

Forrajeras perennes estivales para la región semiárida pampeana

Factores que inciden en la calidad de la semilla y en la implantación

AUTORA:

María de los Angeles Ruiz



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía
Argentina

Centro Regional La Pampa-San Luis

Estación Experimental Agropecuaria Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas"

PE L01- I001 Ganadería bovina sustentable en el semiárido-árido del Centro Norte argentino

Este documento queda sujeto al cumplimiento de la Ley Nro. 26.899

Colaboradora y Curadora de Datos del Repositorio Institucional - INTA Digital
Bibl. Flavia Epuñan

Diseño Gráfico
Dis. Gráf. Francisco Etchart

Octubre de 2023



EDICIONES INTA

Centro Regional La Pampa-San Luis
EEA INTA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas"
RN N°5 Km 580, CP 6326, Anguil, La Pampa, Argentina

RESUMEN

Actualmente se necesitan especies forrajeras para condiciones con mayores limitantes edáficas y climáticas. Entre los puntos a considerar para satisfacer estas nuevas demandas figura la disponibilidad de semillas de calidad y con procesamientos que permitan mejorar el manejo de la implantación y la seguridad en el logro de las pasturas. En esta contribución se abordan algunos aspectos que hacen a la calidad de semillas forrajeras megatérmicas, su vinculación con la historia del lote y con la posterior implantación. En especial se mencionan aquellas especies que consideramos de importancia para el ambiente semiárido pampeano dentro de las gramíneas perennes de ciclo estival: *Panicum coloratum*, *Digitaria eriantha*, *Panicum virgatum* y *Tetrachne dregei*, con las que se está trabajando, desde hace varios años, en el marco de los proyectos nacionales y regionales de INTA. No se incluye a *Eragrostis curvula* debido a que no posee mayores limitantes en este aspecto.

Palabras clave: especies megatérmicas, siembra, germinación, dormición

Introducción

En Argentina, han aumentado su importancia relativa en la producción ganadera, regiones que se caracterizan por ser ambientes con fuertes variaciones interanuales y estacionales en la producción de forraje, esto implica nuevos desafíos para la investigación. Hay mayor demanda por genética nacional en especies forrajeras, nativas e introducidas que presenten adaptaciones y requerimientos específicos (5, 13). Actualmente se necesitan especies forrajeras para condiciones y objetivos diferentes a los tradicionales como así también especies nativas para regiones áridas y semiáridas (13). Entre los puntos a considerar para satisfacer estas nuevas demandas figura la disponibilidad de semillas de calidad y con procesamientos que permitan mejorar el manejo de la implantación y la seguridad en el logro de las pasturas (8) y, por otra parte, el desarrollo de áreas alternativas a las actuales para producir semilla forrajera (5).

La producción de semillas de forrajeras estivales en nuestro país, tradicionalmente ha sido una actividad de oportunidad por parte de productores ganaderos, quienes cuando las condiciones climáticas favorables lo permiten, destinan lotes a esta producción luego de realizarles un pastoreo, la semilla obtenida de esta manera puede resultar de baja calidad y cantidad. Esta semilla habitualmente es utilizada para incrementar los lotes de pasturas perennes en el mismo establecimiento (8). No obstante, la tendencia actual es hacia la especialización en la producción de semillas, debido a la necesidad de maximizar los rendimientos, mejorar la calidad obtenida y abaratar los costos respecto a la importación (23).

En esta contribución se abordan algunos aspectos que hacen a la calidad de semillas forrajeras, en especial en aquellas especies que consideramos de importancia para el ambiente semiárido pampeano dentro de las gramíneas de ciclo estival, con las que hemos estado trabajando en estos últimos años, en el marco de los proyectos nacionales y regionales de INTA.

Calidad de semilla vs densidad de siembra

Seleccionar semilla limpia y con alto poder germinativo

A menudo las fallas de siembra son atribuidas a condiciones climáticas adversas, fertilidad u otras causas cuando en realidad el problema se encuentra en la pobre calidad de la semilla elegida. Para conocer la calidad de las semillas es fundamental enviar las muestras al laboratorio y obtener los datos de pureza y germinación, con los cuales se realizarán los cálculos de densidad de siembra y así saber con exactitud cuántos kilos de semilla por hectárea colocar. Se debe tener en cuenta que, si sembramos una mala semilla, vamos a tener problemas de implantación (emergencias tardías, falta de plantas), además podremos haber sembrado involuntariamente diversas malezas que se hallaban entre las semillas del cultivo. Recordar que para sembrar una pastura se realiza una gran inversión, y puede fracasar por utilizar semillas de mala calidad, lo cual se puede prevenir con un análisis previo (7).

Para hacer estos ajustes, se debe considerar el poder germinativo (PG, Foto 1) y la pureza físico botánica de la semilla (PFB; Figura 1). Ambas características podrán ser leídas en el rótulo de la bolsa de semillas, o ser determinadas mediante un análisis de laboratorio. Con dichos valores se pueden corregir las densidades de siembra recomendadas para la especie en cuestión, las cuales son para un lote de máxima calidad, de manera tal que se considere la calidad real del lote. Además, el análisis de PFB proporcionará los nombres de las malezas presentes en el lote. En la siguiente fórmula se detalla dicha corrección:

$$\text{Kg/ha a sembrar} = \frac{\text{Densidad recomendada (kg/ha)}}{(\text{PG} \times \text{PFB} / 10000)}$$

Por ejemplo, si disponemos de una semilla con un poder germinativo del 50 % y una pureza físico botánica del 80 %, y se recomienda sembrar 3

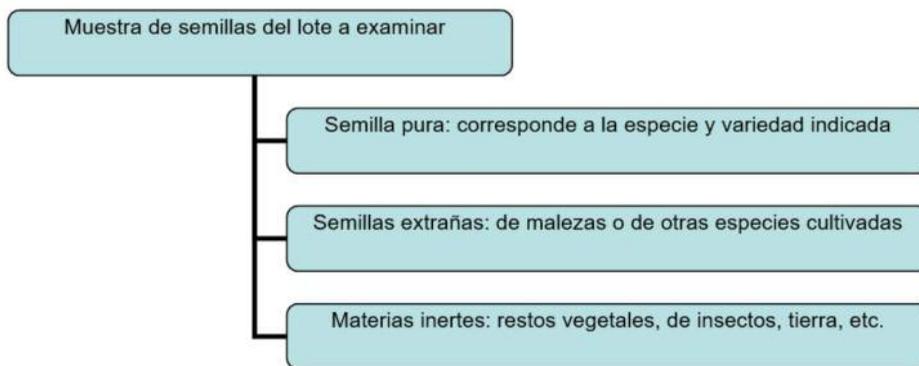


Figura 1. Fracciones obtenidas a partir de un análisis de pureza, donde el porcentaje en peso de Semilla pura (PFP, %) será el utilizado para corregir las densidades de siembra.



kg.ha⁻¹, haciendo estos cálculos, obtenemos valores de 7,5 kg.ha⁻¹.

Adicionalmente, la prueba de tetrazolio es un análisis que brinda importante información complementaria para determinar correctamente la capacidad de germinación de las semillas de forrajeras C4. La prueba de tetrazolio constituye la única herramienta válida para establecer correctamente la cantidad de semillas vivas y muertas que quedan sin germinar al finalizar un ensayo de germinación de forrajeras megatérmicas (6).



Foto 1. Prueba de germinación en condiciones de laboratorio (PG, %), realizada con semillas extraídas de la fracción de semilla pura, y que también será utilizado para corregir densidades de siembra.

Es común que las semillas de este tipo de especies, se comercialice revestida. Para su análisis, la muestra de trabajo de semilla pelleteada es separada en los componentes: pellets puros, semillas descubiertas y material inerte. Los ensayos de germinación se realizan con pellets puros (1).



Foto 2. Prueba de tetrazolio en Panicum.

Factores que inciden en la calidad de la semilla

La calidad de la semilla comienza ya desde que se encuentra en la planta madre, y a lo largo de su vida van a incidir una serie de factores ambientales y bióticos (por ejemplo ataque de insectos u hongos), y todas aquellas manipulaciones que se realicen sobre ellas tales como cosecha, limpieza y almacenamiento.

Evolución de la semilla en la planta madre

El desarrollo y la maduración de la semilla son aspectos importantes que deben ser considerados en la tecnología de producción de semillas. Entre los factores que determinan la calidad de las semillas, están las condiciones ambientales predominantes en la etapa de floración y fructificación, y la cosecha en la época adecuada, lo cual requiere un planeamiento con el objetivo de obtener máxima calidad y producción.

La maduración comienza después de la polinización; ocurre entonces la fertilización, que es la unión del gameto masculino, liberado por el grano de polen, con el gameto femenino que está localizado en el óvulo. El óvulo, una vez fecundado se desarrollará y originará la semilla. A partir de la unión de los gametos, ocurre una serie de transformaciones morfológicas y fisiológicas que dan origen al embrión, al tejido de reserva y al tegumento de la semilla. De esta manera, el proceso de maduración se inicia con la fertilización del óvulo y se extiende hasta el punto en que la semilla alcanza la maduración fisiológica, o sea, cuando cesa la transferencia de nutrientes de la planta hacia la semilla.

Podemos estudiar la evolución del desarrollo de las semillas observando las modificaciones que ocurren en algunas características físicas y fisiológicas tales como: humedad, materia seca acumulada, germinación y vigor (27).

Después de la fertilización, el tamaño de la semilla aumenta rápidamente hasta alcanzar un máximo. Este rápido crecimiento se debe a la multiplicación y desarrollo de las células del embrión y del tejido de reserva. Después de alcanzar el

máximo, el tamaño disminuye debido a la pérdida de agua. La acumulación de materia seca ocurre de manera lenta, ya que primero predominan las divisiones celulares.

En la etapa siguiente, se verifica un aumento continuo y acentuado de la materia seca, acompañado por un aumento en la germinación y el vigor, hasta alcanzar el máximo. De esta manera, se puede afirmar que, la semilla alcanza su máxima calidad fisiológica cuando su contenido de materia seca es máximo. Durante esta etapa de intensa acumulación de materia seca, en contenido de agua de la semilla permanece elevado; y es primordial que exista una adecuada disponibilidad de agua y de nutrientes en el suelo para que el llenado de la semilla sea satisfactorio.

Muchos estudios realizados con la maduración de las semillas de diversas especies indican el punto de máximo contenido de materia seca como el mejor y más seguro indicativo de que las semillas alcanzaron la madurez fisiológica (MF). De esta manera, la MF queda caracterizada como aquel punto después del cual la semilla ya no recibe más nutrientes de la planta madre, ocurriendo la desconexión entre la planta y la semilla. A partir de este punto, la semilla permanece ligada a la planta solo físicamente. Es necesario resaltar los cuidados en este punto, especialmente si se quiere cosechar, considerando que el contenido de reservas es máximo, pero el contenido de humedad todavía es elevado, variando de 30 a 50 % depende la especie (27).

A partir de la MF, el contenido de agua disminuye rápidamente hasta un punto en donde empieza a oscilar de acuerdo con la humedad relativa del aire, lo que indica que, a partir de este momento, la planta madre ya no ejerce ninguna influencia sobre la humedad de la semilla.

Es importante resaltar que, en condiciones de campo, la evolución de cada una de estas características no es fácil de ser monitoreada, la fijación de una fecha o época para la ocurrencia de la MF es función de eventos como la floración y fructificación, y puede presentar diferencias para una misma especie y cultivar debido a las condiciones climáticas o estado nutricional de la planta madre.

Por lo tanto, es interesante conocer otros parámetros que permitan detectar la MF, correlacionándola con características morfológicas de la planta, frutos y/o semillas. En gramíneas en general, la maduración se relaciona a cambios en la coloración verde hacia amarilla en las glumas, glumelas, en el pedúnculo de la panoja e inicio de la dehiscencia (27).

Ejemplos:

En *Digitaria eriantha* se encontraron cariopsis con máximos valores de peso, número y viabilidad

en el período de 28 a 35 días desde emergencia de las panojas; momento en que se hicieron máximos el desarrollo y la calidad de los cariopsis. En este período el color de la panoja cambió de verde-pajizo a marrón-pajizo y comenzó la diseminación, sin embargo, a nivel poblacional de cultivo es muy difícil determinar el momento de recolección para maximizar cantidad y calidad (34).

En *Tetrachne dregei*, la máxima calidad de la semilla se determinó a los 19 días posteriores a la antesis, momento en que se registraron 500 plán-

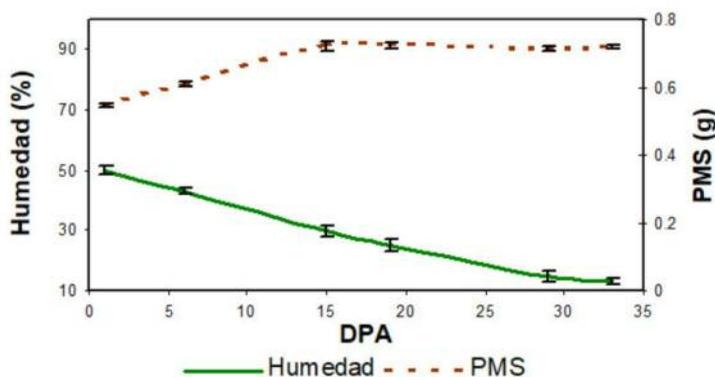


Figura 2. Humedad de las panojas y peso de mil semillas de *Tetrachne dregei* en diferentes oportunidades de cosecha. DPA: días posteriores a la antesis.

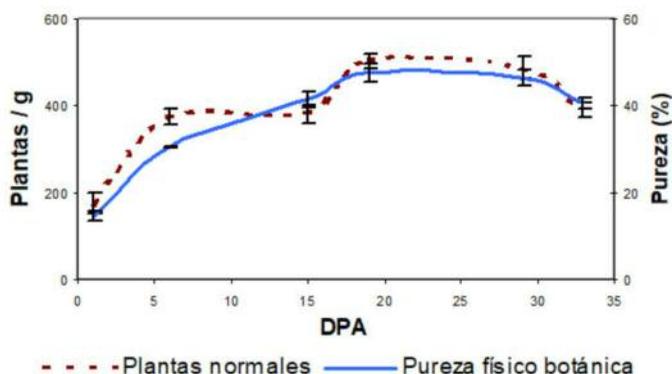


Figura 3. Plántulas normales por gramo y pureza físico botánica de *Tetrachne dregei* en diferentes oportunidades de cosecha. DPA: días posteriores a la antesis.

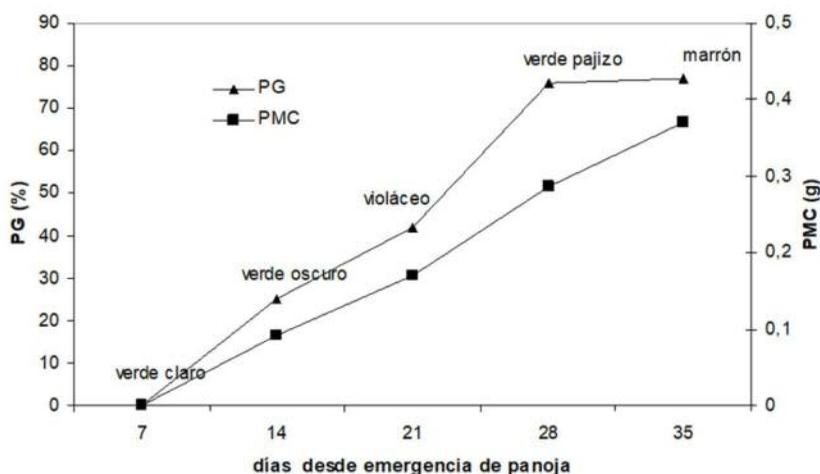


Figura 4. Evolución de crecimiento y calidad de la semilla de *digitaria* en el tiempo. PG= poder germinativo, PMC= peso de mil cariopsis, se indica el color de las panojas (34).

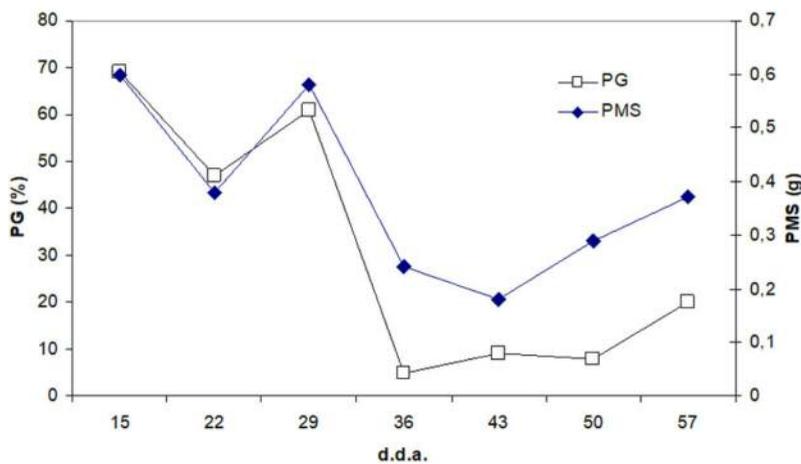


Figura 5. Poder germinativo y peso de mil semillas (antecios= cariopsis + glumelas) de *Panicum coloratum* cv. Klein Verde. Anguil, 2007.

tulas normales por gramo de semilla, 46% de pureza físico botánica, máxima velocidad de germinación, máximo peso de semillas y 24 % de humedad (Figuras 2 y 3). La dehiscencia se inició a los 15 días posteriores a la antesis, con un contenido de humedad de 30%. En ningún momento se determinó alta dehiscencia. La máxima calidad coincidió con la ocurrencia del 80% de las panojas castañas y el endosperma en estado pastoso (28).

En *Digitaria eriantha* el crecimiento y calidad de la semilla coincidió con el período de 28 a 35 días desde la emergencia de las panojas, momento en que se maximizaron el desarrollo y la calidad de los cariopsis (Figura 4; 34).

El productor que coseche digitaria, deberá tener en cuenta la fecha del pico de floración y preparar el equipo de cosecha para los próximos 25 días, en donde se deberá iniciar la cosecha, a partir de que los primeros antecios se desprendan (34).

En *Panicum coloratum*, se realizó un ensayo en el cual se llevaron a cabo cosechas sucesivas cada 7 días, comenzando a los 15 días de plena antesis (= cuando la mayoría de las panojas mostraban sus estambres). La mayor calidad de semilla (PMS y PG; Figura 5) se produjo entre los 15 y 29 días desde antesis (d.d.a.) (31).

En un estudio realizado en la Universidad Nacional de Córdoba, en *Panicum coloratum* se determinaron rendimientos de semilla máximos a los 51 días desde la emergencia de las primeras

panojas (10 panojas/m²), y el máximo número de plántulas normales por gramo a los 58 días (37).

Producción y cosecha de semillas

En *Panicum coloratum*, la producción de semilla es alta; sin embargo, madura progresivamente durante un periodo que suele exceder de dos semanas, sin picos de maduración, y se cae a medida que madura, lo que afecta la eficiencia de recolección, y depende la modalidad y momento de cosecha, será muy variable el porcentaje de semilla que efectivamente se coseche (25,41).

La temperatura es un factor importante durante la maduración; días soleados y de altas temperaturas aceleran la maduración y aumentan los riesgos de pérdida de semilla madura (23). Por otra parte, en lotes pastoreados la producción de semilla va declinando a través de los años, debido principalmente a la disminución de la fertilidad y a la compactación del suelo (23).

La cosecha a los 22-25 días posteriores a antesis permite optimizar rendimiento y calidad de la semilla, parámetros que mejoran cuando el material seminal se deja un par de días en hileras de 20 cm de espesor para permitir su secado antes de la colecta (11). También se ha sugerido cosechar entre los 5 a 10 días después de que se comiencen a caer las primeras semillas al suelo, pudiendo obtenerse hasta tres cosechas por año de semilla (150 kg/ha; <http://semillasanfrancisco.com/>).

Con respecto al sistema de cosecha, la información disponible indica que efectuando una cosecha directa del lote, da en promedio una producción de sólo el 19% de la cosecha potencial; con un sistema de corte e hilerado con secado a galpón, la producción se incrementa hasta un 42%, y con un corte e hilerado y secado a campo se logra hasta un 49% de colección de la semilla potencialmente disponible (14). En el norte de Córdoba el rendimiento promedio estimado para esta especie es de 70 kg ha⁻¹. Sin embargo, En ensayos experimentales realizados en la Universidad Nacional de Córdoba, en un suelo tipo Haplustol éntico con 0,15% de nitrógeno, se han determinado entre 77 y 211 kg de semilla /ha, depende el nivel de fertilización nitrogenada, no aconsejándose dosis mayores a los 70 kg N.ha⁻¹ para tales condiciones (32). En la Región Pampeana semiárida no se cuenta aún con datos precisos, pero las experiencias realizadas hasta el presente mostraron rendimientos variables (rango: 9 a 110 kg.ha⁻¹), dependiendo de varios factores, como estado del cultivo, momento, método de cosecha, pero fundamentalmente debido a condiciones ambientales, principalmente estrés hídrico, baja fertilidad edáfica y compactación (31).

En estas especies subtropicales las semillas son pequeñas, no se forman ni maduran sincrónicamente y en general se caen después de la maduración, por dicha causa, para mejorar la sincronización de la floración se realizan cortes y se fertiliza, técnicas que en general se aplican en los lotes que están destinados exclusivamente a la producción de semillas (23).

Manejo del cultivo

La base del crecimiento de las pasturas y para la producción de semillas es el macollaje. Una producción de semillas alta se logra haciendo máximo el número de macollos y sincronizando la aparición de las inflorescencias. El mayor efecto de la fertilización nitrogenada es elevar los rendimientos de semilla debido a que incrementa la densidad de inflorescencias. Dado que el nitrógeno juega un rol central en la producción de semillas, es importante determinar la dosis óptima a aplicar, el momento adecuado y el tipo de fertilizante nitrogenado a utilizar (23).

En Anguil se estudiaron los efectos del riego y la fertilización nitrogenada sobre la producción de semilla de *Tetrachne dregei*. El ensayo se realizó según un diseño en bloques con parcela dividida, donde riego complementario (R) vs. secano fue la parcela principal, y fertilización (F) la subparcela, a razón de 0 y 200 kg/ha de N –para el testigo y F respectivamente-, 100 kg/ha aplicados en otoño y los restantes en primavera; la fuente de nitrógeno fue urea con 46% N. Las plantas tenían 4 años y estaban en surcos separados 0,5 m entre sí. El riego se realizó durante los períodos en que no ocurrían lluvias, el sistema utilizado fue por goteo; en cada uno se aplicaron 36 mm, lo que suma un total de agua aportada por irrigación de 180 mm, en tanto que el agua de lluvia durante esa temporada fue de 726 mm. La cosecha se realizó el 3 de enero. Se determinó producción de semilla (PS), porcentaje de semilla pura (%P= porcentaje en peso de antecios fértiles), poder germinativo (%PG) y peso de mil semillas

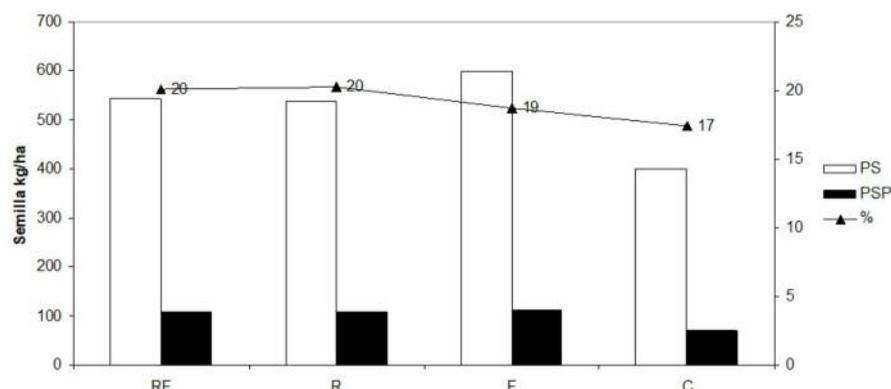


Figura 6. *Tetrachne dregei*: producción total de semilla (PS), porcentaje de semilla pura (antecios con cariopsis maduro en su interior, %), y producción de semilla pura (PSP). INTA EEA Anguil. RF: riego + fertilización, R: riego, F: fertilización, C: control

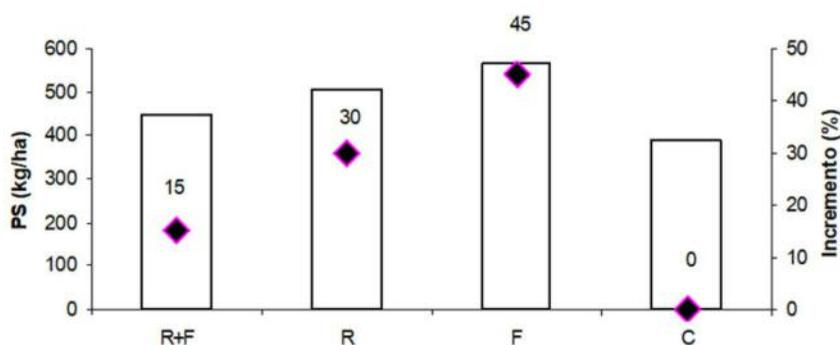


Figura 7. Producción de semilla de *Tetrachne dregei* (barras; promedio de tres temporadas) e incremento en producción de semilla respecto del control (rombos; %). EEA Anguil.

R= con riego complementario, F= fertilizado con urea, C= control sin R ni F (las precipitaciones promedio fueron de 607 mm anuales).

(PMS). Como consecuencia de los bajos %P, al corregir la producción total de semilla por dichos valores, se obtuvo una importante reducción en los kilos de semilla, pasando en promedio de 520 kg/ha a 98 kg/ha. En la Figura 6 se muestra la producción de semilla y el porcentaje de antecios con cariopsis, cuyo producto da la producción de semilla pura (PSP), que es lo que efectivamente cuenta a la hora de la siembra, debiendo ser corregida además por su poder germinativo (PG).

En poder germinativo, no se encontraron diferencias entre tratamientos, los porcentajes de germinación fueron superiores al 80% en todos los casos, el promedio fue de 85%. El PMS fue similar entre tratamientos (promedio= 0,6407g). Como conclusión de esta experiencia, el riego y la fertilización contribuyeron a mejorar la producción de semilla; el %P, %PG y PMS no fueron influenciados a los niveles de F y R utilizados en este trabajo (30). Sin embargo, los valores promedios de producción de semilla de tres años consecutivos mostraron que si bien los tratamientos de riego y fertilización incrementaron dicha producción, sus efectos no fueron aditivos, la fertilización con riego tuvo un efecto adverso al promover el crecimiento vegetativo de las plantas en forma horizontal (por sus estolones), lo que incrementó la competencia entre ellas, que estaban distanciadas 50 cm entre sí y mostraron una tendencia a juntarse. De hecho la mayor producción se obtuvo con fertilización, pero sin riego (Figura 7).

Acondicionamiento luego de la cosecha

Respecto al acondicionamiento poscosecha, estas especies suelen cosecharse con alto conteni-

do de humedad, no seguro para la conservación a largo plazo, razón por la cual, si es cosecha directa, debe esparcirse la semilla sobre el piso y removerla periódicamente para evitar su ardido (8). La otra posibilidad es recurrir al secado a campo luego de hiliar, o secado artificial si se dispone de implemento para tal fin, siempre sin aumentar demasiado la temperatura ya que su uso será como semilla, y no se deben matar los gérmenes.

Germinación y dormición de las semillas

La germinación es el proceso mediante el cual una semilla se convierte en una nueva planta. Para lograr esto, toda nueva planta requiere de elementos básicos para su desarrollo: temperatura, humedad, oxígeno y luz. Las semillas tienen sensores capaces de medir y registrar la calidad y cantidad de luz solar, concentración de oxígeno, alternancia de temperatura y nivel de humedad edáfica. Cuando estos factores se encuentran en equilibrio para la especie en cuestión, se produce la germinación.

En general las semillas de las forrajeras C4 son pequeñas, tienen un endosperma limitado y presentan dormición (9,10); estas características determinan que la siembra sea superficial o a poca profundidad y el nacimiento lento y desparejo.

a. Requerimientos de Temperatura

La temperatura es uno de los principales factores que intervienen en la regulación de la germinación de las semillas. Los requerimientos de temperatura determinados por diferentes autores para la germinación de semillas no dormidas de

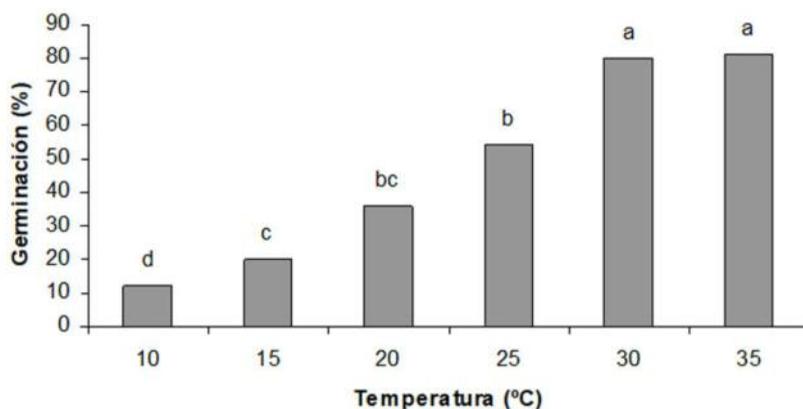


Figura 8. Temperatura óptima para la germinación de *Digitaria eriantha*: porcentaje de germinación acumulada en el tiempo a los 9 días (Duncan, $p < 0,05$). (34)

algunas de las especies megatérmicas de interés para la región semiárida pampeana son: *Panicum virgatum*= 30°C, *Eragrostis curvula*= 35-20°C (alterna) o 30°C, *Tripsacum dactyloides* = 30-20°C (alterna) (3).

En *Digitaria eriantha*, los valores de máxima germinación de cariopsis (80 %) se obtuvieron a los 6 días con temperaturas de 30 y 35°C. Para temperaturas inferiores a 30°C, al 9º día no se alcanzó la máxima germinación (34; Figura 8).

En *Tetrachne dregei*, la germinación de los antecios (=cariopsis + glumelas), no difirió significativamente cuando fueron sometidos a diferentes temperaturas, ya fueran constantes o alternas entre 15 y 30 °C (26). Esto sugiere que *T. dregei* presenta capacidad para germinar tanto en siembras primaverales como estivales – otoñales en la región semiárida pampeana; en Anguil, Guatraché y Chacharramendi se ha observado la existencia de una resiembra espontánea que posiblemente ocurre entre los meses de enero y febrero. La capacidad de germinación de los antecios ha resultado variable entre años, entre el 50% y 85%, probablemente influenciada por la presencia de cariopsis inmaduros.

b. Dormición de las semillas

A veces, aunque se den condiciones hídricas, térmicas y gaseosas propicias para la germinación, ésta no ocurre debido a que las semillas están dormidas. Dicho atributo no es una característica cualitativa de la semilla, sino que las semillas pueden presentar distintos niveles de dormición entre un punto donde el rango de condiciones ambientales que permiten la germinación es estrecho, o nulo

(dormición absoluta), hasta un punto donde la amplitud de ese rango es máxima (ausencia de dormición). Esta condición puede ser causada por bloqueos internos que posee la semilla –inhibidores tales como el ácido abscísico, ABA-, o a otros impedimentos externos –por ejemplo, cubiertas impermeables al agua o al oxígeno.

Inmediatamente de cosechada, la germinación de las semillas de varias especies de forrajeras puede ser muy baja debido a la presencia de dormición, pero se incrementa con el tiempo (período post cosecha o “dry storage”). La dormición es una característica ampliamente distribuida en las semillas de especies con pocos años de domesticación como lo son la mayoría de las forrajeras templadas y megatérmicas.

El fenómeno de la latencia o dormición hace que, durante el establecimiento de las praderas, estas presentan una emergencia irregular y heterogénea, además de crear dificultad en el análisis de su calidad fisiológica en laboratorio (9,10). Por lo anteriormente mencionado es importante para cualquier programa de producción de semilla de especies forrajeras conocer estas dificultades y hacer uso de tratamientos a la semilla a fin de eliminar la presencia de inhibidores. Dentro de los

Tabla 1. Poder germinativo (PG) de semillas de *Panicum coloratum* escarificadas con ácido sulfúrico y sin escarificar (testigo).

Tratamiento	PG (%) a los 28 días
Testigo	8
Ácido sulfúrico x 10 minutos	79

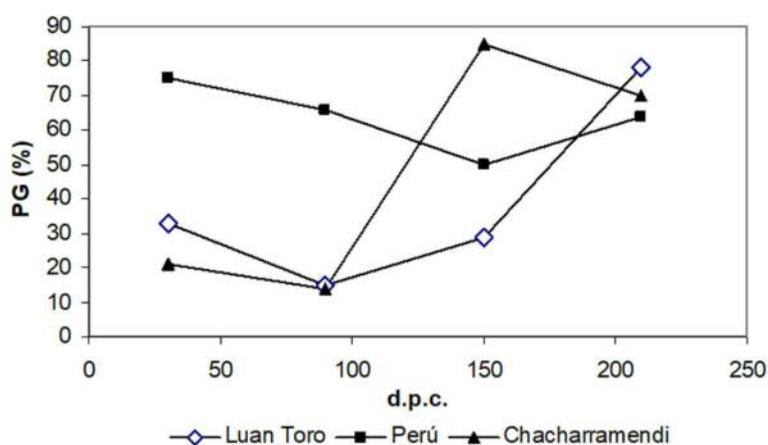


Figura 9. Germinación de *P. coloratum* a los 30, 90, 150 y 210 días post cosecha (d.p.c.). (9)

tratamientos que han mostrado ser efectivos para romper esta dormición, podemos mencionar el uso de temperaturas alternas, productos químicos y algunos tratamientos mecánicos, los cuales disminuyen la presencia de las sustancias que inhiben la germinación (37).

La dormición en *P. coloratum* y *P. virgatum* puede ser superada mediante la escarificación mecánica (20, 24). En *P. virgatum* se ha sugerido que las partes florales que rodean a la semilla podrían estar bloqueando la salida de inhibidores ya que se detectó la presencia de ABA. El agua pudo ingresar a la semilla, con lo cual se comprobó que no es un problema de impermeabilidad (20). La semilla recién cosechada de *P. coloratum* exhibe dormición la cual se pierde aproximadamente a los 6 meses de almacenaje a temperatura ambiente (9, 35). La escarificación con ácido sulfúrico (escarificación química), podría destruir algún inhibidor, o bien modificar las glumelas de modo que el inhibidor puede escapar de los cariopsis (20). Sin embargo, se sugiere la presencia de diferentes niveles y mecanismos de dormición, de manera que a medida que transcurre el período post cosecha, la respuesta a los diferentes tratamientos cambia. En *P. coloratum*, la semilla escarificada pierde su viabilidad más rápidamente, no llegando a sobrevivir los tres años, mientras que las no escarificadas permanecen viables por un periodo mayor durante el cual algunas semillas conservan aún su dureza (25). Además, la escarificación con ácido sulfúrico en altas concentraciones o elevado tiempo de exposición al mismo pueden dañar el embrión de la semilla causando mayor daño que beneficio (42).

También es posible estimular la germinación de algunas gramíneas C4 con un período de frío variable entre especies, como ejemplo podemos citar 14 días de estratificación en frío para *P. virgatum*, 42-56 días para *Tripsacum dactyloides* (1) y 5 días para *P. coloratum* (37). Este período de frío podría ser sustituido por la aplicación exógena de ácido giberélico (3,15).

En *P. coloratum* cv. Verde se evaluó la duración de la dormición en diferentes lotes, y el efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la dormición (9). Se examinaron 3 lotes cosechados en Chacharramendi, Luan Toro y Perú (La Pampa). En lo que respecta a la duración de la dormición, la semilla cosechada manualmente, perdió su dormición entre los cinco y siete meses de almacenamiento, llegando a germinar más del 90% de las semillas viables (Figura 9). En cambio, la semilla que fue cosechada a máquina (cosecha directa) ya al mes presentó elevada capacidad de germinación, posiblemente por haber sufrido un escarificado mecánico durante la trilla. Las temperaturas de almacenamiento bajas (7 y -20°C) hicieron permanecer dormidas más del 50% de las semillas viables durante un período de siete meses (Figura 10).

Por otra parte, se realizó una evaluación similar en diez variedades de *P. virgatum* con semilla producida localmente (10; Figura 11). Las variedades de *P. virgatum* no respondieron en forma similar; Pahfinder, Cave-in-Rock, Trailblazer, Alamo, kanlow y Greenville manifestaron un incremento de la capacidad para germinar hasta los 210 días poscosecha, lo que puede deberse a

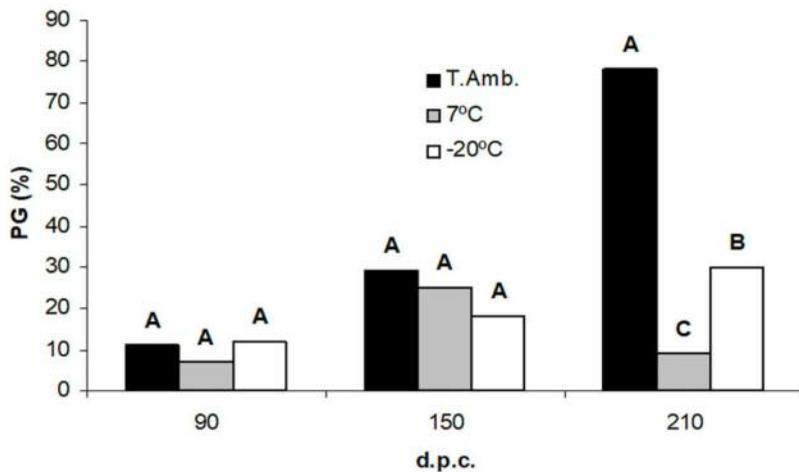


Figura 10. Germinación de semillas de un mismo lote de *P. coloratum* colocadas a diferentes temperaturas de almacenamiento: ambiente, 7 y -20 grados centígrados. (9)

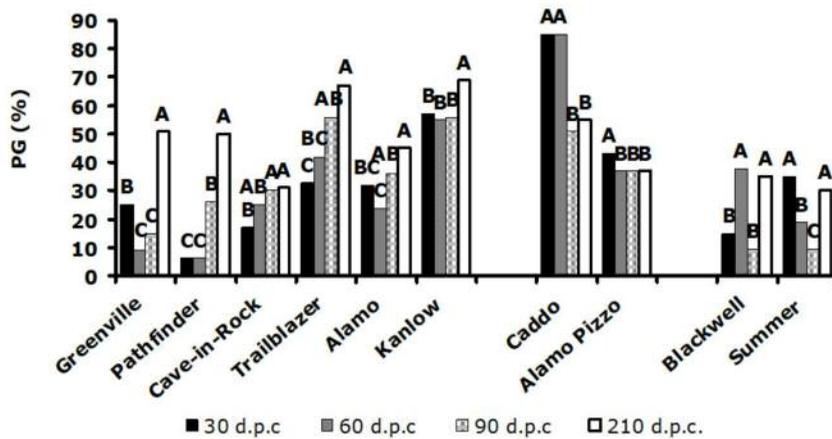


Figura 11. Germinación de la semilla de diez variedades de *Panicum virgatum* cosechadas en Anguil, a los 30, 90, 150 y 210 días poscosecha (d.p.c.).

la pérdida de dormición. Alamo Pizzo y Caddo disminuyeron su poder germinativo, mientras que Blackwell y Summer no presentaron un patrón definido. La prueba de tetrazolio mostró que a los 210 días poscosecha algunas variedades alcanzaron el 100% de germinación (Blackwell, Pathfinder, Trailblazer, Kanlow y Caddo), otras entre el 50 y el 70%; (Summer, Greenville, Alamo y Alamo Pizzo) y sólo una (Cave-in-Rock) menos del 50%. Las temperaturas de almacenamiento más bajas (7 y -20°C) prolongaron la dormición de las semillas respecto de las almacenadas a temperatura ambiente, igual a lo observado en *P. coloratum* (9).

En *Tetrachne dregei*, los tratamientos realizados para eliminar impedimentos externos (glumelas) produjeron una aceleración de la germinación durante las primeras semanas, aunque en el recuento final a los 30 días no se registraron diferencias significativas entre tratamientos (26). Estos resultados indican que las glumelas producen retar-

do de la germinación, pero que no es una limitante de ésta; sin embargo, debería examinarse más profundamente la causa de este retardo dado que a campo puede prolongar el tiempo de emergencia. Los tratamientos con ácido giberélico, nitrato de potasio y frío no fueron efectivos para estimular la germinación dado que no difirieron significativamente del testigo. Esto nos indica que los antecios de *Tetrachne dregei* utilizados en este ensayo no poseían dormición.

c. Germinación en condiciones de estrés

En Argentina hay grandes áreas afectadas por el estrés hídrico y la salinidad, de allí la necesidad de contar con forrajeras adaptadas a dichas condiciones ambientales; y a la combinación de ambas; nos referimos en esta oportunidad a la etapa de germinación bajo estrés.

Se ha estudiado la germinación de *Eragrostis curvula* cv Tanganyica, *Panicum coloratum* cv Verde y *Tetrachne dregei* bajo diferentes con-

centraciones de polietilenglicol 6000 (PEG) a fin de simular estrés hídrico, y cloruro de sodio (NaCl). Tanto con PEG como con NaCl la germinación de las tres especies disminuyó significativamente al disminuir el potencial osmótico. A -0.4 y -0.6 MPa, tanto en PEG como con NaCl, la germinación respecto del testigo (germinación con PEG o NaCl / germinación con agua destilada), de *Tetrachne dregei* y *Eragrostis curvula* no difirió significativamente, en cambio la de *Panicum coloratum* fue inferior. Con soluciones de -0.8 MPa la germinación fue muy baja y no se encontraron diferencias entre especies. Las plántulas de las tres especies realizaron osmorregulación dado que disminuyeron su potencial osmótico por debajo de los correspondientes testigos y también del potencial osmótico del sustrato, lo que indica que se mantuvo un gradiente de potenciales agua que permitió la germinación y el posterior crecimiento de las plántulas (29).

En lo que respecta a salinidad, se evaluó la respuesta de dos cultivares de *P. coloratum*, Verde y Bambatsi (33). Bajo condiciones controladas, 100 y 200 mmol.l⁻¹ NaCl demoraron la germinación y redujeron los porcentajes de germinación y sobrevivencia de plántulas en ambos cultivares. En la etapa posterior de crecimiento vegetativo –en condiciones controladas-, Verde fue menos afectado por la salinidad que Bambatsi, y presentó también mayor relación K⁺/Na⁺ bajo salinidad, y acumuló más triglicéridos en raíces, caracteres asociados a tolerancia a la salinidad en otras especies.

Implantación

La implantación de las especies megatérmicas, presenta algunas dificultades propias de la época de siembra, del tipo de potrero al que se destina y del tamaño de la semilla lo cual hace que se deba ser muy cuidadoso en el momento de la siembra (22). En general las megatérmicas son especies más lentas en implantarse que las templadas. Son especies perennes por lo que el primer año debe priorizarse la implantación del lote. También es importante utilizar una densidad de siembra adecuada para lograr una rápida cobertura y disponer de un banco de semillas en el suelo al finalizar el primer año, de esta manera podrán completarse los espacios vacíos prontamente.

Los suelos en los cuales presentan mejor comportamiento estas especies son los arenosos a franco arenosos, con buena profundidad efectiva y relativa fertilidad tanto fosfórica como nitrogenada. Este tipo de suelos, en general, presentan susceptibilidad a **erosión eólica**. Las labores de preparación del suelo deben efectuarse con una antelación de al menos tres meses, lo que coincide con la época de mayores vientos, por esta razón, se debe evitar el excesivo laboreo. En la medida de lo posible hay que dejarlo con cobertura muerta para evitar los procesos de erosión y disminuir el secado de las capas superficiales por evaporación, o bien hacer uso de un cultivo de cobertura, secarlo y proceder a la siembra directa. (22).

En cuanto a las **condiciones climáticas**, debemos considerar lluvias y temperatura para que pueda producirse la germinación, y para que las plántulas emergidas puedan sobrevivir. Por ejemplo, en condiciones óptimas de humedad, la semilla de digitaria germina lentamente, a los 14 C tarda 10 días, y se produce el óptimo de germinación cuando la temperatura oscila entre 30 y 35 C, donde tarda 1 a 2 días. Entre octubre y diciembre las condiciones climáticas son adecuadas para la germinación de digitaria y los riesgos de implantación están centrados en las malezas y en las lluvias (40).

La época de siembra de pasturas subtropicales es desde primavera a verano. La más adecuada es durante la primavera, específicamente en octubre, porque la semilla va a germinar y formar una plantita suficientemente fuerte como para soportar el calor del verano y lo suficientemente crecida (macollada) para cuando ocurran las primeras heladas. Se podría sembrar en otras fechas, pero no es lo recomendable a los fines de lograr una rápida implantación y una pronta utilización.

Por otra parte, la fecha de siembra apropiada depende de la historia previa del lote, de la superficie a sembrar y de la capacidad operativa de la maquinaria disponible, entre otros. Para lotes con pastizales degradados (pajonales), sin mayores problemas de malezas se sugieren siembras tempranas, mientras que en lotes con problemas de malezas se sugiere sembrar con posterioridad al pico de emergencia de las malezas dominantes.

Los vientos son otro factor a tener en cuenta ya que son muy desecantes. En suelos livianos y sin cobertura se produce movimiento superficial de las partículas afectando la emergencia en las partes que cubre la semilla por debajo del centímetro de profundidad. Por otro lado, al estado de plántula pequeña, deja expuestas las raíces a la acción desecante del aire y del sol. En ambos casos incrementa el riesgo de implantación disminuyendo el stand inicial de plantas (40).

Recubrimiento de las semillas

El recubrimiento consiste en una tecnología aplicada a las semillas que bien realizada siempre es un aporte beneficioso. La semilla recubierta es menos probable de ser comida por pájaros y roedores debido al revestimiento de carbonato de calcio, que muchas veces contiene además otros productos insecticidas, fungicidas o bioestimulantes. Este revestimiento ayuda a capturar el agua disponible, ya que el carbonato es una sustancia que es muy afín al agua. Por lo tanto, aumenta la velocidad de imbibición de la semilla y hace más sincrónica la germinación, al menos si la humedad es suficiente como para llegar al embrión.

Debido a que aumenta el tamaño de las semillas, y las hace más uniformes en tamaño y peso, favorece una mejor distribución de las mismas y una mejor regulación de las densidades de siembra. Además, en el caso de las especies de semilla con pilosidades o aristas (Ej. grama rhodes, buffel grass, digitaria), es una práctica necesaria, ya que estas semillas "brozosas" no se deslizan en la máquina de siembra tendiendo a apilonarse. En estos casos, el recubrimiento les da mayor peso y contribuye a una mejor distribución de las semillas en el terreno, por mejorar el deslizamiento.

En otras especies como el mijo perenne o en el pasto llorón, no sería una técnica necesaria, ya que se trata de semillas sin esos impedimentos, pero también contribuye a una mejor distribución en el terreno y, sobre todo, ayuda a regular la profundidad de siembra debido a que permite visualizar mejor los surcos.

El peleteado puede constituir entre un 30 y 40% del peso de las semillas, lo que hace necesaria

rio corregir las densidades de siembra.

Profundidad y Densidad de siembra

La profundidad de siembra, es un punto importante, porque semillas pequeñas necesitan siembras más superficiales que las semillas de mayor tamaño. Si enterramos mucho una semilla pequeña seguramente agote sus reservas antes de emerger del suelo.

La emergencia a diferentes profundidades de entierro (0 a 4 cm), se estudió en *Tetrachne dregei*, *Panicum coloratum* y *Eragrostis curvula*, como así también la morfología de las plántulas y el crecimiento durante el año de implantación. La especie más rápida en emerger a las distintas profundidades fue *Eragrostis curvula*. A las restantes profundidades *Tetrachne dregei* presentó emergencia total a los 21 días. *Panicum coloratum* sembrado en superficie presentó emergencia total recién a los 28 días (17). Para *Tetrachne dregei* se había indicado esta dificultad para emerger a medida que avanza la profundidad de siembra (38). Para *Panicum coloratum*, se indica que la profundidad más adecuada es de 1 a 2 cm. Las semillas deben ser cubiertas por no más de 1 cm en suelos de textura fina para evitar el "planchado" y hasta 2 cm en suelos arenosos (24).

Las plántulas de las tres especies al estado de 3 hojas expandidas y la cuarta emergiendo, presentaron desarrollo de mesocótilo, con raíces en el mismo, salvo *Tetrachne dregei*, especie que no posee raíces en dicho sector (17). A los 160 días de la siembra, la especie que presentó mayor crecimiento inicial fue *Panicum coloratum* seguida de *Eragrostis curvula*. La de menor crecimiento inicial fue *Tetrachne dregei* (17).

Respecto a la densidad de siembra, para el caso de *Eragrostis* se recomienda entre uno y tres kilos por hectárea, dependiendo del poder germinativo y de la cantidad de semillas "duras". Se sugiere utilizar 1 kg de semilla escarificada y un kilo sin escarificar para formar un banco de semilla que permita una germinación escalonada (22). En el caso de *Panicum*, la densidad de siembra recomendada es de 3 kg de semilla pura viable por hectárea. Para obtener este valor se debe

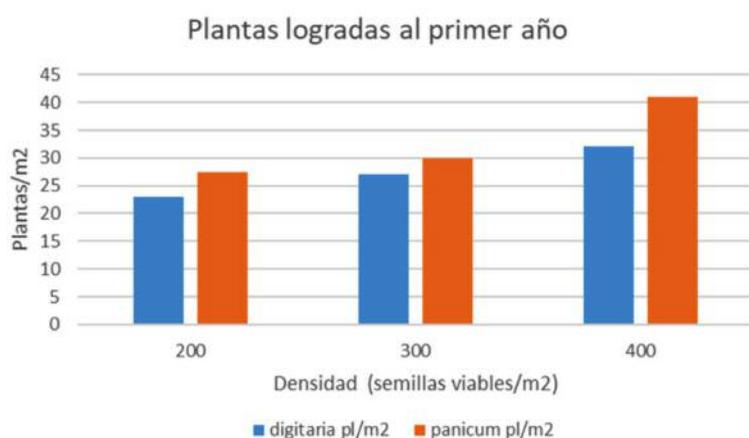


Figura 12. Plantas de *Panicum coloratum* y *Digitaria eriantha* logradas al primer año, en un suelo haplustol entico (INTA EEA Anguil) a tres densidades de siembra.

tener en cuenta el poder germinativo y la pureza físico botánica, y realizar las correcciones correspondientes. Si la semilla está pelleteada también debe incrementarse la cantidad de kilos a sembrar en un 30 a 40 % (24). Para *Digitaria eriantha* se sugiere siembra en líneas a razón de 3 a 5 kg/ha, depositando la semilla sobre la superficie del suelo de manera que se pueda observar a simple vista y compactarla. Se sugiere la siembra de 0,3 g.m⁻² lo que equivale a 350-400 semillas pelleteadas, aproximadamente 120-140 cariopsis viables.m⁻² (40). Con esta densidad es posible lograr unas 12 plantas.m⁻², siendo la densidad adecuada para lotes de producción 4 a 6 plantas.m⁻² (40).

En una experiencia realizada en INTA EEA Anguil, donde se trabajó con *Panicum coloratum* y *Digitaria eriantha*, y se evaluaron tres densidades de siembra, 200, 300 y 400 semillas viables por metro cuadrado, se encontró, que al primer año, las especies presentaban una cantidad de plantas similar, que en promedio, oscilaba entre 25 plantas/m² para la densidad inferior, a 36 plantas/m² para la mayor densidad (Figura 12).

La distancia de siembra entre líneas utilizada depende de la disponibilidad de maquinaria, lo ideal para el crecimiento de las plantas serían unos 40 cm (40); si bien en ambientes con tendencia al enmalezamiento, es conveniente achicar la distancia a fin de ejercer una más rápida cobertura, o bien utilizar algún cultivo acompañante con baja densidad como pueden ser, mijo, moha, cereales de invierno o bien leguminosas.

La siembra se puede realizar desde mediados de octubre hasta fines de diciembre. En siembras realizadas antes, las plántulas logradas corren el riesgo de ser afectadas por heladas tardías. Las siembras otoñales pueden hacer que la llegada de las heladas encuentre a las plántulas sin el suficiente crecimiento como para sobrevivir al invierno.

Preparación del lote y Métodos de Siembra

Estas especies pueden sembrarse en directa, pero es necesario lograr un buen contacto de la semilla con el suelo.

Es fundamental la preparación previa del lote, especialmente que esté libre de malezas, y en especial aquellas que sean gramíneas del mismo ciclo, como el gramón y la roseta. Para esto es necesario el control previo de las mismas con herbicida y uso de cultivos antecesores que permitan limpiar el lote.

La siembra se puede hacer en primavera, una vez que haya pasado el peligro de las heladas, o temprano en el otoño dando tiempo suficiente para que la planta macolle antes de las heladas. Para la siembra se pueden utilizar las sembradoras tradicionales de pasturas, las sembradoras de grano fino o las máquinas para siembra tipo "mínima labranza". La sembradora debe tener posibilidades de buena regulación de la densidad de siembra, con limitadores de profundidad en los discos abresurcos. Las ruedas compactadoras en la línea de siembra son importantes para presionar

el suelo a fin de establecer contacto con la semilla. La siembra al voleo no es recomendada, justamente porque no se produce ese contacto semilla-suelo adecuadamente, pero en algunos casos, cuando no hay otra posibilidad, es aconsejable aumentar la densidad, y por detrás pasar un rolo compactador u otro implemento para incrementar el contacto de la semilla con el suelo (24).

Fertilización

Por el tipo de suelo que habitualmente se destina a estas especies, que generalmente son los peores, ya sea por baja fertilidad, por ser someros, con tosca, muy arenosos, etc., resulta conveniente hacer siempre un análisis previo a la siembra, ya sea de la parte química (N, P, pH), como así también explorar el perfil a fin de detectar capas subsuperficiales de encostramientos por historia de laboreos del lote, o carbonato de calcio formando costras.

En general es conveniente realizar una fertilización de base con fosfato diamónico para favorecer el enraizamiento y el crecimiento inicial de las plantas.

Manejo del primer año

Hay pautas de manejo que son importantes respetar para disponer de una buena pastura por un período largo de tiempo. Debemos recordar que estas especies tienen gran adaptabilidad a lugares semiáridos, donde los suelos son sueltos; con baja fertilidad y con lluvias de alta variabilidad. Dos condiciones que debemos observar antes del primer ingreso de animales a la pastura son, el anclaje y la cobertura inicial. Si el animal entra a pastorear y al comer, arranca la planta de raíz, se produce un raleo de plantas, allí falta anclaje. Respecto a la cobertura vegetal, si el suelo no está suficientemente cubierto, todos los espacios libres que queden, van a ser sitios disponibles para que los ocupen las malezas, lo cual no es beneficioso para lograr un buen stand inicial (7).

En toda situación, se recomienda, a fin de llevar a cabo una buena implantación, no pastorear prematuramente. El primer pastoreo es ideal después de la primera semillazón, para favorecer el crecimiento de las raíces y, por otro lado, la diseminación, lo cual permitirá cubrir espacios vacíos

con plantas generadas a partir de las nuevas simientes.

Otro aspecto a considerar es evitar el uso de herbicidas para el control de malezas antes del pleno macollaje, para evitar problemas de fitotoxicidad (22).

Consideraciones finales

En este grupo de especies forrajeras megatérmicas, la calidad de la semilla aparece como un factor primordial a tener en cuenta a la hora de pensar en una nueva pastura. Además, teniendo presente que esa pastura durará varios años, dado la gran perennidad de la mayoría de estas especies, y que las condiciones donde será ubicada posiblemente no sean las mejores (suelos someros, salinos, muy arenosos, etc.), resulta necesario conocer con exactitud la calidad de la semilla que se está sembrando como así también, regular adecuadamente la cantidad de semilla a esparcir; considerar aquellas características que definen la simiente de este grupo de especies tales como germinación lenta, dormición, alta proporción de semillas vanas. Regular además, los demás factores posibles de controlar para una implantación exitosa, tales como planificación de la siembra, tratamientos previos para controlar malezas, fecha de siembra, densidad, manejo inicial, etc.

Por otra parte, en esta contribución, se abordan aquellos factores que influyen en la calidad de la semilla cuando ésta se encuentra aún en la planta madre o luego de cosechada, y que hacen a la historia de vida de la semilla y por ende a su calidad fisiológica.

Bibliografía

1. Altuve, S.M. 2005. Análisis de Semillas Revestidas. Reglas ISTA. INASE, Rosario, Santa Fe, Argentina. 8 pág. (<http://www.inase.gov.ar/images/stories/Comunicaciones/Jornadas/>; disponible en Internet 9-1-2012)
2. Altuve S.M., D. García Pérez; O. Royo Pallares. 2010. Investigación en producción y tecnología de semillas forrajeras en Corrientes Argentina 6 pp.
3. Bassin, C.C. & J.M. Bassin 2001. Seeds ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination.

Academic Press. London USA. 667 pp.

4. Batlla, D. 2008. Regulación ambiental de la dormición: un marco conceptual para el desarrollo de modelos predictivos. Simposio Fisiología de Semillas. XIII Reunión Latinoamericana y XVII Reunión Argentina de Fisiología Vegetal, Rosario, Santa Fe. SIX 33. Pág 41.
5. Bertin, O.D. 2008. Especies forrajeras cultivadas templadas. Conferencia, AAPA XXXI Congreso Argentino de Producción Animal San Luis -.
6. Bolsa de cereales de Córdoba. Importante Recomendación sobre Semillas Forrajeras Megatérmicas. <http://www.bccba.com.ar/bcc/novedades.asp?idCanal=5165>; disponible en Internet 2 de enero de 2012.
7. Borrajo, C.I. 2007. Que debemos tener en cuenta a la hora de sembrar una pastura subtropical. EEA INTA Mercedes Proyecto Ganadero Corrientes. Estación Experimental Agropecuaria Mercedes, Corrientes
8. Cabo, S.E., M.A. Ruiz, M.E. Rossi. 2021. Sistematización del proceso de adopción tecnológica de *Panicum coloratum* en la región del caldenal pampeano. Publicación Técnica N°113. Edición INTA. 39 pp.
9. Checovich, M.; M.A. Ruiz. 2011. Dormición de la semilla en diferentes lotes de *Panicum coloratum* cv. Verde. Análisis de semillas Tomo 5, N° 18: 58-61.
10. Checovich, M., M.A. Ruiz. 2011. *Panicum virgatum* L.: dormición de la semilla en distintas variedades. XXXIII Jornadas Argentinas de Botánica. Posadas, Misiones, 7 al 10 de octubre. Resúmenes Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, Vol.46 Supl. Pág. 273.
11. Cook, B.; Pengelly, B.; Brown, S.; Donnelly, J.; Eagles, d.; Franco, A.; Hanson, J.; Mullen, B.; Partridge, I.; Peters, M. y Schultze-Kraft, R. 2005. Tropical Forages, An interactive selection tool (CD-ROM). CSIRO Sustainable Ecosystems (CSIRO), Department of Primary Industries and Fisheries (DPI&F Queensland), Centro Internacional de Agric. Tropical (CIAT) and Int. Livestock Research Inst. (ILRI).
12. Dias, D.C.F. 2001. Maduración de la semilla. Revista SEED News Tema Central de noviembre / diciembre - v. 5 n. 6
13. Gil Báez, C., M. Ruiz, R. Ernst. 2015. *Trichloris crinita*, especie valiosa de ambientes áridos y semiáridos. Uso forrajero en La Pampa (Argentina). Editorial Académica Española. 61 pág.
14. Hearn, C.J., E.C. Holt. 1968. Variability in Components of Seed Production in *Panicum coloratum* L. Crop Science Vol. 9 No. 1, p. 38-40.
15. Huarte R.; M. D. García. 2007. *Tripsacum dactyloides* (L.) I. caryopses water uptake dynamics, and germination responses to gibberellic acid, fluctuating temperatures and pericarp scarification. Seed Science & Technology. , v.35, p.255 - 265.
16. Martínez, O., M. de los A. Ruiz, A. Vegetti. 2004. Typology of the inflorescence in *Tetrachne dregei* Nees. (Eragrostideae – Chloridoideae – Poaceae). Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Berlin. 73:175-183.
17. Martínez, O., M.A. Ruiz; J.F. Babinec. 2002. Estrategias de implantación de gramíneas forrajeras perennes estivales de importancia para la región pampeana semiárida. Actas VII Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales, organizadas por el Consejo Profesional de Ciencias Naturales de La Pampa. Santa Rosa pág.143-145.
18. Mora, S.; O. A. Terenti. 2001. Efecto de la profundidad de siembra de *Digitaria eriantha* Steudel subsp. *eriantha* cv. Avanzada I-INTA en la implantación bajo condiciones de laboratorio y a campo. Rev. Arg Prod Anim.Vol 21 Supl. 1. pp. 120.
19. Mora S., Terenti O. A., Funes M., Pedranzani H.; M. Rojas. 2003 Fertilizer effect on germination and growth of *Digitaria eriantha* cv. Avanzada I INTA, in laboratory conditions. BIOCELL 27 (1) 4.
20. Murphy, B.D. 2008. Dormancy Mechanisms of Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) Seeds. Thesis Master of Science. Major in Biological Sciences. South Dakota State University.
21. Ocumpaugh, W.R.; Tischler, C.R.; Valle, L.S. 1995. Post-harvest seed dormancy effects on kleingrass germination following simulated digestion by cattle. Crop Science 35(1): 260-263
22. Pelta, H.R., F. Labarthe. Implantación, Manejo y Costos de Especies Megatérmicas. 2012. INTA Tornquist. EEA Bordenave. 4 pág. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-6_manejo_y_costos_de_megatermicas.pdf
23. Pemán, R. 2005. Manejo de precosecha de semillas forrajeras subtropicales. 1º Jornada de semillas forrajeras. INASE, Rosario, Santa Fe, Argentina. 9 pág. (<http://www.inase.gov.ar/images/stories/Comunicaciones/Jornadas/>; disponible en Internet 9-1-2012)
24. Petrucci, H.J., N.P. Stritzler, E.O. Adema, C.M. Ferri & J.H. Pagella. 2003. Mijo perenne - *Panicum coloratum*. 28 pp.
25. Roe; Williams. 1969. Viability of *Panicum coloratum* seed in storage. Tropical Grasslands 3(2):141-142.
26. Ruiz, M.A., Martínez, O.; Golberg, A.D. 2001. Germinación de semillas de *Tetrachne dregei* (Poaceae). Actas XXVIII Jornadas Argentinas de Botánica, Santa Rosa, La Pampa. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica Suplemento pág.133.
27. Ruiz, M. A.; M.A. Pérez, J.A. Argüello, F.J. Babinec.

2003. Madurez fisiológica de la semilla de *Bromus auleticus* Trin. (cebadilla chaqueña). RIA, 32 (2): 3-20.
28. Ruiz, M. A., O. Martínez; A.D. Golberg. 2003. Calidad de la semilla de *Tetrachne dregei* Nees en diferentes estados de maduración. Actas XXIX Reunión Argentina de Botánica y XV Reunión Anual de la Sociedad Botánica de Chile. San Luis, Argentina. Bol. Soc. Arg. Bot. 38 (Supl.): 196-197.
29. Ruiz, M.A., O. Martínez; A.D. Golberg. 2004. Osmorregulación y germinación de *Tetrachne dregei*, *Panicum coloratum* y *Eragrostis curvula*. XXV Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. 22-24 setiembre. Santa Rosa, La Pampa.
30. Ruiz, M.A., M.E. Rossi, G.F. Covas. 2010. a. Producción de semilla de *Tetrachne dregei* Nees bajo riego con fertilización nitrogenada. Capítulo 1. Forrajes. Investigación en Producción Animal 2007-2009. Región Subhúmeda y Semiárida Pampeana. Boletín de Divulgación Técnica 100:32-34.
31. Ruiz, M.A., M.E. Rossi, H.J. Petrucci. 2010. b. Efecto de la fecha de cosecha y fertilización sobre la producción de forraje y semilla de *Panicum coloratum*. Capítulo 1. Forrajes. Investigación en Producción Animal 2007-2009. Región Subhúmeda y Semiárida Pampeana. Boletín de Divulgación Técnica 100:38-40.
32. Steinberg, M.R., Valdez, H.A., Coraglio, J.C., Vieyra, C.A., Minuzzi, P.A. y Nienstedt, E.F. 2005. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE *Panicum coloratum*. Congreso Argentino de Prod. Anim. PP52.
33. Taleisnik, E., H. Pérez, A. Córdoba, H. Moreno, L. García Seffino, C. Arias, K. Grunberg, S. Bravo; A. Zenoff. 1998. Salinity effects on the early development stages of *Panicum coloratum*: cultivar differences. Grass and Forage Science 53(3):270-278.
34. Terenti, O. 2004. Nota técnica: Evolución del crecimiento y la calidad de la semilla en *Digitaria eriantha*. Pastos y Forrajes 27(1): 21-24.
35. Tischler, C.R.; B. A.Young. 1983. Effects of Chemical and Physical Treatments on Germination of Freshly Harvested Kleingrass Seed. Crop Sci. 23(4): 789-792.
36. Valdez Oyervides, A.; F. Herrera Cedano; J. Ortegon Perez; L.A.; Bustamante Garcia. 1996. Dormancy elimination in *Panicum coloratum* L. seed in laboratory. Reunion Científica y Tecnológica Forestal, Agrícola y Pecuaria., Saltillo, Coah. (Mexico), 23-25 Sep 1996. INIFAP. CIR-NE. CoahuilaSaltillo, Coahuila (Mexico).
37. Valdez, H.A., Steinberg, M.R., Coraglio, J.C., Vieyra, C.A., Minuzzi, P.A.; Nienstedt, E.F. 2003. DETERMINACIÓN DEL MOMENTO OPTIMO DE COSECHA DE SEMILLAS DE GRAMÍNEAS TROPICALES. 2. *Panicum coloratum*. Congr. Arg. Prod. Anim. PP51.
38. VENECIANO, J.H., O.A. TERENTI; I.L. MASSA. 1992. Evaluación de una población clonal de *Tetrachne dregei* Nees. II. Profundidad y sistema de siembra. Rev. Fac. Agronomía, UNLPam. 6 (2): 17- 34.
39. Veneciano, J.H.; Rosa, M.A.; Giulietti, J.D. 1994. La introducción de germoplasmas forrajeros en San Luis. Una somera descripción de recursos promisorios. CVT INTA San Luis-Forrajas Avanzadas S.A. EEA SAN LUIS – INTA. INFORMACIÓN TÉCNICA N 171.
40. Veneciano J.H., C. A. Frasinelli, J. Martínez Ferrer, O. Terenti; J. Garay. 1999. 3ª Jornada Técnica sobre digigrass (*Digitaria eriantha*) San Luis. 19 pp.
41. Veneciano, J.H. 2006. Gramíneas estivales perennes para ambientes semiáridos: características y productividad. EEA SAN LUIS – INTA. INFORMACIÓN TÉCNICA N 171. 84 pág.
42. Voigt, P.W.; Tischler, C.R. 1996. Effect of seed treatment on germination and emergence of 3 warm season grasses. Journal of Range Management 50: 170-174
43. Voigt, P.W.; C.R. Tischler. 1997. Effect of seed treatment on germination and emergence of 3 warm-season grasses. J. Range Manage 50: 170-174.