranza, 2009). Dentro de los ecotipos en los cuales se realizó el trabajo algunos son materiales apomícticos pentaploides recombinantes, formados a partir de cruzamiento entre sexual y el clon apomíctico pentaploide, de los cuales no hay información disponible aún, como lo son 108 y 33-1.

2.6.1. Descripción de ecotipos trabajados

2.6.1.1. *Paspalum dilatatum* “Surenio”

Surenio es una variedad que presenta reproducción asexual apomíctica, originaria del cono sur de América del Sur. La calidad de apomíctica hace que esta variedad no varíe de generación en generación, lo que lleva a mantener las características productivas de dicha variedad (PGG Wrightson seeds, s.f.).

2.6.1.2. *Paspalum dilatatum* biotipo “Virasoro”

Da Costa y Scheffer-Basso (2003b), basados en criterios tomados por Almeida (1995) y Descoings (1975), caracterizaron a Virasoro por producir hojas a lo largo del tallo y en la base de mata. Pertenece al grupo de gramíneas precoces que posee ciclo de floración largo. Virasoro presenta una ploidía pentaploide con reproducción sexual (Speranza, 2009). El largo período de floración en este tipo de gramíneas trae problema a la producción de semillas con fin comercial, ya que se va a encontrar en la misma planta semillas que presentan diferentes grados de maduración (Da Costa & Scheffer-Basso, 2003b).

2.6.1.3 *Paspalum dilatatum* “Chirú”

Este biotipo está ubicado en el Departamento de Paysandú, el cual fue seleccionado entre otros en La Estanzuela. Es un clon hexaploide, con reproducción por apomíxis (Speranza, 2017). Se caracteriza por presentar un ciclo más largo que

otras variedades, siete meses y con mayor potencial productivo de producción de materia seca con una alta producción en la primavera. Presenta porte erecto, con una alta capacidad de producir semillas y panojas que al madurar no pierden su posición erecta, favoreciendo la recolección de semillas a la hora de la cosecha. Posee espiguillas poco pubescentes que se hacen muy susceptibles a *Claviceps* en otoño (Carámbula et al., 1978).

2.7. MORFOGÉNESIS

La morfología vegetal hace referencia a como está compuesta la planta como tal, desde su forma, su estructura, sus órganos, sus tejidos y la transformación que sufre la planta en su desarrollo (Sattler & Rutishauser, 1997). En las pasturas vegetativas como lo es *Paspalum dilatatum* la producción de hojas es el resultado de tres procesos principales como son: la tasa de aparición foliar, la tasa de elongación foliar y la vida media foliar. Estas características están genéticamente determinadas, pero son influenciadas por factores ambientales como la temperatura, estado hídrico del suelo y nutrición nitrogenada (Chapman & Lemaire, 1993, como se cita en Iurato & Rodríguez, 2002).

Las plantas están constituidas por una unidad elemental denominada fitómero, el cual construye a la arquitectura de las plantas. La arquitectura se establece mediante una repetida formación, expansión y senescencia de las unidades básicas (McMaster, 2005). Organológicamente, el fitómero está compuesto por una hoja, su vaina y lámina, el nudo de inserción de la hoja con el correspondiente entrenudo y su yema axilar (Evans & Grover, 1940) y también raíces adventicias en caso de que estén presentes.

2.7.1. Descripción morfológica de *Paspalum dilatatum*

Paspalum dilatatum se caracteriza por presentar una

macolla comprimida, gruesa en la base, intravaginal. Hojas frecuentemente con matrices violáceos en caras y márgenes. Vaina con pelos cortos y largos; los pelos cortos se encuentran siempre por lo menos en la base; los pelos largos son sedosos, insertos en gránulos poco perceptibles, frecuentes en las primeras hojas de cada macolla. Lámina plana, canalicuada, nervadura media medianamente engrosada en la base, ápice agudo en las hojas cortas de plantas muy pacidas, margen frecuentemente ondulado, generalmente

con pelos largos en la base interior, prefoliación convolutada, de 5 a 25 (-66) cm de longitud por 6 a 12 (-15) mm de ancho. Lígula truncada, de 3 a 5 (-8) mm de alto, blanca o castaña, membranácea (Rosengurtt et al., 1960, pp. 90-91).

El fotoperíodo cumple un rol importante en la formación de inflorescencias. Knight y Bennet (1953) pudo observar que distintos períodos de exposición a la luz hacían variar el número de inflorescencias que contenían cariopse, siendo mayor el porcentaje de cariopse en períodos de 16 hs en comparación a períodos de 14 hs o menores. Sin embargo, otros estudios realizados por este autor donde realizó un ensayo sometiendo a plantas de *Paspalum dilatatum* a florecer en noche continua con temperaturas entre 18,3 °C y 21,1 °C, obtuvo como resultado mayor significancia en número de panojas, mayor peso de semilla y mayor porcentaje de semilla llena cuando las plantas fueron sometidas a 14 hs que 16 hs (Knight, 1955).

2.8. PRODUCCIÓN DE SEMILLAS

2.8.1. Floración de *Paspalum dilatatum*

En las gramíneas, independientemente de su ciclo de vida, la producción de macollos y la longevidad de estos depende tanto de factores genéticos como ambientales. Estos factores terminan influyendo en el número de macollos por plantas y a nivel de población, ya que determinan la tasa de nacimiento y muerte de los macollos, quienes terminan formando inflorescencias (Langer, 1972). Por otro lado, Langer (1972) habla de la problemática de la retención de las semillas en las gramíneas forrajeras, ya que el desprendimiento de estas, al ser un proceso natural para su dispersión; termina dificultando los rendimientos al momento de la cosecha. El mismo autor menciona que el problema está en la desincronización que se da entre la madurez de los macollos, semillas y espigas dentro de una misma planta, así como también en las restantes de la población.

Paspalum dilatatum muestra una floración indeterminada, pudiendo causar variación en el inicio de floración entorno a un mes entre años, extendiéndose el panojado durante toda su estación de crecimiento (Burton, 1942). García (1971) señala que la humedad en el suelo y el fotoperíodo son las variables que se relacionan más con la producción de semilla en *Paspalum*; este autor a su vez encontró diferencias en los genotipos que estudió, donde dos de ellos se vieron

afectados más por el fotoperíodo causando diferencias significativas en el número de panojas por plantas y rendimiento. Los resultados obtenidos por García (1971) coinciden con Knight (1955), quien menciona que fotoperíodos altos (14-16 hs) favorecen para la producción de semillas en *Paspalum dilatatum*. Mientras que el otro genotipo en estudio obtuvo más correlación con la humedad del suelo que con el fotoperíodo. Lo que lleva a pensar que el rendimiento y número de panojas por planta está correlacionado con más de una variable, puesto que por más que el fotoperíodo esté decreciendo se pueden obtener buenos rendimientos en épocas tardías cuando la humedad del suelo presenta valores altos (García, 1971).

Los resultados obtenidos por Speranza (2017) demuestran que las semillas se desprenden a dos semanas luego de la anthesis, y durante este mismo período sigue ocurriendo la emergencia de panojas, característica esa, observada para los distintos materiales. En este mismo trabajo, al comparar los genotipos estudiados, fue posible observar diferencias entre ellos para el período de aparición de las primeras panojas, característica asociada al ciclo de cada material, por lo que se infiere que es necesario ajustar el momento ideal de cosecha por separado para cada genotipo.

2.8.2. Fisiología de la semilla

Con respecto a la producción de semillas, la especie presenta ciertas limitantes. Como lo es, la superposición de la fase vegetativa con la reproductiva, al ser *Paspalum dilatatum* una especie que presenta un crecimiento indeterminado, continúa emitiendo tallos, aunque se encuentre en fase reproductiva (García, 1971). En este sentido Speranza (2017) ha estudiado la curva de floración, identificando el momento de máxima presencia de panojas en estado de madurez adecuado para la cosecha. Eso ocurrió a mediados de diciembre, aproximadamente dos semanas después de la aparición de las tres primeras panojas en la planta. Cuña et al. (2012) identificaron tres factores que interfieren y determinan la curva de caída de semilla: el porcentaje de semillas llenas, efectos ambientales como el viento y el ataque de *Claviceps paspali*. Este conjunto de factores lleva a tener un elevado costo al momento de adquirir la semilla.

2.8.3. Dormición

La dormición puede ser definida como el bloqueo que se le presenta a una semilla viable, que le impide iniciar el proceso de germinación, mismo que las condiciones sean favorables (Matilla, 2008).

Se puede subdividir a la dormición, dependiendo si esta ocurre antes o después de su dispersión; denominándose en dormición primaria o secundaria. La dormición primaria es aquella que ocurre cuando la semilla todavía se encuentra en la planta madre. Este proceso está controlado hormonalmente mediante el ácido abscísico (ABA) y giberelinas (GAs), el cual se produce durante la maduración de las semillas. El ABA es quien induce a la dormición cuando se está dando la maduración de la semilla, sin embargo, las GAs cumplen un papel inverso, promoviendo la germinación de las mismas. Una relación alta de ABA:GAs promueven la dormición, mientras que cambiando la relación de estas hormonas el efecto se ve inverso (Matilla, 2008). Mientras que la dormición secundaria está afectada principalmente por las condiciones ambientales que es expuesta la semilla, luego de que la misma haya sido diseminada o retirada de la planta madre. La temperatura y el potencial hídrico del suelo son los principales factores ambientales que ejercen efecto sobre la eliminación de la dormición secundaria; otros de los factores ambientales que también hay que tener en cuenta en este tipo de dormición son la luz y el nitrato (Matilla, 2008).

Glison (2013) pudo comprobar el efecto de las cubiertas de las semillas en la germinación de *Paspalum dilatatum* para clones pentaploides, *P. dilatatum* ssp. *flavescens* y biotipo Virasoro. Hubo una mayor respuesta a la germinación en aquellas semillas que se le había extraído la lema, en comparación a las que no, excepto para el biotipo Chirú, donde no se registró este efecto. Por lo que la lema termina siendo un impedimento mecánico para el crecimiento del embrión.

La dormición en la semilla de esta especie lleva a que presente un bajo vigor inicial, la cual va descendiendo a medida que aumenta la edad de la semilla. Otro factor que va a incidir es la temperatura del suelo al momento de levantar esa dormancia (Coll, 1991). Con el tiempo, luego de que la semilla es separada de la planta madre, la sensibilidad a las hormonas que regula la dormición (ABA y GAs) varía. La sensibilidad a GAs aumenta y disminuye la del ABA lo que lleva a levantar la dormición primaria (Matilla, 2008).

2.8.4. Calidad de semillas

Cuando se habla de calidad de semilla, se refiere a cuántas semillas viables o llenas se encuentran por gramo (Coll, 1991). Este autor a su vez menciona que las semillas llenas que se encuentren en un gramo presentan una germinación alta y poco variable. Es posible lograr semillas de buena calidad en *Paspalum dilatatum*, ya que se puede obtener altos porcentajes de semilla llena y viable (Cuña et al., 2012).

Aquellas semillas que presentan mayor calidad (peso y germinación) es la que se desprende de las panojas y las de menor calidad está relacionado a la presencia de espiguillas vacías; lo que lleva a dar importancia en la fecha y procedimiento de cosecha que se tome en cuenta (Speranza, 2017). Lograr peso de semilla altos es muy importante cuando se habla de calidad, ya que semillas que presenten bajo peso, terminan dando plántulas con menor vigor inicial lo que lleva disminuir el establecimiento de las mismas y más susceptibles cuando son sometidas a algún tipo de estrés ambiental (Coll, 1991).

Los técnicos de INIA La Estanzuela y la Comisión Honoraria del plan Agropecuario realizaron un estándar de calidad de semilla para *Paspalum* determinando los siguientes componentes: para pureza se requieren 150 semillas llenas/g, la germinación de las semillas llenas debe ser mayor al 70%, el índice de calidad es de 105 semillas viables/g, las semillas de malezas deben ser un máximo de 1%, y la materia inerte (excluyendo semilla vana) un máximo de 10%. A su vez determinaron que aquellos lotes que superaran más de 105 semillas viables/g se deberían comercializar a un mayor precio, dado a su mejor calidad (Coll, 1991).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACION DEL ENSAYO

El presente estudio fue realizado en el campo experimental de la Facultad de Agronomía, Udelar, ubicado en la Avenida Garzón 780 (34° 50' S, 56° 13' O), Montevideo, Uruguay. En esta zona se encontraron suelos pertenecientes al grupo CONEAT 10.6b, compuesto principalmente por Brunosoles Subéutricos, ocasionalmente Éutricos Típicos y Lúvicos. Esta información fue cotejada ingresando en la web de la Dirección General de Recursos Naturales, seleccionando suelos, grupos CONEAT (Dirección General de Recursos Naturales [DGRN], s.f.).

3.2. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental fue de bloques al azar con tres repeticiones. Los tratamientos fueron compuestos de 5 genotipos de *Paspalum dilatatum* y 5 momentos de cosecha. El bloque estaba compuesto de parcelas subdivididas donde la parcela principal fue los genotipos y en las subparcelas los tratamientos de cosecha. Las subparcelas tenían dimensión de 1,30 m x 1,70 m, estaban compuestas de 12 plantas, las cuales estaban distribuidas en dos filas de 6 plantas (30 cm de distancia entre filas y entre plantas). Los cinco genotipos de *Paspalum dilatatum* estudiados fueron Virasoro, Surenio, Chirú, 33-1 y 108. Para cada material fueron evaluados cinco momentos de cosecha, que corresponden a los días 15, 19, 23, 27 y 31 días desde el momento cero, caracterizando las cosechas como 1, 2, 3, 4 y 5, respectivamente. Para la definición del momento cero se realizaron mediciones semanales de conteo de plantas vivas, inflorescencias completamente desarrolladas, parcialmente desarrolladas y las que aún estaban embuchadas. Cuando el 50% de las plantas de cada parcela alcanzó tres inflorescencias completamente desarrolladas, fue determinado que se alcanzó el momento cero (Speranza, 2017), a partir del cual se aplicaron los tratamientos de distintos momentos de cosecha. Se realizaron dos periodos de cosecha, comprendidos desde noviembre de 2019 hasta enero de 2020 el primero, denominado tanda 1, y el segundo desde febrero de 2020 hasta mayo de 2020, denominado tanda 2. Las semillas fueron sembradas (agosto de 2018) en germinadores con temperatura y humedad controlada. Luego de germinadas, fueran trasplantadas en tubetes (septiembre 2018) en invernáculo, también en condiciones controladas de luz, temperatura y humedad. En los últimos días de noviembre 2018 se trasplanto a campo cumpliendo con el diseño

experimental establecido. El área experimental fue manejada con limpiezas frecuentes y fertilización con nitrógeno en momentos oportunos, ofreciendo las condiciones adecuadas para el desarrollo de los materiales. En septiembre 2020 fue realizado un corte de limpieza para la tanda 1 (con desmalezadora, dejando un remanente de 5 a 7 cm) noviembre empezaron las evaluaciones en el ensayo. Luego de culminada esta tanda, se repite el corte y limpieza con el mismo remanente, para el comienzo de la tanda 2, el cual fue realizado en febrero de 2020 (ver anexo C).

3.3. RELEVAMIENTO DE DATOS

Luego de alcanzar el momento de cosecha correspondiente a cada parcela, se realizó la cosecha manual de todas las inflorescencias (Ver anexo A); recolectando los materiales en bolsas de papel con su debida identificación (Ver anexo B). Posteriormente, se procedió al conteo del número de inflorescencias a la cosecha (NIC) de cada parcela. Este proceso fue seguido por la trilla manual de inflorescencias para el desprendimiento de las semillas de las panojas. Se determinó el peso de semillas total por planta (PSTP) (Ver anexo D y E).

A su vez, las semillas trilladas fueron separadas de los otros componentes, como material inerte, semillas vacías e impurezas (Ver anexo F). Para dicha separación se utilizó una maquina sopladora del tipo blower (modelo 757 South Dakota seed blower – Seedburo Equipment Company), que mediante distintos niveles de velocidad del viento permite separar por peso los componentes mencionados anteriormente. Se tomó el peso total de cada muestra antes de pasar por la sopladora de semilla y luego de pasar por la misma, obteniendo como resultado el peso de semillas limpias por planta (PSLP) y el peso de impurezas por planta (PIP).

También, se determinó el peso de mil semillas (PMS). Para lograrlo, se realizó el conteo de tres muestras de cien semillas cada una, seguido de pesaje en balanza de precisión. Posteriormente, se extrapoló el valor para llegar al peso de mil semillas.

Para la evaluación de germinación, se colocaron cincuenta semillas sobre papel en placa de petri, con tres réplicas por parcela. Cabe aclarar que, por motivos de logística, al momento de evaluar la calidad de las semillas las mismas presentaron diferente tiempo de almacenaje (entre las tandas), pero en iguales

condiciones. Las semillas de la tanda 1 estuvieron almacenadas en temperatura y humedad ambiente por un período aproximado de ocho meses. Mientras que las semillas de la tanda 2, fueron procesadas enseguida de la cosecha con solo dos meses de almacenamiento. La solución utilizada para la germinación se compuso por agua destilada más nitrato de potasio (KNO_3): 2 g de KNO_3 por cada litro de agua destilada (Ver anexo G). Dicha solución se utilizó para humedecer el papel el día cero de la germinación. Se controló la humedad al momento de los conteos de germinación (a los 7, 14 y 21 días) y entre medio de los controles, reponiendo con agua destilada únicamente en caso de que fuera necesario. Se nota que al momento del control se retiraban las semillas germinadas. Una semilla germinada era aquella que presentaba radícula y coleóptile visible (Ver anexo H). La germinación se realizó dentro de una cámara con condiciones controladas de temperatura, luz y humedad. Se tomó como parámetros para la temperatura, dos condiciones para la noche y el día; la primera que emula a lo que sería la temperatura diurna que oscila entre 28 °C y 31 °C, y la segunda el periodo nocturno oscilando entre 23 °C y 25 °C. Mientras que con la luz se simuló noche y día, contando con 12 hs de luz y 12 hs de oscuridad; combinando la luz con la temperatura diurna y la oscuridad con la temperatura nocturna. En el caso de la humedad, se colocaron bandejas con agua dentro de las cámaras para que esta no descendiera, la que se mantuvo en valores estables entre 98% y 99%. Tras finalizar la etapa de germinación, se clasificó en blandas, duras y vacías aquellas semillas que no lograron germinar en los 21 días que estuvieron en condiciones para darse la misma. Se tomó como semilla blanda, aquella que presentaba endosperma, pero el mismo se presentaba en descomposición; las semillas duras eran semillas que presentaban endosperma en buen estado (duro) y las semillas vacías no presentaban endosperma.

El resultado de semillas vacías luego de los 21 días de germinación permite obtener un dato, que es el porcentaje de semillas vacías que están dentro de la variable de semillas limpias. Una vez obtenido ese dato, se corrige la variable de PSLP, generándose una nueva variable que es peso de semillas limpias menos vacías (PSL-V).

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA), considerando un nivel de 5% de significancia. Para la variable PMS, fueron evaluados en los tratamientos de cosecha 1, 2 y 3, por tal motivo el análisis de varianza se presenta

por separado de las demás variables. Cuando se observó diferencias significativas para las interacciones o efecto principal, se realizaron análisis de comparación de medias por el test de Tukey ($P < 0,05$). Para los análisis fue utilizado el paquete estadístico JMP v.13.1.0.

Se relevaron los datos de los factores ambientales comprendidos durante el ensayo. Las temperaturas y precipitaciones fueron brindadas por el Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET).

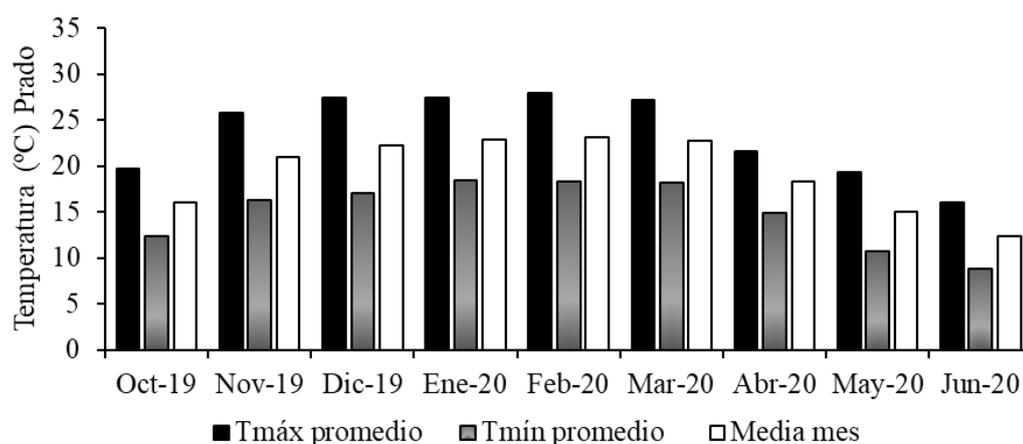
4. RESULTADOS

4.1. DATOS METEOROLÓGICOS

A continuación, se presenta los datos de temperatura y precipitaciones respectivamente.

Figura 1

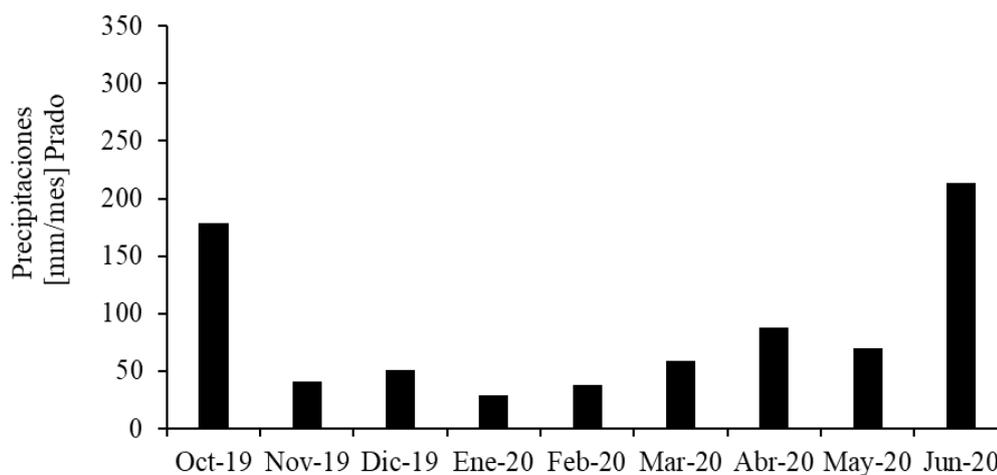
Promedios mensuales de temperaturas del aire máximas, mínimas y medias durante el periodo de octubre de 2019 a junio 2020



Nota. Elaborado a partir de datos brindados por Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET, comunicación personal, 14 de julio, 2022).

Figura 2

Precipitaciones mensuales registradas en el periodo de octubre 2019 a junio 2020.



Nota. Elaborado a partir de datos brindados por INUMET (comunicación personal, 14 de julio, 2022).

Los datos de temperatura del aire y de precipitación utilizados para la elaboración de las gráficas (Figuras 1 y 2) fueron solicitados a INUMET (comunicación personal, 14 de julio, 2022), tomándose información de la estación meteorológica del Prado que es la más cercana del ensayo.

4.2 ANÁLISIS DE VARIANZA

En la tabla No.1 se presenta el análisis de varianza, con las fuentes de variación y sus grados de libertad (gl). De todas las variables presentadas, el peso de semillas limpias menos vacías fue la única con interacción significativa para cosecha y tanda. Las demás variables obtuvieron efecto significativo apenas de los efectos principales tanda, siendo que las variables número de inflorescencia al momento cero y número de inflorescencia a cosecha también variaron de acuerdo al material genético utilizado.

Tabla 1

Análisis de varianza para las variables de inflorescencias y peso de semillas

	gl	NIM-0	NIC	PSTP (g)	PSLP (g)	PIP (g)	PSL-V (g)
Fuente de Variación		Prob > F					
Bloque	2	0.0051*	0.0021 *	0.9280	0.2069	0.5313	0.4382
Material	4	0.0004*	<.0001 *	0.3733	0.3460	0.5341	0.3390
Cosecha	4	0.6238	0.8250	0.4738	0.5267	0.4573	0.3462
Tanda	1	<.0001 *	<.0001 *	<.0001 *	<.0001 *	<.0001 *	<.0001 *
Material*Cosecha	16	0.4217	0.1424	0.7985	0.9592	0.4441	0.9665
Material*Tanda	4	0.1282	0.2204	0.5602	0.2757	0.8206	0.2450
Cosecha*Tanda	4	0.9503	0.1461	0.1366	0.1094	0.2361	0.0390 *
Material*Cosecha*Tanda*	16	0.9400	0.6606	0.7910	0.9598	0.4399	0.9437

Nota. Asteriscos indican diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$). Abreviación de las variables: número de inflorescencias al momento cero (NIM-0), número de inflorescencias a la cosecha (NIC), peso de semillas total por planta (PSTP), peso de semilla limpia por planta (PSLP), peso de impurezas por planta (PIP) y peso de semillas limpias menos vacías (PSL-V).

La variable peso de mil semillas (PMS), presentó diferencias significativas para las interacciones entre Material×Tanda y Cosecha×Tanda como se puede observar en la tabla No.2.

Tabla 2

Análisis de varianza para la variable peso de mil semillas (PMS)

	gl	PMS
Fuente de Variación		Prob > F
Bloque	2	0.1526
Material	4	<.0001*
Cosecha	2	0.5074
Tanda	1	0.8549
Material*Cosecha	8	0.3614
Material*Tanda	4	0.0086*
Cosecha*Tanda	2	0.0007*
Material*Cosecha*Tanda	8	0.1996

Nota. Asteriscos indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

En la tabla No.3, la cual se construye a partir del análisis de varianza, se muestra las variables germinación total (GT), semillas vacías (Vacías), semillas duras (Duras), semillas blandas (Blandas) y germinación total menos vacías (GT-Vacías). La interacción Material×Tanda presentó diferencias significativas para todas las variables analizadas, mientras que Material×Cosecha×Tanda no presentó en ninguna. El factor Material presentó diferencias significativas en todas las variables excepto en Blandas, mientras que el factor Tanda presentó diferencias significativas en todas las variables excepto en Duras. Por otro lado, el factor Cosecha presentó diferencias significativas en ambas variables de germinación y en Vacías. La interacción Cosecha×Tanda presentó únicamente diferencias significativas en Vacías y Duras, mientras que Material×Cosecha solo en GT.

Tabla 3

Análisis de varianza para las variables de germinación, y categoría de semillas

	gl	GT	Vacías	Duras	Blandas	GT-Vacías
Fuente de Variación	Prob > F					
Bloque	2	0.3726	0.0789	0.0489*	0.2026	0.2061
Material	4	<.0001*	0.0493*	<.0001*	0.0523	<.0001*
Cosecha	4	0.0106*	0.0067*	0.3894	0.3528	0.0300*
Tanda	1	<.0001*	<.0001*	0.5738	<.0001*	<.0001*
Material*Cosecha	16	0.0409*	0.4812	0.0687	0.8063	0.0638
Material*Tanda	4	0.0015*	0.0004*	0.0041*	0.0007*	0.0025*
Cosecha*Tanda	4	0.9307	0.0122*	0.0141*	0.7440	0.4116
Material*Cosecha*Tanda	16	0.7835	0.5844	0.7869	0.1373	0.8760

Nota. Asteriscos indican diferencias significativas ($P < 0,05$). GT: Germinación total, Vacías: semillas vacías, Duras: semillas duras, Blandas: semillas blandas, GT-Vacías: germinación total menos vacías.

4.3 VARIABLES DEL RENDIMIENTO DE SEMILLAS

En la tabla No. 4 se presentan la comparación de los promedios obtenidos para las dos tandas de cosecha de semilla, donde se observa los resultados de número de inflorescencias a momento cero, número de inflorescencias a cosecha, peso de semillas total por planta, peso de semillas limpia por planta y peso de impurezas por planta. Para las cinco variables, la tanda 1 (que es referente a la cosecha realizada durante el mes de diciembre) fue la que presentó mejores resultados, siendo 80% y 83% superior a la tanda 2 en NIM-0 y en NIC respectivamente (Ver anexo Figura I1 y Figura I2). Con respecto a PSTP, la tanda 1 fue 260% superior a la tanda 2 (Ver Figura 4). Para PSLP, la tanda 1 demostró una superioridad del 308% frente a la tanda 2 (Ver Figura 5). Mientras que en PIP, la tanda 1 presentó 241% de superioridad respecto a la tanda 2.

Tabla 4

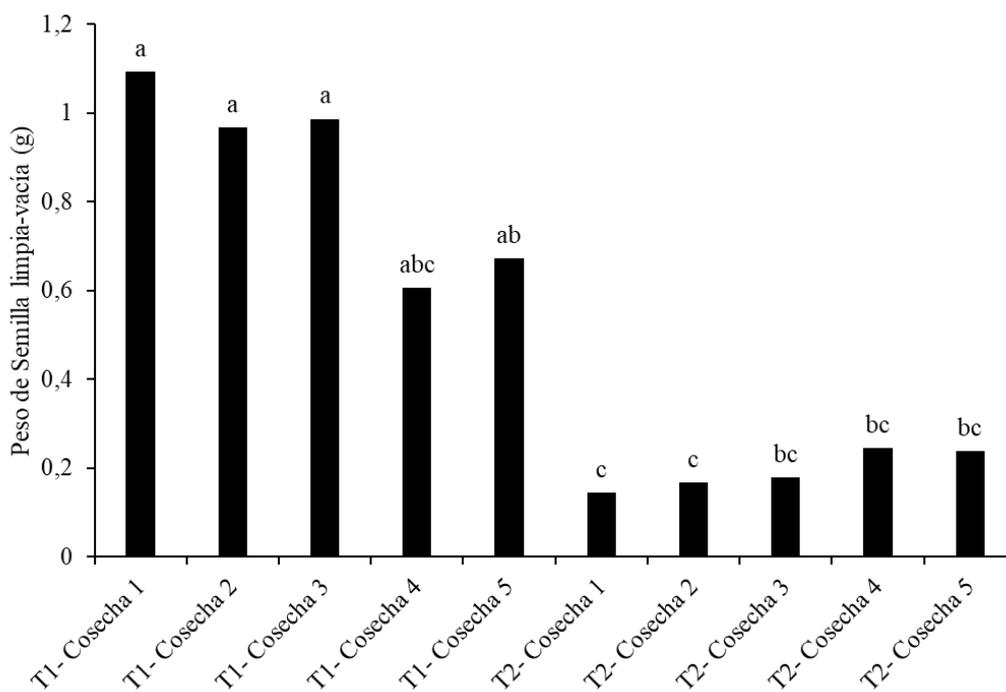
Comparación de medias para la tanda 1 y tanda 2

TANDA	NIM-0*	NIC*	PSTP (g)*	PSLP (g)*	PIP (g)*
1	10.59a	21.20a	2.41a	0.98a	1.40a
2	5.89b	11.57b	0.67b	0.24b	0.41b

Nota. Letras distintas indican diferencias significativas al $P \leq 0,05$. NIM-0: número de inflorescencias a momento cero, NIC: número de inflorescencias a cosecha, PSTP(g): peso de semilla total por planta (gramos), PSLP(g): peso de semilla limpia por planta (gramos), PIP(g): peso de impurezas por planta (gramos).

Figura 3

Interacción cosecha x tanda para el peso de semilla limpia – vacía (g) por planta



Nota. Letras distintas indican diferencias significativas al $P \leq 0,05$.

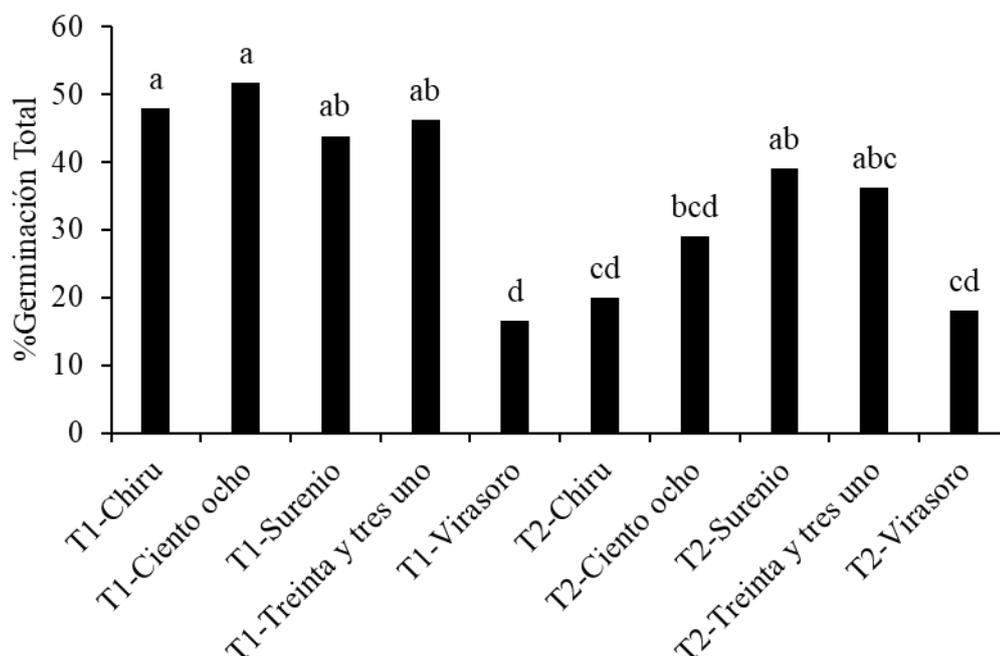
En la figura No.3, se puede observar la interacción entre cosecha y tanda para el peso de semillas limpia menos vacías, mostrando la superioridad absoluta de la tanda 1 respecto a la tanda 2. Dentro de la tanda 1 se observa que las cosechas 1, 2, y 3 muestran una superioridad con mínimas diferencias significativas respecto a las cosechas 4 y 5. Mientras que en la tanda 2, las cosechas 3, 4 y 5 muestran una superioridad con mínimas diferencias significativas respecto a las cosechas 1 y 2.

4.4 CALIDAD DE SEMILLAS

A continuación, se presenta las figuras y tablas que describen el comportamiento de la germinación y la calidad de semillas.

Figura 4

Interacción material x tanda para el Porcentaje de germinación total



Nota. Letras distintas indican diferencias significativas al $P \leq 0,05$.

En la figura No.4 se presenta el porcentaje de germinación total para los cinco materiales estudiados y el comportamiento de esta variable para las dos tandas de cosecha; donde se ve la interacción tanda por material. Se puede observar que la tanda 1 presentó porcentajes de germinación total en general superiores que la tanda 2. Los materiales estudiados se comportaron mejor en la cosecha más temprana (tanda 1), que la cosecha más tardía (tanda 2). Sin embargo, el material Virasoro presentó los menores valores de germinación total, independiente de la tanda.

La tabla No.5 presenta la interacción material por cosecha para el porcentaje de germinación. Se observa que solamente el material Virasoro presentó diferencia estadística significativa en función de los momentos de cosecha, siendo que los demás materiales resultaron ser iguales para esta variable.

Tabla 5

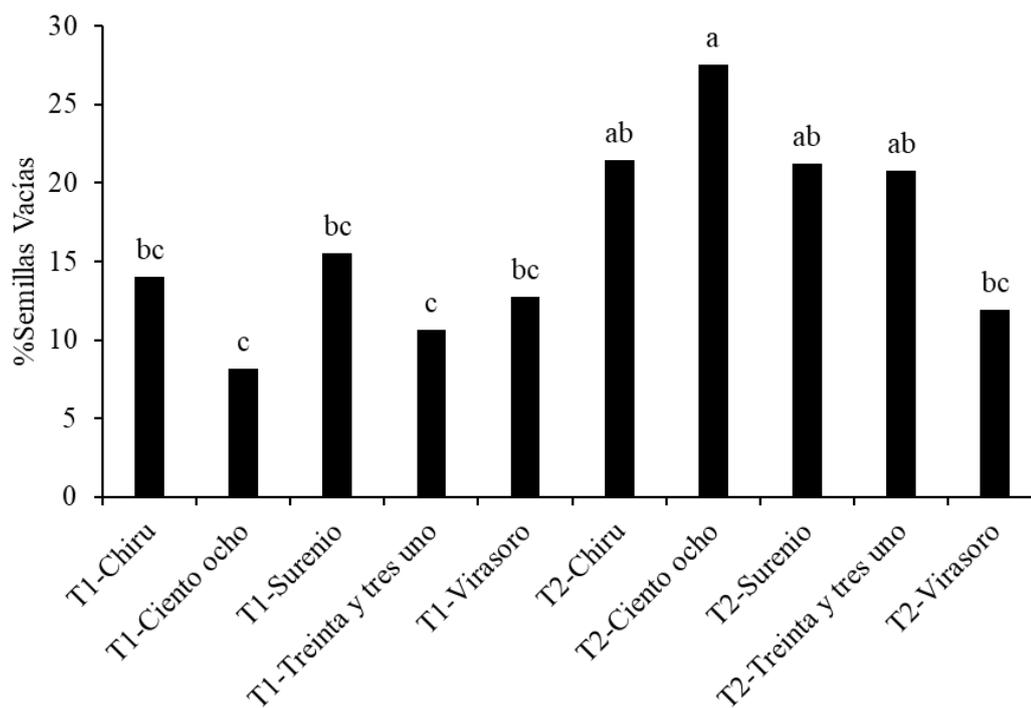
Porcentaje de Germinación total para la interacción material x cosecha

Cosecha	Chiru	Ciento ocho	Surenio	Treinta y tres uno	Virasoro
1	43.33 Aa	35.80 Aab	31.44 Aab	44.55 ABa	9.25 Ab
2	37.40 Aab	41.61 Aab	50.22 Aa	56.70 Aa	14.66 Ab
3	33.61 Aab	53.70 Aa	55.72 Aa	36.44 ABab	13.20 Ab
4	32.38 Aa	39.22 Aa	37.66 Aa	41.55 ABa	24.81 Aa
5	23.00 Aa	36.60 Aa	31.11 Aa	27.60 Ba	21.80 Aa

Nota. Letras mayúsculas diferentes dentro de cada columna indican diferencias significativas entre cosechas al $P \leq 0,05$. Letras minúsculas diferentes dentro de cada línea horizontal indica diferencias significativas entre materiales al $P \leq 0,05$.

Figura 5

Interacción material x tanda para porcentaje de semillas vacías



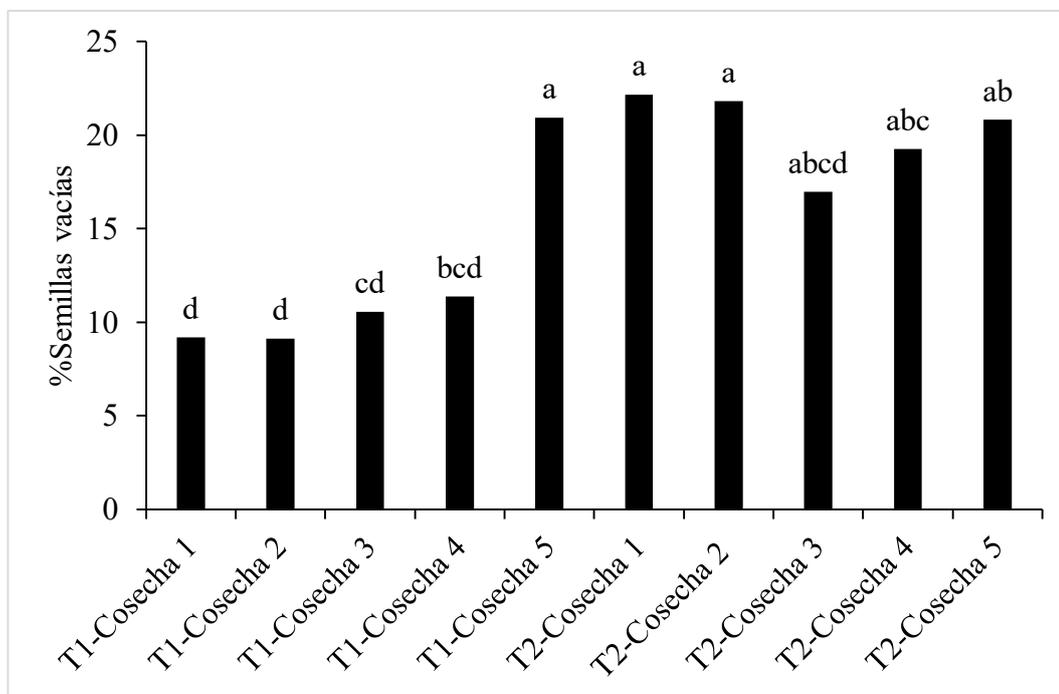
Nota. Letras distintas indican diferencias significativas al $P \leq 0,05$.

En la figura No.5, la cual muestra el porcentaje de semillas vacías por material y tanda, se observa que la tanda 1 presentó los porcentajes más bajos en su conjunto respecto a la tanda 2. El material Ciento ocho, de la tanda 2 destaca por sobre el resto de los materiales estudiados como el que mayor porcentaje de semillas vacías registró, mientras que el mismo material, pero de la tanda 1 fue el que menor

porcentaje de semillas vacías mostró, junto a Treinta y tres uno en la tanda 1 que no mostró diferencias significativas con Ciento ocho de la tanda 1.

Figura 6

Interacción cosecha x tanda para el porcentaje de semillas vacías

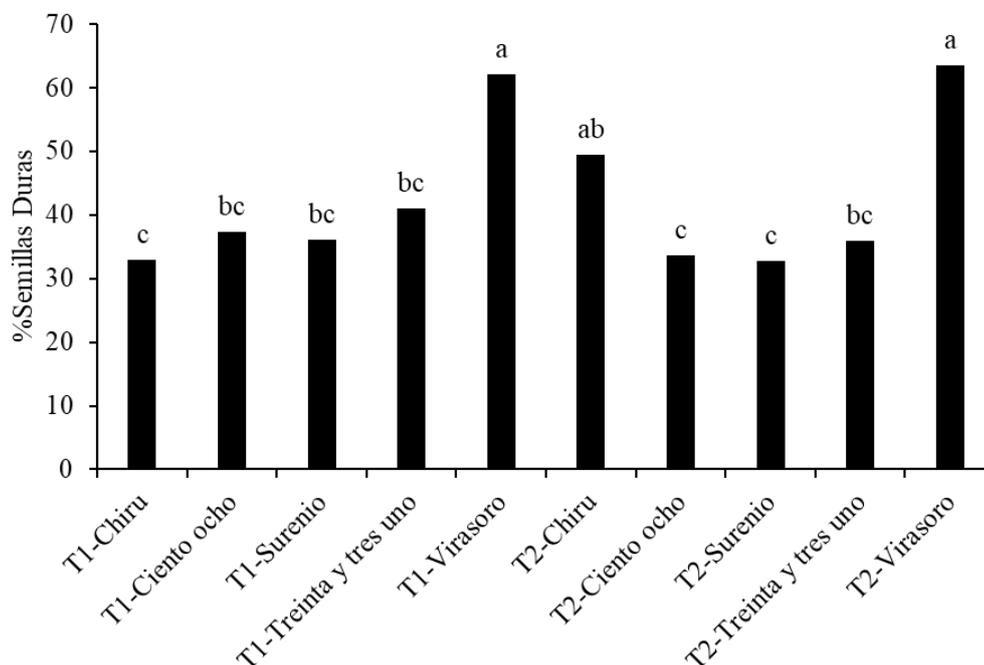


Nota. Letras distintas indican diferencias significativas al $P \leq 0,05$.

En la figura No. 6, se puede observar la interacción entre cosecha y tanda para el porcentaje de semillas vacías, resultando que la tanda 2 presenta un mayor porcentaje de semillas vacías respecto a la tanda 1 para todas las cosechas con la excepción de la cosecha 5 de la tanda 1 que mostró un alto porcentaje para esta variable.

Figura 7

Interacción material por tanda para el porcentaje de semillas duras

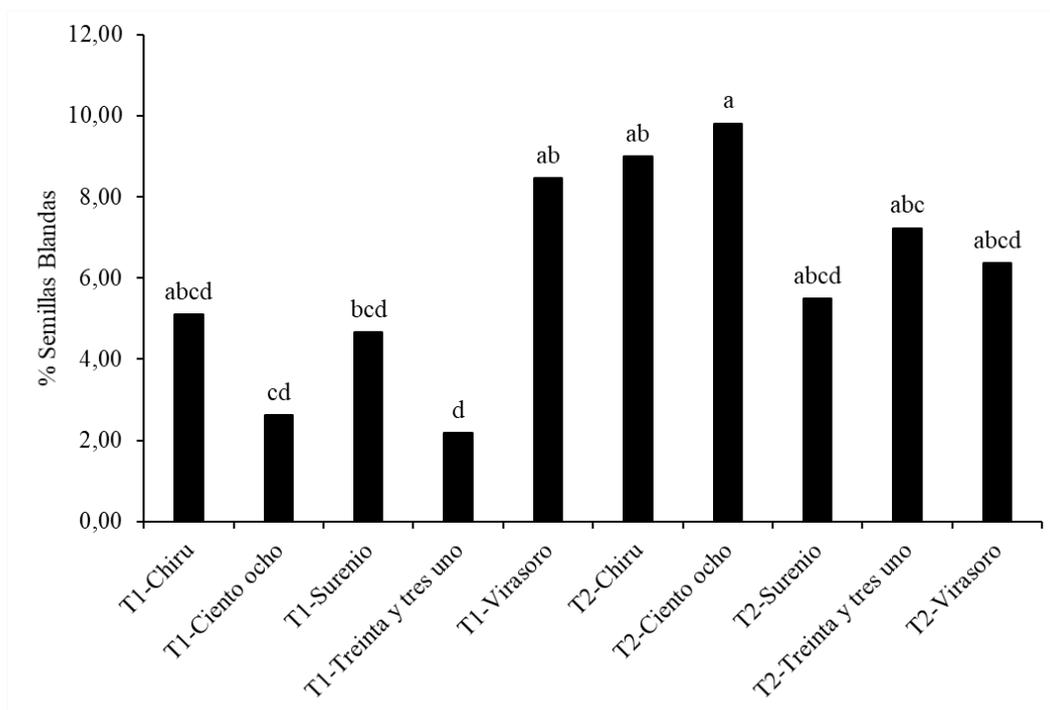


Nota. Letras distintas indican diferencias significativas al $P \leq 0,05$.

La figura No. 7 muestra el porcentaje de semillas duras por material y tanda, en la que se destaca el material Virasoro para ambas tandas siendo significativamente el que mayor porcentaje de semillas duras obtuvo, mientras que Chirú de la tanda 1, Ciento ocho de la tanda 2 y Surenio de la tanda 2 fueron los que presentaron menor porcentaje de semillas duras.

Figura 8

Interacción material x tanda para el porcentaje de semillas blandas

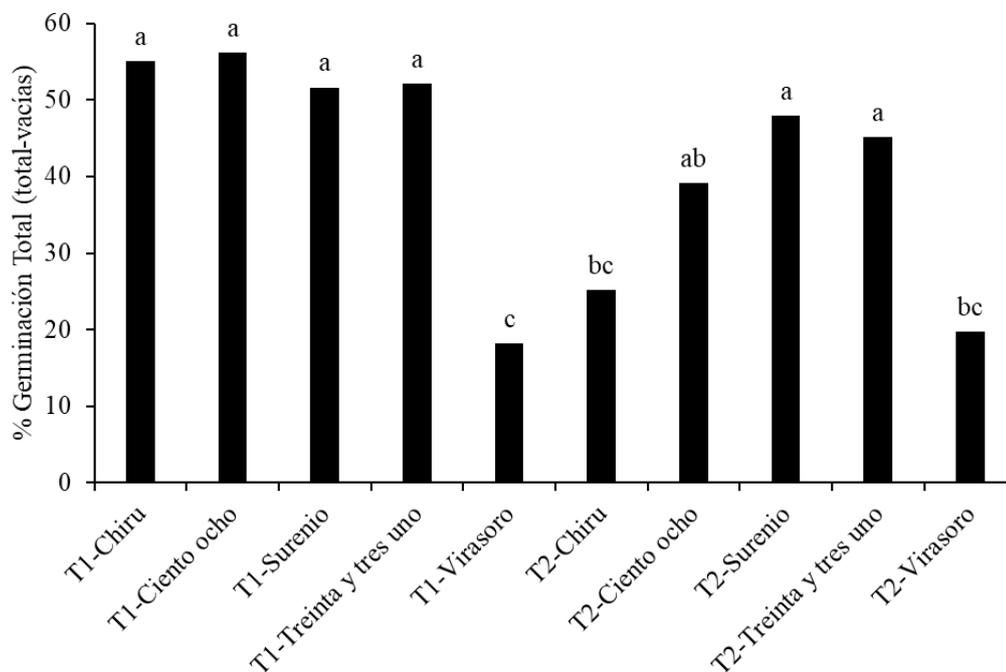


Nota. Letras distintas indican diferencias significativas al $P \leq 0,05$.

La figura No.8 presenta el porcentaje de semillas blandas por material y tanda, mostrando que Ciento ocho de la tanda 2 fue el que registró mayor porcentaje de estas, mientras que Treinta y tres uno de la tanda 1 fue el que tuvo peor desempeño para esta variable.

Figura 9

Interacción material por tanda para el porcentaje de germinación total (total-vacías)

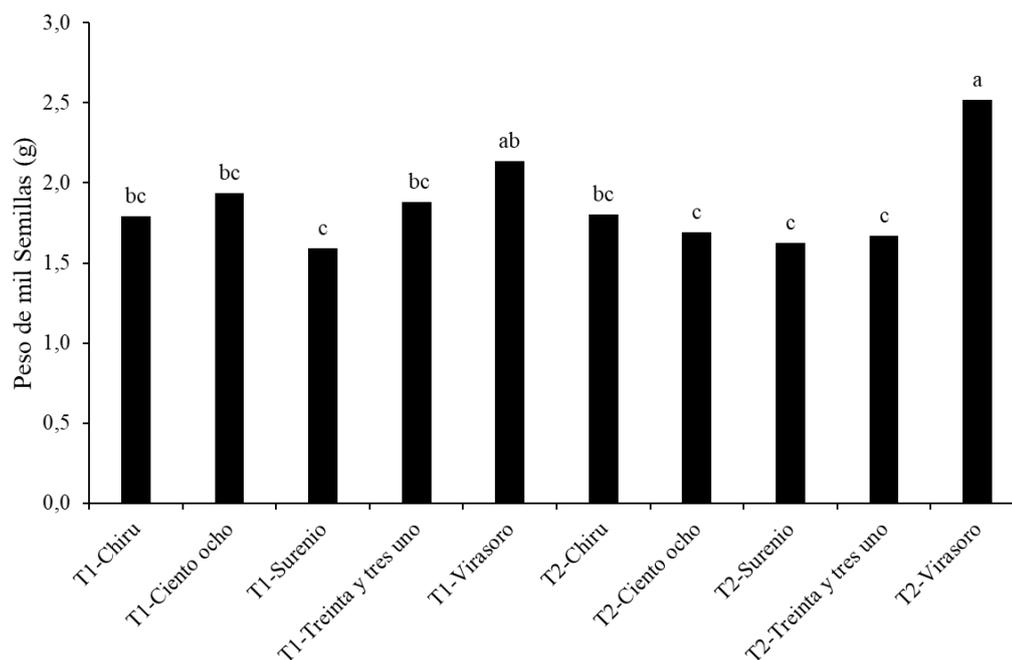


Nota. Letras distintas indican diferencias significativas al $P \leq 0,05$.

En la figura No.9 se muestra el porcentaje de germinación total (total-vacías) para las dos tandas de cosecha, donde se ve que la tanda 1 obtuvo en general mejores resultados que la tanda 2, exceptuando el material Virasoro de la tanda 1 que fue el que menor germinación presentó para las dos tandas, seguidos de Chirú y Virasoro de la tanda 2. Ciento ocho de la tanda 2 presentó mínimas diferencias significativas al resto de los materiales que fueron los que mejor desempeño obtuvieron para dicha variable.

Figura 10

Interacción material x tanda para el peso de mil semillas (g)

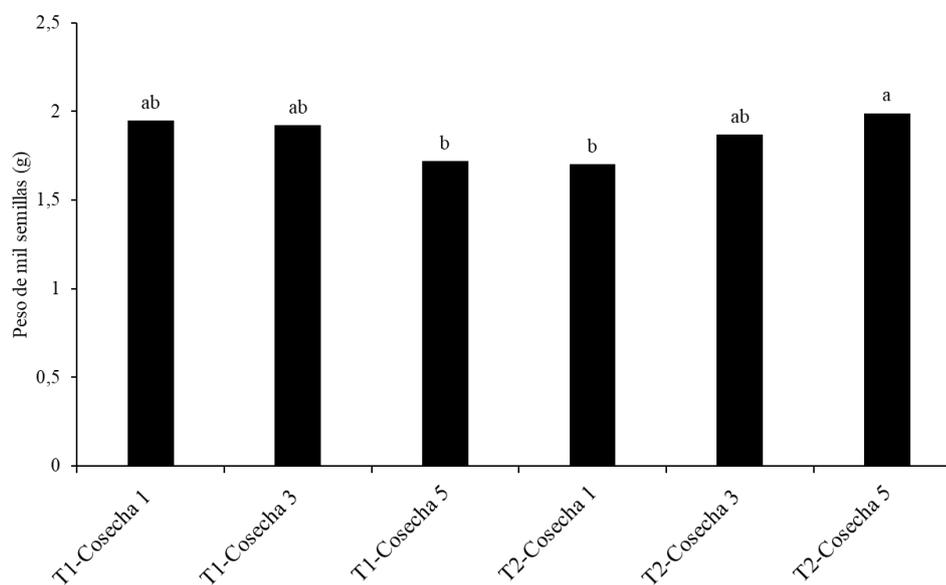


Nota. Letras distintas indican diferencias significativas al $P \leq 0,05$.

En la figura No.10 se muestra el peso de mil semillas de los diferentes materiales y tandas, en la que el material Virasoro en la tanda 2 fue el que demostró un mayor peso con diferencia significativa por sobre el resto de los materiales.

Figura 11

Interacción cosecha x tanda para el peso de mil semillas (g)



Nota. Letras distintas indican diferencias significativas al $P \leq 0,05$.

En la figura No. 11, se muestra el peso de mil semillas para las cosechas 1, 3 y 5 de ambas tandas. Aquí se puede ver que en la tanda 1, la cosecha 5 presenta mínimas diferencias significativas respecto a las cosechas 1 y 3, siendo estas apenas superiores. Mientras que en la tanda 2 se puede ver que la superioridad de la cosecha 5 es mínima respecto a la 3 y mayor frente a la 1, viéndose aquí mayor variabilidad entre cosechas que en la tanda 1.

5. DISCUSIÓN

La hipótesis de que hay un momento óptimo que proporciona un mejor rendimiento y calidad de semilla para *Paspalum dilatatum* fue aceptada. En el presente trabajo observamos que cuando la cosecha de semillas realizada en los meses de diciembre-enero, los factores ambientales como precipitaciones y temperatura, asociados a la fisiología de la planta proporcionan un mejor desarrollo reproductivo de los materiales evaluados, proporcionando mejor producción y germinación de semillas.

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza muestran que la tanda 1 (correspondiente a cosechas realizadas entre el 5 de diciembre de 2019 y 24 de enero de 2020) fue superior en todas las variables analizadas en este trabajo, comparada con la tanda 2 (correspondiente a cosechas realizadas entre el 1 de abril de 2020 y 29 de mayo de 2020). Las condiciones ambientales como temperatura, humedad relativa y precipitaciones pueden tener un efecto importante en los resultados obtenidos, visto que interfieren tanto en el desarrollo vegetativo como reproductivo de las plantas. El estrés hídrico reduce la fotosíntesis, causando efectos negativos en la formación de las semillas (Marcos-Filho, 2015). Las semillas dependen de las fuentes de la planta para su desarrollo y almacenamiento de reservas, principalmente de las hojas, principal órgano encargado de realizar fotosíntesis y producir azúcares, aunque la movilización de reservas de otras partes de la planta juega un papel importante (Marcos-Filho, 2015). De esta manera, un mayor desarrollo vegetativo lleva a que la planta pueda mejorar la fase reproductiva hasta completar el llenado de las semillas. El registro de las precipitaciones (Figura No.2), demuestran mayores incidencias en el período que corresponde a el desarrollo de las plantas desde el momento de limpieza, hasta inicio de las cosechas correspondientes a la primera tanda de producción de semillas. Sin embargo, la segunda tanda de producción de semillas se desarrolló desde el momento de limpieza con menos incidencias en cuanto a las precipitaciones, lo que puede estar relacionado a los menores rendimientos obtenidos. Se ha demostrado que el déficit hídrico causa efectos negativos en el metabolismo y crecimiento de las plantas, la reducción del área foliar junto con la reducción de la tasa fotosintética termina reduciendo el desarrollo de las semillas (Marcos-Filho, 2015). Peterson et al. (1993) vieron que el déficit hídrico causa diferentes efectos, dependiendo de en qué

momento de la fase reproductiva ocurre. Si se da durante la polinización puede causar aborto de los embriones, por lo que lleva a una reducción en el número de semillas producidas.

Un segundo factor ambiental que puede estar relacionado a los mejores resultados observados en la tanda 1 frente a la dos es la temperatura del aire. En el primer período, se observó que la temperatura se acercó a la condición óptima presentada por Bennett (1966) como la ideal para el periodo de floración de *Paspalum dilatatum* que es de 22,5 °C. De esa manera, observamos que durante la tanda 1, la temperatura promedio registrada para los meses de noviembre, diciembre y enero fueron de 21, 22 y 23 °C respectivamente (Figura No.1) (período que va desde el momento cero a la cosecha). Ya, para la tanda 2, en el cual el período de floración ocurrió en los meses de marzo, abril y mayo, fueron observadas temperaturas promedio de 23, 18, 15 °C, respectivamente (Figura No.1). Se confirma lo que dicho autor señala, ya que la tanda 1 fue superior a la tanda 2 cuando se comparan las variables analizadas desde el número de inflorescencias a cosecha (Figura No.I1 y No.I2), hasta el peso de semillas (Figura No.10 y No.11). Si bien la tanda 2 arrancó en marzo con temperaturas próximas a la óptima, los meses de abril y mayo estuvieron por debajo de esta, e incluso inferiores a 18 °C, temperatura que inhibe la floración como señalan Da Costa y Scheffer-Basso (2003a), resultando así que el número de inflorescencias al momento cero y a cosecha en la tanda 2, fue bastante inferior a la tanda 1 (Figura No.I1 y No.I2). Si observamos en la Figura No.6, el porcentaje de semillas vacías para la tanda 2 fue superior con respecto a la tanda 1 para todas las cosechas; marzo registró una temperatura mínima promedio de 18 °C, en abril fue de 15 °C y en mayo de 11 °C. En estos últimos meses (abril y mayo), la temperatura nocturna mínima baja entre 7,2 y 12,8 °C, las cuales según Knight (1955), influye negativamente en la formación de inflorescencias cuando comparamos las dos tandas, cabe aclarar que los meses de abril y mayo son el período en que se da la mayor parte de la floración y maduración de semillas de la tanda 2.

Además de las características productivas descritas anteriormente, observamos que la tanda 1 presentó valores superiores de germinación de semillas respecto a la tanda 2 para todos los materiales estudiados, con excepción solamente de Virasoro. Si observamos en la Figura No.4, los materiales en la tanda 2 se

comportaron diferentes donde materiales como Surenio y Treinta y tres uno se destaca por encima de los demás con 39,07% y 36,14% de germinación. De todas formas, el porcentaje de germinación de los distintos materiales en la tanda 2 fueron inferiores si los comparamos con los materiales de la tanda 1. Excepto Virasoro, donde la germinación tuvo los resultados más bajos independiente de la tanda, presentando 16,5% de germinación para la tanda 1 y 18,13% para la tanda 2, resultados pueden estar explicados por la pilosidad que presentan las semillas. Si comparamos el porcentaje de germinación con otras especies del campo natural ya sean especies invernales o estivales como *Paspalum dilatatum*, vemos que la germinación varía mucho dependiendo de la especie. Cash y Narbondo (1983) realizaron una comparación entre distintas gramíneas perennes, donde evaluaron el porcentaje de germinación obteniendo como resultado: *Bromus auleticus* 99%, *Stipa setigera* 67%, *Poa lanigera* 11,25% para las especies invernales, mientras que la única especie estival fue *Coelorhachis selloana* la que obtuvo un 54,3% de germinación. Comparando los resultados obtenidos en germinación con otros trabajos, los porcentajes de germinación obtenidos fueron menores. Glison et al. (2015) obtuvieron una germinación más alta para materiales como Virasoro 49% y Chiru por encima del 60%. Cabe aclarar que en dicho trabajo realizaron distintos tratamientos a las semillas antes de ponerlas a germinar. En este mismo trabajo, las semillas cosechadas en otoño (marzo) y tratadas con pre-acondicionamiento en frío, mostraron un porcentaje de germinación menor que semillas cosechadas en verano (enero), sugiriendo que las semillas producidas en el verano tengan un nivel de latencia más baja. Estos resultados, en cierta medida, se reflejaron en el presente trabajo, donde vemos que todos los materiales de la tanda 1, tienen una germinación total mayor en comparación a la tanda 2 (Figura No.4).

A todas aquellas semillas no germinadas, se las clasificó en semillas vacías, duras y blandas; las vacías sin endosperma ni embrión fueron superior para la tanda 2 independientemente de la cosecha que se realizó (Figura No.6). Estos resultados pueden estar reflejando lo mencionado anteriormente, donde la temperatura de llenado de la semilla en la tanda 2 estuvo por debajo de las óptimas. La tanda 1 registró alto porcentaje de semillas vacías únicamente para la cosecha 5, lo que puede estar explicado por las caídas de las semillas llenas (Cuña et al., 2012); ya que los factores ambientales mencionados anteriormente para la tanda 1 estuvo muy

próximos a los óptimos. Cuando analizamos los resultados del porcentaje de semillas duras, se destaca que el material Virasoro presentó valores superiores al 60% de semillas duras en las dos tandas (Figura No.7). Sin dudas Virasoro muestra un comportamiento distinto comparado con los otros materiales, presentando una germinación muy baja, pero cuando vemos el porcentaje de semillas vacías, el material es de los que mejor se comporta, por lo que la baja germinación no está explicada por esta variable; y si por la barrera física que impide la germinación. La lema juega un papel importante en el impedimento de la germinación de las semillas en algunos genotipos de *Paspalum dilatatum* (Glison, 2013), lo que podría estar ocurriendo con el material Virasoro, explicando por qué presenta una germinación baja (Figura No.4). Las semillas blandas presentaron mayor porcentaje en la tanda 2 para todos los materiales, mientras que la tanda 1 en general el porcentaje de semillas blandas fue muy bajo, menos para el material Virasoro, el que se comportó como todos los materiales en la tanda 2 (Figura No.8). Para llegar a resultados más ajustados del porcentaje de germinación total, se restó aquellas semillas que se encontraban vacías (Figura No.9). Si comparamos los resultados de la Figura No.4 con la Figura No.9, vemos que el comportamiento de la tanda 1 sigue siendo superior y que los materiales se expresan de la misma manera.

Las semillas, para su desarrollo, dependen de otros órganos de la planta como “fuente”, que sean capaces de proporcionar los nutrientes necesarios para el llenado de las mismas (fosa), dándose un flujo de fotoasimilados de la planta a la semilla. El resultado de esta interacción que se da entre la transferencia de la planta a la semilla termina influyendo en el peso final de estas. La acumulación de la materia seca y el período de llenado son importantes en este proceso (Marcos-Filho, 2015).

En este trabajo, el peso de mil semillas en general no obtuvo grandes diferencias cuando se analiza los resultados provenientes de la interacción material por tanda y cosecha por tanda. Observando la Figura No.10 se desprende que la tanda 1 presenta una tendencia superior con respecto a la tanda 2 sin tener en cuenta al material Virasoro quien fue el que obtuvo el mayor peso para las tandas 2 y 1. El mayor peso de semilla de Virasoro para las dos tandas puede estar explicado por las características propias del material respecto a los demás. Esta tendencia de que la mayoría de los materiales tuvo un mayor peso de semillas para la tanda 1, puede

estar explicada por el déficit hídrico que se presentó para el período en el cual se desarrolló esta tanda. El déficit hídrico reduce el período del llenado de las semillas, junto con un aceleramiento de la senescencia. Estos efectos indirectos sobre las semillas terminan causando que el llenado de las semillas no sea uniforme, ya que semillas que son de diferentes períodos de fecundación no van a tener un llenado igual (Marcos-Filho, 2015). El peso de semilla también varía si se da un estrés hídrico durante el desarrollo y acumulación de peso seco, el cual no causa el aborto, pero sí afecta el peso la semilla y su tamaño debido a un período de llenado más corto (Bradford, 1994). *Paspalum dilatatum*, al ser una especie que se encuentra emitiendo inflorescencias de forma casi que continua en una misma planta, va a tener semillas en diferentes estados de desarrollo y maduración. La semilla de mayor peso se puede llegar a perder si la cosecha no se realiza en el momento justo, debido a que la semilla más pesada cae y no queda retenida en la planta (Cuña et al., 2012).

El peso de semilla limpia menos las semillas vacías que mostró interacción cosecha por tanda (Figura No.8), muestra una superioridad de la tanda 1 para todas las cosechas realizadas. Las cosechas 1, 2 y 3 de la tanda 1 son las que obtuvieron mayor peso, mientras que el peso de las semillas de la tanda 2 fue muy bajo, independientemente de la cosecha. Sin dudas el alto porcentaje de semillas vacías para la tanda 2 (Figura No.6) termina influyendo en el peso, ya que en el soplado se hace más difícil poder separarla.

En la figura No.3, el menor peso de semilla de la cosecha 4 y cosecha 5 con respecto a las otras cosechas dentro de la tanda 1, se puede estar dando a la caída de las semillas de mayor peso, ya que Cuña et al. (2012) mediante su trabajo pudo ver que el peso de las semillas caídas de las plantas madre era en un 5% superior a aquellas semillas que se encontraban retenidas.

6. CONCLUSIONES

En el presente trabajo, observamos que cuando la cosecha de semillas es realizada en los meses de diciembre-enero, los factores ambientales, asociados a la fisiología de la planta, proporcionan un mejor desarrollo reproductivo de los materiales evaluados, en comparación con la cosecha realizada en los meses de febrero-mayo. El rendimiento de semilla y germinación muestra un desempeño superior en la cosecha de diciembre-enero. Por tanto, hay un momento óptimo que proporciona un mejor rendimiento y calidad de semilla para *Paspalum dilatatum*.

Si bien la floración en *Paspalum dilatatum* es continua, los datos demuestran una alta sincronía, posibilitando definir dos períodos de cosecha en el año. Además del período de cosecha, también es posible inferir que el momento donde se concentra el mayor número de inflorescencias es de 15 a 21 días de haber alcanzado el momento cero.

Las condiciones ambientales como temperatura y precipitaciones tienen un impacto muy fuerte en los resultados obtenidos, ya que interfieren en las distintas etapas de desarrollo de las plantas.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, S. P. (1995). Grupos fenológicos da comunidade de gramíneas perennes de um campo cerrado no Distrito Federal, Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 30(8), 1067-1073.
- Ayala, W., Carriquiry, E., & Carámbula, M. (1993). Caracterización y estrategias de utilización de pasturas naturales en la región este. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Campo natural: Estrategia invernal, manejo y suplementación* (pp. 1-28).
- Bennett, H. W. (1966). Pasto Dallis, pasto Bahia y pasto Vasey. En H. D. Hughes, M. E. Heath, & D. S. Metcalfe (Eds.), *Forrajes* (pp. 315-319). Continental.
- Berretta, E. J. (2009). Algunos aspectos sobre la biodiversidad de los campos naturales. *Revista INIA*, (20), 21-25.
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/955/1/18429220710092759.pdf>
- Berretta, E. J., Formoso, D., Carbajal, C. M., Fernández, J., & Gabachutto, I. R. (1990). Producción y calidad de diferentes especies forrajeras nativas en condiciones de campo. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *II Seminario Nacional de Campo Natural* (pp. 49-62). Hemisferio Sur.
- Boggiano, P. (2003). *Componente "Manejo y conservación de la diversidad biológica": Subcomponente manejo integrado de pradera*.
<https://es.calameo.com/read/004233671ecd6b2fc8621>
- Boggiano, P., & Berretta, E. J. (2006). Factores que afectan la biodiversidad vegetal del campo natural. En *Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul: Grupo Campos: Desafios e oportunidades do bioma campos frente á expansão e intensificação agrícola* (pp. 93-104). EMBRAPA.

- Bradford, K. (1994). Water stress and the water relations of seed development: A critical review. *Crop Science*, 34(1), 1-11.
- Burton, G. W. (1942). Cytological study of some species in the tribe Paniceae. *American Journal of Botany*, 29(5), 355-360.
- Campbell, B. D., Mitchell, N. D., & Field, T. R. O. (1999). Climate profiles of temperate C3 and subtropical C4 species in New Zealand pastures. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 42(3), 223-233.
<https://doi.org/10.1080/00288233.1999.9513373>
- Canals, R. M., Peralta, J., & Zubiri, E. (2019). *Flora Pratense y Forrajera cultivada de la Península Ibérica: Glosario técnico*. Universidad Pública de Navarra.
https://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/glosario_pas.htm
- Carámbula, M. (1991). *Aspectos relevantes para producción de forraje*. INIA.
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2921/1/111219220807114541.pdf>
- Carámbula, M. (2002). *Pasturas y forrajes: Potenciales y alternativas para producir forraje*. Hemisferio Sur.
- Carámbula, M., Millot, J. C., García, J., & Artola, A. (1978). Variedades forrajeras recomendadas. En Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger" (Ed.), *Pasturas IV* (pp. 141-142).
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/4799/1/miscelanea-18.pdf>
- Cash, J. D., & Narbono, D. (1983). *Comparación entre varias gramíneas perennes sobre algunas etapas de la biología reproductiva* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Coll, J. (1991). *Producción de semilla de Paspalum dilatatum*. INIA.
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2944/1/111219220807104623.pdf>

- Cornaglia, P. S. (2003). El pasto miel: Características adaptativas: Consideraciones para lograr una implantación exitosa. *Revista Argentina de Producción Animal*, 23(3-4), 43-46.
https://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/95-pastomiel.pdf
- Cuña, M., Muguruza, M., & Rocha, F. (2012). *Determinación del desarrollo fenológico de la panoja, curva de caída y calidad de semilla en Paspalum dilatatum cv. Chirú y Paspalum dilatatum subsp. flavescens* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Da Costa, I., & Scheffer-Basso, S. M. (2003a). Caracterização morfofisiológica e agronômica de *Paspalum dilatatum* Poir. biótipo Virasoro e *Festuca arundinacea* Scherb: 1. Desenvolvimento morfológico. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32(5), 1054-1060.
- Da Costa, I., & Scheffer-Basso, S. M. (2003b). Caracterização morfofisiológica e agronômica de *Paspalum dilatatum* Poir. biótipo Virasoro e *Festuca arundinacea* Schreb: 2. Disponibilidade de forragem e valor nutritivo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32(5), 1061-1067.
- Del Puerto, O. (1969). Hierbas del Uruguay. *Nuestra Tierra*, (19), 11-60
<https://anaforas.fic.edu.uy/jspui/handle/123456789/9625>
- Descoings, B. (1975). Les types morphologiques et biomorphologiques des graminoides dans les formations herbeuses tropicales. *Naturalia Monspeliensia, Série Botanique*, (25), 23-25.
- Dirección General de Recursos Naturales. (s.f.). *Coneat, carta de suelos y cartografía de campo natural*. MGAP.
<https://dgrn.mgap.gub.uy/js/visores/dgrn/>
- Evans, M. W., & Grover, F. O. (1940). Developmental morphology of the growing point of the shoot and the inflorescence in grasses. *Journal of Agricultural Research*, 61(7), 481-520.

- García, J. (1971). *Influencia de factores ambientales sobre el rendimiento y calidad de semilla de tres biotipos de Paspalum dilatatum Poir.* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Glison, N. (2013). *Variabilidad en el comportamiento germinativo y en la dormición por cubiertas entre diferentes genotipos de Paspalum dilatatum Poir.* [Tesis de maestría]. Universidad de la República.
- Glison, N., Viega, L., Cornaglia, P., Gutiérrez, L., & Speranza, P. (2015). Variability in germination behaviour of *Paspalum dilatatum* Poir. seeds is genotype dependent. *Grass Forage Science*, 70(1), 144-153.
- Iurato, A. S., & Rodríguez, M.^a del P. E. (2002). *Evaluación morfogenética de seis genotipos de gramíneas forrajeras invernales bajo dos niveles de nitrógeno* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Johnston, W. (1996). The place of C4 grasses in temperate pastures in Australia. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 39(4), 527- 540.
<https://doi.org/10.1080/00288233.1996.9513213>
- Knight, W. E. (1955). The influence of photoperiod and temperature on growth, flowering and seed production of Dallisgrass, *Paspalum dilatatum* Poir. *Agronomy Journal*, 47(12), 555-559.
- Knight, W. E., & Bennet, H. W. (1953). Preliminary report of the effect of photoperiod and temperature on the flowering and growth of several southern grasses. *Agronomy Journal*, 45(6), 268-269.
- Koltunow, A. M., Bicknell, R. A., & Chaudhury, A. M. (1995). Apomixis: Molecular strategies for the generation of genetically identical seeds without fertilization. *Plant Physiology*, 108(4), 1345-1352.
- Langer, R. H. M. (1972). *How grasses grow*. Edward Arnold.

- Loch, D. S., & Ferguson, J. E. (1999). Tropical and subtropical forage seed production: An overview. En D. S. Loch & J. E. Ferguson (Eds.), *Forage seed production* (Vol. 2, pp. 1-40). CABI.
https://books.google.com.uy/books?hl=es&lr=&id=BOIQmQ1FnDUC&oi=fnd&pg=PA1&dq=related:p2qFqJVE_8MJ:scholar.google.com/&ots=4ULTqvaNeh&sig=2lSwn3BnSzsAvxR5ZwkJzhvspyQ&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Marcos-Filho, J. (2015). *Fisiología de semillas de plantas cultivadas*. Abrates.
- Mas, C., Bermúdez, R., & Ayala, W. (1994). Crecimiento de las pasturas naturales en dos suelos de la región este. En M. Carámbula, M. Vaz Martins, & E. Indarte (Eds.), *Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva* (pp. 59-67). INIA.
- Matilla, A. J. (2008). Desarrollo y germinación de las semillas. En J. Azcón-Bieto & M. Talón (Eds.), *Fundamentos de fisiología vegetal* (2^{da} ed., pp. 537-558). McGraw-Hill.
- McMaster, G. S. (2005). Phytomers, phyllochrons, phenology and temperate cereal development. *Journal of Agricultural Science*, 143(2-3), 137-150.
- Michelini, D. (2010). *Caracterización morfogenética de Paspalum dilatatum Poir.* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Millot, J. C. (1969). Mejoramiento de gramíneas forrajeras. En Centro de Investigaciones Agrícolas “Alberto Boerger” (Ed.), *Producción y conservación de pasturas y forrajes: Reunión Técnica* (pp. 101-110).
http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/5923/1/UY.CIAAB.MIS_CELANEA.1969.n.7.pdf
- Oficina de Estadísticas Agropecuarias. (2020). *Anuario Estadístico Agropecuario 2020*. MGAP.
<https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2020/ANUARIO2020.pdf>

- Peterson, G. M., Westgate, M. E., & Peterson, C. M. (1993). Flower and pod development in water-deficient soybeans (*Glycine max* L. Merr.). *Journal of Experimental Botany*, 44(258), 109-117.
<https://www.jstor.org/stable/23694344>
- PGG Wrightson Seeds. (s.f.). *Surenio Paspalum dilatatum: La pastura perenne estival más productiva y adaptada*.
<https://www.pgw.com.uy/pasturas/gramineas/perennes/paspalum/37/surenio/>
- Pizarro, E. A. (2002). Potencial forrajero del género *Paspalum*. *Pasturas Tropicales*, 22(1), 38-46. http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_CIAT/Vol_22_01_08.pdf
- Poehlman, A., & Sleper, D. A. (2005). *Mejoramiento genético de las cosechas* (2ª ed.). Limusa.
- Quintans, I. (2013). *Determinación de la producción, estacionalidad y calidad de forraje en una colección de pasto miel (Paspalum dilatatum Poir.)* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Rosengurtt, B. (1946). Gramíneas y Leguminosa de Juan Jackson. Comportamiento en el campo y en ensayos de cultivos. En *Estudio sobre praderas naturales del Uruguay: 5ª. Contribución* (pp. 95-213). Rosgal.
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/9664>
- Rosengurtt, B. (1979). *Tablas de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay*. Universidad de la República.
- Rosengurtt, B., Arrillaga, R. B., & Sierra de Soriano, B. (1960). Caracteres vegetativos y forrajeros de 175 gramíneas del Uruguay. *Revista de Facultad de Agronomía*, (47), 3-168.

- Saldanha, S. (2005). Manejo del pastoreo en campos naturales sobre suelos medios de basalto y suelos arenosos de cretácico. En R. Gómez Miller & M. M. Albicette (Eds.), *Seminario de actualización técnica en manejo de campo natural* (pp. 75-84). INIA.
- Santiñaque, F. H., & Carámbula, M. (1981). Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. *Investigaciones Agronómicas*, 2(1), 16-21.
- Sattler, R., & Rutishauser, R. (1997). The fundamental relevance of morphology and morphogenesis to plant research. *Annals of Botany*, 80(5), 571-582.
- Sierra, J. O. (2005). *Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros* (2ª ed.). Universidad de Antioquia.
- Speranza, P. (2005). Los desafíos de la exploración de los recursos genéticos en plantas apomícticas: Lecciones del caso de *Paspalum dilatatum*. *Agrociencia (Uruguay)*, 9(1-2), 73-76.
<http://www.fagro.edu.uy/~agrociencia/index.php/directorio/article/view/280>.
- Speranza, P. (2009). Evolutionary patterns in the Dilatata group (*Paspalum*, Poaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 282(1-2), 43-56.
<https://doi.org/10.1007/s00606-009-0205-5>
- Speranza, P. (2017). *Utilización y domesticación de gramíneas forrajeras del género Paspalum en Uruguay*. INIA.
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8260/1/Fpta-61-2017.pdf>

8. ANEXO**Anexo A***Cosecha manual de semillas*

Anexo B*Coleta de semillas e identificação*

Anexo C

Corte y homogenización del experimento para la tanda 2



Anexo D*Trilla manual de inflorescencias*

Anexo E*Pesaje de semillas trilladas*

Anexo F*Soplado de semillas*

Anexo G*Evaluación de germinación*

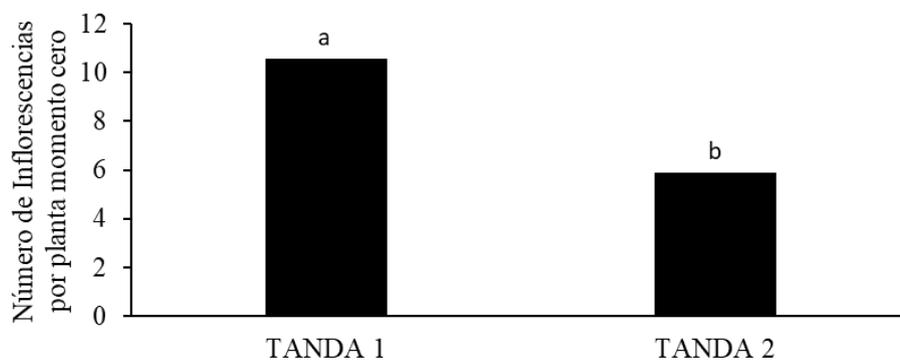
Anexo H

Conteo de germinación



Anexo I**Figura I1**

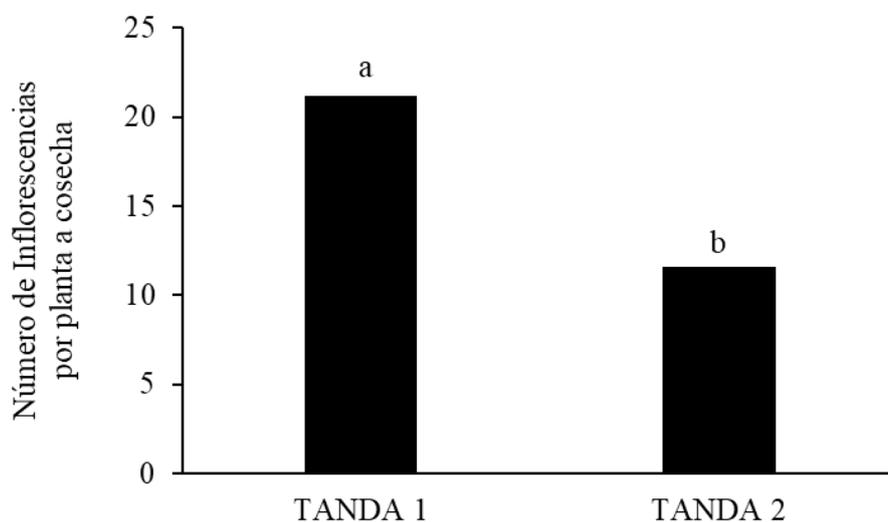
Número de inflorescencias por planta a momento cero, correspondiente a las dos tandas de cosecha de semillas



Nota. Letras distintas indican diferencias significativas al $P \leq 0,05$ por el test de Tukey.

Figura I2

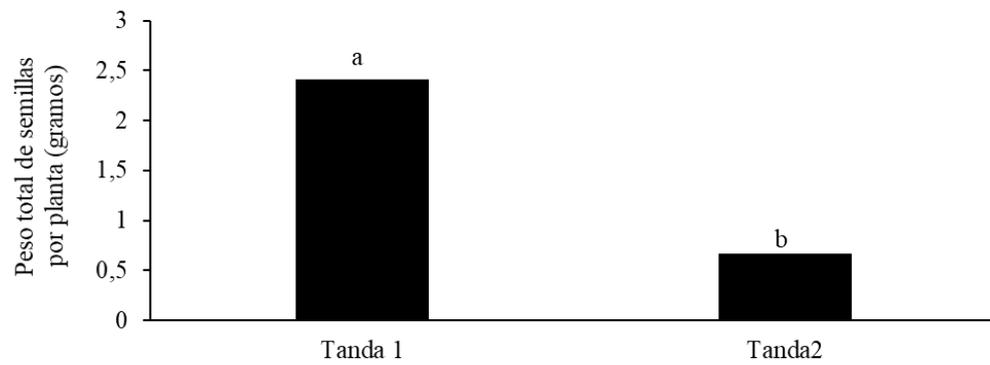
Número de inflorescencias por planta a cosecha, para las dos tandas de cosecha.



Nota. Letras distintas indican diferencias significativas al $P \leq 0,05$.

Figura I3

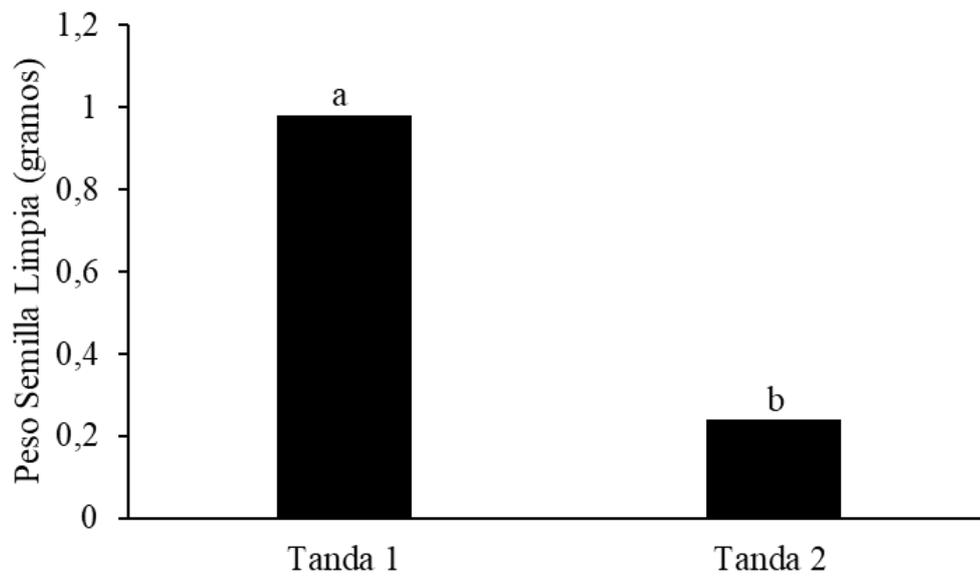
Peso total de semillas por planta (g) para la tanda 1 y tanda 2



Nota. Letras distintas indican diferencias significativas al $P \leq 0,05$.

Figura I4

Peso de semilla limpia (g) para la tanda 1 y tanda 2



Nota. Letras distintas indican diferencias significativas al $P \leq 0,05$.