

Rossetti, Silvana

*Análisis de factores que afectan la germinación
de semillas de Panicum coloratum*

**Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria
Facultad de Ciencias Agrarias**

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central "San Benito Abad". Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.

La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

Rossetti, S. 2014. Análisis de factores que afectan la germinación de semillas de panicum coloratum [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/analisis-factores-germinacion-panicum.pdf> [Fecha de consulta:.....]



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

Facultad de Ciencias Agrarias

Ingeniería en Producción Agropecuaria

**“Análisis de factores que afectan la germinación de
semillas de *Panicum coloratum*”**

**Trabajo final de graduación para optar por el título de:
Ingeniera en Producción Agropecuaria**

Autor: Silvana Rossetti

Profesor Tutor: Dra. María Luz Zapiola

Fecha: 12/11/14

Resumen

El desplazamiento de la ganadería hacia zonas marginales de la Cuenca del Salado afecta negativamente a la producción forrajera y la producción ganadera de esta zona. En la búsqueda de nuevas especies forrajeras que se adapten y aumenten la producción y calidad forrajera de esta zona, se destaca *Panicum coloratum*. Si bien *P. coloratum* puede presentar un estado de dormición de las semillas, mediante un adecuado manejo del proceso de germinación y gracias a su capacidad de adaptación a situaciones de estrés, podrá lograr buenos resultados productivos en esta zona. En el presente trabajo se determinó el efecto de los factores, cultivar (Klein verde y Bambatsi), sustrato (KNO_3 y H_2O), temperatura (30-15°C y 20°C) y fotoperíodo (12 hs luz/12 hs oscuridad y oscuridad), sobre el porcentaje de germinación de las semillas y en presencia de peleteado. Se evaluó la sensibilidad de los dos cultivares a la temperatura al remover el peleteado mediante dos métodos de escarificación mecánica, en combinación con los factores, cultivar (Klein verde y Bambatsi) y temperatura (30-15°C y 20°C), a 12 hs luz/12 hs oscuridad y con KNO_3 . Finalmente, se evaluó la eficiencia de distintos métodos para romper la dormición de las semillas en el cv Bambatsi, a 30-15°C y 12 hs luz/12 hs oscuridad. El porcentaje de germinación de las semillas peleteadas fue afectado por las interacciones cultivar x temperatura, cultivar x fotoperíodo y temperatura x fotoperíodo, obteniéndose los mayores porcentajes de germinación en Bambatsi a 30-15°C, con un promedio de 38%, Bambatsi con 12 hs luz/12 hs oscuridad, con un promedio de 38% y 30-15°C con 12 hs luz/12 hs oscuridad, con un promedio de 31%. El porcentaje de germinación luego del escarificado de la semilla no fue afectado por los factores y sus interacciones, siendo el porcentaje de germinación promedio de 56%. Los otros métodos estudiados para romper la dormición de las semillas no superaron el porcentaje de germinación del testigo peleteado que fue en promedio de 32%. Los resultados obtenidos en este trabajo demuestran que distintos cultivares de *P. coloratum* responden de manera diferente a la temperatura y el fotoperíodo. El bajo porcentaje de germinación de las semillas sugiere un alto grado de dormición. Los dos métodos de escarificación, lograron un aumento en el porcentaje de germinación de las semillas en todos los tratamientos. Se sugiere que los otros métodos analizados no son eficaces para el tipo de dormición presente en las semillas.

Índice

Introducción.....	pág. 3
Objetivos e Hipótesis.....	pág. 7
Materiales y Métodos.....	pág. 8
Resultados.....	pág. 12
Discusión.....	pág. 18
Conclusiones.....	pág. 20
Anexos.....	pág. 21
Bibliografía.....	pág. 29

Introducción

En los últimos tiempos, se ha incrementado la superficie agrícola cultivada en la Argentina. La principal causa de este cambio es que la agricultura resultó ser la actividad más rentable, básicamente gracias al aumento de los precios internacionales de los commodities agrícolas y a las fuertes limitaciones producto de políticas gubernamentales que sufrió la producción ganadera (Lara, 2006). Esta situación ha resultado en el desplazamiento de la superficie bajo producción ganadera de zonas con potencial agrícola hacia áreas de tipo marginal. Estas áreas se caracterizan por una producción forrajera a base de pasturas naturales, menos productivas, en suelos de baja fertilidad o ubicadas en regiones con condiciones ambientales estresantes, no óptimas para la producción de especies forrajeras. La baja productividad forrajera obtenida en estos ambientes y en consecuencia la baja productividad ganadera resultante, está exigiendo el desarrollo de nuevos sistemas productivos, lo cual lleva a una ampliación de la frontera de la ganadería tecnificada (De León, 2004).

Levitt (1972) definió al estrés biológico como cualquier alteración o cambio en las condiciones ambientales que pueda reducir o influir de manera adversa en el crecimiento o desarrollo de una planta, haciendo que la planta genere una respuesta menor a la óptima. Los factores ambientales, cuando generan condiciones de estrés, causan efectos extremos en la germinación, el crecimiento y la supervivencia de las plantas (Ludlow, 1978; Mc William, 1978). Todas las especies forrajeras experimentan una situación de estrés en mayor o menor medida durante su vida. Por lo tanto, es importante conocer las estrategias de escape, evasión o tolerancia al estrés (Humphreys, 1980) para poder potenciar su producción.

La germinación de una semilla puede definirse como una serie de acontecimientos metabólicos y morfogenéticos que comienza con la rehidratación de los diferentes tejidos que la constituyen y finaliza con el crecimiento de la radícula y la transformación del embrión en plántula (Pérez García y Martínez Laborde, 1994). Para que la semilla germine se deben dar ciertas condiciones, tanto externas, del medio ambiente en el que se encuentra la semilla, como internas, innatas de la semilla (De la Cuadra, 1993). Dentro de las condiciones externas, el agua es el factor más limitante, debiendo estar disponible en cantidad adecuada, ya que su exceso imposibilita el intercambio gaseoso y puede ser el medio ideal para el desarrollo de hongos, y su deficiencia puede afectar al desarrollo del embrión (De la Cuadra, 1993). La temperatura es el catalizador del proceso, aumentando o disminuyendo su velocidad. La temperatura adecuada varía de acuerdo a la especie, existiendo una temperatura máxima, por encima de la cual la semilla no germina, una temperatura óptima a la cual la germinación es la ideal y una temperatura mínima por debajo de la cual la semilla no germina (De la Cuadra, 1993; Pérez García y Martínez Laborde, 1994). La presencia de luz u oscuridad puede ser requerida para la germinación o puede provocar su inhibición. Dentro de las condiciones internas, es necesario que la semilla sea viable, es decir que esté viva y bien constituida, que tenga poder germinativo durante un largo período de tiempo y que sea madura, es decir que tenga aptitud para germinar. Además la semilla debe ser permeable al agua y al oxígeno (De la Cuadra, 1993).

Una semilla viable puede no germinar debido a dos causas. La primera sería que las condiciones ambientales no sean las apropiadas para que la semilla germine, entonces la semilla se mantendrá en estado de latencia, manteniendo su viabilidad y poder germinativo durante un cierto período de tiempo o hasta que las condiciones ambientales sean las adecuadas para que se produzca la germinación (De la Cuadra, 1993). Sin embargo, puede ocurrir, que incluso frente a condiciones ambientales normalmente favorables para la germinación, la germinación no ocurra debido a que la semilla presenta un estado de dormición, que se mantendrá durante un cierto período de tiempo (De la Cuadra, 1993; Pérez García y Martínez Laborde, 1994).

Existen distintas clases de dormición. La dormición impuesta por las cubiertas seminales se debe a que las cubiertas seminales más externas son impermeables al agua, al oxígeno o a ambos (De la Cuadra, 1993). La impermeabilidad de las cubiertas al agua genera que los diferentes tejidos de la semilla no puedan hidratarse y la interferencia con el ingreso de oxígeno afecta la respiración, en ambos casos se impide que ocurra la germinación de las semillas. También puede deberse a que las cubiertas seminales ejercen una restricción mecánica que impide la expansión de la radícula (Pérez García y Martínez Laborde, 1994). Este tipo de dormición se manifiesta en la semilla intacta y el embrión aislado puede germinar con normalidad, por lo que el ablandamiento, la ruptura o la eliminación total o parcial de las cubiertas, suele ser suficiente para que las semillas germinen (Pérez García y Martínez Laborde, 1994; Pérez García y Pita Villamil, 1999).

La dormición embrionaria es aquella en donde el embrión se encuentra inmaduro e incluso, si el embrión es aislado de la semilla y colocado en condiciones favorables para la germinación, no germinará (Pérez García y Martínez Laborde, 1994). Por lo tanto, la eliminación de las cubiertas no permite la germinación de las semillas, sino que el embrión necesitará un cierto período de tiempo hasta que se desarrolle, diferencie y madure (De la Cuadra, 1993).

La dormición fisiológica es aquella en la cual la semilla presenta un embrión maduro y cubiertas externas totalmente permeables pero que requiere, antes de germinar, un período de tiempo llamado posmaduración durante el cual se producen un conjunto de cambios. Este tipo de dormición es provocado por la fisiología de la semilla, es decir, por el metabolismo de la semilla (De la Cuadra, 1993). Puede deberse a la presencia en las cubiertas o en el embrión de las semillas de sustancias bioquímicas de tipo hormonal (Acido abscísico, ABA), inhibidoras de procesos metabólicos necesarios para que ocurra la germinación y que durante la posmaduración se van transformando o eliminando. También puede deberse a la ausencia en las semillas de sustancias bioquímicas de tipo hormonal, promotoras, que provocan la activación de enzimas imprescindibles para la germinación y que durante la posmaduración se van formando y almacenando. Puede además deberse a la existencia en las semillas de ambas sustancias. En la semilla recién madura, existe una mayor cantidad de inhibidores que de promotores de la germinación y luego, durante la posmaduración, esta proporción se invierte (De la Cuadra, 1993). Otra causa de este tipo de dormición es la impermeabilidad de las membranas celulares, que retienen el agua absorbida evitando que llegue al embrión. Durante la posmaduración, en este caso, se producen cambios en la conductividad de las membranas que permiten que el

agua llegue al embrión (De la Cuadra, 1993). La dormición de las semillas es una característica comúnmente presente en especies estivales (Petruzzi et al, 2003).

La Cuenca del Salado es una de las regiones hacia donde fue desplazada la producción ganadera. Esta región, ubicada en el centro de la provincia de Buenos Aires, abarca 20 partidos que ocupan 6,5 millones de ha (Rojas y Vázquez, 2008). Se caracteriza por presentar clima templado, temperaturas media anual de 14-16 °C y precipitaciones media anual de 800-900 mm, con un régimen pluvial muy variable que ocasiona una gran alternancia de períodos de sequías e inundaciones. Durante el período invierno - primavera, cuando se producen las máximas precipitaciones, los excesos hídricos generan encharcamientos e inundaciones periódicas (Damario y Pascale, 1988) y durante el período verano - otoño, cuando se producen las mínimas precipitaciones, existe un déficit hídrico que ocasiona períodos de sequías. Además, las precipitaciones determinan la ubicación de la napa freática, que normalmente suele encontrarse cerca de la superficie del suelo (Lavado y Taboada, 1988).

La Cuenca del Salado presenta una gran heterogeneidad ambiental y una gran diversidad de suelos proclives a sufrir cierto grado de estrés, causadas por ciertas características climáticas y procesos geológicos. Gran parte de sus suelos ubicados en ambientes de media loma y bajos presentan distintos grados de hidromorfismo, halomorfismo y alcalinidad. El hidromorfismo se debe a la presencia de áreas deprimidas, relieve plano con escasa pendiente, baja permeabilidad y presencia de una napa freática alta. El halomorfismo se debe a que los suelos están afectados por procesos de salinización y sodificación, resultado de la interacción del clima, la geomorfología, la hidrología, el uso del suelo y las propiedades del agua freática y de la dinámica de las sales. La alcalinidad es producida por exceso de sodio a diferentes profundidades del perfil (Lavado y Taboada, 2003).

La actividad principal de la Cuenca del Salado es la cría de ganado bovino para carne, que se realiza casi por completo con pastizales naturales de baja productividad. Los ambientes de loma y media loma con aptitud agrícola, que antes eran utilizados para producción de recursos forrajeros destinados a la ganadería, ahora son utilizados para la agricultura, desplazando a la ganadería hacia los ambientes bajos (Otondo, 2004). Los procesos anteriormente mencionados generan una baja producción forrajera de los pastizales naturales y representan una gran restricción a la incorporación, adaptación y supervivencia de especies forrajeras, todo lo cual implica una baja carga animal y una baja producción ganadera.

Buscando especies forrajeras que se adapten a la región y mejoren la cantidad y calidad forrajera existente, se introdujo en la Cuenca del Salado, *Panicum coloratum*, mijo perenne (Petruzzi et al, 2003). *Panicum coloratum* es una gramínea forrajera megatérmica, C4, perenne, perteneciente a la tribu de las Paniceas, nativa de África. Se adapta a zonas templado cálidas a tropicales. Requiere precipitaciones anuales de 500 mm o más, suelos de fertilidad alta a media y se adapta a suelos arenosos, francos o arcillosos, siendo usada como estabilizadora de suelos (Petruzzi et al, 2003). La época de siembra es desde mediados de octubre hasta fines de diciembre y tiene un crecimiento primavero estival, con una gran productividad y calidad forrajera durante todo su período de producción. Con el comienzo del otoño la producción y la calidad decaen y con

las primeras heladas del invierno se detiene el crecimiento (Petruzzi et al, 2003), momento en el cual el forraje es diferido y se pastorean los pastizales naturales.

En Argentina, las variedades más difundidas son *P. coloratum* variedad *coloratum* cuyo cultivar Klein verde es el más conocido y *P. coloratum* variedad *makarikariensis* cuyo cultivar Bambatsi es el más difundido (Armando et al 2013). El cultivar Klein verde presenta tolerancia a sequías, heladas y salinidad (Taleisnik et al 1998). El cultivar Bambatsi se adapta a áreas con variabilidad climática con ciclos alternados de excesos hídricos y sequías (Armando et al 2013), tiene buena tolerancia a las bajas temperaturas aunque no tanto como Klein verde y se adapta a suelos salinos (Petruzzi et al, 2003). En general, *P. coloratum* presenta dificultades en la implantación y el establecimiento de las plantas. Debido a que posee una capacidad de germinación crítica atribuida al posible estado de dormición de las semillas y al pequeño tamaño y la baja calidad de las semillas, durante el año de siembra el porcentaje de germinación es de aproximadamente 25% (Tischler y Ocumpaugh, 2004). *Panicum coloratum*, posee un establecimiento muy lento, tardando hasta dos o tres años para lograr que se desarrolle un adecuado stand de plantas. Pero posee una alta capacidad de resiembra, lo cual le permite en las siguientes temporadas de la implantación completar el stand de plantas óptimo. Posee una larga perennidad, registrándose en diez años una persistencia del 100% (Petruzzi et al, 2003).

Si bien *P. coloratum* es una especie poco difundida en el país, es prometedora para mejorar la productividad de la Cuenca del Salado debido a que presenta una excelente capacidad de adaptación, tolerancia y persistencia frente situaciones de estrés biótico y abiótico en zonas marginales (Otondo, 2004). Una ventaja adicional de esta especie es que se complementa muy bien con los pastizales naturales existentes. Mediante un adecuado manejo del proceso de germinación de las semillas, podrá incorporarse eficientemente a los sistemas productivos de la Cuenca del Salado. Su adaptación permitirá mejorar la producción y calidad forrajera ya existente, sin perder sus características de perennidad y consecuentemente se mejorará la producción ganadera de la zona (Petruzzi et al, 2003).

Objetivos e Hipótesis

Los objetivos del presente trabajo fueron los siguientes:

- Evaluar el efecto de cultivar, sustrato, temperatura y fotoperíodo sobre el porcentaje de germinación de las semillas de *P. coloratum*.
- Evaluar la sensibilidad de los dos cultivares a la temperatura al remover el peleteado de semillas.
- Evaluar la eficiencia de distintos métodos para romper la dormición de las semillas de *P. coloratum*.

Las hipótesis planteadas fueron las siguientes:

1. El porcentaje de germinación de las semillas de *P. coloratum* va a ser afectado por el cultivar, aumentará con KNO_3 como sustrato, aumentará con temperaturas alternadas y en los tratamientos con luz.
2. La remoción del peleteado y las cubiertas seminales reducen la variabilidad en respuesta de los cultivares a variaciones de temperatura de germinación.
3. La dormición de las semillas de *P. coloratum* es superada si se remueven las cubiertas seminales.

Materiales y Métodos

Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Producción Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Católica Argentina. Se utilizaron semillas de *Panicum coloratum* var *coloratum* cv Klein verde y *Panicum coloratum* var *makarikariensis* cv Bambatsi, donadas por Oscar Peman y Asociados S.A. (Jesús María, Córdoba, Argentina). Se utilizaron cajas de Petri de 9 cm de diámetro, previamente esterilizadas con alcohol al 70% y dentro de las cuales se colocaron dos discos de papel de filtro estéril. Para cada tratamiento se realizaron cuatro réplicas con 30 semillas por cada caja de Petri y 8 ml del sustrato correspondiente. Las semillas fueron incubadas en cámara de germinación a las temperaturas y fotoperíodos correspondientes. En los tratamientos con fotoperíodo 12 hs luz/12 hs oscuridad, las cajas de Petri fueron contenidas en bolsas herméticas y en los tratamientos de oscuridad, las cajas fueron envueltas con papel de aluminio. En los tratamientos de 12 hs luz/12 hs oscuridad, se realizaron conteos diarios desde el día 1 al día 28 y en los tratamientos de oscuridad se realizaron conteos diarios desde el día 14 al día 28. En todos los casos, se consideró como semilla germinada aquella con radícula visible y con coleóptilo de 2 mm de largo. Las semillas consideradas germinadas en cada monitoreo fueron removidas de las cajas de Petri y desechadas. Entre extracción de semillas germinadas de una caja de Petri y otra, se esterilizó el material con alcohol al 70%.

Ensayo 1: Efecto de cultivar, sustrato, temperatura y fotoperíodo sobre el porcentaje de germinación.

Para determinar el efecto de cultivar, sustrato, temperatura y fotoperíodo sobre el proceso de germinación, se realizó un ensayo con 16 tratamientos, con los siguientes factores y niveles: cultivar (Klein verde y Bambatsi), sustrato (KNO_3 0,2% y H_2O destilada), temperatura (30-15°C y 20°C) y fotoperíodo (12 hs luz/12 hs oscuridad y 24 hs oscuridad).

Ensayo 2: Evaluación de la sensibilidad de dos cultivares a la temperatura al remover el peleteado de semillas.

En base a los bajos porcentajes de germinación obtenidos en promedio en el primer ensayo, se decidió remover el peleteado¹ de las semillas y ver si se alteraba la sensibilidad de los cultivares a la temperatura de germinación y si se estimulaba la germinación. La remoción del peleteado permitió asegurar que los ensayos se realizaran con semillas puras, al poder separar el material inerte de la semilla. Para el peleteado se realizaron dos métodos de escarificación mecánica. Se colocaron dentro de dos cajas de Petri un disco de lija al agua 400, se cubrió la superficie con 3 mm de semillas medido con regla y se adicionó, en el método 1:

¹ Inoculado con *Azospirillum* en un peleteado a base de bicarbonato y pectina.

5 ml de H₂O destilada y en el método 2: 3 ml de H₂O destilada y 1ml de detergente². Por encima de las semillas se colocó otro disco de lija y se frotó con la mano durante unos minutos hasta visualizar la remoción del peleteado en ambos métodos. Las semillas se enjuagaron con H₂O destilada utilizando un colador.

Las semillas escarificadas se utilizaron en un ensayo de germinación con ocho tratamientos. Los tratamientos consistieron en una combinación de los siguientes factores y niveles: escarificación (método 1 y método 2), cultivar (Klein verde y Bambatsi) y temperatura (30-15°C y 20°C). El sustrato utilizado en todos los casos fue KNO₃ 0,2%. Las cajas de Petri fueron incubadas en un fotoperíodo 12 hs luz/12 hs oscuridad.

Ensayo 3: Evaluación de la eficiencia de distintos métodos para romper la dormición de las semillas de P. coloratum.

Para evaluar la eficiencia de métodos para romper la dormición de las semillas, se utilizaron solamente semillas del cv Bambatsi. En todos los casos, excepto en el testigo peleteado, se realizó un pre tratamiento para eliminar el peleteado y asegurarse la selección de semilla pura. Se colocó dentro de un Erlenmeyer de 600 ml, 0,5 cm de semillas medido con una regla y 150 ml de H₂O destilada. Luego se usó un agitador magnético durante 15 min, se enjuagó con H₂O destilada, se volvió a agitar durante 15 min y se enjuagó nuevamente. Se evaluaron 16 tratamientos que comprenden tanto tratamientos pre germinación y sustratos diferentes (tabla 1).

² Detergente: Ala Plus, cremoso con glicerina (rosa). Industria Argentina, Unilever de Argentina S.A. Biodegradabilidad mínima 80%. Composición: lineal alquilbencensulfonato de sodio, lauril éter sulfato de sodio, coco amidopropilbetaina, viscosante, preservantes, secuestrante, colorante, perfume, glicerina y perlante, materia activa mínima 7.2%.

Tabla 1. Resumen de tratamientos ensayo 3.

Tratamiento		Sustrato	
-		H ₂ O destilada (testigo peleteado)	
-		H ₂ O destilada	
-		KNO ₃ 0,2%	
H ₂ O hirviendo	5 seg.	H ₂ O destilada	
	15 seg.		
	45 seg.		
H ₂ SO ₄ 98%	1 min.	H ₂ O destilada	
	5 min.		
	15 min.		
	45 min.		
-		H ₂ O ₂	1 vol.
			0,5 vol.
			0,25 vol.
Lija		H ₂ O destilada	
-		GA 250 μM	
		GA 500 μM	

En los tratamientos con H₂SO₄ 98%, se colocaron las semillas en la solución, se dejó actuar el H₂SO₄ durante el tiempo correspondiente, y se enjuagaron las semillas con H₂O destilada.

En los tratamientos con H₂O₂ como sustrato de germinación, las proporciones fueron las siguientes:

- H₂O₂ 1 vol.: 100 ml H₂O destilada + 11,2 ml H₂O₂;
- H₂O₂ 0,5 vol.: 100 ml H₂O destilada + 5,6 ml H₂O₂;
- H₂O₂ 0,25 vol.: 100 ml H₂O destilada + 2,8 ml H₂O₂.

En el tratamiento con lija, se colocó dentro de una caja de Petri un disco de lija al agua 400, se cubrió la superficie con 3 mm de semillas medido con regla, se agregó 3 ml de H₂O destilada y se colocó por encima otro disco de lija. Luego se frotó con la mano durante unos minutos y se enjuagó con H₂O destilada utilizando un colador.

En todos los tratamientos de GA como sustrato se utilizó hormona GA₃ (Phytotechnology Laboratories, Shawnee Mission, Kansas, USA).

Todas las cajas de Petri fueron incubadas en cámara de germinación a 30-15°C con un fotoperíodo de 12 hs luz/12 hs oscuridad. Se realizaron conteos diarios del día 1 al día 14 y luego conteos cada dos días hasta el día 21. Este ensayo se repitió a los tres días.

Análisis de datos

En todos los ensayos, el porcentaje de germinación total se calculó como una proporción del total de semillas germinadas sobre el número total de semillas incubadas en cada tratamiento. Todos los análisis estadísticos fueron efectuados utilizando el programa estadístico Infostat (Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Córdoba). Los resultados fueron evaluados mediante el análisis de Anova, circunscrito a un diseño completamente aleatorizado, con 4 réplicas. Se probaron los supuestos de Normalidad y Homocedasticidad. La prueba de Normalidad se realizó mediante gráficos QQ-plot (Figura A1, A3 y A5) y analíticamente mediante la prueba de Shapiro-Wilks (Tablas A1, A7 y A11). La prueba de Homocedasticidad se realizó mediante gráficos de dispersión de residuos vs predichos (Figuras A2, A4 y A6) y analíticamente mediante la prueba de Levene (Tablas A2, A8 y A12). En el ensayo 3, como la variable de respuesta no cumplió con la distribución normal se transformó utilizando arco seno raíz (Tabla A13). Los efectos de los diferentes factores y sus interacciones se evaluaron mediante Anova. Se utilizó la prueba de Tukey para hacer comparaciones múltiples entre las medias de los tratamientos. Se consideraron significativas aquellas pruebas con un nivel de significación $< 0,05\%$.

Resultados

Ensayo 1: Efecto de cultivar, sustrato, temperatura y fotoperíodo sobre el porcentaje de germinación.

El porcentaje de germinación fue afectado por los factores estudiados y sus interacciones de distinta manera. Se identificó un efecto de las interacciones cultivar x temperatura, cultivar x fotoperíodo y temperatura x fotoperíodo sobre el porcentaje de germinación (Tablas 2 y A3).

Tabla 2. Efecto de los distintos factores y sus interacciones sobre el porcentaje de germinación.

	% de germinación
cultivar	S
sustrato	NS
temperatura	S
fotoperíodo	S
cultivar x sustrato	NS
cultivar x temperatura	S
cultivar x fotoperíodo	S
sustrato x temperatura	NS
sustrato x fotoperíodo	NS
temperatura x fotoperíodo	S
cultivar x sustrato x temperatura	NS
cultivar x sustrato x fotoperíodo	NS
cultivar x temperatura x fotoperíodo	NS
sustrato x temperatura x fotoperíodo	NS
cultivar x sustrato x temperatura x fotoperíodo	NS

S=significativo (p-valor < 0,05)

NS=no significativo (p-valor >0,05)

En la interacción cultivar x temperatura, Bambatsi a 30-15°C fue el que presentó un mayor porcentaje de germinación, con un promedio de 38%, con diferencias con las demás combinaciones. Klein verde a 20°C fue el que presentó un menor porcentaje de germinación, con un promedio de 16%, aunque no fue diferente de Klein verde a 30-15°C (Figura 1, Tabla A4).

En la interacción cultivar x fotoperíodo, Bambatsi con 12 hs luz/12 hs oscuridad, fue el que presentó el mayor porcentaje de germinación, con un promedio de 38%, con diferencias con las demás combinaciones. Klein verde con oscuridad fue el que presentó un menor porcentaje de germinación, con un promedio de 17%, aunque no fue diferente de Klein verde con 12 hs luz/12 hs oscuridad (Figura 2, Tabla A5).

En la interacción temperatura x fotoperíodo, los tratamientos de 30-15°C con 12 hs luz/12 hs oscuridad, 30-15°C con oscuridad y 20°C con 12 hs luz/12 hs oscuridad, fueron los que mostraron un mayor porcentaje de germinación, sin haber diferencias entre ellos, con promedios de 31%, 28% y 26% respectivamente. El menor porcentaje de germinación (14%) se registró a 20°C con oscuridad independientemente del cultivar (Figura 3, Tabla A6).

El mayor porcentaje de germinación se registró en Bambatsi, 30-15°C, 12 hs luz/12 hs oscuridad, independientemente del sustrato utilizado.

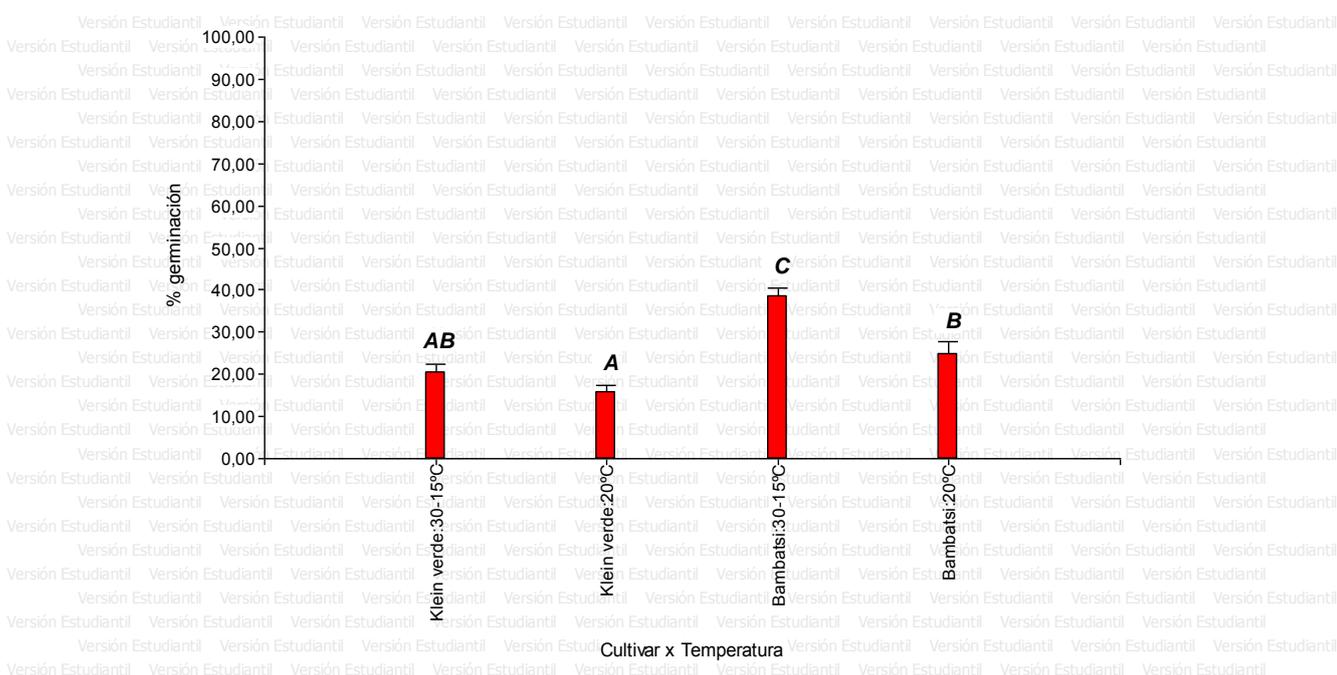


Figura 1. Efecto de la interacción cultivar x temperatura sobre el porcentaje de germinación. Letras distintas indican diferencias significativas (p-valor < 0,05).

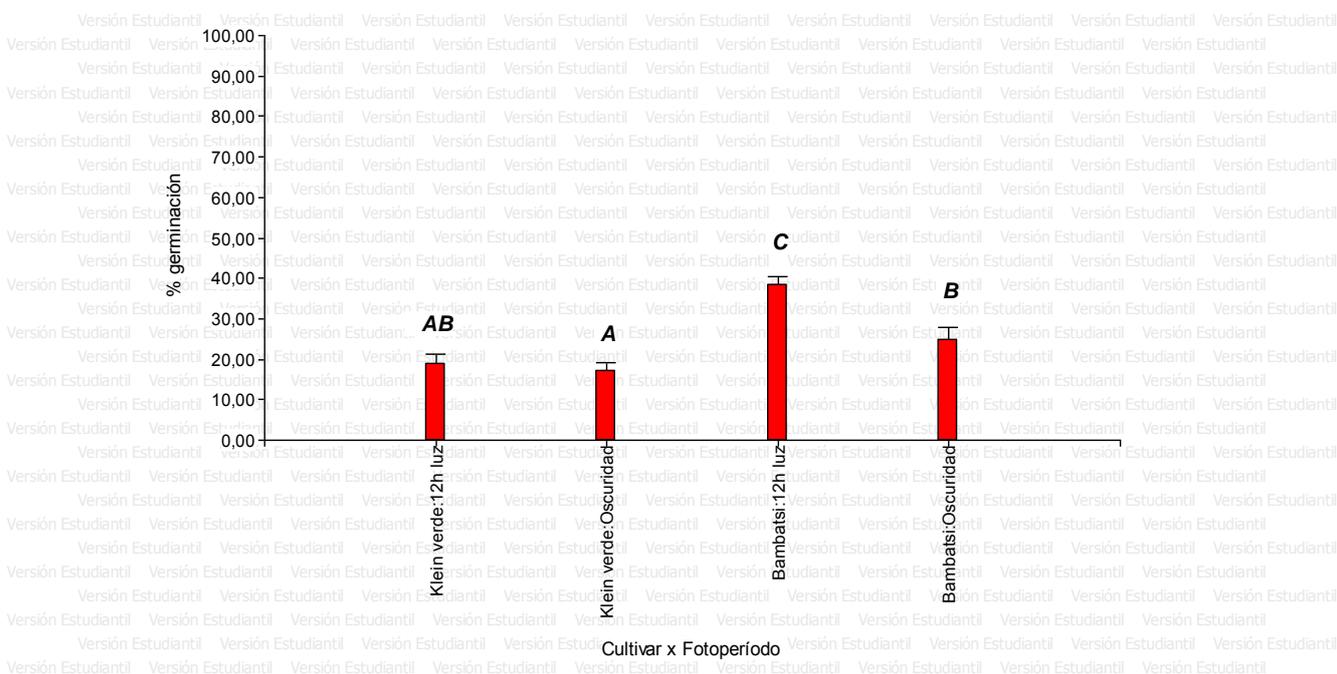


Figura 2. Efecto de la interacción cultivar x fotoperiodo sobre el porcentaje de germinación. Letras distintas indican diferencias significativas (p-valor < 0,05).

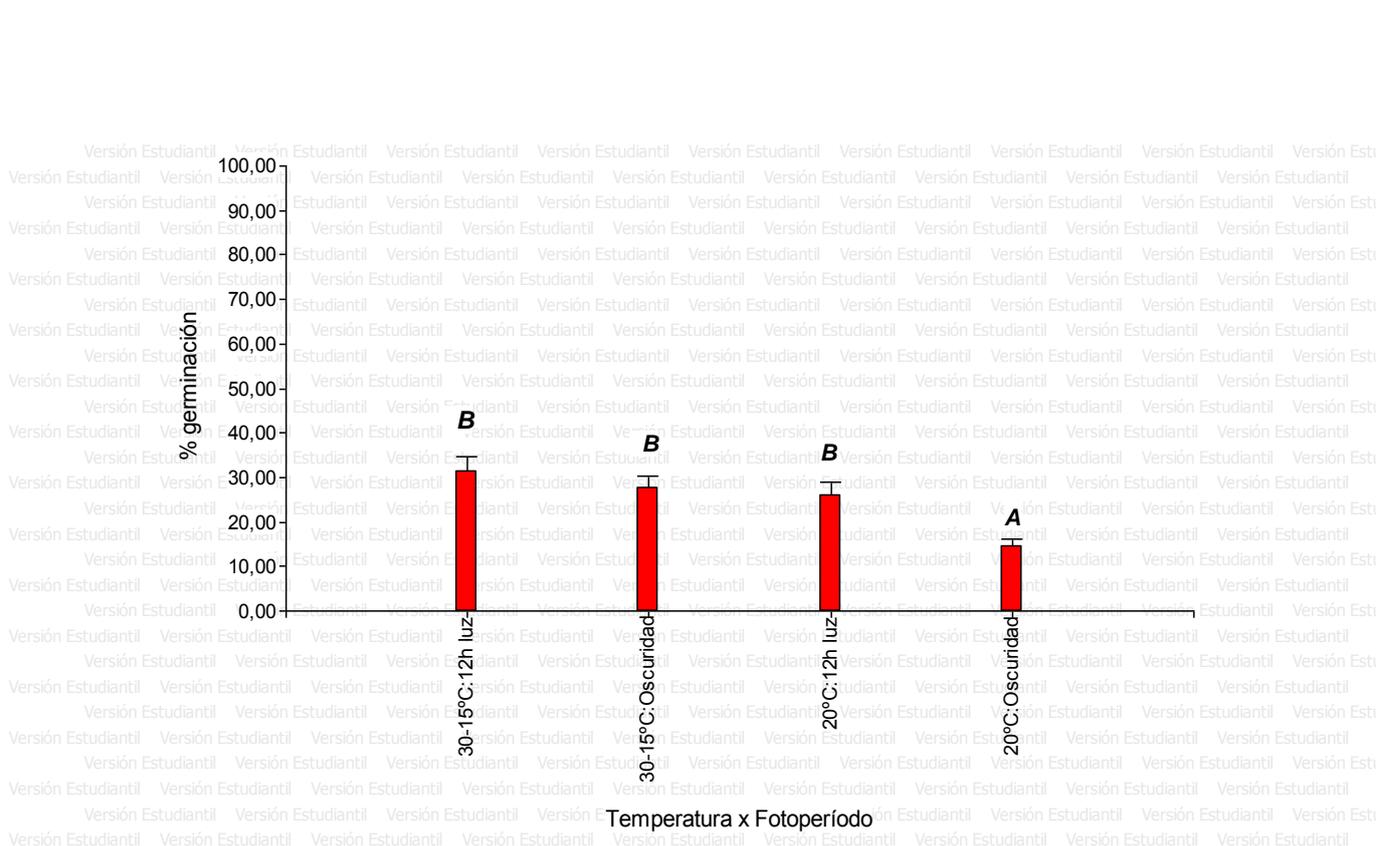


Figura 3. Efecto de la interacción temperatura x fotoperíodo sobre el porcentaje de germinación. Letras distintas indican diferencias significativas (p -valor < 0,05)

Los bajos porcentajes de germinación, incluso en las mejores condiciones sugieren la presencia de dormición de las semillas o un efecto negativo del peleteado sobre la germinación.

Ensayo 2: Evaluación de la sensibilidad de dos cultivares a la temperatura al remover el peleteado de semillas.

Como en el ensayo 1 el porcentaje de germinación no fue afectado por el sustrato y sus interacciones, en este ensayo se optó por utilizar como sustrato KNO₃ 0,2%. Se fijó el régimen de luz en 12 hs luz/12 hs oscuridad por haber dado los mejores resultados, independientemente de temperatura, en el ensayo 1.

El porcentaje de germinación no fue afectado por el método de remoción del peleteado, el cultivar, la temperatura, ni sus interacciones (Tablas 3 y A9).

Tabla 3. Efecto de los distintos factores y sus interacciones sobre el porcentaje de germinación.

	% de germinación
Escarificación	NS
Cultivar	NS
Temperatura	NS
escarificación x cultivar	NS
escarificación x temperatura	NS
cultivar x temperatura	NS
escarificación x cultivar x temperatura	NS

NS=no significativo (p-valor >0,05)

A pesar de no encontrar diferencias entre los tratamientos, la escarificación 1, en Bambatsi, a 20°C, presentó una tendencia a un mayor porcentaje de germinación, con un promedio de 64% y la escarificación 1, en Bambatsi, 30-15 °C y la escarificación 2, en Bambatsi, 30-15°C, presentaron una tendencia a un menor porcentaje de germinación, con un promedio de 53% en ambos casos (Figura 4, Tabla A10).

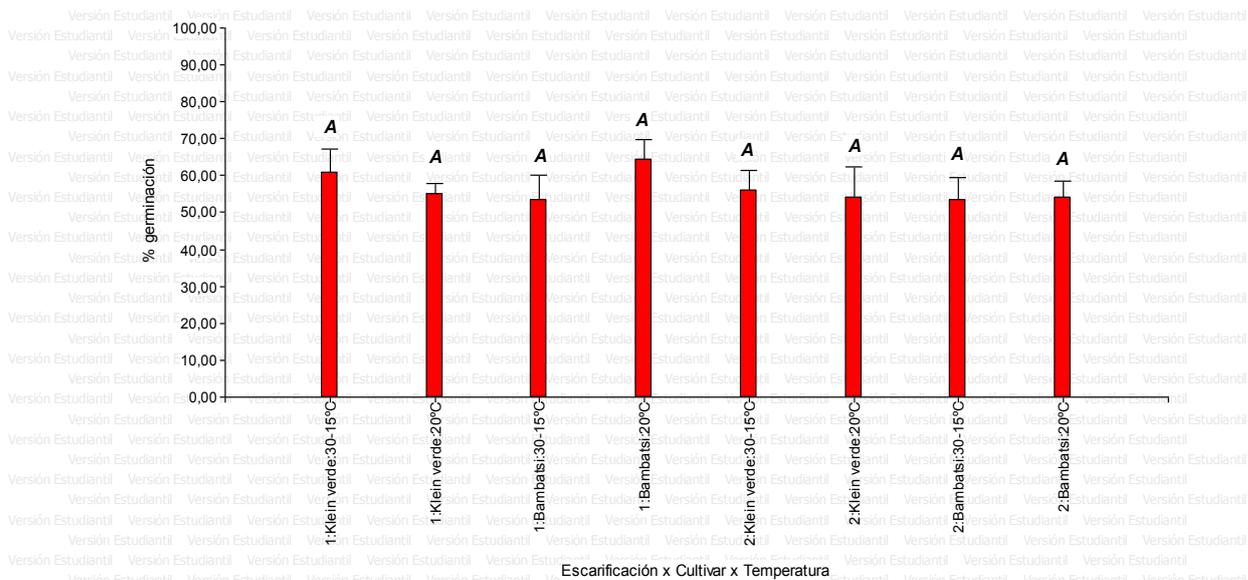


Figura 4. Efecto de la interacción escarificación x cultivar x temperatura sobre el porcentaje de germinación. Letras distintas indican diferencias significativas (p -valor $< 0,05$).

La remoción del peleteado redujo la variabilidad de la respuesta de los cultivares a la temperatura de germinación, resultando en porcentajes de germinación más parejos y comparables entre cultivares.

Ensayo 3: Evaluación de la eficiencia de distintos métodos para romper la dormición de las semillas de P. coloratum.

Como no se detectaron diferencias entre la corrida 1 y la corrida 2 del experimento, se combinaron los datos para hacer el análisis conjunto.

El porcentaje de germinación fue afectado por el método de ruptura de dormición de las semillas empleado (Tabla A14).

Se registraron resultados entre < 1% a 32% de germinación. El testigo peleteado mostró una tendencia a un mayor porcentaje de germinación, con un promedio de 32%, pero no fue diferente de los tratamientos de KNO₃, GA 250μM, H₂O, lija + H₂O y H₂O₂ 1 vol. El tratamiento H₂SO₄ 15 min + H₂O mostró un menor porcentaje de germinación, con un promedio de < 1%, pero no fue diferente de los tratamientos H₂O hirv. + H₂O, ni los otros tratamientos de H₂SO₄ + H₂O. Los tratamientos de H₂O₂ 0,25 y 0,50 vol, y GA 500μM tuvieron resultados intermedios (Figura 5, Tablas A15 y A16).

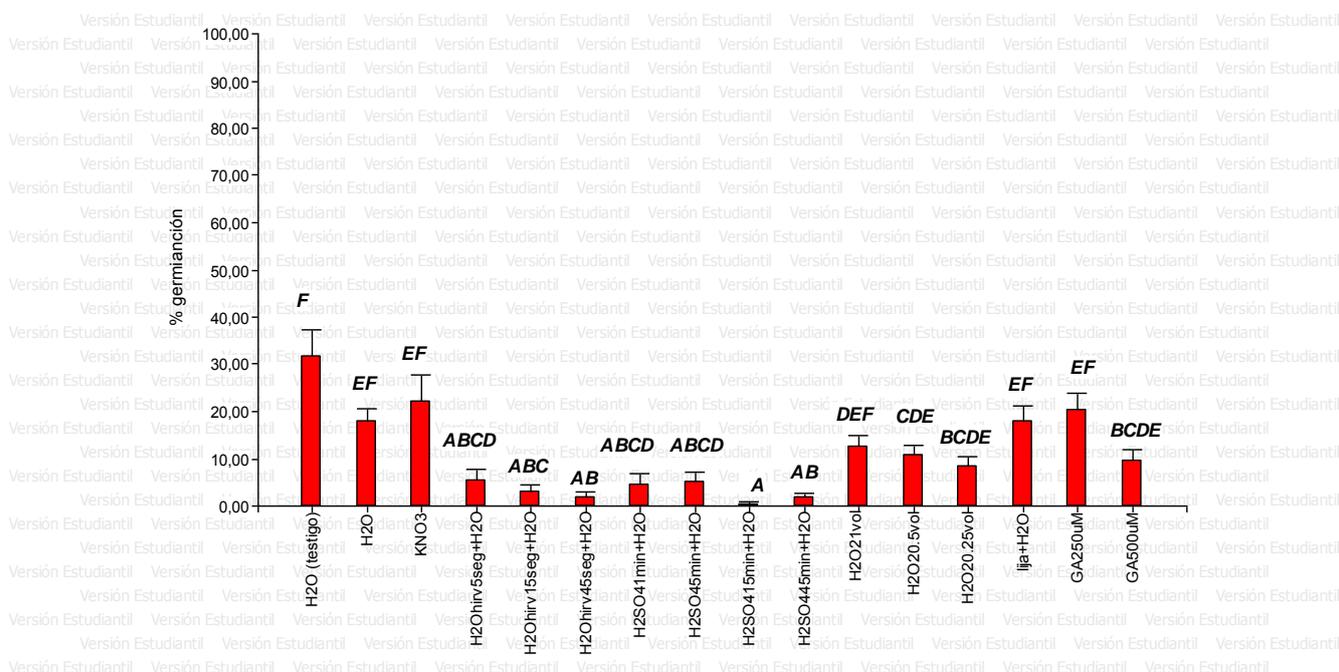


Figura 5. Efecto de distintos métodos de ruptura de dormición sobre el porcentaje de germinación. Letras distintas indican diferencias significativas (p-valor < 0,05).

Discusión

La evaluación del potencial de germinación frente a distintas condiciones ambientales de las semillas a sembrar es de suma importancia, ya que permite determinar cuáles son las condiciones ambientales óptimas para que se produzca el mayor porcentaje de germinación de las semillas y evitar que las semillas entren en estado de latencia. Adicionalmente, permite estimar la fecha óptima para realizar la siembra de las semillas y lograr de esta manera una adecuada implantación de plantas y un stand de plantas parejo en el campo. Lograr una germinación pareja resulta muy importante ya que toda falla de siembra implica no sólo pérdidas en términos económicos, sino también en el forraje que se deja de producir en los próximos años. Al ser un cultivo perenne, los errores que se cometen durante la implantación de *P. coloratum* permanecen e inciden en la producción del forraje durante los años que se mantenga la pastura (Petruzzi et al, 2003). En este estudio, el porcentaje de germinación de las semillas de *P. coloratum* peleteadas de cada cultivar fue afectado de distinta manera por la temperatura y el fotoperíodo. Bambatsi tiene mayor capacidad de respuesta a la temperatura y el fotoperíodo que Klein verde. Los mayores porcentajes de germinación se produjeron en Bambatsi y los menores porcentajes de germinación se dieron para Klein verde en todos los tratamientos realizados. Adicionalmente, se observó que el fotoperíodo es más crítico que la temperatura para estimular la germinación.

La sensibilidad de los cultivares a la temperatura se emparejó al remover el peleteado y las cubiertas seminales. Cuando las semillas fueron escarificadas mediante los dos métodos mecánicos, no se encontraron diferencias en la respuesta a la temperatura y al cultivar. La remoción del peleteado permitió visualizar y seleccionar semillas viables y separarlas de material inerte para lograr una germinación más eficiente. Por lo general, las fallas de siembra se atribuyen a condiciones climáticas adversas o a otras causas, cuando en realidad el problema puede deberse a la mala calidad de la semilla utilizada. Por lo tanto, se deben utilizar semillas limpias y con alto poder germinativo para no generar fallas de siembra debidas a la pobre calidad de las semillas seleccionadas (Petruzzi et al, 2003).

Por otro lado, debido a que *P. coloratum* es una especie de difícil germinación e implantación en el campo, la ruptura de la dormición de las semillas es fundamental para que la semilla pueda germinar. Según Cook et al (2005), la dormición puede manifestarse de tres a seis meses en el cv Klein verde y hasta tres años en el cv Bambatsi, por lo tanto, es fundamental probar el grado de germinación de las semillas antes de la siembra. La escarificación mecánica resultó ser un método adecuado para romper la dormición de las semillas pero hay que tener en cuenta que una ligera escarificación mecánica resulta en que las semillas escarificadas pierden la viabilidad al tercer año de almacenaje, a diferencia de las semillas no escarificadas que permanecen viables por un período de tiempo mayor (Petruzzi et al, 2003). Sería conveniente que la escarificación mecánica sea realizada poco antes de sembrar las semillas.

Los otros métodos evaluados para romper la dormición de las semillas mostraron la gran variabilidad que presenta *P. coloratum* en su respuesta frente a diversas condiciones de incubación durante el proceso de germinación. Se

descarta un posible estado de latencia de las semillas, debido a que en el ensayo con escarificación mecánica no se detectaron diferencias en germinación entre las distintas condiciones de incubación de las semillas. También se descarta una dormición fisiológica impuesta por la presencia de sustancias inhibidoras, como el ácido abscísico (ABA), debido a que en el tratamiento con solución de ácido giberélico (GA_3), éste tendría que haber contrarrestado el efecto inhibidor del ABA y aumentado el porcentaje de germinación, lo cual no se produjo. Por lo tanto, se sugiere que la dormición es impuesta por las cubiertas seminales. El método que resultó ser efectivo en la eliminación de las cubiertas seminales fue la escarificación mecánica manual. Se deduce que el uso de H_2O hirviendo para lograr el ablandamiento de las cubiertas seminales y el uso de sustancias químicas, como ácido sulfúrico (H_2SO_4) o agua oxigenada (H_2O_2) para producir la degradación de las cubiertas seminales, no fueron efectivos, pudiendo las concentraciones o el tiempo de exposición a las mismas haber dañado a la semilla.

Conclusiones

Los resultados de este trabajo permiten caracterizar la respuesta de dos cultivares de *P. coloratum* a distintas condiciones de sustrato, temperatura y fotoperíodo durante el proceso de germinación, evaluar la sensibilidad de los dos cultivares a la temperatura de germinación al remover el peleteado y evaluar el efecto de distintos métodos de ruptura de dormición sobre la respuesta de las semillas en el proceso de germinación.

Debido a que las semillas presentaron un elevado grado de dormición impuesta por las cubiertas seminales, queda en evidencia la importancia de evaluar el potencial de germinación de las semillas previo a la siembra para descartar la presencia de un estado de dormición de las semillas. La práctica de escarificación mecánica poco antes a la siembra de las semillas es una herramienta eficaz en la ruptura de la dormición de las semillas. La ruptura de la dormición asegura no sólo un elevado porcentaje final de germinación, sino también una germinación rápida y uniforme después de la siembra para lograr que se desarrolle un adecuado stand de plantas. Lograr un stand de plantas adecuado y uniforme es fundamental ya que *P. coloratum* posee un establecimiento muy lento, y una falla en la implantación impacta seriamente en el potencial productivo de la pastura durante todo su ciclo.

La excelente capacidad de adaptación, tolerancia y persistencia que presenta *P. coloratum* frente a ambientes con condiciones de estrés, permitirá su incorporación en la Cuenca del Salado. Con un buen manejo de un posible estado de dormición de las semillas, se hará exitosa su implantación, lográndose aumentos tanto en la cantidad como en la calidad forrajera de las pasturas naturales ya existentes, con lo cual se mejorará significativamente la producción ganadera de la zona.

Los resultados obtenidos en este estudio tienen una aplicación práctica crítica, debido a que ponen de manifiesto la gran variabilidad de respuestas a los diversos factores que afectan la germinación de *P. coloratum*. Se logró ampliar el conocimiento del proceso de germinación, y corroborar y contrastar datos sobre el proceso de germinación de *P. coloratum*. A su vez, se deja abierta la posibilidad de futuras investigaciones sobre el comportamiento de esta especie.

Anexos

Ensayo 1: Efecto de cultivar, sustrato, temperatura y fotoperíodo sobre el porcentaje de germinación.

Normalidad – QQ-plot

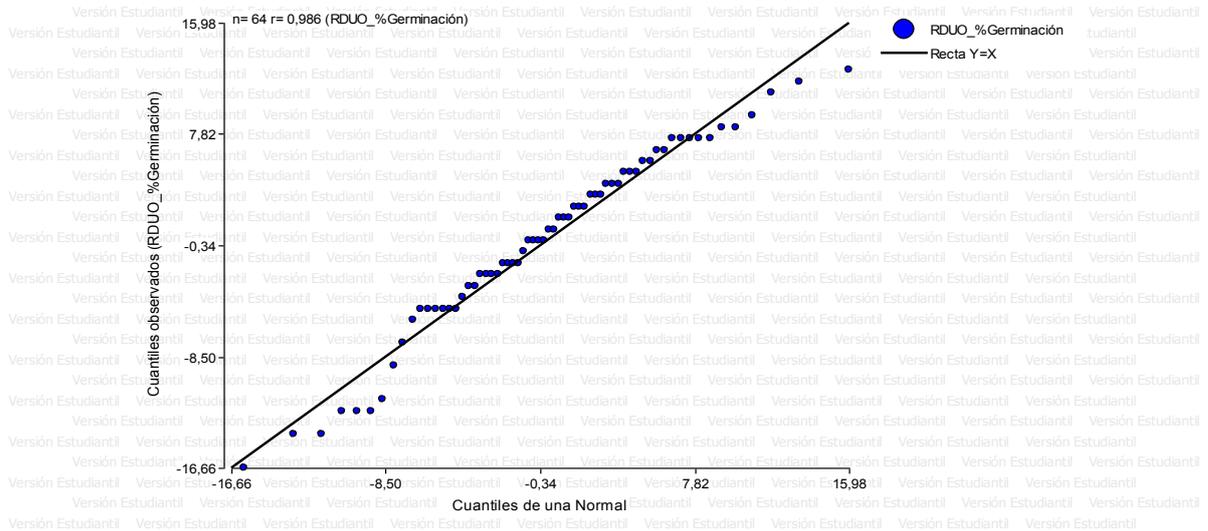


Figura A1. Gráfico QQ-plot.

Normalidad – Shapiro-Wilks

Tabla A1. Prueba de Shapiro-Wilks.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO_%germinación	64	0.00	6.84	0.95	0.0677

Homocedasticidad – Dispersión residuos vs predichos

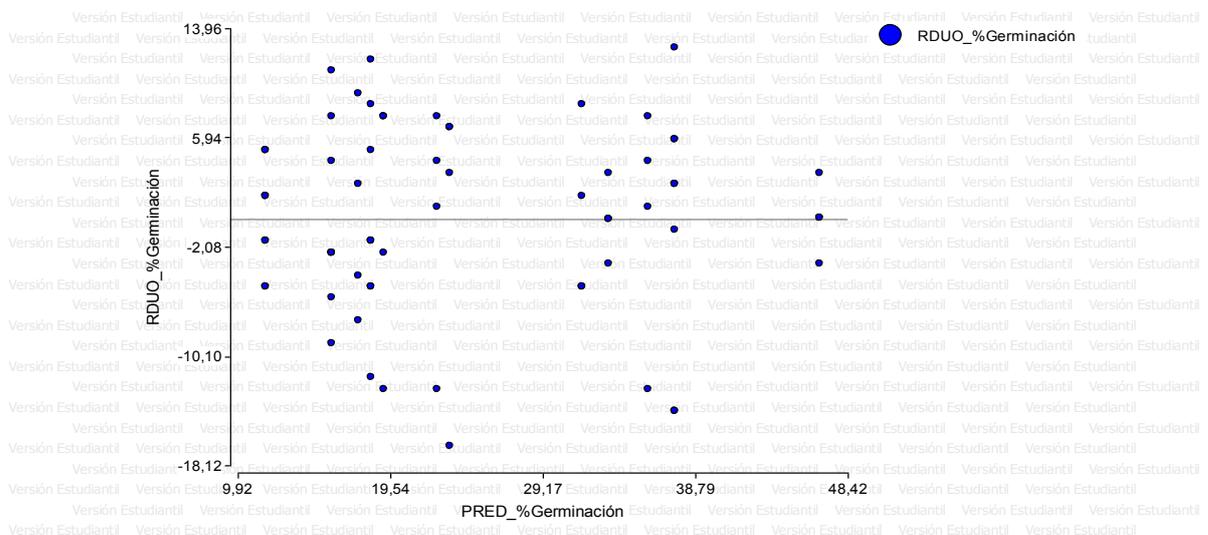


Figura A2. Gráfico dispersión residuos vs predichos.

Homocedasticidad – Prueba de Levene

Tabla A2. Prueba de Levene.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS_%germinación	64	0.23	0.00	74.13

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	241.39	15	16.09	0.98	0.4907
temperatura_fotoperíodo_cultivar	241.39	15	16.09	0.98	0.4907
Error	789.00	48	16.44		
Total	1030.38	63			

Anova

Tabla A3. Análisis de la varianza.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%germinación	64	0.70	0.61	31.59

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6896.76	15	459.78	7.50	<0.0001
cultivar	2933.85	1	2933.85	47.83	<0.0001
sustrato	69.43	1	69.43	1.13	0.2927
temperatura	1344.32	1	1344.32	21.91	<0.0001
fotoperíodo	950.80	1	950.80	15.50	0.0003
cultivar*sustrato	6.24	1	6.24	0.10	0.7512
cultivar*temperatura	306.25	1	306.25	4.99	0.0302
cultivar*fotoperíodo	544.29	1	544.29	8.87	0.0045
sustrato*temperatura	24.98	1	24.98	0.41	0.5265
sustrato*fotoperíodo	0.70	1	0.70	0.01	0.9153
temperatura*fotoperíodo	250.59	1	250.59	4.08	0.0489
cultivar*sustrato*temperatura	200.72	1	200.72	3.27	0.0767
cultivar*sustrato*fotoperíodo	136.13	1	136.13	2.22	0.1429
cultivar*temperatura*fotoperíodo	69.39	1	69.39	1.13	0.2929
sustrato*temperatura*fotoperíodo	56.29	1	56.29	0.92	0.3429
cultivar*sustrato*temperatura*fotoperíodo	2.80	1	2.80	0.05	0.8318
Error	2944.56	48	61.34		
Total	9841.32	63			

Prueba de Tukey

Tabla A4. Test Tukey para cultivar x temperatura.

cultivar	temperatura	Medias	n	E.E.		
Klein verde	20°C	15,63	16	1,96	A	
Klein verde	30-15°C	20,42	16	1,96	A	B
Bambatsi	20°C	24,79	16	1,96		B
Bambatsi	30-15°C	38,33	16	1,96		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Tabla A5. Test Tukey para cultivar x fotoperíodo.

cultivar	fotoperíodo	Medias	n	E.E.		
Klein verde	oscuridad	17,08	16	1,96	A	
Klein verde	12h luz	18,96	16	1,96	A	B
Bambatsi	oscuridad	24,79	16	1,96		B
Bambatsi	12h luz	38,33	16	1,96		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Tabla A6. Test Tukey para temperatura x fotoperíodo.

temperatura	fotoperíodo	Medias	n	E.E.		
20°C	oscuridad	14,38	16	1,96	A	
20°C	12h luz	26,04	16	1,96		B
30-15°C	oscuridad	27,50	16	1,96		B
30-15°C	12h luz	31,25	16	1,96		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Ensayo 2: Evaluación de la sensibilidad de dos cultivares a la temperatura al remover el peleteado de semillas.

Normalidad – QQ-plot

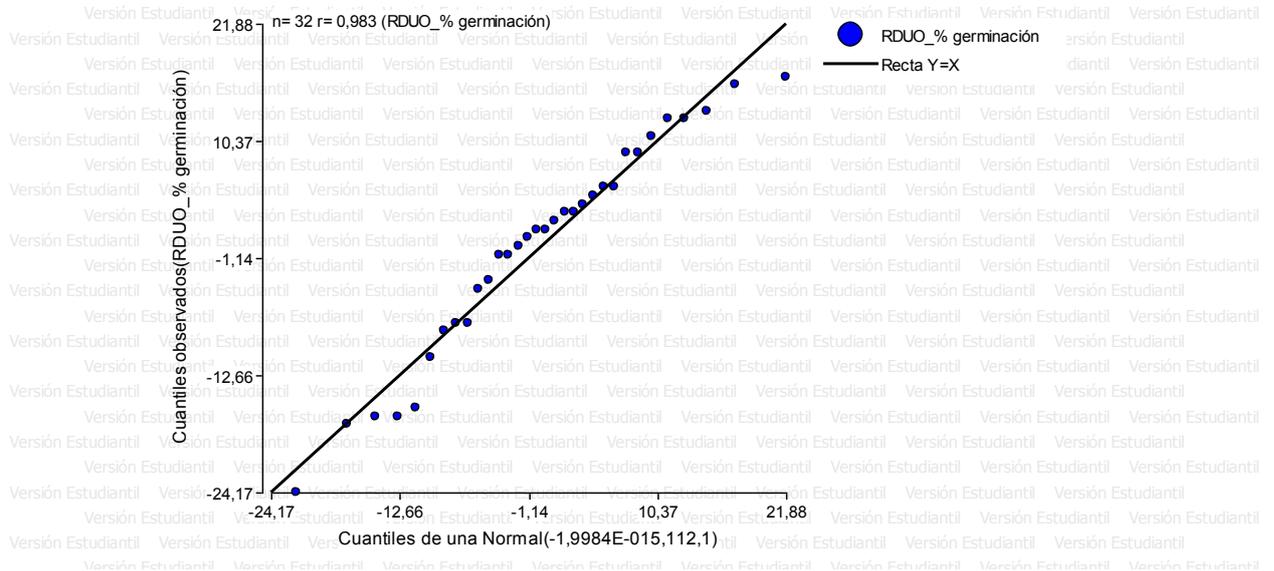


Figura A3. Gráfico QQ-plot.

Normalidad – Shapiro-Wilks

Tabla A7. Prueba de Shapiro-Wilks.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO_%germinación	32	0,00	10,59	0,94	0,2114

Homoceadasticidad – Dispersión residuos vs predichos

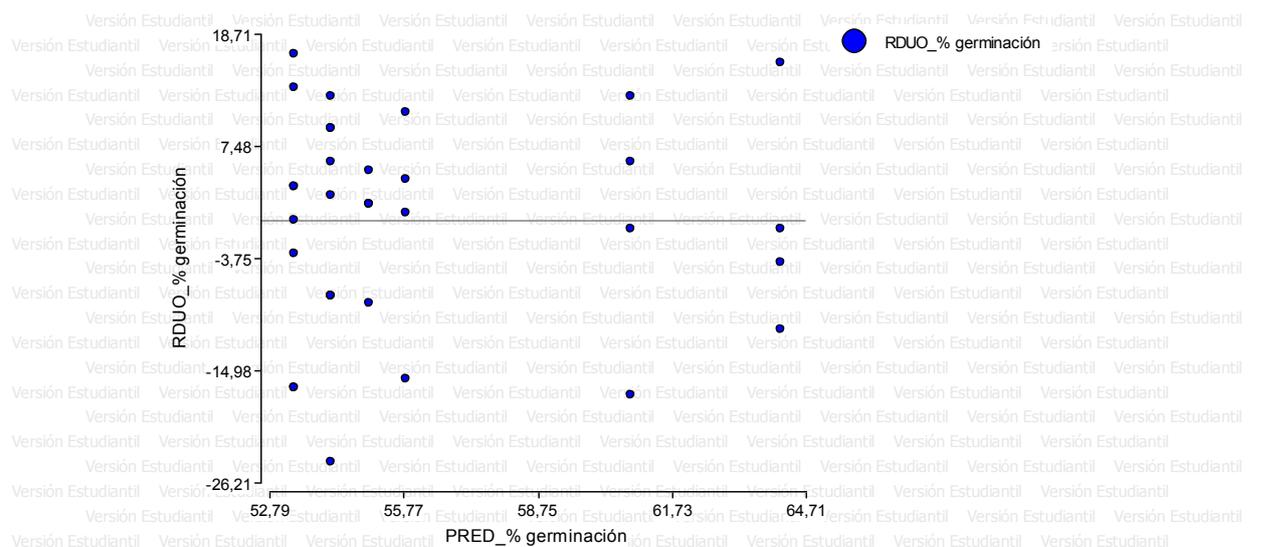


Figura A4. Gráfico dispersión residuos vs predichos.

Homocedasticidad – Prueba de Levene

Tabla A8. Prueba de Levene.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS_% germinación	32	0,12	0,00	80,04

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	143,71	7	20,53	0,46	0,8564
escarif._cult._temp.	143,71	7	20,53	0,46	0,8564
Error	1081,08	24	45,04		
Total	1224,78	31			

Anova

Tabla A9. Análisis de la varianza.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% germinación	32	0,11	0,00	21,35

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	443,82	7	63,4	0,44	0,869
escarificación	125,29	1	125,3	0,87	0,362
cultivar	0,35	1	0,35	2,40E-03	0,961
temperatura	8,67	1	8,67	0,06	0,809
escarificación*cultivar	8,67	1	8,67	0,06	0,809
escarificación*temperatura	17,02	1	17,02	0,12	0,735
cultivar*temperatura	183,55	1	183,6	1,27	0,271
escarificación*cultivar*temperatura	100,25	1	100,3	0,69	0,414
Error	3475	24	144,8		
Total	3918,8	31			

Medidas de resumen

Tabla A10. Medidas de resumen.

Escarificación	Cultivar	Temperatura	n	Media
1	Bambatsi	20°C	4	64,17
1	Bambatsi	30-15°C	4	53,34
1	Klein verde	20°C	4	55
1	Klein verde	30-15°C	4	60,83
2	Bambatsi	20°C	4	54,17
2	Bambatsi	30-15°C	4	53,34
2	Klein verde	20°C	4	54,17
2	Klein verde	30-15°C	4	55,84

Ensayo 3: Evaluación de la eficiencia de distintos métodos para romper la dormición de las semillas de P. coloratum.

Normalidad – QQ-plot

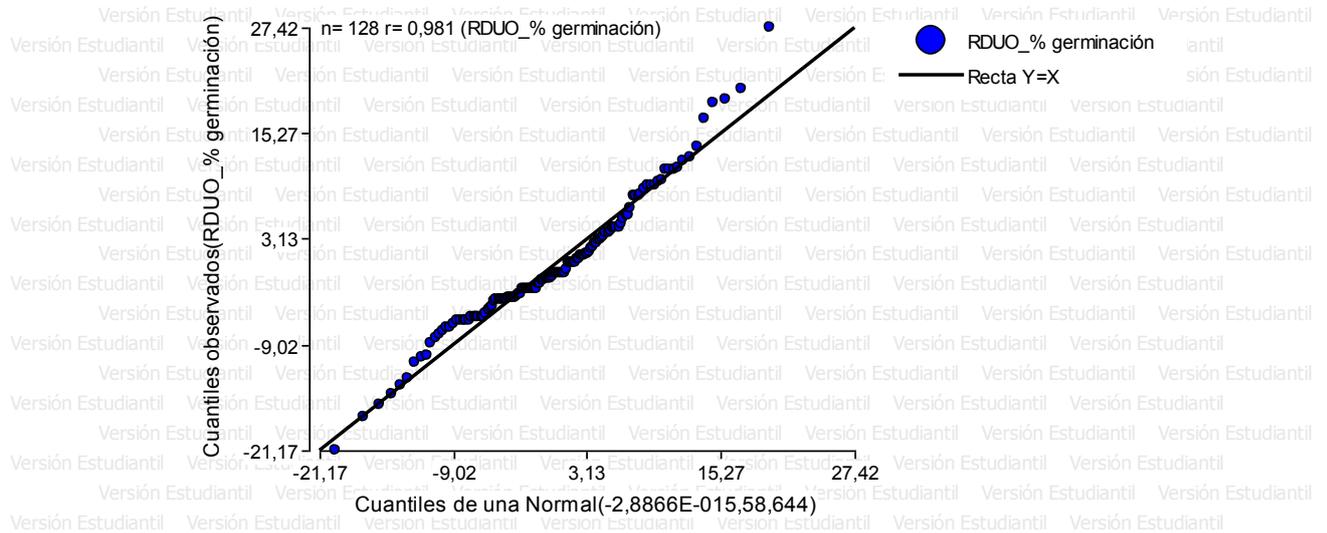


Figura A5. Gráfico QQ-plot.

Normalidad – Shapiro-Wilks

Tabla A11. Prueba de Shapiro-Wilks.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO_%Germinación	128	0	7,66	0,97	0,0685

Homocedasticidad – Dispersión residuos vs predichos

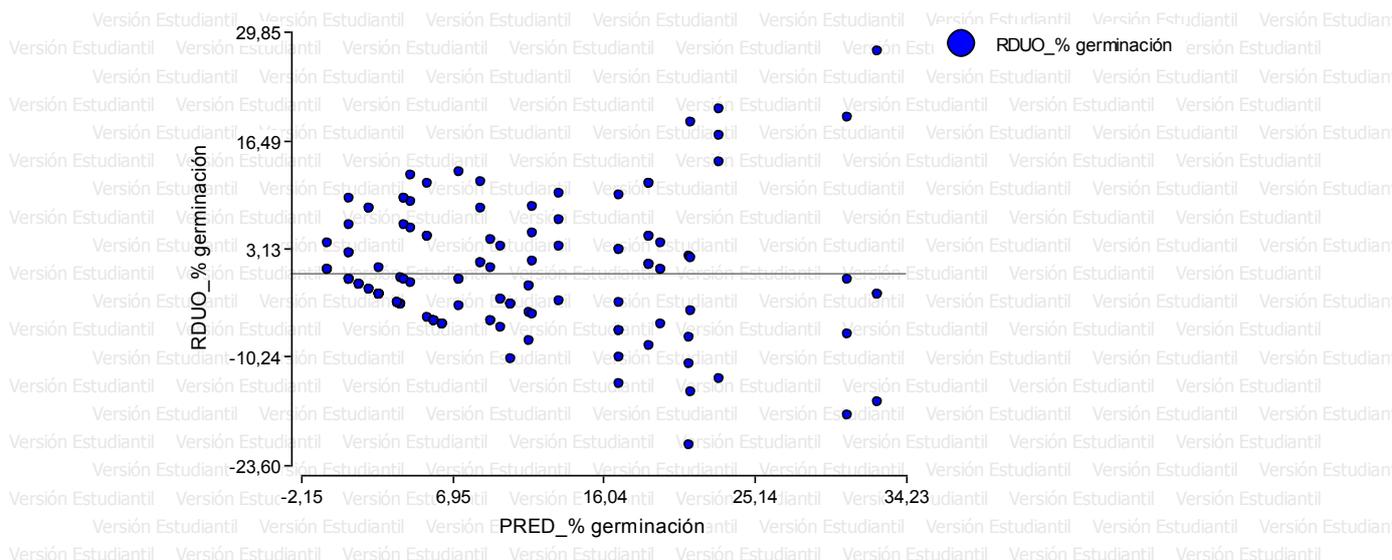


Figura A6. Gráfico dispersión residuos vs predichos.

Homocedasticidad – Prueba de Levene

Tabla A12. Prueba de Levene.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS_%Germinación	128	0,36	0,26	75,75

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1157,35	16	72,33	3,84	<0,0001
Tratamiento	1142,31	15	76,15	4,04	<0,0001
Ensayo	15,04	1	15,04	0,8	0,3733
Error	2089,98	111	18,83		
Total	3247,33	127			

Tabla A13. Prueba de Levene.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ASEN_PG	128	0,6	0,54	54,13

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,51	16	0,22	10,32	<0,0001
Tratamiento	3,51	15	0,23	11	<0,0001
Ensayo	5,90E-04	1	5,90E-04	0,03	0,8677
Error	2,36	111	0,02		
Total	5,87	127			

Anova

Tabla A14. Análisis de la Varianza.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%_Germinación	128	0.57	0.50	75.80

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9746.50	16	609.16	9.08	<0.0001
Tratamiento	9640.10	15	642.67	9.58	<0.0001
Ensayo	106.40	1	106.40	1.59	0.2106
Error	7447.76	111	67.10		
Total	17194.26	127			

Prueba de Tukey

Tabla A15. Test Tukey.

Tratamiento	Medias	n	E.E.						
Agitador+H2SO415min+H2O	0.02	8	0.05	A					
Agitador+H2Ohirv45seg+H2O	0.06	8	0.05	A	B				
Agitador+H2SO445min+H2O	0.08	8	0.05	A	B				
Agitador+H2Ohirv15seg+H2O	0.10	8	0.05	A	B	C			
Agitador+H2SO41min+H2O	0.13	8	0.05	A	B	C	D		
Agitador+H2SO45min+H2O	0.16	8	0.05	A	B	C	D		
Agitador+H2Ohirv5seg+H2O	0.16	8	0.05	A	B	C	D		
Agitador+H2O0.25vol	0.28	8	0.05		B	C	D	E	
Agitador+GA500M	0.29	8	0.05		B	C	D	E	
Agitador+H2O0.5vol	0.32	8	0.05			C	D	E	
Agitador+H2O1vol	0.35	8	0.05				D	E	F
Agitador+lija+H2O	0.42	8	0.05					E	F
Agitador+H2O	0.43	8	0.05					E	F
Agitador+GA250M	0.46	8	0.05					E	F
Agitador+KNO3	0.51	8	0.05					E	F
H2O (testigo)	0.59	8	0.05						F

Medidas de resumen

Tabla A16. Medidas de resumen.

	N	Media
H2O (testigo)	8	31,67
Agitador+H2O	8	17,92
Agitador+KNO3	8	22,09
Agitador+H2Ohirv5seg+H2O	8	5,42
Agitador+H2Ohirv15seg+H2O	8	2,92
Agitador+H2Ohirv45seg+H2O	8	1,67
Agitador+H2SO41min+H2O	8	4,59
Agitador+H2SO45min+H2O	8	5,00
Agitador+H2SO415min+H2O	8	0,42
Agitador+H2SO445min+H2O	8	1,67
Agitador+H2O1vol	8	12,50
Agitador+H2O0.5vol	8	10,84
Agitador+H2O0.25vol	8	8,34
Agitador+lija+H2O	8	17,92
Agitador+GA250M	8	20,42
Agitador+GA500M	8	9,59

Bibliografía

- Armando, L.; Carrera, A.D. and Tomas, M.A. (2013). Collection and morphological characterization of *Panicum coloratum* L. in Argentina. En: Tomás, M. A. y Giordano, M. C. (2013) Aumento del vigor de plántula por incremento del tamaño de semilla en *Panicum coloratum* var. *Makarikariensis*. Informe Técnico INTA EEA Rafaela. 58: 56-59.
- Cook, B. G.; Pengelly, B. C; Brown, S. D.; Donnelly, J. L.; Eagles, D. A.; Franco, M. A.; Hanson, J.; Mullen, B. F.; Partridge, I.J.; Peters, M. y Schultze-Kraft, R. (2005) Forrajes Tropicales: una herramienta de selección interactiva, [CD-ROM], CSIRO, DPI & F (Queensland), el CIAT y el ILRI, Brisbane, Australia.
- Damario, E. A. y Pascale, A. J. (1998). Características agroclimáticas de la Región Pampeana Argentina. En: Otondo, J. Efectos de la introducción de especies megatérmicas sobre características agronómicas y edáficas de un ambiente halomórfico de la Pampa Inundable (Tesis de Magister, Área Recursos Naturales) Universidad de Buenos Aires (2004).
- De la Cuadra, C. (1993) Germinación, latencia y dormición de las semillas. Hojas Divulgadoras, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid. 3 (1): 1-24.
- De León, M. (2004) Ampliando la frontera ganadera. Informe Técnico. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Córdoba. 1: 1-29.
- Humphreys, L.R. (1980) Tropical Grasslands. En: Ludlow, M.M. (1980) Stress physiology of tropical pasture plants. *Tropical Grasslands*, 3 (14):136-145.
- Lara, P. (2006) Mercado de carne vacuna en Argentina, estado de situación y perspectivas. Cuadernillo Técnico, Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina. 2: 1-24.
- Lavado, R.S. and Taboada, M.A. (1988) Soil water, salts, and sodium dynamics in a Natraquoll of Argentina. En: Otondo, J. Efectos de la introducción de especies megatérmicas sobre características agronómicas y edáficas de un ambiente halomórfico de la Pampa Inundable (Tesis de Magister, Área Recursos Naturales) Universidad de Buenos Aires (2004).
- Lavado, R.S. y Taboada, M. A. (2003) Inundaciones. Consecuencias sobre los suelos cuando el agua se retira. En: Otondo, J. Efectos de la introducción de especies megatérmicas sobre características agronómicas y edáficas de un ambiente halomórfico de la Pampa Inundable (Tesis de Magister, Área Recursos Naturales) Universidad de Buenos Aires (2004).

- Levitt, J. (1972) *Responses of Plants to Environmental Stresses*. En: Salisbury, F.B. y Ross, C.W. *Fisiología Vegetal*. Estados Unidos de América, Grupo Editorial Iberoamérica, 1992, pág. 759.
- Ludlow, M.M. (1978) Plant Relations in Pastures. En: Ludlow, M.M. (1980) Stress physiology of tropical pasture plants. *Tropical Grasslands*, 3 (14):136-145.
- Mc William, J.R. (1978) Plant Relations in Pastures. En: Ludlow, M.M. (1980) Stress physiology of tropical pasture plants. *Tropical Grasslands*, 3 (14):136-145.
- Otondo, J. Efectos de la introducción de especies megatérmicas sobre características agronómicas y edáficas de un ambiente halomórfico de la Pampa Inundable (Tesis de Magister, Área Recursos Naturales) Universidad de Buenos Aires (2004).
- Pérez García, F. y Martínez Laborde, J.B. *Introducción a la fisiología vegetal*. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa, 1994, Págs. 153-180.
- Pérez García, F. y Pita Villamil, J. M. (1999) Dormición de semillas. Hojas Divulgadoras, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 2103 (1): 1-20.
- Petruzzi, H.J.; Stritzler, N.P.; Adema, E.O.; Ferri, C.M. y Pagella J.H. (2003) Mijo Perenne - *Panicum coloratum*. EEA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas", INTA. 28 pp.
- Rojas, M. y Vázquez, P. (2008) Aspectos relevantes para la toma de decisiones en la cría bovina en la Cuenca del Salado. EEA Cuenca del Salado. INTA Anguil. La Pampa. 24 pp.
- Taleisnik, E.; Perez, H; Cordoba, A; Moreno, H; Garcia Seffino, L; Arias, C; Grunberg, K; Bravo, A. and Zennof, A. (1998) Salinity effects on the early development stages of *Panicum coloratum*: cultivar differences. En: Tomás, M. A. y Giordano, M. C. (2013) Aumento del vigor de plántula por incremento del tamaño de semilla en *Panicum coloratum* var. *Makarikariensis*. Informe Técnico INTA EEA Rafaela. 58: 56-59.
- Tischler, C.R. and Ocumpaugh, W.R. (2004) Kleingrass, blue panic and vine mesquite. Warm - season (C4) grasses. L. E. e. a. Moser. Madison, WI, ASA, CSSA and SSSA. 45: 623-649.

www.infostat.com.ar. InfoStat Software Estadístico. Marzo 2012.