Dormición y germinación de semillas de agropiro alargado recientemente cosechadas

Dormancy and germination in seeds of tall wheatgrass recently harvested

Cardoso[1], M.L., Alonso[2], S.I., Clausen[3], A.M. y Castaño[4], J.
Estación Experimental Agropecuaria, INTA Balcarce
Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata

Resumen

En la provincia de Buenos Aires la siembra de pasturas de agropiro alargado se realiza en otoño, para lo cual se suelen emplear semillas cosechadas durante el verano previo. En algunas forrajeras, los lotes de semilla de escasa edad desde la cosecha presentan dormición innata, lo que determina menor aptitud germinativa en pruebas de laboratorio y menor velocidad de emergencia en el campo. El objetivo de este trabajo fue determinar la presencia y duración de la dormición innata en semillas de hasta 2 meses desde la cosecha, en tres variedades de agropiro alargado. Lotes de semillas de tres edades desde la cosecha se incubaron en cámaras de germinación y se determinó el porcentaje de semillas germinadas a los 7 (primer recuento), 14 y 21 días (porcentaje de germinación = PG) de incubación y el porcentaje de semillas frescas sin germinar o semillas dormidas. Independientemente de la variedad, los lotes de 30 días de edad presentaron menor porcentaje de semillas germinadas al primer recuento que los de 45 a 60 días. En algunas variedades, las semillas de menor edad también difirieron significativamente en PG y porcentaje de dormición. Las semillas de agropiro alargado de cosecha reciente presentan dormición innata la que afecta principalmente la proporción de semillas germinadas al primer recuento. La dormición desaparece paulatinamente a los dos meses desde la cosecha, si la semilla es almacenada en ambiente aireado.

Palabras clave: germinación, primer recuento, dormición innata, edad de la semilla, *Thinopyrum ponticum*.

Summary

In the province of Buenos Aires, the sowing of tall wheatgrass is carried out in autumn utilizing seeds recently harvested during the previous summer. In some forage species, seed lots recently harvested present innate dormancy, and as a consequence the germinative behavior in laboratory tests and less velocity of emergence in the field are underestimated. The objective of this work was to determine the presence of innate dormancy in three varieties of tall wheatgrass recently harvested. Seeds harvested of three ages from harvesting date, were incubated in germination chambers and percentage of seeds germinated at 7 (first count), 14 and 21 (germination percentage = PG) days were determined, as well as percentage of dormant seeds. Independently of the variety, the seed lots of 30 days age, presented less germination

Recibido: noviembre de 2006
Aceptado: agosto de 2007

1. Ing.Agr. Técnico de la EEA Balcarce, INTA lcardoso@balcarce.inta.gov.ar.
2. Ing.Agr. M.Sc. Profesor Fac. Ciencias Agrarias, U. N. Mar del Plata. salonso@balcarce.inta.gov.ar
3. Ing.Agr. M.Sc.Técnico de la EEA Balcarce, INTA y Prof. Fac. Cs. Agr., UNMdP. aclausen@balcarce.inta.gov.ar
4. Ing.Agr. M.Sc.Técnico de la EEA Balcarce, INTA.jcastanio@balcarce.inta.gov.ar

at first count compared with the values obtained at 45 and 60 days. In some varieties, the seeds of less age differed significantly in germination and dormancy percentage. Recently harvested seeds of tall wheatgrass, present innate dormancy and this fact is affecting primarily the energy of the seed lots. Dormancy disappears during the following two months form harvesting when stored under aerated conditions.
Key words: germination, first count, innate dormancy, seed age, *Thinopyrum ponticum*.

Introducción

El agropiro alargado *Thinopyrum ponticum* (Pdop.) Barw. & Dewey es una forrajera templada que se adapta a un amplio rango de condiciones edáficas y de humedad. Crece tanto en suelos pesados alcalino-salinos, como en suelos sueltos franco-arenosos (Covas, 1985; Castaño, 2005), así como en zonas húmedas a semiáridas (Ferrari y Maddaloni, 2006). Estas características posibilitan el desarrollo del agropiro en gran parte del territorio argentino, aunque la especie alcanza su mayor difusión en la Pampa Deprimida de la provincia de Buenos Aires (Covas, 1985; Mazzanti et al., 1992).

Para su implantación generalmente se utiliza simiente de origen nacional, procedente de semilleros locales, o bien semilla generada directamente por el productor. En ambos casos, parte de la semilla suele ser de calidad baja a regular debido principalmente al bajo porcentaje de germinación (González y Gardner, 1974; Peretti y Escuder, 1990). En siembras otoñales, época recomendada para la siembra de agropiro alargado en la región pampeana (Ferrari y Maddaloni, 2006), es frecuente la utilización de semilla recientemente cosechada, ya que por ser una especie de floración primaveral tardía, las semillas maduran a mediados de febrero o principios de marzo (Castaño, 2005; Ferrari y Maddaloni, 2006). En lotes de semilla recién cosechada, una de las principales causas de la baja germinación es la dormición innata de las semillas, mecanismo que se expresa a partir del momento en que el embrión completa su desarrollo y que persiste después de la dispersión durante un tiempo variable que depende de la especie (Ellis et al., 1985a; Cardinali, 2004).

Cuando las semillas deben ser sembradas al poco tiempo de haber sido cosechadas, la dormición innata es desventajosa pues demora la geminación o la impide (Cardinali, 2004), y también puede afectar la calificación de los lotes de semilla al subestimarse la aptitud germinativa en pruebas de laboratorio. Si bien no se tienen referencias específicas de este mecanismo de bloqueo de la germinación en agropiro alargado, se ha reportado severa dormición en lotes de semillas de especies del género *Agropyron*, taxonómicamente relacionadas con esta forrajera, así como en otras especies de la Tribu Tritíceas a la que pertenece el género *Thinopyrum* (Ellis et al., 1985b; Cardinali, 2004).

El objetivo de este trabajo fue determinar la existencia de dormición innata en lotes de semillas de agropiro alargado recién cosechadas y estimar su persistencia durante los dos meses posteriores a la cosecha. De constatarse la existencia de dormición en semillas de agropiro, se podría establecer el lapso de tiempo que sería necesario almacenarlas previo a su utilización en siembras y/o a la determinación estándar en laboratorio de la aptitud germinativa.

Materiales y Métodos

En el laboratorio de germoplasma de la Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, se realizaron nueve ensayos de germinación, utilizando semilla de diferente edad de una variedad comercial y dos variedades experimentales de agropiro alargado. Para las tres variedades, denominadas Rayo.INTA-FCA, SM y SP, se utilizó semilla de la cosecha 2003, procedente de lotes de multiplicación en

aislamiento mantenidos en la mencionada Estación Experimental. Los lotes de multiplicación habían sido implantados en el año 2000, en sitios con similar topografía y tipo de suelo (Argiudol Típico) y recibieron el mismo manejo.

La cosecha se efectuó a principios de marzo y a los fines de establecer la edad de las semillas al momento de ser utilizadas, se consideró como día 1 a aquél en el cual se cosechó cada variedad. A fin de asegurar que todas las inflorescencias presentaran el mismo grado de madurez, del total del material cosechado se extrajeron sólo las espigas que presentaban la caña y el raquis de color pajizo. Las espigas fueron trilladas manualmente para no dañar las semillas, las que fueron mantenidas en el laboratorio, en bolsas de papel poroso a temperatura ambiente. Las semillas para cada ensayo fueron seleccionadas mediante el empleo de un diafanoscopio, considerando como adecuado a todo cariopse que contenía una semilla con un tamaño superior al tercio de la longitud de las glumelas (Felfoldi, 1983).

Para cada variedad se realizaron tres ensayos de germinación escalonados en el tiempo, para lograr que las semillas presentaran diferente edad desde la cosecha (Cuadro 1). En cada ensayo se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con cuatro repeticiones de 100 semillas cada una. Las semillas de cada unidad experimental fueron colocadas en bandejas plásticas con tapa, de 14 por 22 cm, sobre un sustrato formado por papel de filtro colocado sobre una fina capa de algodón (*top paper*) según lo recomendado por las normas del ISTA, tal como mencionan Ellis et al. (1985b). El sustrato fue humedecido con agua destilada hasta humidificar completamente el mismo, eliminándose luego toda el agua excedente; durante el ensayo las semillas se regaron cada tres días hasta la finalización del mismo.

Las semillas fueron incubadas durante 21 días en una cámara de germinación bajo las siguientes condiciones diarias: 8 hs de luz y 30 ºC alternando con 16 hs de oscuridad y 20ºC (Ellis et al., 1985b). Se registraron los porcentajes de semillas germinadas a los 7 días (primer recuento= 1ºRec), a los 14 días y a los 21 días (porcentaje de germinación= PG) y, el porcentaje de semillas frescas sin germinar (F). En la categoría semillas germinadas se consideraron solo a aquellas que desarrollaron plántulas normales y como semilla fresca, se contabilizó a toda aquella no germinada, sin signos de daño (Ellis et al., 1985a) y se calculó como: F= [100 – (PG + porcentaje de semillas muertas)]. Se consideró semilla muerta a todo cariopse que luego de los 21 días de incubación presentaba signos de descomposición, desarrollo de microorganismos o que no mantenía la turgencia al ser levemente presionado.

Se comparó el comportamiento germinativo de las semillas de diferente edad dentro de cada variedad, mediante un análisis de la varianza (ANOVA), de acuerdo a un diseño completamente aleatorizado (CA) con tres tratamientos (edades de la semilla). Para comparar el comportamiento entre variedades, se efectuó otro ANOVA empleando sólo los datos de los lotes de semilla de edad similar, según un diseño CA con arreglo factorial de tres variedades y dos edades: un mes (semillas con 31±1 día) y un mes y medio (semillas con 46±2 días) (Cuadro 1). En ambos análisis se utilizó el Sistema SAS y las medias de tratamientos se compararon mediante la diferencia mínima significativa, considerando un valor de α de 0,05.

Resultados

En la variedad SP la germinación al primer recuento, promedio entre semillas de diferente edad, fue de 48,7%, existiendo diferencias significativas entre lotes de edad (Cuadro 1). A los siete días de incubación o 1ºRec, la germinación en el lote de 32 días resultó significativamente menor que la alcanzada por los

lotes de mayor edad, los cuales al 1ºRec presentaron una germinación mayor al doble. A los 14 días de incubación la germinación incrementó en todos los lotes con respecto a la semana previa, pero en mayor proporción en el lote de semillas de menor edad (Cuadro 1). Si bien la diferencia entre este lote y el promedio de los restantes fue menor que el observado a los 7 días de incubación (14,3%), las diferencias continuaron siendo significativas.

El PG promedio de los tres lotes de edad fue de 90,7% y en este caso las diferencias entre lotes no resultaron significativas (p>0,05; Cuadro 1). El número de semillas muertas fue muy bajo, por lo que la mayoría de las semillas sin germinar correspondió a la categoría de semillas frescas. El porcentaje de semillas que permanecieron frescas presentó una tendencia inversa y complementaria a la del PG (Cuadro 1). El promedio de semillas frescas fue de 9,3 (± 3,1%) sin diferencias entre edades. El alto error experimental registrado en esta variable, constatado mediante el coeficiente de variación (Cuadro 1), podría ser una de las causas de que tales diferencias no resultasen significativas, o también podría deberse al bajo ajuste del modelo empleado para el análisis de los datos de esta variable (p=0,12).

En la variedad SM, la proporción de semillas germinadas al 1ºRec fue de 73,8% en promedio. En esta variedad también difirieron significativamente entre sí los tres lotes de edad (Cuadro 1). Al 1ºRec, el lote de 55 días

Cuadro 1: Porcentaje de germinación y error estándar (EE) a los 7, 14 y 21 días de incubación y de semillas frescas a los 21 días, correspondientes a semillas de las variedades Rayo.INTA-FCA, SP y SM de tres edades desde la cosecha y, coeficiente de variación (CV). Para cada variedad y variable, letras distintas muestran diferencias significativas (p<0,05).

Table 1: *Percentage of germination and standard error (EE) at 7, 14 and 21 days of incubation and fresh seeds (Frescas) at 21 days, of seeds of the varieties Rayo.INTA-FCA, SP and SM of three ages from harvest and, coefficient of variation (CV). For each variety and variable, different letters show significant differences (p<0,05).*

Variedad	Edad (días)	Semillas Germinadas (% y EE)						Semillas Frescas	
		7 días		14 días		21 días			
		%	EE	%	EE	%	EE	%	EE
SP	32	26,7 b	3,8	74,2 b	5	89,2 a	1,3	10,7 a	1,3
	38	58,2 a	7,6	87,0 a	5,4	88,5 a	6,2	11,5 a	6,2
	48	61,0 a	6,7	90,0 a	2,3	94,3 a	2,3	5,7 a	2,3
	CV	12,8		5,3		4,30		42	
SM	33	5 7,7 c	5,3	83,2 b	4,2	86,0 b	3,9	13,0 a	4,3
	45	77,7 b	3,9	89,2 a	1,2	92,0 a	3	7,5 ab	1,7
	55	86.0 a	4,1	93,7 a	3,7	93.7 a	3,7	5,2 b	3,3
	CV	6,1		3,3		3,5		38	
RAYO	21	2 4,2 c	1,7	7 9,3 c	1,3	8 6,0 c	3,4	13,9 a	3,4
	31	62,7 b	4,8	84,0 b	3,4	90,5 b	2,1	9,2 b	2,1
	45	74,2 a	5	91,7 a	1	93,7 a	1,8	5,5 c	1,7
	CV	7,6		2,5		2,7		26	

de edad superó en germinación a las semillas con 45 y 33 días de edad, en aproximadamente el 10 y el 33%, respectivamente. El porcentaje promedio de semillas germinadas alcanzó 88,7% a los 14 días y el PG fue de 90,6%. En ambas variables las diferencias sólo resultaron significativas entre las semillas de menor edad y las restantes, aunque tales diferencias fueron inferiores al 10% (Cuadro 1). El porcentaje de semillas frescas también presentó diferencias significativas entre los lotes de edades extremas, entre las cuales se observó una diferencia de 7,8% (Cuadro 1).

En la variedad Rayo.INTA-FCA la germinación promedio al 1ºRec resultó de 53,7%, siendo de 85% el porcentaje de semillas germinadas a los 14 días y de 90% a los 21 días de incubación, respectivamente. En los tres lotes de edad se observaron diferencias significativas en porcentaje al 1ºRec; los lotes de edad intermedia y alta superaron en forma amplia y significativa al porcentaje presentado por los lotes de menor edad desde cosecha. En cambio, si bien los tres difirieron significativamente en el porcentaje de semillas germinadas hasta los 14 días y en el PG, las diferencias entre ellos no fueron tan marcadas (Cuadro 1). La fracción de semillas no germinadas disminuyó a medida que el lote de semillas presentaba mayor edad, desde 13,9 a 5,5%, siendo significativas las diferencias entre lotes.

Al considerar semillas entre 21 y 55 días de edad desde la cosecha, independientemente de la variedad, se observó que la germinación al 1ºRec y el PG incrementaban en forma lineal en función del tiempo transcurrido, mientras que el porcentaje de semillas frescas disminuía (Figura 1). Para E y PG la relación lineal entre los valores medios y la

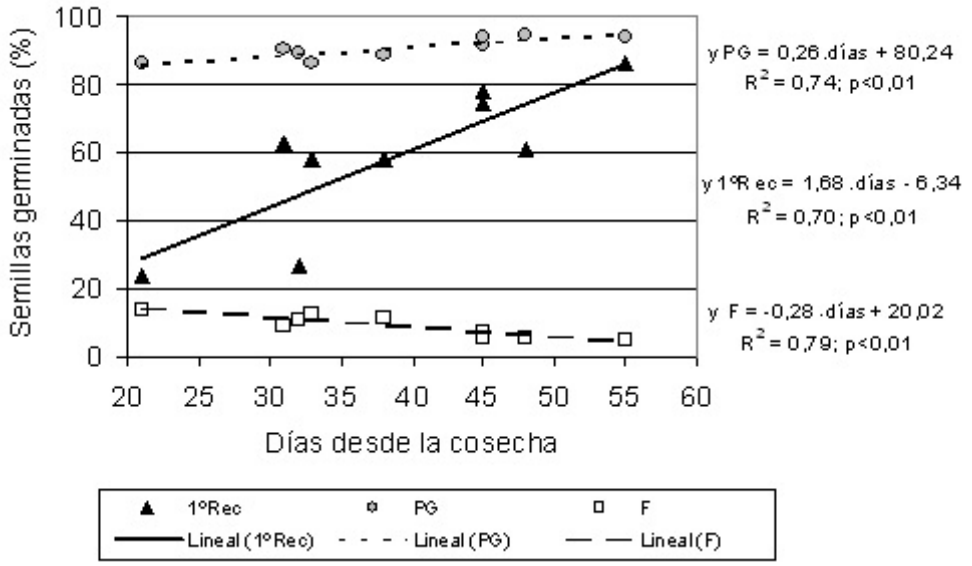

Figura 1: Porcentajes de germinación al 1º Recuento (1ºRec) y los 21 días (PG), y de semillas frescas (F) para lotes de semilla de diferente edad desde la cosecha, ecuaciones lineales (y) para cada variable en función de la edad de las semillas, coeficientes de determinación (R^2) y valor de significancia (p) para los coeficientes r.

Figure 1: *Percentage of germination at first count (1ºRec) and 21 days (PG), and fresh seed (F) for seeds of different age from harvest, lineal equations (y) for each variable as function of seed age, determination coefficients (R^2) and values of significance (p) for r coefficients.*

edad de la semilla fue positiva y significativa (gl = 7; p<0,01), mientras que resultó negativa y significativa para semillas frescas, siendo los coeficientes de regresión r de 0,83 para 1ºRec, 0,86 para PG y 0,88para F. El menor ajuste se observó entre edad de la semilla y 1ºRec, lo cual se debió a las pronunciadas diferencias entre variedades para esa variable (Cuadro 1). Las diferencias entre variedades se hicieron más evidentes al comparar semillas de igual edad. La interacción variedad x edad resultó significativa para 1ºRec (p=0,01), porque en la variedad SP la germinación de semillas de 45 días no difirió de la presentada por semillas de sólo 30 días de edad, de las variedades SM y SJ (Figura 2a). En valores absolutos la germinación promedio al 1ºRec de las semillas de 45 días (70,9%) superó en más del 20% a la alcanzada por las semillas de 30 días e, independientemente de la edad, la proporción de semillas germinadas al 1ºRec fue aproximadamente un 25% más baja en la variedad SP que en las otras (Figura 2a).

La interacción no resultó significativa para PG ni para porcentaje de semillas frescas, aunque hubo diferencias entre variedades (p<0,01) y entre edades de la semilla (p<0,0001). Los lotes de mayor edad presentaron más PG y menos semillas frescas que los que presentaban una edad 15 días menor desde la cosecha, en una proporción aproximada del 5%. En tanto que la variedad SM difirió de las otras en PG y semillas frescas, pero en porcentajes inferiores al 3% (Figura 2b). Es de destacar que si bien la variedad SP

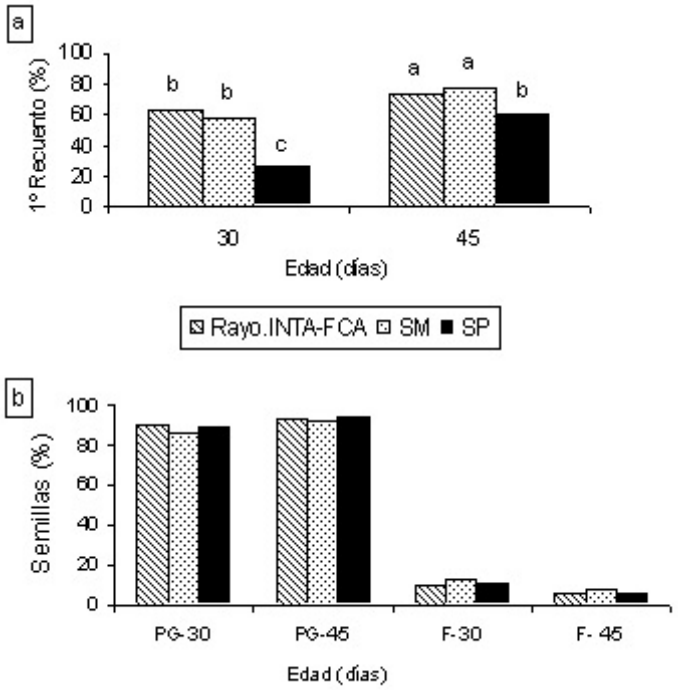

Figura 2a: Germinación al 1º recuento, **b.** porcentaje de germinación (PG) y semillas frescas (F) en lotes de semillas de 30y 45 días de edad, en las variedades Rayo,INTA-FCA, SP y SM, En germinación al 1º recuento, letras distintas muestran diferencias significativas (p<0,05).

Figure 2a: *First count germination,* ***b:*** *germination percentage (PG) and fresh seed (F) of seeds of 30 and 45 days age, of Rayo,INTA-FCA, SP and SM varieties. For germination at first count, different letters show significant differences (p<0,05).*

presentó menor proporción de semillas germinadas que el resto al 1ºRec, logró igualar a la variedad de mayor poder germinativo, mientras que en la variedad SM se produjo el caso inverso.

Discusión

En la presente experiencia las semillas de agropiro alargado fueron seleccionadas por diafanoscopía en base a lo mencionado por Felfoldi (1983), lo que en gran medida asegura la ausencia de semillas vanas, rotas o con deterioro externo. Las semillas fueron incubadas considerando el régimen lumínico y térmico recomendado para la especie (Ellis et al., 1985 b), sin embargo en ninguna de las variedades ni lotes de edad se alcanzó el 100% de germinación (Cuadro 1). Entre las semillas no germinadas, la mayoría fueron consideradas como semillas frescas (Ellis et al., 1985 a), ya que no presentaban daño externo, ni ataque de microorganismos y se mantenían turgentes. Entre ellas podrían encontrarse tanto semillas no viables como viables sin germinar y, en este último caso, corresponderían a semillas con algún tipo de bloqueo germinativo.

La dormición primaria o innata es uno de los mecanismos de bloqueo germinativo más frecuentes en semillas recién cosechadas, cuya intensidad puede variar entre especies. En gramíneas cultivadas la dormición innata desaparece gradualmente cuando la simiente es almacenada en ambientes secos y aireados (Ellis et al., 1985a; Cardinali, 2004). En esta experiencia se observó una reducción en el porcentaje de semillas frescas con el transcurso del tiempo desde la cosecha, la que se correspondió con un incremento en la germinación al 1ºRec y en el PG. Ello indica que la fracción de semillas frescas al mes de edad estaba conformada en gran medida por semillas viables dormidas, que se fueron desbloqueando con el transcurso de los días en que se mantuvieron almacenadas a temperatura ambiente y luego germinaron.

El porcentaje de semillas germinadas al 1ºRec fue la variable más afectada por la dormición ya que para el período comprendido entre los 21 y 55 días desde la cosecha, esta variable aumentó aproximadamente 6% por cada día de incremento en la edad (Figura 1). En cambio, en esa figura también se observa que para PG y porcentaje de semillas frescas, la variación fue de aproximadamente 1% por cada día de almacenamiento luego de la cosecha. El mayor efecto sobre la germinación al 1ºRec podría deberse a que ésta se registra a los 7 días de iniciada la incubación y el PG 15 días más tarde, período durante el cual parte de las semillas se desbloquea.

Ellis et al. (1985a) mencionan que el grado de dormición puede variar entre genotipos y aun entre semillas de un lote, como ocurrió en esta experiencia, ya que sólo una fracción de las semillas de cada variedad presentó dormición al mes de edad, pero dicha fracción fue diferente entre variedades. La germinación al 1ºRec de las semillas de la variedad SP de un mes de edad, resultó inferior a la de las restantes variedades, situación que se mantuvo luego de 15 días de almacenamiento, aunque en menor proporción. Esto indicaría que a igual edad, las semillas de SP presentaban mayor grado de dormición que las otras variedades, pero una alta tasa de desbloqueo le permitió reducir las diferencias observadas al mes y medio de edad y no diferir en PG de la variedad de mejor comportamiento en ambas edades (Rayo INTA-FCA).

La germinación al 1ºRec y el PG son determinaciones utilizadas comúnmente para establecer la calidad de la semilla (SAGYP, 1988). El PG constituye un indicador de la potencialidad del lote de semillas, mientras que la germinación al 1ºRec es una estimación del vigor e indica la capacidad del lote para germinar y emerger en el campo (Carámbula, 1981). El porcentaje de semillas frescas señala la imposibilidad de la simiente para germinar debido a la existencia de algún tipo de dormición; esas semillas no son inviables sino que pueden germinar con posterioridad, cuando desaparece la dormición. En lotes de semillas de agropiro recién cosechados o con escaso tiempo de almacenamiento, cuando el PG en laboratorio resulta inferior al estándar

requerido, la calidad de la semilla puede resultar satisfactoria desde el punto de vista de su potencialidad para germinar. Para ello la proporción de semillas frescas debe ser lo suficientemente alta como para compensar el escaso PG, pero la emergencia será heterogénea. En siembras tempranas de agropiro, si se emplea semilla recién cosechada, la emergencia puede demorarse debido a la dormición o resultar muy despareja. Además, si la siembra se efectúa en suelos bajos, anegables y/o con alto contenido de sales, la demora en germinar puede acentuarse y afectar el porcentaje de emergencia de agropiro y, de esta forma, atentar contra el logro de una adecuada densidad y homogeneidad de plantas (Borrajo y Alonso, 2004).

La Dirección Nacional de Semillas, a través de la Disposición 12/88 (SAGyP, 1988) establece que para la comercialización de semilla de agropiro alargado se requiere un PG del 80% para semilla de categoría "original, registrada y certificada" y del 75% para semilla "identificada". En las tres variedades analizadas el PG al mes de la cosecha varió entre 86 y 90%, mientras que a los 45 días de cosechadas el PG osciló entre 90 y 94% aproximadamente. Esto demuestra por un lado que las tres variedades utilizadas presentaban alta aptitud germinativa, y por otro, que el valor de PG en lotes recién cosechados puede ser subestimado por problemas de dormición innata.

En semillas de uso agrícola, la dormición innata puede condicionar una emergencia rápida de las plántulas especialmente cuando la simiente será utilizada al poco tiempo de la cosecha, como suele ocurrir con agropiro alargado en el sudeste bonaerense, debido al escaso tiempo disponible entre la cosecha y la época de siembra recomendada (Mazzanti et al., 1992; Castaño, 2005; Ferrari y Maddaloni, 2006). Asimismo, determinaciones de la calidad de las semillas de agropiro recién cosechadas basadas en el PG pueden subestimar la real capacidad germinativa y conducir al rechazo de los lotes, si no se tiene en cuenta la proporción de semillas dormidas. Para evitar estos inconvenientes se recomienda no emplear las semillas de agropiro inmediatamente después de la cosecha, sino almacenarla en un ambiente aireado, entre uno a dos meses previo a su utilización.

Conclusiones

Se estableció que, independientemente de la variedad, las semillas de agropiro con hasta un mes de cosechadas presentan dormición innata, la que va desapareciendo paulatinamente con el almacenamiento hasta disminuir casi completamente a los dos meses de la cosecha. La germinación al primer recuento, principal característica para predecir el comportamiento en el campo de un lote de semillas, es el parámetro de calidad más afectado por la dormición innata en agropiro. La intensidad del bloqueo germinativo puede variar entre materiales genéticos, los que a su vez pueden presentar diferente tasa de desbloqueo.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó con el aporte de los proyectos de la Universidad Nacional de Mar del Plata (AGR 208) y de la Agencia Nacional de Promoción de Ciencia y Técnica (PICTR 00109) y de KWS Argentina.

Bibliografía

Borrajo, C.I. y Alonso, S.I. 2004. Germinación, emergencia e implantación de variedades experimentales de agropiro alargado. Rev. Arg.Prod.Anim. 24 (1-2): 29-40.

Carámbula, M. 1981. Producción de semillas de plantas forrajeras. Hemisferio Sur, Buenos Aires, 518p.

Cardinali, F.J. 2004. Fundamentos fisiológicos de la germinación. Aspectos morfoanatómicos de las semillas. Asoc. Cooperadora Facultad de Ciencias Agrarias, Balcarce, Argentina, 169 p.

Castaño, J. 2005. Agropiro Alargado. In Producción de semillas de gramíneas forrajeras en el sudeste bonaerense. 2ª edición, INTA, CERBAS, EEA Balcarce, Argentina. pp:65-70.

Covas, G. 1985. El género *Elytrigia* (=*Agropyron* s. lat.) en La Pampa. *In*: Apuntes para la flora de la Pampa. EEA Anguil, INTA, Argentina. pp: 398-404.

Ellis, R.H., Hong, T.D. and Roberts, E.H. 1985a. Handbooks for genebanks Nº 2. Handbook of seed technology for genebanks. Vol.1, Principles and methodology. IBPGR, Rome. 210 p.

Ellis, R.H., Hong, T.D. and Roberts, E.H. 1985b. Handbooks for genebanks Nº 3. Handbook of seed technology for genebanks. Vol. 2, Compendium of specific germination information and test recommendations. IBPGR, Rome. 457 p.

Felfoldi, E.M. 1983. Manual de definiciones de semilla pura. Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero. Estación de ensayos de semillas, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España. Madrid. 56 p.

Ferrari, L. y Maddaloni, J. 2006. Agropiro alargado. *In*: Maddaloni, J. y Ferrari, L. (ed.). Forrajeras y Pasturas del ecosistema templado húmedo de la Argentina. 2ª edición. INTA - Univ. Nac. Lomas de Zamora, Fac.Cs.Agr., Argentina. pp: 125-134.

González, E.P. y Gardner, A.L. 1974. Calidad de semillas de pasturas en Argentina. Producción Animal. 5(t. 1): 215-225.

SAGyP. 1988. Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca. Servicio Nacional de Semillas, Disposición Nº 12/88, Argentina. 24 p.

Mazzanti, A., Castaño, J., Sevilla, G.H. y Orbea, J.R. 1992. Características agronómicas de especies y cultivares de gramíneas y leguminosas forrajeras adaptadas al sudeste bonaerense de la provincias de Buenos Aires. Manual de descripción. CERBAS. INTA, Argentina. pp: 32-33.

Peretti, A. y Escuder, C.J. 1990. Evaluación de la calidad de semillas forrajeras en el sudeste bonaerense. Rev. Arg. Prod. Anim. 10(5): 331-344.