

MADUREZ FISIOLÓGICA DE LA SEMILLA DE *Bromus auleticus* Trin. (CEBADILLA CHAQUEÑA)

RUIZ, M. DE LOS A.^{1,3}; PÉREZ, M.A.;² ARGÜELLO, J.A.²
y BABINEC, F. J.¹

RESUMEN

Los objetivos de este trabajo fueron determinar la madurez fisiológica (MF) de la semilla de *Bromus auleticus* Trin. y seleccionar los indicadores que permitan detectarla en forma práctica. Las semillas de cebadilla chaqueña cv Pampera INTA alcanzaron la MF entre los 24 y 30 días luego de la antesis, período en que coinciden la máxima viabilidad y vigor con el máximo peso seco. La MF puede identificarse por más del 90 % de las panojas castañas o verde-castañas, la aparición de un 20 a 30 % de las panojas en dehiscencia, menos del 10 % de los tallos castaños y aproximadamente el 14 % de los cariopsis duros. Desde el punto de vista tecnológico, bajo las condiciones en que se realizó el estudio, la cosecha alrededor de los 27 días postantesis resultaría conveniente para obtener semilla de máxima calidad, con bajos porcentajes de dehiscencia.

Palabras clave: *Madurez fisiológica, indicadores, Bromus auleticus, cebadilla chaqueña.*

¹ INTA EEA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas", CC11 (6326) Anguil, La Pampa

² Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNC

³ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNLPam

SUMMARY

PHYSIOLOGICAL MATURITY IN *Bromus auleticus* Trin. ("CHAQUEÑA" BROMEGRASS)

The objectives of this study were to determine the seed physiological maturity (PM) of *Bromus auleticus* Trin. and its relationship with visual indicators. Seeds of "chaqueña" brome grass reached maximum quality related with PM between 24 and 30 day from anthesis. This was coincident with the time in which the florets reached the maximum dry weight. PM can be identified visually by the presence of more than 90 % of panicles brown or green-brown, 20 to 30 % of panicle in dehiscence, less than 10 % of brown stems and approximately 14 % of hard caryopsis. From a technological point of view under the conditions which the study was conducted, the harvest, around the postanthesis 27 days would be convenient to get maximum quality seed with low percentage of dehiscence.

Key words: *Physiological maturity, indicators, Bromus auleticus, "chaqueña" brome grass.*

INTRODUCCIÓN

Una de las causas de la baja calidad de la semilla de la cebadilla chaqueña es el desconocimiento del momento en que la semilla alcanza su máxima calidad (Berreta *et al.*, 1990), y consecuentemente, la vinculación de dicho momento con indicadores que permitan identificar la mejor oportunidad de cosecha. El estado de madurez alcanzado por el cultivo a la cosecha, además de incidir en la calidad de la semilla, produce dificultades en la trilla y en el almacenaje, además afecta la emergencia y sobrevivencia de las plántulas en el campo (Hebblethwaite y Ahmed, 1978).

La madurez fisiológica (MF) es el momento, en el desarrollo de la semilla, en el que alcanza su máximo peso seco, lo que representa el fin del periodo de llenado y es allí donde se da la máxima germinación y vigor. A partir de este momento comienza el dete-

rioro de las semillas (Harrington, 1972 citado por Pieta Filho y Ellis, 1991). En algunas especies se observó coincidencia entre el máximo peso seco de semilla y la máxima viabilidad y vigor. A ese punto se lo denominó madurez fisiológica (MF) (Harrington, 1972 citado por Pieta Filho y Ellis, 1991). En cambio, otras especies alcanzan primero el máximo peso seco. A ese punto se lo denominó madurez de masa (MM) y luego, la máxima viabilidad y vigor (Pieta Filho y Ellis, 1991). Así por ejemplo, la máxima germinación y vigor ocurrieron posteriormente al alcance de la MM en cebada (Pieta Filho y Ellis, 1991), tomate (Demir y Ellis, 1992), y *Atriplex cordobensis* (Aiazzi, 1995). Por el contrario, se encontró coincidencia entre máximo peso seco de semilla, germinación y vigor en: *Lolium multiflorum* (Raja Harun y Bean, 1979), *Pennisetum americanum* (García de Jesús y Souza Albuquerque Barros, 1980), lechuga (Globerson, 1981), *Sorghum bicolor* (Sadasiva Murthy y Aswathaiah, 1986), girasol (Adetnji, 1991), y *Allium porrum* (Gray et al., 1992).

En el género *Bromus*, Grabe (1956) trabajando con *Bromus inermis* encontró correspondencia entre el máximo peso seco y la máxima germinación y vigor. En *Bromus auleticus* la máxima germinación coincidió con el máximo peso de mil semillas (Berreta et al., 1990), pero este valor de germinación no difirió significativamente del que se había producido 6 días antes. La determinación del vigor en maíz resultó un buen indicador de MF (Knittle y Burris, 1976; TeKrony y Hunter, 1995).

Como indicador de MF, diversos autores han considerado la humedad de la semilla (Grabe, 1956, Klein y Harmond, 1971; Roberts, 1971; Williams, 1972; Hill y Watkin, 1975, Hebblethwaite y Ahmed, 1978).

En algunas especies, los días a partir de antesis (d.p.a) son un buen indicador del momento óptimo de cosecha. Rosso y Bertín (1995) concluyeron que esta variable permite predecir la ocurrencia de la máxima germinación, peso de semillas y rendimiento de *Phalaris aquatica*.

La dehiscencia de las panojas es un indicador de gran practicidad por ser fácilmente observable. En festuca alta, la dehiscencia de las primeras panojas permite detectar el momento de cosecha óptimo (Bertín y Rosso, 1995).

Los cambios morfológicos y de color como indicadores de madurez, se han utilizado en gramíneas forrajeras y cereales (Andersen y Andersen, 1980). El cambio de color de las glumas de avena es el mejor indicador de MF (Lee *et al.*, 1979). El color de la hoja bandera es un indicador del estado de llenado del grano de trigo (Hanft y Wych, 1982). En *Bromus catharticus* se clasificaron las inflorescencias de acuerdo con su color (Hill y Watkin, 1975).

La consistencia del endosperma usada en forma conjunta al contenido de humedad, se utilizaron como indicadores de madurez en varias gramíneas forrajeras (Pegler, 1976).

Los objetivos de este trabajo fueron determinar madurez fisiológica en *Bromus auleticus* Trin. cv Pampera INTA y seleccionar los indicadores que permitan detectarla en forma práctica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) del INTA en Anguil «Ing. Agr. Guillermo Covas» (La Pampa), en un lote de 10 m x 10 m del cultivar de cebadilla chaqueña Pampera INTA, de seis años de edad. Desde su implantación, el lote se destinó a la producción de semilla exclusivamente. El suelo donde estaba ubicado el lote es de tipo franco arenoso (hapustol éntico), no se efectuaron riegos, ni fertilizaciones.

Las evaluaciones se realizaron cada 3 días, desde el momento de ocurrencia del pico máximo de antesis, y por un período de 40 días. El primer muestreo se realizó el 29 de noviembre de 1996. Por cada fecha de cosecha se recolectaron 120 panojas tomadas al azar, realizando un muestreo al azar por pasos. La cantidad de panojas a recolectar fue ajustada por preensayos realizados el año anterior, teniendo presente la variabilidad de las observaciones.

Para las determinaciones de MF, se trillaron todas las panojas en forma manual, y de allí se extrajo una muestra de antecios a fin de realizar las diferentes determinaciones:

a- Peso seco: sobre 100 antecios, con 4 repeticiones. Los antecios se secaron en estufa, a 90 °C hasta peso constante.

b- Viabilidad: se realizó sobre 4 repeticiones de 50 antecios cada una. Los antecios se cortaron longitudinalmente a lo largo del embrión y partes del endosperma, posteriormente se imbibieron en una solución de tetrazolio al 0,5 % por 6 hs. Los antecios se clasificaron en viables y no viables, y los resultados se expresaron en porcentaje.

c- Poder germinativo: se realizó sobre 4 repeticiones de 50 antecios cada una. Se utilizaron bandejas plásticas de 14 x 10 x 4 cm, y como sustrato toallas de papel. Las bandejas se aislaron con bolsas de polietileno transparentes. El ensayo se realizó a 20°C con fotoperíodo (8 hs luz/ 16 hs oscuridad), con dos tratamientos, testigo (sustrato humedecido con agua destilada) y con GA₃ (sustrato humedecido con 20 ml de solución al 0,05 % de ácido giberélico) (Ruiz, 2001). La duración del ensayo fue de 28 días. Los resultados se expresaron en porcentaje de plántulas normales, de acuerdo con el Manual para Evaluación de Plántulas (1978).

d- Vigor: las plántulas normales se midieron, determinándose longitud de raíz y parte aérea. Luego se colocaron en estufa a 90 °C por 48 hs, para obtener peso seco de raíz y parte aérea.

e- Dehiscencia de las panojas: se determinó sobre 10 panojas seleccionadas al azar en el lote de producción de semillas. Estas se cubrieron con un tul, de tal manera que los antecios que se desprendieran de las mismas quedaran retenidos en dicho tul. Los antecios desprendidos se contaron cada 3 días, en el momento de recolectar las panojas.

f- Humedad: se determinó sobre 4 muestras de 20 espiguillas cada una. Se obtuvo el porcentaje de humedad en base húmeda ($[(PF-PS) / PF] \times 100$, donde PF= peso fresco y PS= peso seco).

g- Color de las espiguillas y del tallo: las panojas se clasificaron en categorías de color en verdes, verde-castañas y castañas, observando únicamente el color de las espiguillas. También se determinó el color del tallo a 15 cm de la panoja y el color de la hoja bandera (HB).

h- Color de glumelas y de los cariopsis: se determinaron sobre una muestra de 100 antecios.

Las determinaciones de color se realizaron utilizando como referencia la carta de colores de suelos (Munsell, 1994).

i- Consistencia del endosperma: se determinó sobre una muestra de 100 antecios. El endosperma se clasificó en acuoso, pasta blanda, pastoso, pasta dura y duro.

Para todas las evaluaciones realizadas, los tratamientos se dispusieron según un Diseño Experimental Completamente Aleatorizado. En cada fecha de muestreo, se determinó el valor medio y el error estándar. Se utilizó el test de Kruskal – Wallis para establecer diferencias entre fechas y un test no paramétrico de comparaciones múltiples para comparar cada fecha con la siguiente y subsiguiente ($\alpha=0,05$; Seigel *et al.*, 1990). Las determinaciones de color se analizaron con técnicas de estadística descriptiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 1 muestra la evolución del peso seco de los antecios y de la humedad en el transcurso de la formación y maduración de las semillas. El peso seco de los antecios presentó su máximo entre los 24 y 33 días, con una tendencia a descender posteriormente.

Al comienzo del muestreo se determinaron porcentajes de humedad del 60 %, valor que se mantuvo hasta los 18 d.p.a. A partir de ese momento comenzó a descender rápidamente hasta los 33 días, donde alcanzó valores de 11-12%. Luego de esa fecha la humedad estuvo condicionada por el ambiente, dado que las semillas ya estaban secas.

En el momento en que las semillas alcanzaron valores máximos de peso seco, la humedad osciló entre el 40 y 33 %. Valores similares de humedad (37 – 33 %) al momento de máximo peso seco fueron obtenidos por Berreta *et al.* (1990) en la misma especie. La humedad determinada por Grabe (1956) para *Bromus inermis* en el momento de máximo peso seco fue del 47 %; en tanto que para *Bromus unioloides* se encontraron valores de 43 % (Hill y Watkin, 1975).

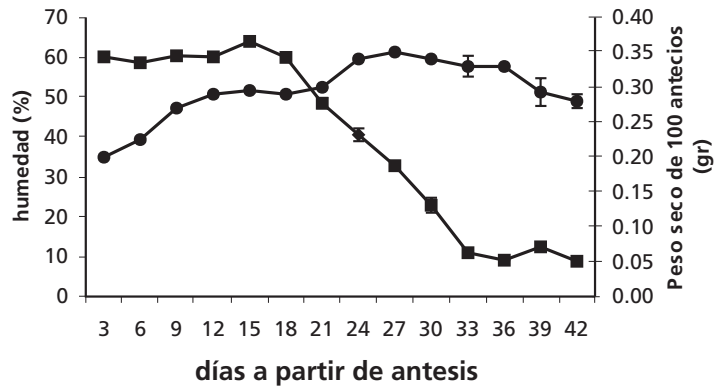


Figura 1. Evolución del contenido de humedad y del peso de los antecios de cebadilla chaqueña.

La figura 2 muestra la germinación de los antecios con y sin pretratamiento para romper la dormición y la viabilidad de los mismos, determinada por la prueba de tetrazolio. La germinación

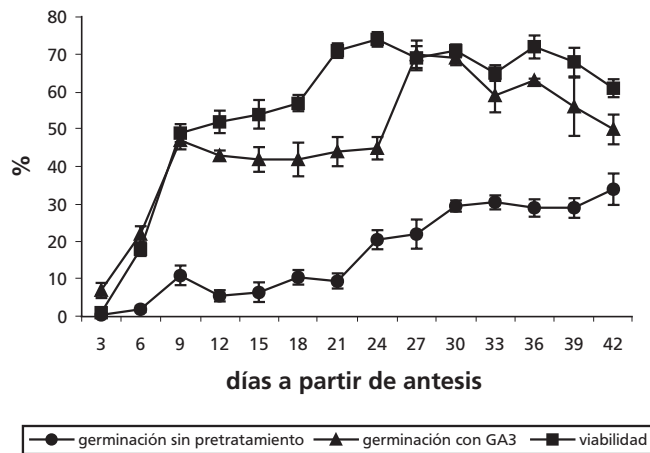


Figura 2. Evolución de la germinación con y sin pretratamiento para romper la dormición y viabilidad por tetrazolio (%), de los antecios de cebadilla chaqueña.

de los antecios sin pretratamiento no llegó al 40% en ninguna de las fechas de muestreo (con máximos a partir de los 30 días); mostró un incremento a medida que transcurría la maduración de la semilla, sobre todo a partir del comienzo del período de secado. La aplicación de ácido giberélico sobre el sustrato de germinación aumentó la germinación con respecto al testigo. La máxima germinación se produjo entre los 27 y 30 días, alcanzando valores alrededor del 70 % y descendió posteriormente.

La viabilidad de los antecios determinada por la prueba de tetrazolio resultó máxima entre los 21 y 39 días, alcanzando valores alrededor del 70 %. Como puede observarse, a pesar del estímulo del GA₃, quedaron semillas viables sin germinar entre los 21 y 24 días posteriores a la antesis. De aquí surge que el pretratamiento *per se* no revierte totalmente la dormición. Una posible explicación a este resultado podría ser un impedimento de la capa de aleurona a responder al estímulo del GA₃ dado que la semilla aún no ha completado su secado, lo que ocasiona falencias a nivel de receptores hormonales en dichas células (Bewley y Black, 1994).

El máximo peso seco coincidió con el aumento de la germinación. Los antecedentes en otras gramíneas forrajeras muestran que éstas suelen adquirir una pronta capacidad para germinar, e incluso llegar a valores máximos de germinación antes que el máximo peso seco (Pegler, 1976; Carámbula, 1981 citado por Berreta *et al.*, 1990). En una línea experimental de cebadilla chaqueña, a los 12 días a partir del 46 % de antesis, se determinó 84 % de germinación sobre fracción de semilla pura, pero este valor fue superado a los 18 días, donde se produjo la máxima germinación, la cual también fue coincidente con el máximo peso de mil semillas (Berreta *et al.*, 1990).

La figura 3 muestra la evolución del vigor determinado como peso seco y longitud de las plántulas. El vigor incrementó hasta los 24 días a partir de antesis, momento en que alcanzó valores máximos. A partir de esa fecha se mantuvo hasta los 30 días, presentando hacia el final una ligera tendencia a descender. Analizando por separado el peso seco aéreo y de la raíz, se observó que el sector aéreo alcanzó el máximo entre los 24 y 27 días; en tanto que la raíz

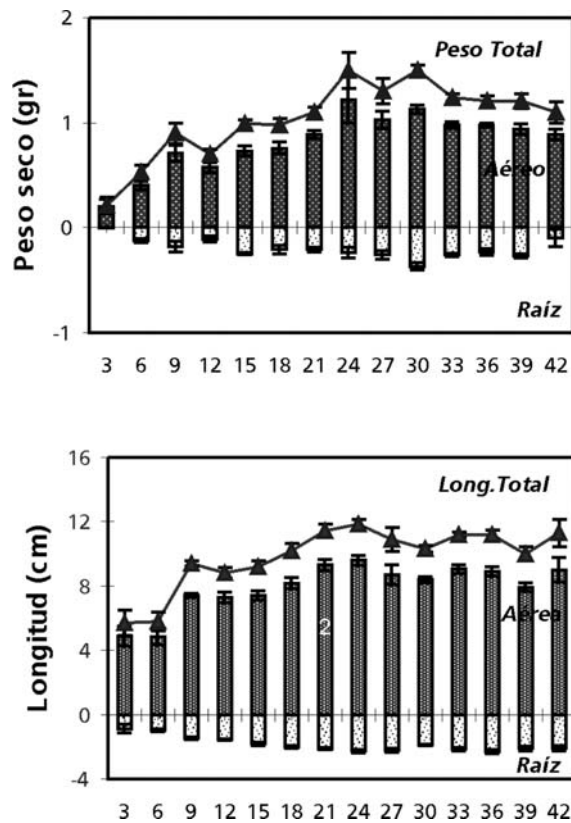


Figura 3. Evolución del peso seco (izquierda) y de la longitud (derecha) de la parte aérea, raíz y total de plántulas de cebadilla chaqueña.

máxima longitud se alcanzó un poco antes, a partir de los 21 d.p.a., coincidiendo con los análisis de viabilidad. Este comportamiento de coincidencia entre el máximo peso seco de antecios con la máxima calidad de la semilla, concuerda con lo ocurrido en otras especies (Adetnji, 1991; García de Jesús y Souza Albuquerque Barros, 1980; Globerson, 1981; Grabe, 1956; Gray *et al.*, 1992; Knittle y Burris, 1976; Raja Harun y Bean, 1979; Tekrony y Hunter, 1995).

presentó el máximo a los 30 días. La longitud total de las plántulas (parte aérea + raíz) alcanzó valores máximos a partir de los 21 días. La longitud aérea fue máxima entre los 21 y 24 días y la radicular entre los 24 y 27 d.p.a. Estos datos sugieren que el sector aéreo evoluciona morfológicamente antes que el radicular.

El máximo vigor medido como peso seco de plántulas se produjo entre los 24 y 30 días, coincidiendo con el alcance del máximo peso seco de los antecios y con la máxima germinación. La

Indicadores de madurez fisiológica

La tabla 1 muestra el porcentaje de panojas que entraron en dehiscencia en cada fecha de muestreo. La caída de antecios comenzó a observarse a los 21 d.p.a., con un 10 % de las panojas en dehiscencia y se fue incrementando hasta los 42 días (100 % de las panojas dehiscentes). En el momento en que alcanzaron valores máximos el peso seco de los antecios, a los 24 días, el 20 % de las panojas estaban en dehiscencia. Este es uno de los indicadores más fáciles de visualizar en el campo que se corresponde con MF. Estos resultados coinciden con lo propuesto para festuca alta (Bertín y Rosso, 1995).

Relacionando el comienzo de la dehiscencia con humedad de las espiguillas, se evidencia que en cebadilla chaqueña, la dehiscencia se inició con un porcentaje de humedad de 40 a 48 %. Este valor es relativamente bajo comparado con otras especies: 45 % y 55 % de humedad en *Lolium* (Roberts, 1971; Williams, 1972), 60 % en festuca alta (Bertín y Rosso, 1995), lo cual fue favorable para la cosecha en el año de ensayo.

Tabla 1. Evolución de la dehiscencia de las panojas y del cambio de color de los tallos, hojas bandera, espiguillas y glumelas.

Días a partir de antesis	Panojas en dehiscencia (%)	Tallos castaños (%)	Hojas bandera castaños (%)	Espiguillas castaños (%)	Glumelas castaños (%)
3	0	0	0	0	0
6	0	0	3	0	0
9	0	0	4	0	0
12	0	0	9	2	4
15	0	0	19	4	19
18	0	0	43	8	36
21	10	1	77	28	56
24	20	3	83	61	70
27	30	4	93	88	80
30	60	4	93	95	98
33	60	15	98	100	99
36	90	30	98	100	100
39	90	48	99	100	100
42	100	50	99	100	100

En la tabla 1 se muestra la coloración de los tallos, de la hoja bandera y de las espiguillas durante la maduración de la semilla. Hasta los 21 d.p.a., los tallos se mantuvieron en un 100 % verdes (5/5 G). Comenzaron a visualizarse los primeros tallos castaños (2.5 Y 8/3: amarillo pálido) a los 24 días. A partir de allí y hasta los 30 d.p.a., no se notaron diferencias, observándose aproximadamente un 5 % de los tallos castaños. A los 42 días, el 50 % de los tallos aún permanecen verdes. La aparición de los primeros tallos castaños nos indica la ocurrencia de MF.

Las hojas bandera comenzaron a virar de verde (5/5 G) a castaño (2.5 Y 8/3: amarillo pálido) a los 6 d.p.a. A los 24 días, el 17 % de las hojas bandera estaban verdes. Hacia el final del período de recolección aún permanecían verdes el 2 %. La permanencia de hojas bandera verdes al momento de MF era de esperar en una gramínea forrajera, dado que estas poseen mayor heterogeneidad en lo que respecta a la maduración de las distintas panojas. Por el contrario, en trigo se ha observado una completa pérdida de color verde en la hoja bandera al momento del alcance del 95 % del peso seco del grano (Hanft y Wych, 1982).

Las espiguillas perdieron completamente el color verde a los 33 d.p.a. A los 24 días, el 6 % de las espiguillas estaban verdes (7/5G: verde claro grisáceo), 30 % estaban virando de verde a castañas, y el 74 % castañas (2.5Y 8/3: amarillo pálido). A partir de ese momento desaparecieron las espiguillas completamente verdes. En cebadilla criolla, se observó que en MF, el 80 % de las panojas estaban castañas, aunque los autores indican que el clima podría ser influyente en estas determinaciones (Hill y Watkin, 1975). En este trabajo puede observarse una considerable coincidencia entre este valor y el determinado para cebadilla chaqueña.

En avena, se consideró que el color de las glumas era un buen indicador del estado de desarrollo del grano, en esta especie, al momento de MF, el 75 % de las glumas estaban amarillas (Lee *et al.* 1979), porcentaje similar a las glumelas castañas encontradas en cebadilla chaqueña. En cebadilla chaqueña, prácticamente no quedaban glumelas totalmente verdes en MF, pero sí permanecían el 28 % castañas en el ápice, pero con la base aún verdosa. En trigo,

cultivo mucho más homogéneo en cuanto a maduración de los antecios, se observó la completa pérdida de color verde de las glumas en MF (Hanft y Wych, 1982).

En la figura 4 se muestra la evolución del color y de la consistencia del endosperma de los cariopsis de cebadilla chaqueña. A partir de los 15 d.p.a. comenzaron a aparecer los primeros cariopsis marrones (4 %, 10 YR 5/6: marrón amarillento). A los 24 días, el 58 % de los cariopsis estaban marrones. Este porcentaje, un 12 % inferior a la cantidad de antecios castaños, nos indica que se produce el cambio en el color de las glumelas antes que en los cariopsis. La desaparición total de la tonalidad verde en los cariopsis se observó recién a los 36 d.p.a.

Hasta los 6 d.p.a. se observaron entre 68 y 37 % de los antecios vanos debido a que aún se encontraban flores sin fecundar y cariopsis que recién comenzaban a desarrollarse. Posteriormente, el porcentaje de antecios vanos se estabilizó en un 20 % hacia el final del período de evaluación. Los ensayos de viabilidad por tetrazolio permitieron observar mortalidad de flores y cariopsis al comienzo de su desarrollo.

La consistencia de *pasta blanda* apareció ya a los 6 d.p.a. en el 61 % de los cariopsis, pero la visualización del estado *pastoso* propiamente dicho se dio recién a los 18 d.p.a. (23 %). La consistencia de *pasta dura* se observó a los 21 d.p.a. (36 %), donde también comenzaron a aparecer los primeros cariopsis duros (6%). La desaparición total del estado acuoso ocurrió a los 30 días. A los 36 días, el 100 % de los cariopsis estaban completamente duros.

En cebadilla chaqueña, la aparición entre un 10 y 20 % de los cariopsis duros indicó MF, coincidiendo con el máximo peso seco. Estos resultados no concuerdan con las determinaciones de Hill y Watkin (1975) para otras gramíneas forrajeras, donde el máximo peso seco de las semillas se encontró luego del endurecimiento del endosperma.

El comienzo del endurecimiento del endosperma ocurre simultáneamente con la máxima viabilidad, lo que coincide con los resultados obtenidos por Pegler (1976) en otras forrajeras, donde los valores máximos de germinación ocurrían en estados previos al endurecimiento definitivo del endosperma.

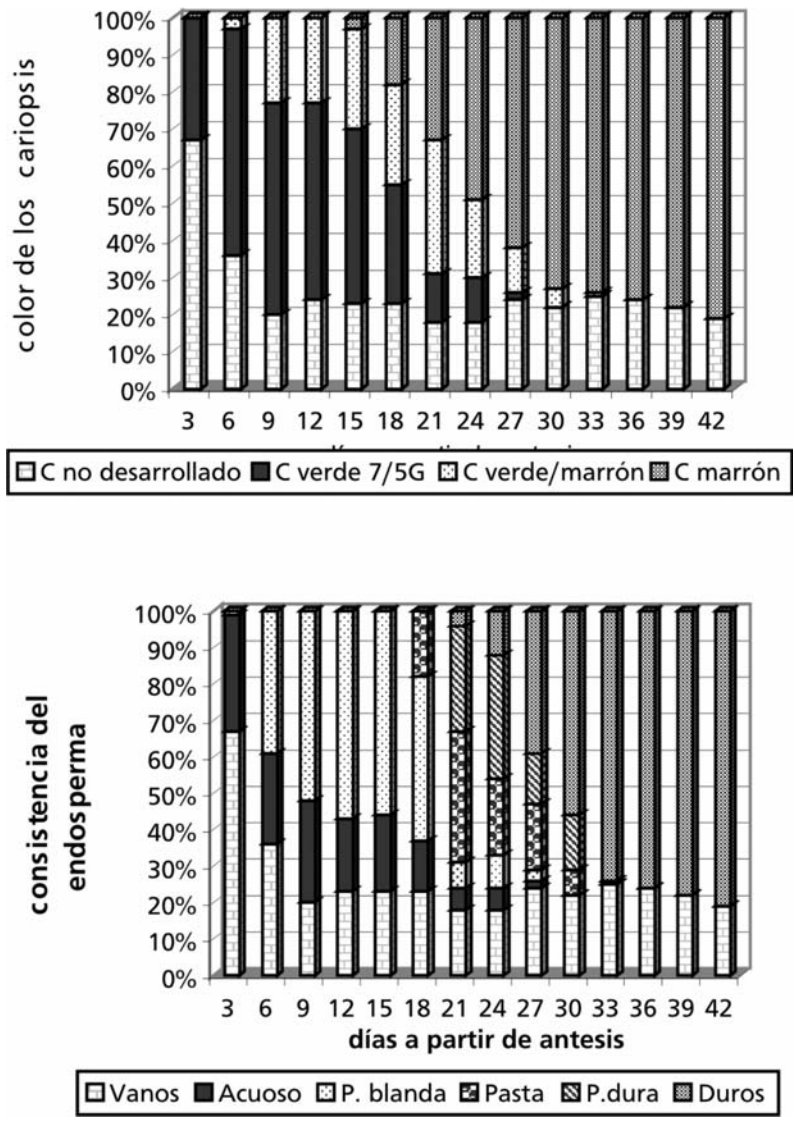


Figura 4. Cambios de color y consistencia del endosperma de los cariopsis de cebadilla chaqueña durante la maduración de la semilla.

Si bien los resultados corresponden a una temporada, muestran consistencia con determinaciones previas realizadas como preensayos para este trabajo en la localidad de Anguil y con la información generada por Berreta *et al.* (1990) para una población uruguaya de la misma especie.

CONCLUSIONES

Las semillas de cebadilla chaqueña cv Pampera INTA alcanzan la madurez fisiológica entre los 24 y 30 días luego de la antesis, período en que coinciden la máxima viabilidad y vigor con el máximo peso seco.

La madurez fisiológica puede identificarse en más del 90 % de las panojas castañas o verde-castañas, con un 20 a 30 % de éstas en dehiscencia, menos del 10 % de los tallos castaños y el 15 % de los cariopsis duros.

Desde el punto de vista tecnológico, bajo las condiciones en que se realizó el estudio, la cosecha alrededor de los 27 días postantesis resultaría conveniente para obtener semilla de máxima calidad, con bajos porcentajes de dehiscencia.

BIBLIOGRAFÍA

ADETUNJI, I.A. 1991. Effect of harvest date on seed quality and viability of sunflower in semi arid tropics. *Seed Sci. and Technol.* 19, 571-580.

AIAZZI, M.T. DEL C. 1995. Fisiología de la germinación de *Atriplex cordobensis* Gandoger et Stuckert (*Chenopodiaceae*). Trabajo de Tesis Doctoral, UNC, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 112 p.

ANDERSEN, S.; ANDERSEN, K. 1980. Relación existente entre la maduración y el rendimiento de semilla de gramíneas. *In: Producción Moderna de Semillas.* Milton Carámbula. Ed. Hemisferio Sur SRL. Montevideo, Uruguay. pp.188-212.

BERTÍN, O.D. ; ROSSO, B.S. 1995. Determinación del momento óptimo

de cosecha de festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.). Informe Técnico N° 304. INTA Pergamino. 20 p.

BERRETA, E.J.; ESTEFANELL, N. 1984. Estudio de distintos métodos para romper la dormancia en *Bromus auleticus* Trin., y *Stipa setigera* Presl. 7^{ma} Reunión Técnica, Universidad de La República, Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay. p. 87.

BERRETA, E.J.; ESTEFANELL, N., ARIAS, P.; SOTUYO, A. 1990. Evaluación de la producción y calidad de la semilla de *Bromus auleticus* Trin. cosechada en diferentes estados de madurez. II Seminario Nacional de Campo Natural, Tacuarembó, Uruguay. Ed. H. Sur. pp. 159-171.

BEWLEY, J.D. and BLACK, M. 1994. Seeds: Physiology of Development and Germination. 2 ed. New York. London. pp. 131-136.

DEMIR, I. and ELLIS, R.H. 1992. Changes in seed quality during seed development and maturation in tomato. *Seed Science Research*. 2, 81-87.

GARCÍA DE JESÚS, J.; SOUZA ALBUQUERQUE BARROS, A.C. 1980. Determinação da maturação fisiológica de sementes de milho (*Pennisetum americanum*, Schum). *Tecnología Sem. Pelotas*. 3(2), 27-36.

GLOBERSON, D. 1981. The quality of lettuce seed harvested at different times after anthesis. *Seed Sci. and Technology* 9, 861-866.

GONZÁLEZ, P.E.; GARDNER, A.L. 1974. Calidad de semillas de pasturas en Argentina. *Producción Animal*. 5, 215-225.

GRABE, D.F. 1956. Maturity in Smooth Bromegrass. *Agronomy Journal*. 48, 253-256.

GRAY, D., STECKEL, R.A. and HANDS, L.J. 1992. Leek (*Allium porrum* L.) seed development and germination. *Seed Science Research*. 2, 89-95.

HANFT, J.M. and WYCH, R.D. 1982. Visual indicators of Physiological Maturity of hard red spring wheat. *Crop Sci*. 22, 584-87.

HEBBLETHWAITE, P.D. and AHMED, M. EL H. 1978. Optimum time of combine harvesting for amenity grasses grown for seed. *Journal of the British Grassland Society*. 33, 35-40.

HEBBLETHWAITE, P.D, WRIGHT, D. y NOBLE, A. 1980. Algunos aspectos fisiológicos del rendimiento de semilla en *Lolium perenne* L. *In: Producción Moderna de Semillas*. Milton Carámbula. Ed. Hemisferio Sur SRL. Montevideo, Uruguay. pp.101-121.

HILL, M.J. and WATKIN, B.R. 1975. Seed production studies on perennial ryegrass, timothy and prairie grass. 2. Changes in physiological components during seed development and time and method of harvesting for maximum seed yield. *J. Br. Grassld Soc.* 30, 131-140.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1996. International rules for seed testing. *Seed Science and Technology*. Vol 24. Supplement Rules, 335 p.

KLEIN, L.M. and HARMOND, J.E. 1971. Seed Moisture. A Harvest Timing Index for Maximum Yields. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*. 14, 124-126.

KNITTLE, K.H. and BURRIS, J.S. 1976. Effect of kernel maturation on subsequent seedling vigor in maize. *Crop. Sci.*16, 851-855.

LEE, H.J., MCKEE, G.W. and KNIEVEL, D.P. 1979. Determination of maturity in oat. *Agronomy Journal*. 71: 931-935.

LEME DE LIMA DIAS, M.C. y REGO BARROS, A.S. 1995. Avaliação da qualidade de sementes de milho. Circular Nº 88. Instituto Agronômico de Paraná, Londrina-Paraná, Brasil. 43 pág.

MANUAL PARA EVALUACIÓN DE PLÁNTULAS EN ANÁLISIS DE GERMINACIÓN. 1978. Instituto nacional de semillas y plantas de vivero. Estación de ensayos de semillas. Carretera la Corruña, km 7500. Madrid 35. 130 pág.

MUNSELL SOIL COLOR CHART. 1994. Revised Edition. Murbeth Division of Kollmorgen Instruments Corporation.

OLMOS, F. 1993. *Bromus auleticus*. Serie Técnica Nº 35. INIA Tacuarembó, Uruguay. 30 pág.

PEGLER, R.A.D. 1976. Harvest ripeness in grass seed crops. *J. Br. Grassld Soc.* 31: 7-13.

PERETTI, A. y ESCUDER, C.J. 1990. Evaluación de la calidad de semillas forrajeras en el sudeste bonaerense. Rev. Arg. Prod. Anim. 5: 331-344.

PIETA FILHO, C. and ELLIS, R.H. 1991. The development of seed quality in spring barley in four environments. I. Germination and longevity. Seed Science Research. 1:163-177.

RAJA HARUN, R.M. and BEAN, E.W. 1979. Seed development and seed shedding in North Italian ecotypes of *Lolium multiflorum*. Grass and Forage Science. 34: 221-227.

ROBERTS, H.M. 1971. Harvesting tetraploid ryegrass for seed. J. Br. Grassld Soc. 26: 59-

ROSSO, B.S.; BERTÍN, O.D. 1995. Determinación del momento óptimo para la cosecha de semilla de falaris bulbosa (*Phalaris aquatica* L.). Informe Técnico N° 305, INTA Pergamino. 12 p.

RUIZ, M. DE LOS A. 2001. Estímulo de la germinación de cebadilla chaqueña (*Bromus auleticus* Trin.) Boletín de Divulgación Técnica N° 71. INTA EEA Anguil, 64-66.

SADASIVA MURTHY, D.M. and ASWATHAIAH, B. 1986. Study on physiological maturity of seeds in *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Reprint from «Seeds & Farms». XII(6) 41-47.

SEIGEL S., CASTELLAN, N.J. and CASTELLAN, N.J. 1990. Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences. McGraw-Hill, New York. 384 p.

SMOLIAK, S. and JOHNSTON, A. 1968. Germination and early growth of grasses four root-zone temperatures. Canadian Journal of Plant Science. 48(2), 119-127.

TEKRONY, D.M. and HUNTER, J.L. 1995. Effect of seed maturation and genotype on seed vigor in maize. Crop Sci. 35, 857-862.

WILLIAMS, S. 1972. The effects of harvest date on the yield and quality of seed of tetraploid hybrid ryegrass. J.Br. Grassld Soc. 27, 221-227.

