

## Nota científica

# VOLUMEN DE FASE LÍQUIDA EN PELICULADO E INCRUSTADO DE SEMILLAS DE FESTUCA ALTA (*Festuca arundinacea* Schreb.).

Scientific communication

VOLUME OF LIQUID IN COATING AND ENCRUSTING TALL FESCUE SEEDS (*Festuca arundinacea* Schreb.).

María Elena Olivera<sup>1\*</sup> y Liliana Ferrari<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Ruta Provincial N° 4, km 2, C.P. (1832), Buenos Aires, Argentina.

\* Autor para correspondencia E-mail: marielenaolivera@yahoo.com.ar

## RESUMEN

El primer paso en el tratamiento de semillas consiste en establecer los volúmenes de líquidos a utilizar. Ellos no deben perjudicar la calidad física ni fisiológica permitiendo comportamientos exitosos a campo y en almacenamiento. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto (i) del volumen de agua de pelliculado sobre la calidad fisiológica, y (ii) del volumen de polímero adherente del incrustado, sobre la calidad física y fisiológica de semillas de *Festuca arundinacea* Schreb. Los tratamientos aplicados fueron: testigo sin tratar (T0), pelliculado con 10 (T1), 20 (T2) y 30 (T3) mL de agua kg<sup>-1</sup> de semilla, e incrustado con 225 (T4), 450 (T5) y 675 (T6) mL de polímero adherente kg<sup>-1</sup> de semilla más insecticida-fungicida-micronutrientes-talco-colorante. Las variables evaluadas fueron: plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA), semillas muertas (SM), germinación media diaria (GMD), peso de 1000 semillas (p1000), y observaciones visuales de uniformidad de cobertura y efecto mecánico en semillas incrustadas. Se aplicó ANOVA y test de comparación de medias DGC ( $p \leq 0,05$ ). T3 mostró menores valores de PN y GMD ( $84 \pm 1,2\%$  y  $12,4 \pm 0,51$  plántulas día<sup>-1</sup>). T5 no se diferenció del testigo en su respuesta germinativa (PN:  $97\% \pm 2,1$  y GMD:  $14,4$  plantas día<sup>-1</sup>  $\pm 6,31$ ) y originó el mayor p1000 (4,805 g vs. 2,096 g testigo), cobertura uniforme y sin efectos mecánicos negativos. Se concluyó que el pelliculado con 30 mL de agua posee efectos degradativos detectables en la germinación de *Festuca arundinacea* Schreb. El incrustado con 450 mL de polímero adherente no modifica la calidad fisiológica inicial del lote de semillas logrando una calidad física óptima.

**Palabras claves:** pelliculado, incrustado, calidad física, germinación, vigor.

## ABSTRACT

The first step in seed treatment is to determine the volumes of liquid to be used. These should not have a negative impact on the physical and physiological quality of the seeds and allow a good performance in the field and successful seed storage behavior. The aim of this study was to evaluate the effects of (i) the volume of water used in coating on the physiological quality, and (ii) the volume of adhesive polymer used in encrusting on the physical and physiological quality of seeds of *Festuca arundinacea* Schreb. The treatments applied were: untreated control (T0), coating with 10 (T1), 20 (T2) and 30 (T3) mL of water kg<sup>-1</sup> seeds and encrusting with 225 (T4), 450 (T5) and 675 (T6) mL of adherent polymer kg<sup>-1</sup> seeds plus insecticide-fungicide-micronutrients-talc-colorant. The variables evaluated were: normal seedlings (PN), abnormal seedlings (PA), dead seeds (SM), mean daily germination (GMD), weight of 1000 seeds (p1000), coverage uniformity and mechanical effect in encrusted seeds. Data were analyzed by ANOVA and DGC test ( $p \leq 0.05$ ). T3 showed lower PN and GMD ( $84 \pm 1.2\%$  and  $12.4 \pm 0.51$  seedlings day<sup>-1</sup>). T5 did not differ from the control treatment in germination response (PN: GMD  $97 \pm 2.1$  and  $14.4 \pm 6.31$ ), and resulted in greater p1000 (4.805

g vs. 2.096 g control), even coverage and no negative mechanical effects. It was concluded that coating with 30 mL of water has detectable effects on degradation during seed germination of *Festuca arundinacea* Schreb. Incrusting with 450 mL of adhesive polymer does not affect the initial physiological quality of the seed lot, also reaching an optimal physical quality.

**Key words:** coating, encrusting, physical quality, germination, vigor.

## INTRODUCCIÓN

La calidad genética de las semillas puede ser acompañada de un mejoramiento de su desempeño a través de tratamientos postcosecha, como el pelculado y el incrustado (Mc Donald, 2000). Consisten en la aplicación de técnicas y agentes biológicos, físicos y químicos que protegen tanto a la semilla como a la planta frente al ataque de insectos y enfermedades en la cama de siembra. Abarcan desde el curado básico (pelculado) hasta el peleteado, siendo este último el tratamiento más sofisticado requiriendo técnicas y maquinarias especializadas (FIS, 1999). A su vez la International Seed Testing Association (ISTA, 2006), hace una clasificación más detallada dividiendo a las semillas peleteadas (unidades cuyo tamaño y forma original no siempre son evidentes) de las incrustadas (unidades de aproximadamente el mismo formato original de las semillas). Ambos tratamientos tienen la ventaja de mejorar las propiedades físicas de las semillas al incrementar su peso y tamaño para facilitar la siembra (Volin et al., 2000) y modificar la forma y textura superficial que faciliten el contacto semilla-suelo. Por otra parte, las finas partículas del producto actúan como atrayente de humedad mejorando el contacto semilla-suelo (Kunkur et al., 2007), y permite preparar el ambiente alrededor de las semillas y las plántulas mediante la aplicación de agentes biológicos, físicos y químicos que protegen a las mismas (FIS, 1999) frente a condiciones adversas y limitantes del medio.

La estructura del incrustado está formada por dos componentes principales: el polvo que da el volumen y/o peso y el líquido (adherente). Entre ellos debe formarse una trama tal que permita el paso del agua y del oxígeno a través de los poros formados (Antunes Teixeira, 2007) y a su vez que no impida la emergencia normal de las plántulas, tal como fuera reportado por Caruso et al. (2001) en semillas recubiertas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L). Según Silva y Nakagawa (1998) los poros formados en la trama al llenarse de agua durante la imbibición, forman una barrera al oxígeno entre la semilla y el medio, lo cual retrasa la germinación. En este sentido, Nascimento et al. (2004) informaron que en carqueja (*Baccharis trimera* (Less) D.C.) el porcentaje y la velocidad de germinación, así como el tamaño de plántula, disminuyen notablemente en semillas recubiertas con respecto a semillas sin recubrir.

Se debe prestar especial atención al ambiente de humedad que se genera alrededor de la semilla durante y

luego del procedimiento de incrustado. Se deben considerar tanto los volúmenes de líquido como la higroscopicidad de los sólidos empleados. Niveles elevados de humedad aplicados en el procedimiento de incrustado podrían desencadenar procesos degradativos, ya que el nivel de agua al cual se someten las semillas puede llegar a hidratar de tal forma los tejidos que podría producir la germinación (Bewley y Black, 1994). Los tratamientos de semillas con materiales absorbentes incrementan la germinación en oleaginosas como soja (*Glycine max* Merrill L.), puerro (*Allium ampeloprasum* var. porrum L.) y algodón (*Gossypium hirsutum* L.), lo cual estaría relacionado con la regulación en la tasa de entrada de agua a la semilla, reduciendo el daño por imbibición y mejorando la emergencia (Hwang y Sung, 1991; Godoy Gutierrez y Renvier, 2003; Kunkur et al., 2007).

Antunes Teixeira (2007) resaltó la importancia de la cantidad de adherente a utilizar, ya que un exceso produce retardos en la germinación, y cantidad insuficiente produce desprendimientos de las capas. Un incrustado efectivo debe presentar una cobertura uniforme y sus materiales no se deben desprender de las semillas, garantizando seguridad en el manipulación y disponibilidad de los mismos hasta la siembra (Silva et al., 2002). Además deben ser compatibles entre sí y no causar fitotoxicidad (Copeland and Mc Donald, 1995).

Los objetivos de este estudio fueron: evaluar el efecto del volumen de agua de pelculado sobre la calidad fisiológica, y el efecto del volumen de polímero adherente del incrustado sobre la calidad física y fisiológica de semillas de *Festuca arundinacea* Schreb.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material vegetal

Se utilizaron semillas de *Festuca arundinacea* Schreb. cultivar Martin II cosecha 2008/2009.

### Productos de incrustado

Los materiales utilizados para el recubrimiento fueron: Insecticida: Imidacloprid, 600 g i.a. kg<sup>-1</sup> (Gaucho 60 FS®); Fungicida: Carbendazim 100 g L<sup>-1</sup> + Thiram 100 g L<sup>-1</sup> (Ritiram Carb®); Micronutrientes en polvo para semillas: Molibdeno (Mo) 2,1%, Boro (B) 0,4%, Magnesio (Mg) 0,49%; Cobre (Cu) 0,02%; Manganeso (Mn) 0,75%; Cobalto (Co) 0,77%; Zinc (Zn) 2,3%; y Hierro (Fe) 0,47% (Multifert G®); Colorante: en polvo para semillas (Sepiret®); Talco: Silicato de magnesio hidratado

( $Mg_3SiO_{10}(OH)_2$ ); Polímero adherente: (Equate®), y agua corriente.

### Tratamientos

De acuerdo con las normas internacionales de evaluación de semillas (ISTA, 2010) se trabajó con fracciones puras. Se utilizaron muestras de 50 g a las cuales se aplicaron los siguientes tratamientos: **T0**: testigo; **T1**: 10 mL de agua; **T2**: 20 mL de agua; **T3**: 30 mL de agua; **T4**: 5 mL insecticida + 3 mL fungicida + 0,2 g micronutrientes + 1000 g talco + 225 mL de polímero adherente + 12 g colorante; **T5**: 5 mL insecticida + 3 mL fungicida + 0,2 g micronutrientes + 1000 g talco + 450 mL de polímero adherente + 12 g colorante; **T6**: 5 mL insecticida + 3 mL fungicida + 0,2 g micronutrientes + 1000 g talco + 675 mL de polímero adherente + 12 g colorante. Las dosis se presentan por kg de semilla. Los tratamientos 1, 2 y 3 corresponden al pelliculado con agua y los tratamientos 4, 5 y 6 corresponden al incrustado. Todos los tratamientos se realizaron con máquina experimental (Cimbria Heid, Centricoater CC Lab, Cimbria, Thisted, Dinamarca). No fue necesario secar artificialmente las semillas luego de la aplicación de los tratamientos.

### Ensayo de germinación

Es importante aclarar que desde el enfoque de tecnología de semillas, se considera que una semilla ha germinado cuando presenta intactas o con ligeros defectos todas las estructuras esenciales de su plántula, lo que se denomina "plántula normal". Desde esta concepción, el resultado de un ensayo de germinación se resume en los siguientes componentes: plántulas normales, plántulas anormales, semillas frescas y semillas muertas (ISTA, 2006; 2010). Este concepto se diferencia del aplicado en ensayos fisiológicos en los cuales suele considerarse que una semilla ha germinado al momento de su protrusión radicular.

Según las normas ISTA (2010) se trabajó con cuatro repeticiones de 100 semillas puras cada una. Las cajas de germinación se colocaron en una cámara de germinación bajo temperaturas alternas de 20-30°C con correspondencia de 16 horas de oscuridad y 8 horas de iluminación. A los 14 días desde la siembra se realizó el recuento final de plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA) y semillas muertas (SM), a partir del cual se calcularon los porcentajes respectivos. El dato final de porcentaje de plántulas normales (% PN) se consideró como porcentaje final de germinación.

### Ensayo de vigor

Durante el ensayo de germinación se realizaron recuentos de plántulas normales a intervalos

de dos días. Los datos se utilizaron para calcular la velocidad de germinación a modo de estimar el vigor de las plántulas. Se aplicó el índice de Maguire (1962) conocido como Germinación Media Diaria.

$$GMD = \frac{\sum \frac{Ci}{Ti}}{0} \frac{\text{plántulas}}{\text{día}}$$

donde *GMD*: Germinación Media Diaria

*Ci*: porcentaje de germinación ocurrido en cada día *i*

*Ti*: tiempo en días a partir de la siembra

### Efecto mecánico del incrustado sobre las estructuras esenciales de las plántulas

Se realizaron observaciones visuales de la emergencia de radículas y coleótilos en semillas incrustadas a fin de detectar algún tipo de anomalía o entorpecimiento en la protrusión. Se consideró como punto inicial de observación la hora 38 desde el inicio del ensayo de germinación. Las observaciones se realizaron hasta el recuento final de los mismos.

### Peso de 1.000 semillas

Para evaluar el aumento de peso logrado en los tratamientos de incrustado se realizaron determinaciones de peso de 1.000 semillas (ISTA, 2010) en el testigo y en los tres tratamientos de incrustado.

### Uniformidad de cobertura

Sobre las repeticiones utilizadas para la determinación de peso de 1.000 semillas se realizó una evaluación visual con lupa 20x respecto de la uniformidad del acabado final de la cubierta lograda en los tratamientos de incrustado.

### Diseño experimental y análisis estadístico

Se aplicó un diseño completo al azar. Los datos en porcentaje se transformaron mediante arco seno (Little, 1985) previamente a su análisis. En las tablas se presentan los datos sin transformar. Se realizaron análisis de la varianza (ANDEVA) y pruebas de comparación de medias DGC ( $p \leq 0,05$ ). Los datos se analizaron utilizando el programa InfoStat (2008).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los tratamientos de pelliculado se observó que la aplicación de 30 mL de agua (T3) originó el menor porcentaje de PN y los mayores valores de PA y de SM (Tabla 1), lo que indica que no se debe usar éste volumen de agua, por cuanto pudo haber producido algún nivel de deterioro celular (Bewley y Black, 1994). Sin embargo los tratamientos de incrustado presentaron los me-

nores valores de PA y en especial T5 (450 mL de polímero adherente) coincidió con la ausencia de semillas muertas. Estos resultados indicaron que los altos volúmenes de polímero adherente no desencadenaron procesos de deterioro celular al ser aplicados en el proceso de incrustado. La cantidad de agua incluida en la formulación del polímero adherente no modificó la dinámica de la germinación de las semillas. La fase líquida del polímero se habría asociado con las partículas sólidas del talco formando una trama permeable e hidrofílica coincidiendo con lo postulado por Hwang y Sung (1991). La evidencia indica que esta trama permitió el paso del agua y oxígeno para que el embrión comience a desarrollarse naturalmente (Silva y Nakagawa, 1998). Además no se detectaron efectos fitotóxicos de los productos seleccionados para los tratamientos, en coincidencia con lo expresado por Copeland y Mc Donald (1995).

En cuanto al vigor de las semillas, el índice GMD detectó diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0,05$ ) (Tabla 1) siendo T3 el que originó la menor cantidad de plántulas día<sup>-1</sup>. A diferencia de lo enunciado por Nascimento et al. (2004) para semillas recubiertas de carqueja, en festuca alta los tratamientos de incrustado aplicados no mejoraron la velocidad de germinación con respecto a semillas no incrustadas.

En relación con la calidad física, la Fig. 1 muestra cómo la cobertura lograda con los tratamientos de incrustado no produjo efectos mecánicos negativos sobre la protrusión radicular y la normal emergencia del coleoptilo, a diferencia de lo reportado por Caruso et al. (2001) en semillas recubier-

tas de tabaco. Sin embargo consideramos que no se debería generalizar respecto de esta técnica sin analizar el efecto de la morfología de las semillas y las características físico-químicas de polvos y adherentes utilizados en el procedimiento de incrustado.

El incrustado que se realizó con 450 mL de polímero adherente (T5) logró los mayores valores de peso de 1.000 semillas, porcentaje de incremento en peso (Tabla 2) y terminación superficial más completa y uniforme (Fig. 2) en comparación con los demás tratamientos, dejando evidentes la lemma, la palea y el resto de raquilla, pero a su vez perfectamente recubiertos. De este modo se obtiene una cobertura adecuada para que un tratamiento sea definido como incrustado, según ISTA (2010). El volumen de polímero adherente en T4 (225 mL) no alcanzó a retener la cantidad de talco aplicada, originando una cobertura deficiente y un bajo incremento en peso. Por otra parte, en T6 el exceso de polímero (675 mL) quedó adherido en las paredes del tambor de la máquina de tratamiento y/o formó grumos con las partículas de talco, sin llegar a depositarse efectivamente sobre las semillas. Por esta razón tampoco logró un incremento de peso similar a T5. Estos resultados confirman lo informado por Antunes Teixeira (2007) acerca de la importancia de ajustar la concentración de adherente. Los resultados satisfactorios habilitan la continuidad de ensayos en los que debería confirmarse la mejora en el establecimiento, en el contacto semilla-sustrato con efecto sobre una mejora en la germinación a campo, así como la seguridad al manipular semillas que no desprendan pesticidas.

**Tabla 1. Plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA), semillas muertas (SM) y germinación media diaria (GMD) de semillas de festuca alta tratadas con diferentes volúmenes de agua e incrustadas con diferentes volúmenes de polímero adherente.**

**Table 1. Normal seedlings (PN), abnormal seedlings (PA), dead seeds (SM) and mean daily germination (GMD) of tall fescue seeds treated with different volumes of water and encrusted with different volumes of adhesive polymer.**

Tratamiento		PN	PA	SM	GMD
		%	%	%	Plántulas día <sup>-1</sup>
Testigo	T0	92 ± 1,52 a	6 ± 0,84 b	2 ± 0,46 c	14,79 ± 4,05 a
Películado	T1	94 ± 1,10 a	6 ± 2,18 b	0 ± 0,00 d	14,87 ± 4,79 a
	T2	98 ± 1,93 a	0 ± 0,00 d	2 ± 0,72 c	15,13 ± 3,10 a
	T3	84 ± 1,22 b	10 ± 2,12 a	6 ± 1,39 a	12,42 ± 0,51 b
Incrustado	T4	94 ± 2,56 a	3 ± 0,88 c	2 ± 0,33 c	14,08 ± 0,33 a
	T5	97 ± 2,06 a	3 ± 0,96 c	0 ± 0,00 d	14,41 ± 6,31 a
	T6	97 ± 1,44 a	0 ± 0,00 d	3 ± 0,87 b	14,24 ± 1,20 a

Letras iguales dentro de la misma columna indican que no existen diferencias significativas entre tratamientos (DGC  $P \leq 0,05$ )

PN: Plántulas normales; PA: Plántulas anormales; SM: Semillas muertas; y GMD: Germinación media diaria.

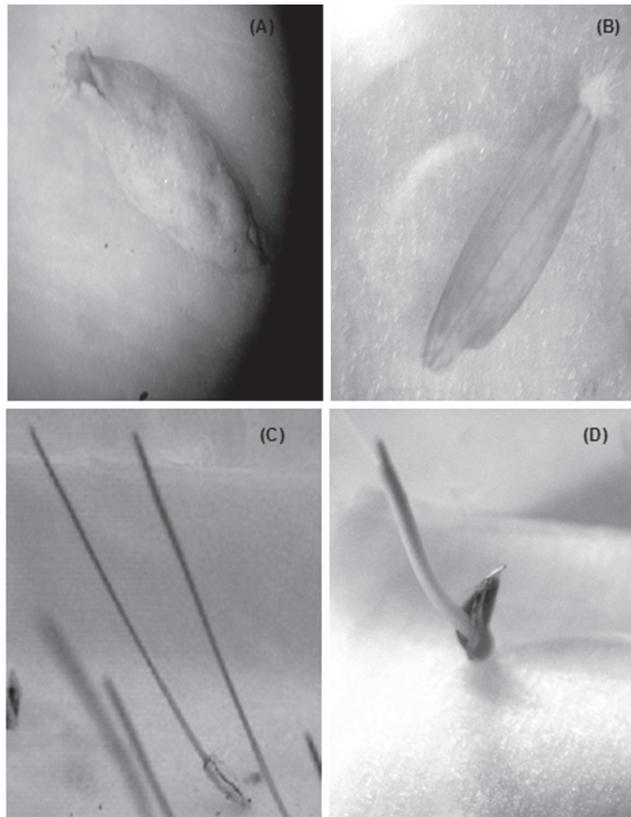


Fig. 1. Detalles de la protrusión radicular en semillas incrustadas (A) y sin incrustar (B); coleoptilo emergido a partir de semilla incrustada (C) y sin incrustar (D) observados desde la siembra hasta el final del ensayo de germinación.

Fig. 1. Radicle protrusion in encrusted seeds (A) and untreated seeds (B); coleoptile emerged from an encrusted seed (C) and coleoptile emerged from untreated seed (D) observed from sowing to the end of the germination test.

Tabla 2. Peso de 1.000 semillas (p1000) e incremento de peso de semillas incrustadas con diferentes volúmenes de polímero adherente.

Table 2. Weight of 1,000 seeds (p1000) and weight gain of encrusted seeds with different volumes of adhesive polymer.

Tratamientos	p1000	Incremento de peso
	g	%
Testigo	2,096 ± 0,0056 d	----
T4	3,310 ± 0,0210 c	58
T5	4,805 ± 0,0016 a	130
T6	4,550 ± 0,0600 b	117

Letras iguales dentro de la misma columna indican que no existen diferencias significativas entre tratamientos (DGC  $P \leq 0,05$ )

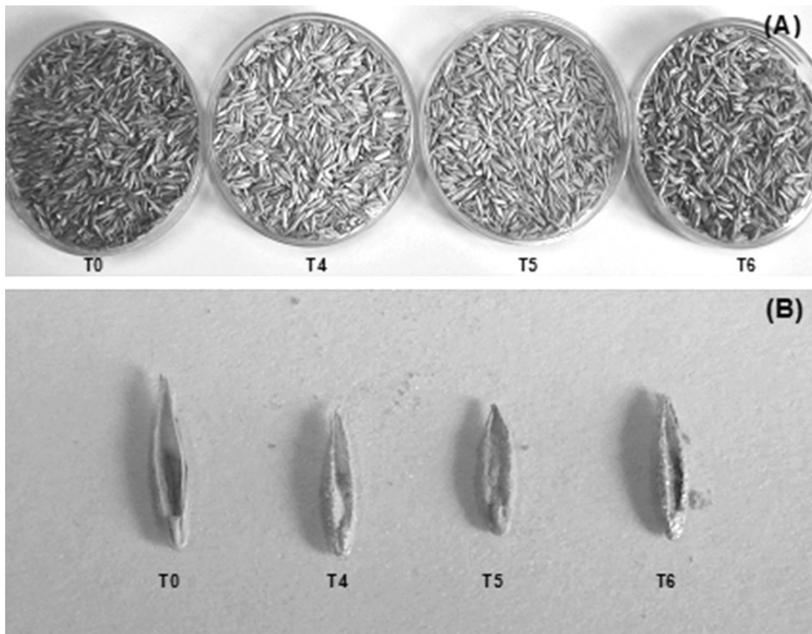


Fig. 2. Detalle de cobertura lograda con los distintos tratamientos de incrustado de semillas de festuca alta. (A) vista de la muestra obtenida; (B) detalle de semilla incrustada.

Fig. 2. Coverage achieved under encrusted treatments of tall fescue seed. (A) view of the sample obtained; (B) encrusted seed.

### CONCLUSIONES

El pelliculado con 10 y 20 mL de agua por kg de semilla presentó buen resultado, pero con 30 mL de agua se produjeron procesos degradativos evidenciados en el detrimento de la calidad fisiológica (menor porcentaje de germinación y velocidad de germinación) de semillas de *Festuca arundinacea* Schreb.

La aplicación de 450 mL de polímero adherente por kilogramo de semilla, junto a los productos que forman parte del incrustado, no modificaron la calidad fisiológica de semillas de *Festuca arundinacea* Schreb. Dado que las semillas se presentan visualmente con una cobertura uniforme, se logra un 130% de aumento en el peso final y no se generan efectos mecánicos negativos sobre la protrusión radicular y de la parte aérea de la plántula. Se considera que este volumen conduce a una calidad física óptima de incrustado.

### RECONOCIMIENTOS

A las empresas Becker Underwood Argentina S.A., Colzani y Hnos., y Semillero Biscayart Argentina por el aporte de las semillas y los productos utilizados en la confección del incrustado. A la Ing. Agr. (Mgter.) Susana Araoz por su dedicado asesoramiento en la Tesis de Maestría de la cual

se desprende este artículo y a la Ing. Agr. Estela Postulka por su incondicional aporte en las tareas de laboratorio.

### LITERATURA CITADA

- Antunes Teixeira, A.Z. 2007. Evaluation of powder properties from the seed coat of tingui (*Magonia pubescens*) as an excipient for seed pelleting. *Estud. Biol.* 29(67):171-178.
- Bewley, J.D., and M. Black. 1994. *Seeds physiology of development and germination*. Plenum Press, New York, USA.
- Caruso, L.V., R.C. Pearce, B. Gilkinson, and L.P. Bush. 2001. Effect of seed pellet modification on spiral root formation of tobacco seedlings. *Agronomy Notes* 33(2). Available at [http://www.uky.edu/Ag/Tobacco/agr\\_notes/agv133\\_2.pdf](http://www.uky.edu/Ag/Tobacco/agr_notes/agv133_2.pdf) [www.uky.edu/Ag/Tobacco/agr\\_notes/agv133\\_2.pdf](http://www.uky.edu/Ag/Tobacco/agr_notes/agv133_2.pdf) (Accessed 25 Jan. 2013).
- Copeland, L.O., and M. B. McDonald. 1995. *Principles of seed science and technology*. 3<sup>th</sup> ed. Chapman & Hall, New York, USA.
- FIS. 1999. *Seed Treatment. A Tool for Sustainable Agriculture*. Comité de medio ambiente y tratamiento de semillas. Federación Internacional de Semillas (FIS). Chemin du Reposeoir 7 CH-1260 NYON / Suiza. Available at

- [http://www.worldseed.org/cms/medias/file/ResourceCenter/Publications/Seed\\_Treatment\\_a\\_Tool\\_for\\_Sustainable\\_Agriculture\\_\(En\).pdf](http://www.worldseed.org/cms/medias/file/ResourceCenter/Publications/Seed_Treatment_a_Tool_for_Sustainable_Agriculture_(En).pdf) (Accessed 25 Jan. 2013).
- Godoy G., J., y P. Renvier. 2003. Importancia del pildorado en semillas hortícolas. Compendios de Horticultura. Capítulo 7. Publicado en internet. Disponible en <http://www.horticom.com/pd/article.php?sid=51772> (Consultado enero 2013)
- INFOSTAT. 2008. Grupo InfoStat/FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Ed. Brujas, Córdoba, Argentina.
- ISTA. 2006. Handbook on seedling evaluation. Revised 3er ed. International Seed Testing Association (ISTA). Ronnie Don. Technology. Zürich, Switzerland.
- ISTA. 2010. International rules for seed testing. International Seed Testing Association (ISTA), Bassersdorf, Switzerland.
- Hwang, W.D., and F.J.M. Sung. 1991. Prevention of soaking injury in edible soybean seeds by ethyl cellulose coating. *Seed Science & Technology* 19:269-278.
- Kunkur, V., R. Hunje., N.K. Biradar Patil, and B.S. Vyakarnhal. 2007. Storage of seeds coated with polymer, fungicide, insecticide and its effects on incidence of early sucking pests in cotton. *Karnataka J. Agric. Sci.* 20(2):381-383.
- Little, T.M. 1985. Analysis of percentage and rating scale date. *Horticultural Science* 20:642-644.
- Maguire, J.D. 1962. Speed of germination aid in selection and evaluation of seedling emergence and vigour. *Crop Science* 2:176-177.
- Mc Donald, M.B. 2000. Seed priming. p. 287-325. In Black, M. and Bewley, J. D. (eds.). *Seed technology and its biological basis*. Sheffield Academic Press, Sheffield, England.
- Nascimento, V.E., F.G. Silva, J.E.B.P. Pinto, J.A. De Oliveira, B. Puchala, J.F.E. Sales e S.K.V. Bertoluci. 2004. Efeito da peletização na germinação e emergência de sementes de carqueja. Disponível <http://www.abhorticultura.com.br/Biblioteca/Default.asp?id=3903>. (Consulta 13 Feb. 2013).
- Silva, J.B.C., e J. Nakagawa. 1998. Metodologia para avaliação de materiais cimentantes para peletização de sementes. *Horticultura Brasileira* 16(1):31-37.
- Silva, J.B.C., P.E.C. Santos, e W.M. Nascimento. 2000. Desempenho de sementes peletizadas de alfase em função do material cimentante e da temperatura de secagem dos péletes. *Horticultura Brasileira* 20(1):67-70.
- Volin, J.C., F.S. Denes, R.A. Young, and S.M.T. Park. 2000. Modification of seed germination performance through cold plasma chemistry technology. *Crop Science* 40:1706-1718.