

Efecto del agua caliente en la germinación de las semillas de *Leucaena leucocephala* cv. Perú

Effect of hot water on the germination of seeds from *Leucaena leucocephala* cv. Peru

Yolanda González y F. Mendoza

Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"

Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba

E-mail: yolanda.gonzalez@indio.atenas.inf.cu

Resumen

En un diseño de clasificación simple se estudió el efecto del tratamiento pregerminativo con agua a 80°C por dos minutos, en la germinación de las semillas de *Leucaena leucocephala* cv. Perú almacenadas al frío y al ambiente, durante siete años. Se demostró la presencia de dormancia moderada, con un porcentaje de germinación de 67,3% en la semilla recién cosechada, que fue inferior a la potencialidad germinativa mostrada a través de su alta viabilidad (98,2%). En condiciones controladas y al ambiente la germinación presentó diferencias altamente significativas para los meses de almacenamiento ($P < 0,001$) y los valores superiores sin aplicar tratamiento pregerminativo se lograron a los 12, 42 y 48 meses (77,6; 71,8 y 75,7%) y a los 18 meses (81,8%), respectivamente. La aplicación de agua a 80°C por dos minutos produjo incrementos significativos ($P < 0,001$) en la germinación con respecto a la semilla sin tratar; en condiciones controladas fue superior a los 12, 24 y 48 meses (98,6; 99,6 y 98,5%) y al ambiente a los 6, 12 y 18 meses (96,2; 97,7 y 97,7%). Se concluye que las semillas de *L. leucocephala* cv. Perú recién cosechadas presentan alrededor de 30% de dormancia y que pueden incrementar su germinación aplicándoles agua a 80°C por dos minutos

Palabras clave: Almacenamiento, germinación, *Leucaena leucocephala*, tratamiento de semillas

Abstract

In a simple classification design the effect of the pregerminative treatment with water at 80°C for two minutes, on the germination of seeds from *Leucaena leucocephala* cv. Peru stored under cold-storage room and ambient conditions, for seven years, was studied. The presence of moderate dormancy was proven, with a germination percentage of 67,3% in the newly harvested seed, which was lower than the germination potential shown through their high viability (98,2%). Under controlled and ambient conditions germination showed highly significant differences for the storage months ($P < 0,001$) and the highest values without applying pregerminative treatment were achieved at 12, 42 and 48 months (77,6; 71,8 and 75,7%) and at 18 months (81,8%), respectively. The application of water at 80°C for two minutes produced significant increases ($P < 0,001$) in germination with regards to the untreated seed and under controlled conditions it was higher at 12, 24 and 48 months (98,6; 99,6 and 98,5%) and under ambient conditions at 6, 12 and 18 months (96,2; 97,7 and 97,7%). It is concluded that the newly harvested seeds from *L. leucocephala* cv. Peru show around 30% dormancy and can increase their germination by applying water to them at 80°C for two minutes.

Key words: Storage, germination, *Leucaena leucocephala*, treatment of seeds

Introducción

Leucaena leucocephala, especie que se ha adaptado exitosamente en Cuba, se emplea en los momentos actuales como alimento animal, lo cual está dado por su excelente calidad nutricional y su elevada palatabilidad y digestibilidad (Shelton, 2000). Entre las variedades comerciales se encuentra el cv. Perú, que ha sido utilizado en bancos de proteína para suplementar los ovinos (Espinosa, Araque, León, Quintana y Perdomo, 2001), como suplemento proteico para alimentar cabras (Banda y Ayoade, 2004) y en sistemas semiestabulados para la ceba de ovinos (Mazorra, Borroto, Pérez, Fontes y Borges, 2004).

Este cultivar en Cuba produce una gran cantidad de semillas, superior a 600 kg/ha (Pérez, Matías, González y Alonso, 2006), y se considera que la forma más barata y práctica para su propagación lo constituye la semilla botánica (Torres, Alvarado, Chacón, Zerpa y Romero, 2002); aunque estas presentan dormancia física por impermeabilidad de sus cubiertas seminales, en coincidencia con lo descrito por Willan (2000) y por Kozłowski y Pallardy (2002) para las arbóreas del trópico seco, y con lo informado en *Albizia lebbbeck* (Navarro, 2003). Así González, Hernández y Mendoza (1998) refieren, para *L. leucocephala* cv. Cunningham, hasta un 80% de dormancia.

Algunos investigadores han recomendado diversos métodos para el reblandecimiento de las semillas, entre los que se encuentran el tratamiento con agua caliente por cinco minutos (Teles, Alves, Oliveira y Bezerra, 2000) y por dos minutos (González et al., 1998). Estos últimos autores informaron resultados satisfactorios con este tratamiento en semillas del cultivar Cunningham almacenadas por más de 10 años, lo que coincide también con lo reportado por Toral y González (1999) en semillas de varias arbóreas.

En el presente trabajo se estudió el comportamiento germinativo de las semillas de *L. leucocephala* cv Perú en dos condiciones de almacenamiento, con la aplicación de agua a 80°C por dos minutos durante siete años.

Introduction

Leucaena leucocephala, a species that has been successfully adapted in Cuba, is used nowadays as animal feed, which is due to its excellent nutritional quality and its high palatability and digestibility (Shelton, 2000). Among the commercial varieties is the cv. Peru, which has been used in protein banks to supplement sheep (Espinosa, Araque, León, Quintana and Perdomo, 2001), as protein supplement to feed goats (Banda and Ayoade, 2004) and in semi-stabulated systems for sheep fattening (Mazorra, Borroto, Pérez, Fontes and Borges, 2004).

This cultivar in Cuba produces a high quantity of seeds, higher than 600 kg/ha (Pérez, Matías, González and Alonso, 2006), and the cheapest and most practical form for its propagation is considered to be the botanical seed (Torres, Alvarado, Chacón, Zerpa and Romero, 2002); although they show physical dormancy due to the impermeability of their seed coats, according to the description made by Willan (2000) and Kozłowski and Pallardy (2002) for the trees of the dry tropic, and the reports in *Albizia lebbbeck* (Navarro, 2003). Thus, González, Hernández and Mendoza (1998) refer, for *L. leucocephala* cv. Cunningham, up to 80% dormancy.

Some researchers have recommended different methods for softening the seeds, among which is the treatment with hot water for five minutes (Teles, Alves, Oliveira and Bezerra, 2000) and two minutes (González et al., 1998). The latter reported satisfactory results with this treatment in seeds of the cultivar Cunningham stored for more than 10 years, which also coincides with the reports made by Toral and González (1999) in seeds from several trees.

In this work the germination performance of seeds from *L. leucocephala* cv. Peru was studied under two storage conditions, with the application of water at 80°C for two minutes during seven years.

Materials and Methods

Treatments and design. A simple classification design and four replications were

Materiales y Métodos

Tratamientos y diseño. Se empleó un diseño de clasificación simple y cuatro réplicas, para estudiar los siguientes tratamientos: semilla sin tratar (control) y semilla tratada con agua a 80°C por dos minutos aplicada antes de iniciar la prueba de germinación, a los 0, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 58, 73, 81 y 85 meses (aproximadamente siete años).

Procedimiento. Las semillas procedían de áreas de producción. Su recolección se realizó en noviembre de 1984 y se secaron bajo techo; una parte se almacenó en cámara fría (condiciones controladas) y la otra en condiciones ambientales. La germinación se realizó de acuerdo con las reglas del ISTA (1985).

Mediciones. Se midió el porcentaje de germinación. Las comparaciones entre las medias se hicieron mediante la prueba de rango múltiple (Duncan, 1955). Todos los valores en por ciento fueron transformados según $\text{sen}^{-1} \sqrt{\%}$.

Resultados y Discusión

El comportamiento de la germinación durante el almacenamiento en condiciones controladas y ambientales se muestra en las tablas 1 y 2, respectivamente.

Se obtuvieron diferencias altamente significativas ($P < 0,001$) en la germinación en los meses estudiados, tanto en el control como con la aplicación de agua a 80°C/2' en ambos almacenamientos. *L. leucocephala* cv. Perú mostró un incremento de la germinación cuando no se aplicó tratamiento, sobre todo en el almacenamiento al ambiente, motivado por el aumento de la permeabilidad de las cubiertas seminales, que estuvo favorecido por las condiciones ambientales (mayor temperatura y humedad). Los resultados en *Teramnus labialis* durante 36 meses, así como los trabajos realizados con otras leguminosas tropicales, como *Stylosanthes guianensis*, demostraron un incremento de la permeabilidad de las cubiertas seminales durante el almacenamiento (Pérez et al., 2006).

En el caso del control en condiciones controladas los valores más altos se hallaron a los 12,

used, to study the following treatments: untreated seed (control) and seed treated with water at 80°C for two minutes applied before the beginning of the germination test, at 0, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 58, 73, 81 and 85 months (approximately seven years).

Procedure. The seeds were from production areas. Their collection was carried out in November, 1984 and they were dried under roof; a part was stored in a cold-storage room (controlled conditions) and the other under ambient conditions. The germination was carried out according to the rules of ISTA (1985).

Measurements. The germination percentage was measured. The comparisons between the means were made through the multiple range test (Duncan, 1955). All the percent values were transformed according to $\text{sen}^{-1} \sqrt{\%}$.

Results and Discussion

The performance of germination during the storage under controlled and ambient conditions is shown in tables 1 and 2, respectively.

Highly significant differences were obtained ($P < 0,001$) in germination in the months studied, in the control as well as with the application of water at 80°C/2' in both storages. *L. leucocephala* cv. Perú showed an increase of germination when no treatment was applied, especially in the storage under ambient conditions, motivated by the increase of permeability of the seed coats, which was favored by the environmental conditions (higher temperature and humidity). The results in *Teramnus labialis*, and the works carried out with other tropical legumes, such as *Stylosanthes guianensis*, showed an increase of the permeability of seed coats during storage (Pérez et al., 2006).

In the case of the control under controlled conditions the highest values were found at 12, 42, 48 and 58 months, and afterwards this indicator decreased until reaching 14,6% at 85 months. When water was applied at 80°C the germination was 89,7% in the newly harvested seed, higher than the control (67,3%). The highest values were observed at 12, 24 and 48 months, although they decreased afterwards,

Tabla 1. Comportamiento germinativo de *L. leucocephala* cv. Perú en condiciones controladas.

Table 1. Germination performance of *L. leucocephala* cv. Peru under controlled conditions.

Meses	Germinación (%)		Incremento de la germinación (%)
	Control	Agua a 80°C/2'	
0	67,3 ^{bc}	89,7 ^b	22,4
6	66,5 ^{bc}	91,9 ^b	25,8
12	77,6 ^a	98,6 ^a	21,0
18	62,5 ^c	94,4 ^b	31,7
24	64,2 ^c	99,6 ^a	35,4
30	66,3 ^{bc}	93,9 ^b	27,6
36	66,6 ^{bc}	94,1 ^b	27,5
42	71,8 ^{bc}	92,6 ^b	20,8
48	75,7 ^{ab}	98,5 ^a	22,8
58	70,1 ^{abc}	77,9 ^c	7,8
73	31,8 ^d	39,0 ^d	7,2
81	29,2 ^d	32,0 ^{de}	2,8
85	14,6 ^e	25,1 ^e	10,5
ES ±	1,68 ^{***}	2,38 ^{***}	-

a,b,c,d,e Medias con diferentes superíndices, en cada columna, difieren a P<0,05 (Duncan, 1955)

*** P<0,001

Tabla 2. Comportamiento germinativo de *L. leucocephala* cv. Perú en condiciones ambientales.

Table 2. Germination performance of *L. leucocephala* cv. Peru under ambient conditions.

Meses	Germinación (%)		Incremento de la germinación (%)
	Control	Agua a 80°C/2'	
0	67,3 ^b	89,7 ^b	22,4
6	66,7 ^b	96,2 ^a	29,5
12	72,5 ^b	97,7 ^a	25,2
18	81,8 ^a	97,7 ^a	15,9
24	72,5 ^b	86,1 ^b	13,6
30	70,2 ^b	83,0 ^{bc}	12,8
36	58,5 ^{bc}	72,8 ^{cd}	14,3
42	47,3 ^{cd}	61,6 ^{de}	14,3
48	38,6 ^d	55,5 ^e	16,9
58	27,6 ^e	33,4 ^f	5,8
73	11,0 ^f	19,0 ^g	8,0
81	4,3 ^g	16,3 ^g	12,0
85	4,5 ^g	14,0 ^g	9,5
ES ±	1,83 ^{***}	2,56 ^{***}	-

a,b,c,d,e,f,g Medias con diferentes superíndices, en cada columna, difieren a P<0,05 (Duncan, 1955)

*** P<0,001

42, 48 y 58 meses, y posteriormente este indicador disminuyó hasta alcanzar 14,6% a los 85 meses. Cuando se aplicó agua a 80°C la germinación fue de 89,7% en la semilla recién cosechada, superior a la del control (67,3%). Los mayores valores se observaron a los 12, 24 y 48 meses, aunque posteriormente disminuyeron, con el menor valor a los 85 meses (25,1%). Hubo incrementos en la germinación superiores a 20% entre 0 y 48 meses con el tratamiento pregerminativo aplicado (tabla 1).

En condiciones ambientales también hubo un incremento hasta los 18 meses, momento en que se obtuvo el mayor valor (81,8%), con una disminución posterior y el menor valor a los 85 meses (4,5%). La aplicación de agua a 80°C por dos minutos favoreció los porcentajes más altos de germinación a los 6, 12 y 18 meses (96,2; 97,7 y 97,7%). Los incrementos germinativos fueron superiores a 20% de 0 a 12 meses y entre 12,8 y 16,9% desde los 18 hasta los 48 meses (tabla 2); estos fueron inferiores a los obtenidos en similar período cuando este tratamiento se aplicó a las semillas almacenadas en condiciones controladas. Algunos autores, como Duguma, Kang y Okali (1988), plantean que el almacenamiento a altas temperaturas favorece la eliminación de la impermeabilidad de las cubiertas seminales y origina mayores germinaciones que las bajas temperaturas (35 vs 25%). Cobbina, Kolawole y Atta-Krah (1990) informaron un comportamiento similar al comparar -4°C con 30-45°C.

En el presente trabajo se evidenció el deterioro de las semillas durante el almacenamiento, debido a los bajos valores de germinación a los 85 meses, en ambas condiciones. Los incrementos de la germinación con la aplicación de agua caliente se debieron a una brusca disminución de la dureza, lo cual ha sido informado por otros autores. Así, González et al. (1998) obtuvieron hasta 95% de germinación en el cv. Cunningham. Toral y González (1999) y González y Navarro (2001) alcanzaron resultados positivos en otras semillas de plantas arbóreas; mientras que Sánchez, Reino, Muñoz, González, Montejo y Machado (2005) recomendaron una combina-

with the lowest value at 85 months (25,1%). There were increases in germination higher than 20% between 0 and 48 months with the pregerminative treatment applied (table 1).

Under ambient conditions there was also an increase until 18 months, moment in which the highest value was obtained (81,8%), with a later decrease and the lowest value was reached at 85 months (4,5%). The application of water at 80°C for two minutes favored the highest germination percentages at 6, 12 and 18 months (96,2; 97,7 and 97,7%). The germination increases were higher than 20% from 0 to 12 months and between 12,8 and 16,9% from 18 to 48 months (table 2); they were lower than those obtained in a similar period when this treatment was applied to the seeds stored under controlled conditions. Some authors, such as Duguma, Kang and Okali (1988), state that the storage at high temperatures favors the elimination of the impermeability of seed coats and originates higher germinations than low temperatures (35 vs 25%). Cobbina, Kolawole and Atta-Krah (1990) reported a similar performance when comparing -4°C to 30-45°C.

In this work the deterioration of the seeds during storage was shown, due to the low germination values at 85 months, under both conditions. The increases of germination with the application of hot water were because of a sudden decrease of hardness, which has been reported by other authors. Thus, González *et al.* (1998) obtained up to 95% germination in the cv. Cunningham. Toral and González (1999) and González and Navarro (2001) reached positive results in other seeds from trees; while Sánchez, Reino, Muñoz, González, Montejo and Machado (2005) recommended a combination of treatments with water at 80°C/2' plus hydration-dehydration (28-72 hours).

The newly harvested seeds of *L. leucocephala* cv. Peru showed about 30% dormancy, due to their hard coat, and even at 85 months they showed between 14 and 25% hardness under ambient and control conditions, respectively. To apply in both storages, the treatment with hot water at 80°C to the seeds for two minutes before

ción de tratamientos de agua a 80°C/22 más hidratación-deshidratación (28-72 horas).

Se concluye que las semillas recién cosechadas de *L. leucocephala* cv. Perú mostraron alrededor de 30% de latencia, motivado por su cubierta dura, y aún a los 85 meses presentaban entre 14 y 25% de dureza en condiciones ambientales y controladas, respectivamente. Se sugiere aplicar a las semillas, en ambos almacenamientos, el tratamiento con agua caliente a 80°C por dos minutos antes de ser sembradas, lo cual asegura incrementos de la germinación en similares condiciones, hasta los 85 meses.

Referencias bibliográficas

- Banda, J.L. & Ayoade, J.A. 2004. *Leucaena leucocephala* cv. Peru as proteic suplement for malawian goats chopped maize stover. <http://w.w.w.fac.org/wairdocs/ilril/x5487eOi.htm> [Consulta: enero 2007]
- Cobbina, J.; Kolawole, G.O. & Atta-Krah, A.N. 1990. *Leucaena* and *Gliricidia* seed viability and germination as influenced by storage conditions. *Leucaena Research Reports*. 11:91
- Duguma, B.; Kang, B.T. & Okali, D.U.U. 1988. Factors affecting germination of leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.). *Seed Science and Technology*. 16:489
- Espinosa, F.; Araque, C.; León, L.; Quintana, H. & Perdomo, E. 2001. Efecto del banco de proteína sobre la utilización del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en pastoreo con ovinos. *Zootecnia Tropical*. 19 (3)
- González, Yolanda; Hernández, A. & Mendoza, F. 1998. Comportamiento de la germinación y la viabilidad de las semillas de leguminosas arbustivas. I. *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. En: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 107
- González, Yolanda & Navarro, Marlen. 2001. Efecto de los tratamientos pregerminativos en la ruptura de la dormancia de las semillas de *Albizia lebbek*. *Pastos y Forrajes*. 24:225
- ISTA. 1985. International rules for seed testing. Annexe to chapter 5. *Seed Science and Technology*. 13:421
- Kozlowski, T.T. & Pallardy, S.G. 2002. Acclimation and adaptative response of woody plants to environmental stresses. *Botanical Review*. 68:270
- being sown is suggested, which ensures increases of germination under similar conditions, until 85 months.
- End of the English version--
- Mazorra, C.; Borroto, Ángela.; Pérez, R.; Fontes, Dayamí & Borges, G. 2004. Potencialidades de los subproductos citrícolas en la alimentación de los ovinos. Principales sistemas de alimentación. <http://www.cirval.asso.fr/publication/Venezuela/conferen./potencialidades/htm> [Consulta: enero 2007]
- Navarro, Marlen. 2003. Desempeño fisiológico de las semillas de árboles de uso múltiple en el trópico. *Pastos y Forrajes*. 26:97
- Pérez, A.; Matías, C.; González, Yolanda & Alonso, O. 2006. Producción de semillas de gramíneas y leguminosas tropicales. En: Recursos forrajeros herbáceos y arbóreos. (Ed. Milagros Milera). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala-EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. p. 138
- Sánchez, J.A.; Reino, J.; Muñoz, Bárbara; González, Yolanda; Montejo, Laura & Machado, R. 2005. Efecto de los tratamientos de hidratación-deshidratación en la germinación, la emergencia y el vigor de plántulas de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. *Pastos y Forrajes*. 28:209
- Shelton, H.M. 2000. Potential and limitation of *Leucaena* spp. for silvopastoral systems. In: Simposio International "Sistemas Agroforestais Pecuários na America do Sul", Brazil
- Teles, M.N.; Alves, A.A.; Oliveira, J.C. & Bezerra, A.M. 2000. Procedure for dormancy breakage in *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 29 (2):387
- Toral, Odalys & González, Yolanda. 1999. Efecto del agua caliente en la germinación de diez especies arbóreas. *Pastos y Forrajes*. 22:111
- Torres, A.; Alvarado, A.; Chacón, E.; Zerpa, A. & Romero, R. 2002. Producción de semillas de *Leucaena leucocephala*. (Lam.) de Wit en Venezuela. Conferencia para el III Cursillo: "El uso de recursos alimenticios para la producción de bovinos a pastoreo". En: Memorias XI Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Vallera. ULA-Trujillo, Venezuela. p. 7
- Willan, R.L. 2000. Pretratamientos de semillas. En: Técnicas para la germinación de semillas forestales. Serie Técnica. Manual Técnico N° 39. CATIE-PROFESOR-DFSC. Turrialba, Costa Rica

Recibido el 25 de septiembre del 2007

Aceptado el 7 de noviembre del 2007