

NOTA TÉCNICA

Importancia de las semillas duras en leguminosas forrajeras producidas en Uruguay

Boschi Federico¹, Latorre Pablo², Saldanha Sylvia³, Machado Jorge¹, Bentancur Oscar⁴, Moure Sebastián¹

¹*Instituto Nacional de Semillas (INASE). Camino Bertolotti y Ruta 8, km 29, Barros Blancos, Montevideo, Uruguay. Correo electrónico: fboschi@inase.org.uy*

²*Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Uruguay. Garzón 810, 12900 Montevideo, Uruguay.*

³*Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Departamento de Producción Animal y Pasturas. Estación Experimental de Facultad de Agronomía en Salto.*

⁴*Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Departamento de Biometría y Estadística. Estación Experimental Mario A. Cassinoni, Paysandú.*

Recibido: 3/5/16 Aceptado: 1/10/16

Resumen

Las leguminosas forrajeras, principalmente trébol rojo, trébol blanco, alfalfa y lotus, son la base de las praderas plurianuales cultivadas en la producción pecuaria del Uruguay. El porcentaje de germinación para estas especies en el análisis de laboratorio corresponde a la suma de las plántulas normales y las semillas duras. Los lotes de semillas comercializados en el país tienen indicado el porcentaje mínimo de germinación y la pureza física del lote en la etiqueta. El objetivo general de este trabajo fue analizar la importancia de las semillas duras en los lotes comerciales nacionales de leguminosas forrajeras. Se utilizaron los resultados de 647 análisis del laboratorio INASE de tres años (2009, 2010, 2011) y se realizaron dos ensayos de emergencia a campo: de semillas «duras» y «totales». La interacción especie x año ($p < 0,0001$) en el porcentaje de semillas duras fue significativa en los lotes estudiados. No se observaron diferencias significativas en la emergencia de semillas duras debidas a la alta o baja proporción de semillas duras en el lote para ninguna de las fechas consideradas, pero sí existieron diferencias significativas entre especies en emergencia. El número de plántulas en alfalfa fue mayor que en otras especies en los primeros 30 días pos siembra. A los 90 días pos siembra el trébol rojo aún presentaba la menor emergencia de plantas en relación a las otras especies. Los resultados obtenidos inducen a profundizar en el estudio de esta característica por especie de leguminosa, ya que difiere su accionar como mecanismo de sobrevivencia.

Palabras clave: semillas, semillas duras, emergencia, leguminosas, forrajeras

Summary

Importance of Hard Seed in Forage Legumes Produced in Uruguay

Forage legumes, especially red clover, white clover, alfalfa and birdsfoot trefoil, are the basis of cultivated multiannual grassland livestock production in Uruguay. Germination percentage for these species in the laboratory corresponds to the sum of the normal seedlings and the hard seeds. Seed lots sold in the country indicate the minimum percentage of germination and physical purity of the lot on the label. The overall objective of this study was to analyze the importance of hard seeds in national commercial lots of forage legumes. The results of 647 laboratory analysis at INASE of three years (2009, 2010 and 2011) were used, and two emergency field trials were carried out: «hard» and «total» seeds. The interaction species x year ($p < 0.0001$) in the percentage of hard seeds was significant in lots studied. There were no significant differences in the emergence of hard seeds due to the high or low proportion of hard seeds in the lot for any evaluated date, but there were significant differences between species in the emergency. The number of alfalfa seedlings was higher than other species in the first 30 days after planting. At 90 days after planting, red clover still had the lowest plant emergence in relation to other species. The results induce further study of this feature for each legume species, since it differs in its actions as a survival mechanism.

Keywords: seeds, hard seeds, emergence, legumes, forage

Introducción

En Uruguay las pasturas mejoradas representan el 17 % del área agropecuaria (9 % praderas plurianuales o permanentes, 5 % campos con su tapiz natural mejorado y 3 % verdeos anuales) (DIEA, 2012). La cantidad de semilla de especies forrajeras perennes (gramíneas y leguminosas) necesaria para cubrir la demanda en Uruguay se estimó en aproximadamente 7 millones de kilos. Las leguminosas de mayor relevancia son: *Medicago sativa* L. (alfalfa), *Trifolium repens* L. (trébol blanco), *Trifolium pratense* L. (trébol rojo) y *Lotus corniculatus* L. (lotus). En base a la densidad de siembra promedio de estas especies, se utilizarían aproximadamente 600.000 kg, 580.000 kg, 850.000 kg y 1.150.000 kg de semilla respectivamente por especie y por año (INASE, 2014).

Las fabáceas o leguminosas forrajeras poseen gran relevancia agroecológica en las comunidades pastoriles, principalmente porque mejoran la calidad de la dieta animal y aportan nitrógeno al sistema (Sevillal y Fernández, 1991). Lograr una buena implantación de una leguminosa forrajera no depende únicamente de las prácticas de manejo, sino que se debe tener en cuenta el porcentaje de semillas duras presente, ya que no todas originarán una plántula rápidamente y el espacio vacío puede ser colonizado por otra planta que no es de interés productivo. Trabajos previos demostraron que si la plántula de la leguminosa no emerge antes de los dos a cuatro meses de la siembra, la invasión de plantas no deseadas o malezas puede ser importante y competir por los recursos, por lo que se genera una disminución en la producción de forraje para el agricultor (Sevillal y Fernández, 1991) debido a que se retrasa el inicio del pastoreo y también se pone en riesgo la persistencia de la pastura sembrada.

Las semillas duras presentes en muchas leguminosas les permiten sobrevivir y persistir en el suelo por períodos variables de tiempo ante condiciones ambientales desfavorables para su crecimiento y desarrollo (Carámbula, 1977). Este mecanismo ecológico, muy eficiente para enfrentar situaciones de estrés, se conoce como dormancia (latencia) y fue clasificado por Harper (1959) en dormancia innata, inducida, impuesta y germinación retardada por una testa impermeable. Las semillas duras en las especies de leguminosas forrajeras son las que permanecen del mismo tamaño y aspecto al finalizar el análisis de germinación en el laboratorio (ISTA, 2012). En el proceso de germinación de las semillas duras están involucrados, además de

los factores genéticos, los factores ambientales, entre los que se encuentran principalmente las bajas temperaturas, la humedad y los microorganismos naturales del suelo (Sevillal y Fernández, 1991).

La normativa uruguaya del año 2004 estableció en el artículo 49 del capítulo IX del decreto reglamentario No. 438 que: «en el caso de las especies que presenten semillas duras al final del análisis de germinación, el porcentaje de las mismas se sumará al porcentaje de plántulas normales» (Uruguay. Poder Legislativo, 2004). Sin embargo, el decreto reglamentario No. 219 del año 2010, vigente a la fecha, derogó el artículo 49 del decreto No. 438 y este tema no fue considerado en la elaboración de los estándares específicos de producción y comercialización de semillas de leguminosas. Por ende, hoy la normativa no establecería cómo considerar las semillas duras en el análisis de germinación (Uruguay. Poder Legislativo, 2010). Actualmente Uruguay, al igual que Argentina (Galussi, 2007) y otros países de la región, estima que el poder germinativo de un lote de semilla comercial de leguminosas forrajeras corresponde a la suma en porcentaje de las plántulas normales y el total de semillas duras. La Unión Europea establece que se puede incluir en el valor de germinación de un lote de semillas sólo hasta un 40 % de semillas duras en alfalfa, lotus corniculatus y trébol blanco, o hasta 20 % de semillas duras en trébol rojo, aun cuando el lote presente un porcentaje mayor de semillas duras, por ejemplo 50 % (Unión Europea, 2009).

Trabajos realizados por la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Entre Ríos (Argentina) revelan que la proporción de semillas duras es variable según la especie de leguminosa. La viabilidad de estas semillas es diferente según la especie y el grado de dureza o permeabilidad al agua es diferente entre especies (Zimmermann *et al.*, 2003). Además, trabajos anteriores demostraron que no todas las semillas duras son viables en laboratorio. Por lo tanto, la información sobre el porcentaje mínimo de germinación así estimado puede no ser un dato suficiente para el agricultor al momento de sembrar su pastura (Galussi, 2007).

La semilla en el Uruguay se comercializa con identidad varietal y análisis vigente de laboratorio, los cuales se avalan en la etiqueta que contiene la bolsa. Esta información es el respaldo que tienen los agricultores, dado que en la etiqueta se garantiza el mínimo poder germinativo y la mínima pureza física del lote de semilla que están adquiriendo (Fornos y Sanguinetti, 2009).

El objetivo general de este trabajo fue analizar la importancia de las semillas duras en los lotes comerciales de leguminosas forrajeras en la producción nacional de pasturas. Las hipótesis planteadas para llevar adelante el trabajo fueron: a) el porcentaje de semillas duras depende del año de cosecha y de la especie; b) la capacidad de emerger de las semillas duras es menor que las semillas normales en el primer mes de sembrada la pastura; c) la emergencia de semillas duras varía entre especies; d) la emergencia de semillas duras varía según provengan de un lote con pocas o muchas semillas duras; e) la velocidad de emergencia de las semillas duras varía según provengan de un lote con pocas o muchas semillas duras.

Materiales y métodos

Los ensayos se realizaron en el laboratorio de semillas y en el campo experimental del Instituto Nacional de Semillas en Barros Blancos, Uruguay (coordenadas: latitud sur: 34° 44' 00"; longitud oeste: 55° 58' 40").

En este trabajo se realizaron dos análisis. Por un lado, se caracterizaron las semillas producidas en Uruguay en base al análisis de germinación de todos los lotes evaluados en el Laboratorio de Calidad de Semillas de INASE entre 2009 y 2011 de las especies de leguminosas forrajeras de mayor importancia para el sector pecuario nacional: alfalfa, trébol blanco, trébol rojo y *lotus corniculatus*. Por otro lado, se estudió la emergencia de las semillas en condiciones de campo.

Caracterización de las semillas producidas en Uruguay

Se caracterizaron las semillas producidas en Uruguay en base a la información disponible en INASE de los resultados de los análisis del Laboratorio. Se consideraron 647 lotes de semillas de las leguminosas forrajeras de mayor importancia para el sector pecuario nacional: alfalfa, trébol blanco, trébol rojo y *lotus corniculatus*, ingresados en los años 2009, 2010 y 2011 (Cuadro 1).

Las variables estudiadas fueron: porcentaje de germinación y porcentaje de semillas duras, por especie y por año. Se analizaron estadísticamente a través de análisis de varianza, con medidas repetidas en el tiempo. Las medias de los efectos significativos fueron separadas usando el test de Tukey ($p < 0,05$). El programa estadístico utilizado fue SAS 9.2 (SAS Institute, 2006).

Emergencia a campo de semillas de lotes con diferente proporción de semillas duras

Para este estudio se seleccionaron de cada especie dos lotes con alto porcentaje de semillas duras y dos lotes con bajo porcentaje de semillas duras. En todos los casos corresponden a lotes de semilla certificada de producción nacional, ingresados al laboratorio de INASE en la primavera verano 2011-2012, con porcentajes de germinación cercanos al 90 %. Los cultivares utilizados fueron: San Gabriel (*lotus corniculatus*), Estanzuela Zapicán (trébol blanco), Estanzuela 116 (trébol rojo) y Estanzuela Chaná (alfalfa). En el Cuadro 2 se observan las características de los lotes seleccionados.

El 16 de marzo de 2012 se sembraron en el Laboratorio de INASE cuatro rollos de papel de cada lote con 100 semillas por rollo y se colocaron en la germinadora a 20 °C, temperatura determinada por las reglas de la International Seed Testing Association (ISTA) para dichas especies. El primer conteo de plántulas normales y anormales se realizó el 21 de marzo (cinco días post-siembra). Acorde a las reglas ISTA, se realizó el segundo conteo para alfalfa, trébol rojo y trébol blanco el 26 de marzo (10 días post-siembra) y para *Lotus corniculatus* el 27 de marzo (11 días post-siembra). Se extrajeron las semillas duras al finalizar el análisis de germinación en el laboratorio; estas son las que permanecieron del mismo tamaño y aspecto que al inicio del test de germinación, y se separaron para sembrar en el «ensayo de semillas duras».

Cuadro 1. Número de lotes analizados por año y especie.

Especie	2009	2010	2011	Total
Alfalfa	28 (17,5)	42 (17,3)	46 (18,8)	116
Lotus	53 (33,1)	85 (35,1)	71 (29,0)	209
Trébol blanco	31 (19,4)	51 (21,1)	65 (26,5)	147
Trébol rojo	48 (30,0)	64 (26,4)	63 (25,7)	175
Total	160	242	245	647

Los datos entre paréntesis corresponden al porcentaje relativo de los lotes dentro del año.

Cuadro 2. Número de ingreso de los lotes seleccionados con bajo y alto porcentaje de semillas duras, con su porcentaje de germinación y de semilla duras.

Nº de lote	Especie	Porcentaje de semilla dura	Nº de lote	Especie	Porcentaje de semilla dura
Lotes con alto porcentaje de semillas duras			Lotes con bajo porcentaje de semillas duras		
628	Alfalfa	47	1010	Alfalfa	19
1009	Alfalfa	33	1011	Alfalfa	16
1436	<i>Lotus corniculatus</i>	34	1576	<i>Lotus corniculatus</i>	15
1580	<i>Lotus corniculatus</i>	40	3784	<i>Lotus corniculatus</i>	17
291	Trébol blanco	32	1547	Trébol blanco	14
292	Trébol blanco	44	1582	Trébol blanco	19
295	Trébol rojo	18	1014	Trébol rojo	12
1012	Trébol rojo	17	1578	Trébol rojo	12

Se acondicionaron 24 cajones por ensayo (dos unidades experimentales cada uno) con suelo de una chacra del campo experimental del INASE que permanecieron a la intemperie, para simular condiciones de campo. Cada semilla sembrada se marcó con una estacita de madera para asegurar una correcta identificación (una estaca por semilla). El número de plántulas emergidas en cada conteo se analizó con el procedimiento Glimmix del paquete estadístico SAS 9.2 (SAS Institute, 2006), y se realizó el análisis de varianza, separando las medias a través del test de Tukey ($p < 0,05$). En este modelo, se asumió que el número de plantas emergidas en relación al número de semillas sembradas tenía una distribución binomial. Se realizaron dos ensayos:

a) *Ensayo de semillas totales del lote.* La siembra se realizó entre el 12 y 13 de abril del 2012. El diseño fue de bloques completos al azar con tres repeticiones. Se analizaron 16 tratamientos (Cuadro 2) y las unidades experimentales, que constaron de 50 semillas cada una, fueron 48. Se contabilizaron las plántulas emergidas los días: 19/4, 24/4, 3/5, 9/5, 30/5, 27/6 y 26/7.

b) *Ensayo de semillas duras.* La siembra se realizó entre el 2 y 3 de abril del 2012. El diseño fue de bloques completos al azar con tres repeticiones. Se analizaron 16 tratamientos (Cuadro 2) y las unidades experimentales fueron 48, e incluyeron 30 semillas duras cada una. Los con-

teos de plántulas emergidas se realizaron el 12/4, 19/4, 24/4, 30/4, 8/5, 18/5, 13/6, 27/6 y 26/7.

Resultados y discusión

Caracterización de las semillas producidas en Uruguay

Al analizar el porcentaje de germinación de los 647 lotes de semillas, se observaron diferencias significativas por año de cosecha ($p < 0,008$) y por especie ($p < 0,0001$), no siendo significativa la interacción ($p < 0,08$). En el año 2009 los lotes de semilla ingresados a INASE presentaron menor porcentaje de germinación que la de los otros dos años analizados, a pesar de los elevados porcentajes de germinación de la semilla producida en el país (Cuadro 3).

En Uruguay en la zafra 2008/2009 se registraron precipitaciones muy por debajo de la media histórica en la primavera-verano, lo cual ocasionó un periodo importante con escasa disponibilidad de agua en el suelo, coincidente con la floración y producción de semillas (INIA, 2013). Por lo tanto, la menor calidad fisiológica de las semillas en la zafra podría atribuirse a las condiciones de estrés sufridas por el cultivo en el periodo crítico. De las cuatro especies evaluadas, el *Lotus corniculatus* se diferenció de las otras especies por su menor porcentaje de germinación, mientras que las otras tres especies no se diferenciaron entre sí (Cuadro 3).

Cuadro 3. Porcentaje de germinación según año de evaluación y por especie (promedio de tres años).

Año	Porcentaje de germinación	Especie	Porcentaje de germinación
2009	89,9 b	<i>Lotus corniculatus</i>	85,9 b
2011	91,8 a	Alfalfa	91,9 a
2010	92,0 a	Trébol rojo	92,1 a
		Trébol blanco	93,6 a

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

Cuadro 4. Porcentaje de semillas duras por especie y por año.

Especies	2009	2010	2011	Promedio Especie
Alfalfa	12,8 ab	10,6 b	15,9 bc	12,9 BC
<i>Lotus corniculatus</i>	17,9 a	28,1 a	26,2 a	23,8 A
Trébol blanco	16,8 a	10,5 b	22,0 ab	15,9 B
Trébol rojo	8,7 b	10,9 b	11,1 c	10,2 C
Promedio Año	13,6 B	13,8 B	18,1 A	

Letras minúsculas distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Letras mayúsculas distintas en la misma fila o columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Los altos porcentajes de germinación obtenidos indican la calidad de semilla producida y comercializada, acorde con los estándares de producción en el Uruguay. En referencia a la proporción de semillas duras existieron diferencias muy significativas ($p < 0,0001$) entre años y entre especies, y fue significativa la interacción año x especie (Cuadro 4).

En el año 2011, el porcentaje de semillas duras fue superior al de los otros dos años evaluados en el conjunto de los datos (Cuadro 4). Si bien existió interacción especie x año, en alfalfa y trébol rojo no existieron diferencias en la proporción de semillas duras entre los tres años evaluados. *Lotus corniculatus* presentó menor proporción de semillas duras en el año 2009 (17,9 %) que en 2010 y 2011 (27,2 %) y el trébol blanco se diferenció por su menor proporción de semillas duras en el año 2010 (10,5 %) respecto de los otros años estudiados (19,4 %).

En 2011 se dieron condiciones de baja humedad y alta temperatura en los momentos más críticos de la producción de semilla (INIA, 2013), lo cual concuerda con los estudios de Nikolaeva (1977), que indicó que la baja humedad en el aire durante la maduración incide en el incremento del número de semillas duras.

La especie que presentó en general mayor proporción de semillas duras (24 %) fue *Lotus corniculatus*, seguida por trébol blanco (16 %) y alfalfa (Cuadro 4). El trébol rojo presentó la menor proporción (10 %) diferenciándose del lotus y el trébol blanco (Cuadro 4). Galussi (2007) reportó que la especie con mayor proporción de semillas duras fue

trébol blanco con hasta 54 %, seguido por alfalfa (50 %), lotus (49 %) y trébol rojo (26 %), por lo que existen diferencias con los resultados obtenidos en este trabajo.

Estudio de la emergencia a campo de las semillas

a) Ensayo de semillas totales del lote

El Cuadro 5 presenta la evolución de la emergencia de plantas por especie como porcentaje acumulado de plantas emergidas. En el primer conteo se destacó el trébol rojo en la proporción de plantas emergidas, aunque la diferencia con las otras especies no fue significativa. Se analizó por fecha el número de plantas emergidas y las diferencias entre especies no fueron significativas en ningún conteo. Tampoco se diferenciaron en ninguna fecha los lotes de todas las especies con alta proporción de semillas duras de la emergencia de los lotes de todas las especies con baja proporción de semillas duras.

Entre el primer y segundo conteo, a pesar de que sólo transcurrieron cinco días, el número de plántulas emergidas más que se duplicó en casi todas las especies (Cuadro 5). A los 11 días de la siembra, trébol rojo y alfalfa alcanzaron más del 50% de las plantas emergidas, lo que estaría explicado por el mayor vigor inicial de estas especies y mayor peso de semilla, en comparación con trébol blanco y lotus que demoraron más en llegar a dicho porcentaje de emergencia (Cuadro 5).

Cuadro 5. Porcentaje de emergencia de plantas de las semillas totales por especie y por fecha.

Especie	Fecha de observación						
	19-abr	24-abr	03-may	09-may	30-may	27-jun	26-jul
<i>Lotus corniculatus</i>	12	40	53	53	54	56	56
Trébol rojo	28	53	62	62	62	62	63
Trébol blanco	18	44	60	60	62	62	63
Alfalfa	18	56	68	68	69	69	69

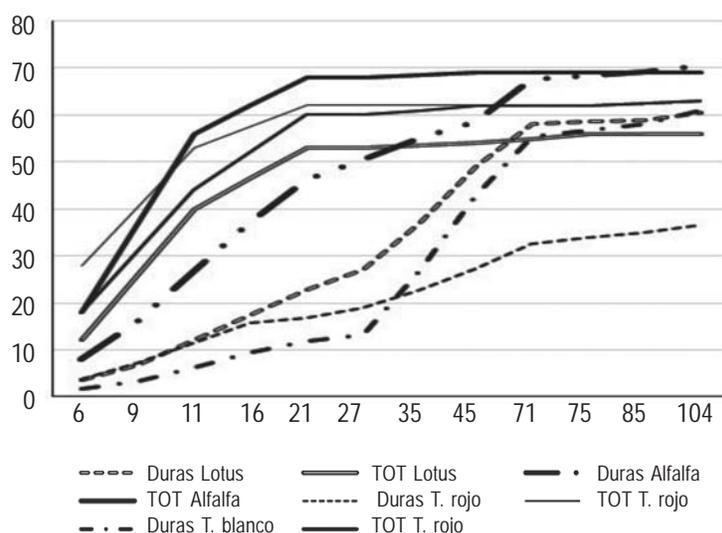


Figura 1. Evolución de la germinación y emergencia de semillas totales y sólo duras de lotus, trébol rojo, trébol blanco y alfalfa en el período de observación

En general se observó que a los 20 días pos siembra (3 de mayo) ya habían emergido casi todas las plantas (Cuadro 5 y Figura 1). La proporción de plantas emergidas del total de semillas sembradas se considera que fue alta. Formoso (2007) cita 59 % para *Lotus corniculatus* como el mejor valor obtenido con un elevado peso de 1000 semillas. Palacio (2015) a los 26 días pos siembra obtuvo 56 % de implantación en alfalfa, 35 % en trébol rojo, 18 % en lotus y 9 % en trébol blanco, especies que fueron sembradas en mezclas. Saldanha, com. per., a los 47 días pos siembra, logró valores de implantación de 40, 35 y 21 % para trébol blanco, lotus y trébol rojo respectivamente, sembrados en mezclas forrajeras. Moliterno (2000) evaluando diferentes mezclas forrajeras alcanzó en promedio 23 % de implantación de trébol rojo, 16 % de trébol blanco y 10 % de *Lotus corniculatus* a los 40 días de la siembra. A diferen-

cia de este trabajo, los autores citados realizaron la siembra con maquinaria y no en forma manual en macetas, por lo que es esperable que los valores de emergencia sean inferiores.

b) Ensayo de semillas duras

La emergencia de plantas provenientes de semillas duras se analizó considerando en forma conjunta todas las especies estudiadas, por fecha de conteo. No se observó, en ninguna fecha, diferencias significativas debidas a lotes con alta o baja proporción de semillas duras, considerando los tipos de lotes de todas las especies juntos. Si existieron diferencias entre especies en todas las fechas (Cuadro 6).

A los nueve días pos siembra ya se manifestaron diferencias en emergencia, distinguiéndose la alfalfa del trébol blanco (Cuadro 6). Hasta los 30 días pos siembra la alfalfa se distingue de las otras especies por su mayor emergencia.

Cuadro 6. Porcentaje de emergencia de plantas de las semillas duras por especie y por fecha.

Especie	Fecha de observación								
	12-abr	19-abr	24-abr	30-abr	08-may	18-may	13-jun	27-jun	26-jul
<i>Lotus corniculatus</i>	7 ab	18 b	23 b	27 b	37 ab	49 a	58 a	59 a	62 a
Trébol rojo	7 ab	16 b	17 b	19 b	23 b	27 b	33 b	35 b	38 b
Trébol blanco	3 b	9 b	12 b	13 b	27 b	43 ab	55 a	58 a	64 a
Alfalfa	16 a	37 a	46 a	51 a	55 a	59 a	68 a	69 a	72 a
p<(Especie)	0,0139	0,0001	0,0006	0,0004	0,0012	0,0048	0,0017	0,0029	0,005

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Posteriormente las diferencias entre especies se reducen hasta los 71 días (Cuadro 6). El trébol rojo aún luego de 90 días pos siembra siguió presentando menor emergencia de plantas (38 %) en relación a las otras especies (66 %) (Cuadro 6). Las diferencias entre especies en la proporción de semillas duras emergidas y en la tasa de emergencia concuerdan con los resultados presentados por Galussi (2007), donde no todas las semillas duras presentaron la misma viabilidad.

En la Figura 1 se observan las diferencias en la velocidad de emergencia de plantas según provengan del total de semillas o sólo de semillas duras. A los 11 días pos siembra en el primer caso ya habían emergido en promedio el 77 % de las plantas logradas. En el caso de semillas duras se requirieron 45 días para obtener el 75 % de las plantas finales. Las plantas que emergen antes son más competitivas en relación a las que demoran más (Blaser *et al.*, 1956), y dado que estas plántulas en sus etapas iniciales son muy vulnerables a los factores del ambiente (Silverstown y Dickie, 1980), la diferencia en la velocidad de emergencia puede ser muy importante en la productividad y persistencia de una pastura.

Al finalizar los conteos (más de tres meses pos siembra) se lograron en todas las especies valores de emergencia similares con ambos tipos de semilla (semillas totales y semillas duras), en el rango de 56 a 70 %, a excepción de las semillas duras en el trébol rojo (ver Figura 1). Al igual que sucedió con las semillas normales, en ningún caso el 100 % de las semillas duras emergieron. Lo cual indica que el porcentaje de emergencia de las semillas duras (excepto para el trébol rojo, en que fue menor) es igual que el porcentaje de emergencia de las semillas normales, y esto debería ser tenido en cuenta al realizar el análisis del poder germinativo de un lote de semillas.

La etiqueta en la bolsa de la semilla comercial es la que indica la garantía del mínimo poder germinativo del lote. Analizados los resultados de este trabajo sobre la emergencia de las semillas duras surge que, para asegurar esa garantía de calidad, no se debería incluir el total de las semillas duras como germinables en el análisis de laboratorio. En tanto, el poder germinativo de un lote comercial se podría calcular sumando al porcentaje de semillas normales del lote solamente el mismo porcentaje de semillas duras (no el 100 %) que el porcentaje de semillas normales. A modo de sugerencia, se podría disgregar el porcentaje de germinación en semillas duras y semillas normales.

Conclusiones

La proporción de semillas duras en los lotes de semilla depende del año de cosecha y de la especie, existiendo interacción entre ambos factores. *Lotus corniculatus* tiende a tener mayor proporción de semillas duras y el trébol rojo la menor proporción. La capacidad de las semillas duras de originar plantas a los 30 días pos siembra tiende a ser menor que la de las semillas normales. La emergencia de plántulas originadas de semillas duras varía entre especies.

No se encontraron diferencias, con el diseño experimental utilizado, en la emergencia a partir de semillas duras, según provengan de un lote con pocas o muchas semillas duras. A más de 90 días pos siembra los valores de emergencia para las semillas duras y las semillas totales del lote de cada especie son similares, a excepción del trébol rojo. Para garantizar la calidad mínima indicada en la etiqueta de la bolsa de un lote de semilla comercial, se debería modificar la forma de expresar el resultado del poder germinativo.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Unidad de Apoyo del INASE por su colaboración en los ensayos a campo, y al personal del Laboratorio de INASE por la ayuda en los análisis. Además, a Jorge Machado y Gerardo Camps por su constante dedicación a los temas de semillas.

Bibliografía

- Blaser RE, Taylor T, Griffeth W, Skrdla W. 1956. Seedling competition in establishing forage plants. *Advances in Agronomy*, 4: 179 - 216.
- Carámbula M. 1977. Las leguminosas. En: Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo : Hemisferio Sur. (Colección Ciencias agropecuarias ; 11). pp. 105 - 162.
- DIEA. 2012. Censo general agropecuario 2011 : Resultados definitivos [En línea]. Montevideo : MGAP. Consultado 18 octubre 2016. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,diea,diea-censo-2011-resultados-definitivos,0,es,0>.
- Formoso F. 2007. Avances en la siembra directa de pasturas. Montevideo : INIA (Serie Técnica ; 161). pp. 83 - 93.
- Fornos I, Sanguinetti G. 2009. La etiqueta en la bolsa : respaldo para el usuario. *Revista del Instituto Plan Agropecuario*, (130): 58 - 59.
- Galussi AA. 2007. Cuestiones sobre semillas duras de leguminosas forrajeras. *Análisis de Semilla*, 1(1): 40 - 43.
- Harper JL. 1959. The ecological significance of dormancy and its importance in weed control. En: Proceedings of the IVth International Congress of Crop Protection; September 1957; Hamburg, Germany. Vol. 1. Braunschweig : The Congress. pp. 415 - 420.

- INASE.** 2014. Estadísticas [En línea]. Canelones : INASE. Consultado el 18 octubre 2016. Disponible en: <http://www.inase.org.uy/Sitio/Estadisticas/Default.aspx>.
- INIA.** 2013. Banco datos agroclimatico [En línea]. Montevideo : INIA. Consultado 19 octubre 2016. Disponible en: <http://www.inia.uy/gras/Clima/Banco-datos-agroclimatico/>.
- ISTA.** 2012. International rules for seed testing. Bassersdorf : ISTA. 60p.
- Molitemo E.** 2000. Caracterización de la producción inicial de diversas mezclas forrajeras. *Agrociencia*, 4(1): 31 - 49.
- Nikolaeva MG.** 1977. Factors controlling the seed dormancy pattern. En: Khan AA. [Ed.]. *The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination*. Amsterdam : North-Holland Publishing Company. p. 54
- Palacio L.** 2015. Implantación de mezclas forrajeras con gramíneas perennes con y sin riego suplementario [Tesis de grado]. Montevideo : Facultad de Agronomía. Universidad de la República. 83p.
- Sevillal GH, Fernández ON.** 1991. Leguminosas forrajeras herbáceas : emergencia y establecimiento de plántulas [En línea]. 8p. Consultado 18 octubre 2016. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/69-emergencia_y_establecimiento_plantulas.pdf.
- Silvertown JW, Dickie JB.** 1980. Seedling survivorship in natural populations of nine perennial chalk grassland plants. *New Phytologist*, 88, 555-558.
- Unión Europea.** 2009. Directivas : Directiva 2009/74/CE de la Comisión de 26 de junio de 2009 [...] [En línea]. Diario Oficial de la Unión Europea 27 junio 2009. Consultado 18 octubre 2016. Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0074&from=ES>.
- Uruguay. Poder Legislativo.** 2010. Decreto reglamentario No. 219 [En línea]. 14/07/2010. Consultado 25 octubre 2016. Disponible en: http://archivo.presidencia.gub.uy/scil/decretos/2010/07/mgap_285.pdf.
- Uruguay. Poder Legislativo.** 2004. Decreto reglamentario No. 438 [En línea]. 16/12/2004. Consultado 25 octubre 2016. Disponible en: <http://www.inase.org.uy/files/doc.ashx?id=A5211C84EE2E92C6>.
- Zimmermann LR, Galussi AA, Martinelli AHM, Fernández AP.** 2003. Viabilidad y longevidad de las semillas duras de leguminosas forrajeras. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, (26): 231 - 257.