

## Efecto del almacenamiento al ambiente en semillas de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham sometidas a hidratación parcial

### Effect of storage under ambient conditions on seeds from *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham subject to partial hydration

Yolanda González<sup>1</sup>; J. Reino<sup>1</sup>; J. A. Sánchez<sup>2</sup> y R. Machado<sup>1</sup>

Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"

Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba

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

<sup>2</sup>Instituto de Ecología y Sistemática, Ciudad de La Habana, Cuba

#### Resumen

El objetivo del trabajo fue estudiar el efecto del almacenamiento al ambiente en la germinación de las semillas de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham sometidas a hidratación parcial. Los tratamientos fueron: control, sin escarificación (T0); escarificación térmica (ET) con H<sub>2</sub>O a 80°C, durante dos minutos (T1); ET más hidratación parcial, en bandeja con agua corriente por 28 horas (T2); ET más hidratación parcial, en saco de yute humedecido con agua corriente por 28 horas (T3); ET más hidratación parcial, en bandeja con agua corriente y TMTD al 0,1% (plaguicida) por 28 horas (T4); ET más hidratación parcial, en saco de yute humedecido con agua corriente y TMTD al 0,1% (plaguicida) por 28 horas (T5). Las semillas hidratadas se deshidrataron durante 72 horas al aire y a la sombra, antes de almacenarlas. Se midió la germinación y la viabilidad a 0, 1, 2, 3, 4, 6, 18, 30 y 42 meses. Se utilizó un diseño totalmente aleatorizado y cuatro réplicas por tratamiento. Hubo diferencias significativas ( $P < 0,001$ ) entre los tratamientos en cuanto a la germinación y la viabilidad. Los mayores valores de germinación se detectaron en T2 y T3 en todos los momentos, excepto a los 18 y 30 meses, en que solo fueron superiores en T3. A los 42 meses hubo 0% de germinación en todos los tratamientos, mientras que el control alcanzó 9,3%. Por su parte, la viabilidad mostró valores superiores en T0. Se concluye que las semillas que fueron sometidas a la combinación del tratamiento con hidratación parcial, antes de almacenarlas al ambiente, se mantuvieron revigorizadas para la germinación hasta los 30 meses.

Palabras clave: Almacenamiento de semilla, germinación, hidratación, *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham

#### Abstract

The objective of the work was to study the effect of storage under ambient conditions on the germination of seeds from *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham subject to partial hydration. The treatments were: control, no scarification (T0); thermal scarification (TS) with H<sub>2</sub>O at 80°C, for two minutes (T1); TS plus partial hydration, on tray with tap water for 28 hours (T2); TS plus partial hydration, in jute sac moist with tap water for 28 hours (T3); TS plus partial hydration in tray with tap water and TMTD at 0,1% (pesticide) for 28 hours (T4); TS plus partial hydration, in jute sac moist with tap water and TMTD at 0,1% (pesticide) for 28 hours (T5). The hydrated seeds were dehydrated during 72 hours exposed to air and under shade, before being stored. Germination and viability were measured after 0, 1, 2, 3, 4, 6, 18, 30 and 42 months. A completely randomized design and four replications per treatment were used. There were significant differences ( $P < 0,001$ ) among treatments regarding germination and viability. The highest germination values were detected in T2 and T3 at all times, except after 18 and 30 months, when they were only higher in T3. After 42 months there was 0% germination in all treatments, while the control reached 9,3%. On the other hand, viability showed higher values in T0. It is concluded that the seeds that were subject to the combination of the treatment with partial hydration, before being stored under ambient conditions, remained reinvigorated for germination until 30 months.

Key words: Seed storage, germination, hydration, *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham

### Introducción

Las semillas de *Leucaena leucocephala* se caracterizan por presentar cubiertas impermeables al agua y a los gases (Buch, Jara, Franco 1997), que restringen su germinación. Para eliminar su efecto, se recomienda emplear –entre otros tratamientos– el agua a 80°C durante dos minutos (González y Mendoza, 2008). Además, la germinación se puede estimular con la técnica de hidratación parcial. Con este procedimiento se han logrado resultados satisfactorios para acondicionar, revigorigar y robustecer semillas de hortalizas y especies forestales pioneras (Sánchez, Calvo, Muñoz y Orta 1999; Brancalion, Novembre, Rodrigues y Tay 2008).

La técnica de hidratación parcial también demostró ser efectiva, al aplicarse en semillas frescas de *L. leucocephala* cv. Cunningham, con la combinación de los tratamientos de escarificación térmica y los de hidratación parcial en agua, los cuales incrementaron la termotolerancia de este cultivar y, por consiguiente, el establecimiento de las plántulas bajo plena exposición solar (Reino, 2005). Los mejores efectos se obtuvieron con el tratamiento pregerminativo de escarificación térmica (agua a 80°C durante dos minutos), combinado con la hidratación parcial de las semillas, dos horas antes del final de la fase II (28 horas), y la deshidratación de las semillas por 72 horas. Al validar este tratamiento, González *et al.* (2005) obtuvieron resultados satisfactorios en las semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham. El objetivo de esta investigación fue conocer el efecto del almacenamiento al ambiente en la germinación de las semillas de leucaena.

### Materiales y Métodos

La investigación se realizó con las semillas procedentes del estudio efectuado por González *et al.* (2005). Se aplicó la técnica de hidratación parcial a semillas frescas de *L. leucocephala* cv. Cunningham (T1, T2, T3, T4 y T5) y, además, se estudió un control sin ningún tratamiento pregerminativo (T0).

*Diseño y tratamientos.* Se utilizó un diseño totalmente aleatorizado y cuatro réplicas para estudiar seis tratamientos en cada momento de almacenamiento; estos fueron:

### Introduction

*Leucaena leucocephala* seeds show seed coats impermeable to water and gases (Buch, Jara, Franco 1997), which restrict their germination. To eliminate their effect, it is recommended to use –among other treatments– water at 80°C during two minutes (González and Mendoza, 2008). In addition, germination may be stimulated with the partial hydration technique. With this procedure satisfactory results have been achieved to condition, reinvigorate and harden seeds from vegetables and pioneer forest species (Sánchez, Calvo, Muñoz and Orta 1999; Brancalion, Novembre, Rodrigues and Tay 2008).

The partial hydration technique also proved to be effective in fresh seeds from *L. leucocephala* cv. Cunningham, combining thermal scarification and partial hydration in water treatments, which increased the heat tolerance of this cultivar and, thus, seedling establishment under full solar exposure (Reino, 2005). The best effects were obtained with the pregerminative treatment of thermal scarification (water at 80°C during two minutes), combined with the partial hydration of seeds, two hours before the end of stage II (28 hours), and seed dehydration for 72 hours. When validating this treatment, González *et al.* (2005) obtained satisfactory results in the seeds from *L. leucocephala* cv. Cunningham. The objective of this study was to learn the effect of storage under ambient conditions on the germination of *L. leucocephala* seeds.

### Materials and Methods

The study was conducted with the seeds from the trial carried out by González *et al.* (2005). The partial hydration technique was applied on fresh seeds of *L. leucocephala* cv. Cunningham (T1, T2, T3, T4 and T5) and a control without any pregerminative treatment (T0) was also studied.

*Design and treatments.* A completely randomized design and four replications were used to study six treatments at each storage time; they were:

T0: Control (untreated).

T1: Thermal scarification (TS) with H<sub>2</sub>O at 80°C, during two minutes.

T0: Control (sin tratar).

T1: Escarificación térmica (ET) con H<sub>2</sub>O a 80°C, durante dos minutos.

T2: ET más hidratación parcial, en bandeja con agua corriente por 28 horas, y deshidratación por 72 horas al aire y a la sombra.

T3: ET más hidratación parcial, en saco de yute humedecido con agua corriente por 28 horas, y deshidratación por 72 horas al aire y a la sombra.

T4: ET más hidratación parcial, en bandeja con agua corriente y TMTD al 0,1% (plaguicida) por 28 horas, y deshidratación por 72 horas al aire y a la sombra.

T5: ET más hidratación parcial, en saco de yute humedecido con agua corriente y TMTD al 0,1% (plaguicida) por 28 horas y deshidratación por 72 horas al aire y a la sombra.

La técnica de hidratación parcial se aplicó a 0,5 kg de semillas por tratamiento, después de la escarificación térmica (combinación de tratamientos). Antes de aplicar la hidratación, estas se colocaron en capas de hasta dos semillas en cada caso y, posteriormente, se deshidrataron al aire y a la sombra durante 72 horas, hasta que tuvieron igual tamaño que las no hidratadas. Cada tratamiento se estudió de forma individual, durante el almacenamiento al ambiente, en bolsas de papel (cartuchos de seis libras) a 0, 1, 2, 3, 4, 6, 18, 30 y 42 meses.

**Mediciones.** Se estudiaron los porcentajes de germinación y de viabilidad, y las semillas podridas (ISTA, 1999).

**Análisis estadístico.** Las comparaciones entre las medias se hicieron mediante la prueba de rango múltiple (Duncan, 1955). Todos los valores en porcentaje se transformaron según  $\text{sen}^{-1}\sqrt{\%}$ .

### Resultados y Discusión

En la tabla 1 se muestran los resultados de la germinación durante cada momento del almacenamiento. Hubo diferencias significativas ( $P < 0,001$ ) entre los tratamientos. Los valores más altos se detectaron en T2 y T3 en todos los momentos, excepto a los 18 y 30 meses, en que solo fueron superiores en T3. A los 42 meses, la germinación fue de 0% en todos los tratamientos

T2: TS plus partial hydration, on tray with tap water for 28 hours, and dehydration during 72 hours exposed to air and under shade.

T3: TS plus partial hydration, in jute sac moist with tap water during 28 hours, and dehydration for 72 hours exposed to air and under shade.

T4: TS plus partial hydration, on tray with tap water and TMTD at 0,1% (pesticide) for 28 hours, and dehydration during 72 hours exposed to air and under shade.

T5: TS plus partial hydration, in jute sac moist with tap water and TMTD at 0,1% (pesticide) for 28 hours and dehydration during 72 hours exposed to air and under shade.

The partial hydration technique was applied to 0,5 kg of seeds per treatment, after thermal scarification (combination of treatments). Before applying hydration, they were placed in layers of up to two seeds in each case and, afterwards, they were dehydrated exposed to air and under shade during 72 hours, until they had the same size as the non hydrated ones. Each treatment was individually studied, during storage under ambient conditions, in paper bags (six-pound bags) after 0, 1, 2, 3, 4, 6, 18, 30 and 42 months.

**Measurements.** The germination and viability percentages and the rotten seeds were studied (ISTA, 1999).

**Statistical analysis.** The comparison between means was made through the multiple range test (Duncan, 1955). All the values in percentage were transformed according to  $\text{sen}^{-1}\sqrt{\%}$ .

### Results and Discussion

Table 1 shows the germination results during each storage time. There were significant differences ( $P < 0,001$ ) among treatments. The highest values were detected in T2 and T3 at all times, except after 18 and 30 months, when they were only higher in T3. After 42 months, germination was 0% in all pregerminative treatments, while the untreated control reached values of 9,3%.

These results are in correspondence with the report by González *et al.* (2005), who obtained the best reinvigorating effects with treatment T2, which showed higher emergence and growth.

Tabla 1. Comportamiento germinativo de las semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham almacenadas en condiciones ambientales (%).

Table 1. Germination performance of seeds from *L. leucocephala* cv. Cunningham stored under ambient conditions (%).

| Meses de<br>almacenamiento | Tratamiento       |                    |                    |                    |                    |                   |          |
|----------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|----------|
|                            | T0                | T1                 | T2                 | T3                 | T4                 | T5                | ES ±     |
| 0                          | 78,1 <sup>d</sup> | 82,1 <sup>cd</sup> | 89,1 <sup>ab</sup> | 93,4 <sup>a</sup>  | 82,0 <sup>cd</sup> | 83,5 <sup>c</sup> | 1,23**** |
| 1                          | 72,7 <sup>b</sup> | 82,1 <sup>b</sup>  | 90,7 <sup>ab</sup> | 92,8 <sup>a</sup>  | 82,0 <sup>b</sup>  | 80,3 <sup>b</sup> | 1,72**** |
| 2                          | 70,1 <sup>c</sup> | 81,1 <sup>b</sup>  | 89,0 <sup>a</sup>  | 89,0 <sup>a</sup>  | 81,0 <sup>b</sup>  | 71,3 <sup>c</sup> | 2,50**** |
| 3                          | 69,1 <sup>c</sup> | 82,4 <sup>b</sup>  | 87,5 <sup>a</sup>  | 88,4 <sup>a</sup>  | 80,0 <sup>b</sup>  | 70,2 <sup>c</sup> | 2,15**   |
| 4                          | 67,5 <sup>c</sup> | 80,1 <sup>b</sup>  | 82,2 <sup>ab</sup> | 82,5 <sup>a</sup>  | 80,1 <sup>b</sup>  | 68,2 <sup>c</sup> | 2,30**   |
| 6                          | 66,1 <sup>c</sup> | 78,0 <sup>b</sup>  | 80,6 <sup>a</sup>  | 80,3 <sup>ab</sup> | 79,0 <sup>b</sup>  | 68,7 <sup>c</sup> | 1,57**** |
| 18                         | 51,0 <sup>e</sup> | 61,3 <sup>d</sup>  | 70,0 <sup>c</sup>  | 75,0 <sup>a</sup>  | 73,4 <sup>b</sup>  | 53,4 <sup>e</sup> | 0,66**** |
| 30                         | 30,0 <sup>f</sup> | 42,3 <sup>d</sup>  | 50,3 <sup>b</sup>  | 55,0 <sup>a</sup>  | 49,3 <sup>c</sup>  | 32,0 <sup>e</sup> | 0,81**** |
| 42                         | 9,3 <sup>a</sup>  | 0 <sup>b</sup>     | 0 <sup>b</sup>     | 0 <sup>b</sup>     | 0 <sup>b</sup>     | 0 <sup>b</sup>    | 0,33**** |

a, b, c, d, e, f: Medias en cada fila difieren significativamente a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

\*\* $P < 0,01$       \*\*\* $P < 0,001$

pregerminativos, mientras que el control sin tratar alcanzó valores de 9,3%.

Estos resultados se corresponden con lo informado por González *et al.* (2005), quienes obtuvieron los mejores efectos revigorizadores con el tratamiento T2, el cual mostró una emergencia y un crecimiento superiores.

Es importante señalar que varios autores han informado el efecto significativo que ejercen los tratamientos de hidratación parcial en la revigorización de las semillas y su influencia positiva en el incremento de la germinación y en otros indicadores del crecimiento y desarrollo de las plantas, así como en su producción (Sánchez, Hernández, Reino y Muñoz 2007); pero no se ha hecho referencia al efecto del almacenamiento al ambiente en las semillas hidratadas, aspecto importante que se debe investigar para la manipulación de las semillas remanentes –cuando se aplica esta técnica– y para conocer hasta cuándo pueden ser sembradas.

González, Hernández y Mendoza (1998) informaron el comportamiento de la germinación y la viabilidad de las semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham, pero al aplicar el tratamiento en el momento de la siembra.

La escarificación es una técnica elemental para romper la dormancia de las semillas duras, como ya fue demostrado por González y Mendoza (2008) y por González, Reino y Machado (2009a)

It is important to state that several authors have reported the significant effect exerted by partial hydration treatments on seed reinvigoration and their positive influence on the increase of germination and other indicators of plant growth and development, as well as on their production (Sánchez, Hernández, Reino and Muñoz 2007); but no reference has been made to storage under ambient conditions of the hydrated seeds, important aspects which should be studied for the handling of remnant seeds – when this technique is applied- and to learn until when they may be planted.

González, Hernández y Mendoza (1998) reported the performance of germination and viability in seeds from *L. leucocephala* cv. Cunningham, but applying the treatment at the moment of planting.

Scarification is an elemental technique to break hard seed dormancy, as proven by González and Mendoza (2008) and by González, Reino and Machado (2009a) in *L. leucocephala*. The results were positive when this procedure was combined with partial hydration (González *et al.*, 2005; 2008; 2009b). In this study the beneficial effect on germination was observed until 30 months, although it was applied before storage.

Table 2 shows viability in each storage time. There were significant differences ( $P < 0,001$ ) among treatments; the highest values were found in T0, at all the studied times; although it did not

en *L. leucocephala*. Los resultados fueron positivos cuando se combinó este procedimiento con la hidratación parcial (González *et al.*, 2005; 2008; 2009b). En este estudio se apreció el efecto beneficioso en la germinación hasta los 30 meses, aun cuando se aplicó antes de almacenar.

En la tabla 2 se muestra la viabilidad en cada momento de almacenamiento. Hubo diferencias significativas ( $P < 0,001$ ) entre los tratamientos; los valores superiores se encontraron en T0, en todos los momentos estudiados; aunque no difirió de T3 a 0 mes, ni de T2 y T3 en el primer mes. Al parecer, el mayor deterioro en las semillas hidratadas ocurrió al avanzar el periodo de almacenamiento, después del segundo mes, lo que sucedió más lentamente en las semillas no perturbadas (control). En este caso, el deterioro pudo estar asociado al envejecimiento natural (Sacandé, 2000), tal y como se apreció en la viabilidad que alcanzó este tratamiento a los 42 meses (25,9%).

En la tabla 3 se muestran los valores de las semillas podridas. Hubo diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) entre los tratamientos; los valores inferiores se encontraron en T0, en todos los momentos, lo cual estuvo motivado por la dureza de las cubiertas seminales; ello impidió (en menor grado) el deterioro de las semillas, al compararlas con las tratadas –tanto con la

differ from T3 at month 0, or from T2 and T3 in the first month. Seemingly, the highest deterioration in the hydrated seeds occurred when the storage period advanced, after the second month, which occurred more slowly in untreated seeds (control). In this case, deterioration could have been associated to natural ageing (Sacandé, 2000), as observed in the viability reached by this treatment after 42 months (25,9%).

Table 3 shows the values of rotten seeds. There were significant differences ( $P < 0,01$ ) among treatments; the lowest values were found in T0, at all times, which was motivated by the hardness of seed coats; this prevented (to a lower extent) seed deterioration, as compared with the treated ones –with thermal scarification as well as with partial hydration–, which showed the highest values after 42 months (100%).

The higher the viability of the seed lot at the beginning of storage, the higher it will be maintained in a certain environment (Bruggink *et al.*, 1999), and although seed deterioration can start in the field, it is influenced by handling since harvest or by natural deterioration (ageing), according to Sacandé (2000). This could lead to the complete loss of germination capacity (Black, Derek Bewley and Halmer 2006), especially when the storage conditions are not adequate (Muñoz *et al.*, 2009). The higher values in T0

Tabla 2. Valores de la viabilidad en semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham almacenadas en condiciones ambientales (%).

Table 2. Viability values in seeds from *L. leucocephala* cv. Cunningham stored under ambient conditions (%).

| Meses de almacenamiento | Tratamiento       |                    |                    |                    |                    |                   | ES $\pm$ |
|-------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|----------|
|                         | T0                | T1                 | T2                 | T3                 | T4                 | T5                |          |
| 0                       | 97,3 <sup>a</sup> | 82,1 <sup>d</sup>  | 89,1 <sup>c</sup>  | 93,4 <sup>a</sup>  | 82,0 <sup>d</sup>  | 83,5 <sup>d</sup> | 0,46 *** |
| 1                       | 96,6 <sup>a</sup> | 82,1 <sup>bc</sup> | 90,7 <sup>ab</sup> | 92,8 <sup>a</sup>  | 82,0 <sup>bc</sup> | 80,3 <sup>c</sup> | 1,77 *** |
| 2                       | 94,6 <sup>a</sup> | 81,1 <sup>c</sup>  | 89,0 <sup>b</sup>  | 89,0 <sup>b</sup>  | 81,0 <sup>c</sup>  | 71,3 <sup>d</sup> | 0,66 *** |
| 3                       | 93,3 <sup>a</sup> | 82,4 <sup>c</sup>  | 87,5 <sup>b</sup>  | 88,4 <sup>b</sup>  | 80,0 <sup>d</sup>  | 70,2 <sup>e</sup> | 0,30 *** |
| 4                       | 90,6 <sup>a</sup> | 80,1 <sup>b</sup>  | 82,2 <sup>b</sup>  | 82,5 <sup>b</sup>  | 80,1 <sup>b</sup>  | 68,2 <sup>c</sup> | 1,25 *** |
| 6                       | 86,0 <sup>a</sup> | 78,0 <sup>c</sup>  | 80,6 <sup>b</sup>  | 80,3 <sup>bc</sup> | 79,0 <sup>bc</sup> | 68,7 <sup>d</sup> | 0,39 *** |
| 18                      | 80,6 <sup>a</sup> | 61,3 <sup>e</sup>  | 70,0 <sup>d</sup>  | 75,0 <sup>b</sup>  | 73,4 <sup>c</sup>  | 53,4 <sup>f</sup> | 0,19 *** |
| 30                      | 64,6 <sup>a</sup> | 42,3 <sup>d</sup>  | 50,3 <sup>c</sup>  | 55,0 <sup>b</sup>  | 49,3 <sup>c</sup>  | 32,0 <sup>e</sup> | 0,43 *** |
| 42                      | 25,9 <sup>a</sup> | 0,00 <sup>b</sup>  | 0,00 <sup>b</sup>  | 0,00 <sup>b</sup>  | 0,00 <sup>b</sup>  | 0,00 <sup>b</sup> | 0,33 *** |

a, b, c, d, e, f: Medias en cada fila difieren significativamente a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

\*\*\*  $P < 0,001$

Tabla 3. Valores de las semillas podridas en *L. leucocephala* cv. Cunningham almacenadas en condiciones ambientales (%).

Table 3. Values of rotten seeds in *L. leucocephala* cv. Cunningham stored under ambient conditions (%).

| Meses de<br>almacenamiento | Tratamiento       |                    |                    |                    |                    |                    | ES ±    |
|----------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------|
|                            | T0                | T1                 | T2                 | T3                 | T4                 | T5                 |         |
| 0                          | 2,7 <sup>f</sup>  | 17,9 <sup>b</sup>  | 10,9 <sup>d</sup>  | 6,6 <sup>e</sup>   | 18,8 <sup>a</sup>  | 16,5 <sup>c</sup>  | 3,60 ** |
| 1                          | 3,4 <sup>f</sup>  | 17,9 <sup>c</sup>  | 9,3 <sup>d</sup>   | 7,2 <sup>e</sup>   | 18,0 <sup>b</sup>  | 19,7 <sup>a</sup>  | 2,60 ** |
| 2                          | 5,4 <sup>d</sup>  | 18,9 <sup>b</sup>  | 11,0 <sup>c</sup>  | 11,0 <sup>c</sup>  | 18,8 <sup>b</sup>  | 28,7 <sup>a</sup>  | 0,66 ** |
| 3                          | 6,7 <sup>f</sup>  | 17,6 <sup>c</sup>  | 12,5 <sup>d</sup>  | 11,6 <sup>e</sup>  | 20,0 <sup>b</sup>  | 29,8 <sup>a</sup>  | 0,36 ** |
| 4                          | 9,4 <sup>d</sup>  | 19,9 <sup>b</sup>  | 17,2 <sup>c</sup>  | 17,5 <sup>c</sup>  | 19,9 <sup>b</sup>  | 31,8 <sup>a</sup>  | 2,25 ** |
| 6                          | 14,0 <sup>d</sup> | 22,0 <sup>b</sup>  | 19,4 <sup>c</sup>  | 19,7 <sup>c</sup>  | 21,0 <sup>b</sup>  | 31,3 <sup>a</sup>  | 0,36 ** |
| 18                         | 19,4 <sup>f</sup> | 38,7 <sup>b</sup>  | 30,0 <sup>c</sup>  | 25,0 <sup>e</sup>  | 26,6 <sup>d</sup>  | 46,6 <sup>a</sup>  | 0,82 ** |
| 30                         | 35,4 <sup>e</sup> | 57,7 <sup>b</sup>  | 49,7 <sup>c</sup>  | 45,0 <sup>d</sup>  | 50,7 <sup>c</sup>  | 68,0 <sup>a</sup>  | 5,03 ** |
| 42                         | 74,0 <sup>b</sup> | 100,0 <sup>a</sup> | 100,0 <sup>a</sup> | 100,0 <sup>a</sup> | 100,0 <sup>a</sup> | 100,0 <sup>a</sup> | 5,20 ** |

a, b, c, d, e, f: Medias en cada fila difieren significativamente a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

\*\*  $P < 0,01$

escarificación térmica como con la hidratación parcial-, las cuales mostraron los valores superiores a los 42 meses (100%).

Cuanto mayor sea la viabilidad del lote de semilla en el momento de iniciar el almacenamiento, mayor será el mantenimiento de esta en un ambiente determinado (Bruggink *et al.*, 1999), y aunque el deterioro de las semillas se puede iniciar en el campo, está influido por la manipulación desde la cosecha o por el deterioro natural (envejecimiento), según plantea Sacandé (2000). Esto puede llevar a la pérdida completa de la capacidad germinativa (Black, Derek Bewley y Halmer 2006), sobre todo cuando las condiciones del almacenamiento no son adecuadas (Muñoz *et al.*, 2009). Los valores más altos en T0 se pueden atribuir a que las semillas no fueron manipuladas y mantuvieron la dormancia por dureza seminal, lo cual no ocurrió con las sometidas a la escarificación térmica (T1) y a la combinación de tratamientos que incluían la hidratación parcial (T2, T3, T4 y T5); en estos la viabilidad se igualó a la germinación, ya que las simientes que no germinaron se pudrieron (tabla 3). También mostraron, en general, valores menores de viabilidad que T0, pero la germinación fue superior. Se debe señalar que todos los tratamientos tuvieron 0% de viabilidad a los 42 meses, debido posiblemente al agotamiento de las reservas seminales (Black *et al.*, 2006) que originó un 100% de pudrición de las semillas.

can be ascribed to the fact that the seeds were not handled and maintained dormancy because of seed coat hardness, which did not occur with the ones subject to thermal scarification (T1) and to the combination of treatments including partial hydration (T2, T3, T4 and T5); in them viability was equalized to germination, because the seeds that did not germinate, rotted (table 3). They also showed, in general, lower viability values than T0, but germination was higher. It must be stated that all treatments had 0% viability after 42 months, possibly due to the depletion of seed reserves (Black *et al.*, 2006) which originated 100% of seed rot.

It is concluded that the seeds subject to the combination of treatments including partial hydration maintained the reinvigorating effect for germination, until 30 months of storage under ambient conditions.

During storage seed deterioration was observed: in the hydrated ones it occurred after the second month, which was visible in viability decrease and led to the loss of germination capacity after 42 months. In the control treatment (undisturbed seeds) deterioration was slower, which was associated to natural ageing.

--End of the English version--

Se concluye que las semillas que fueron sometidas a la combinación de tratamientos que incluyeron la hidratación parcial mantuvieron el efecto revigorizador para la germinación, hasta los 30 meses de almacenamiento al ambiente.

Durante el almacenamiento se apreció deterioro en las semillas: en las hidratadas ocurrió después del segundo mes, lo cual fue visible en la disminución de la viabilidad y llevó a la pérdida de la capacidad germinativa a los 42 meses. En las del tratamiento control (no perturbadas) el deterioro fue más lento, lo que estuvo asociado al envejecimiento natural.

### Referencias bibliográficas

- Black, M.; Derek Bewley, J. & Halmer, P. 2006. The Encyclopedia of Seeds: Science, Technology and uses. Eds. M. Black, J. Derek Bewley and P. Halmer. CAB International. Wallingford, United Kingdom. 40 p.
- Brancalion, P.H.S. ; Novembre, A.D.L.C. ; Rodrigues, R.R. & Tay, D. 2008. Priming of *Mimosa bimucronata* seeds: a tropical tree species from Brazil. *Acta Horticulturae*. 782:163
- Bruggink, G.T. *et al.* 1999. Induction of longevity in primed seeds. *Seed Sci. Res.* 9:49
- Buch, M.S.; Jara, L.F. & Franco, E. 1997. Viabilidad de las semillas pretratadas de *Caesalpinia cyclocarpum* (J.) Griseb y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. *Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales*. 16:8
- 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. *Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería"*. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 107
- González, Yolanda; Reino, J.; Sánchez, J.A.; Fung, Carmen & Machado, R. 2005. Validación de la técnica de hidratación-deshidratación para grandes volúmenes de semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham. *Pastos y Forrajes*. 28:117
- González, Yolanda & Mendoza, F. 2008. Efecto del agua caliente en la germinación de las semillas de *Leucaena leucocephala* cv. Perú. *Pastos y Forrajes*. 31:47
- González, Yolanda; Sánchez, J.A.; Reino, J.; Muñoz, Bárbara & Montejo, Laura. 2008. Efectos combinados de escarificación y de hidratación parcial en la germinación de semillas frescas de leguminosas. *Pastos y Forrajes*. 31:321
- González, Yolanda, Reino, J. & Machado, R.. 2009a. Dormancia y tratamientos pregerminativos para su ruptura en semillas de *Leucaena* spp. cosechadas en suelo ácido. *Pastos y Forrajes*. 32:363
- González, Yolanda; Sánchez, J.A.; Reino, J. & Montejo, Laura. 2009b. Efecto de los tratamientos de hidratación-deshidratación en la germinación, la emergencia y el vigor de plántulas de *Albizia lebbek* y *Gliricidia sepium*. *Pastos y Forrajes*. 32:255
- Muñoz, Bárbara; Sánchez, J.A.; Montejo, Laura; González, Yolanda & Reino, J. 2009. Valoración germinativa de 20 accesiones de leguminosas almacenadas en condiciones desfavorables. *Pastos y Forrajes*. 32:263
- ISTA. 1999. International rules for seed testing. *Seed Sci. Technol.* 27 (Suppl).
- Reino, J. 2005. Efectos de los tratamientos de hidratación-deshidratación y de choque ácido sobre la germinación y la emergencia en las semillas de *Leucaena leucocephala* cv Cunningham. Tesis en opción al título académico de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 71 p.
- Sacandé, M. 2000. Stress, storage and survival of neem seed. Wageningen University. The Netherlands. 124 p. <http://library.wur.nl/WebQuery/wda/lang/973126>
- Sánchez, J.A. ; Calvo, E. ; Muñoz, Bárbara & Orta, R. 1999. Comparación de dos técnicas de acondicionamiento de semillas y sus efectos en la conducta germinativa del tomate, pimiento y pepino. *Cultivos tropicales*. 20:51
- Sánchez, J.A.; Hernández, G.; Reino, J. & Muñoz, Bárbara, 2007. Enhanced germination, emergence and seedling vigour of *Leucaena leucocephala* using hardening hydration and acid shock treatments. *Seed Sci. & Technol.* 35:224

Recibido el 26 de junio del 2012

Aceptado el 24 de julio del 2012