

# Germinación de semillas de palma aceitera (*Elaeis guineensis*): almacenamiento previo y posterior al tratamiento de calor para romper el reposo

Ramiro Alizaga<sup>1</sup>, Jorge Herrera<sup>1</sup> y Amancio Alvarado<sup>2</sup>

## Resumen

El tratamiento térmico es el procedimiento utilizado comercialmente para superar el reposo en semillas de palma aceitera (*Elaeis guineensis*). Sin embargo no hay información con respecto al efecto combinado de diferentes períodos de tratamiento térmico sobre la germinación de semilla almacenada previa o posteriormente a dicho tratamiento. Semillas del híbrido Deli x Ekona (DXE) sin almacenamiento previo y almacenadas por 60 días, se sometieron a 0, 10, 20, 30, 40, 45 y 50 días de calor (40°C). También se sometieron a las siguientes combinaciones de almacenamiento previo por tratamiento térmico (en días): 0-50, 10-40, 20-30, 30-20, 40-10, 50-0, 60-50, 70-40, 80-30, 90-20, 100-10 y 110-0. El tratamiento térmico por 10, 20 y 30 días aumentó el porcentaje de semillas germinadas y de plántulas normales, en especial cuando se aplicó a semillas almacenadas previamente por 60 días; aunque dichos porcentajes se redujeron cuando el tratamiento térmico se aplicó por 45 o 50 días. También se observó un efecto positivo del almacenamiento posterior aún con tratamiento térmico de sólo 10 días. Se determinó que el almacenamiento previo reduce la intensidad del reposo de las semillas, por lo que períodos prolongados de calentamiento (45 o 50 días) afectan negativamente la calidad fisiológica de las mismas. Por el contrario, en semilla sin almacenamiento previo no se observó efecto negativo de los períodos de calentamiento mayores (45 y 50 días).

<sup>1</sup> Centro para Investigaciones en Granos y Semillas, Universidad de Costa Rica, ramiro.alizaga@ucr.ac.cr

<sup>2</sup> ASD de Costa Rica, a.alvarado@asd-cr.com

## Introducción

Las semillas de palmas (Arecaceae) en general presentan períodos de reposo extensos; por lo que recién cosechadas germinan en baja proporción (Ellis et al. 1985). Según Tomlinson (1990), al menos una cuarta parte de las especies de palmas requieren un plazo mayor de 100 días para germinar y durante este período solo se obtiene 20 % de la germinación potencial. Esta condición de reposo restringe o dificulta la propagación comercial de las diferentes especies de palmas, las cuales salvo muy pocas excepciones, únicamente se propagan por semilla sexual.

En condiciones naturales las semillas de palma aceitera germinan esporádicamente y en baja proporción (Murugesan et al. 2005). El reposo se debe a impedimentos fisiológicos y morfológicos (Baskin y Baskin 1998), y es un inconveniente que las compañías que comercializan semilla germinada deben superar a través de algún tratamiento que acelere la germinación.

Comúnmente el reposo de las semillas se interrumpe con un tratamiento de calor (seco o húmedo: 40 °C) durante 40-70 días (Corrado y Wuidart 1990, Osafo et al. 1988). Otro tratamiento, aunque no tan eficiente como el anterior, es la inmersión de las semillas en una solución de cianamida hidrogenada (CHN<sub>2</sub>N<sub>2</sub>) al 2% durante 24 horas (Herrera et al. 1998).

El método de calor seco propuesto por Rees (1959) y luego modificado por Mok y Hor, (1977) y Corrado y Wuidart (1990) se ha usado en forma indiscriminada para promover la germinación de la semilla de la palma aceitera de diferentes orígenes. Sin embargo, no se dispone de información relacionada con la influencia de períodos de almacenamiento previos o posteriores al tratamiento tradicional con calor o a variaciones del mismo, sobre la germinación de las semillas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia de los períodos de almacenamiento previo y posterior al tratamiento usual de calor, o variaciones del mismo.

## Materiales y Métodos

Los experimentos se realizaron con semillas recién cosechadas de *Elaeis guineensis* del tipo tenera (Deli x Ekona) suministradas por ASD Costa Rica. Para obtener suficiente semilla para los diferentes experimentos se mezclaron racimos con la misma edad de cosecha, y se obtuvo tres sublotos representativos y homogéneos.

En los experimentos en que se almacenó semilla previo y posterior al tratamiento térmico (calor seco), las mismas se mantuvieron a 18-20 °C, con un contenido de humedad de 18% en base seca. Para los tratamientos térmicos, las semillas se almacenaron a 40 °C con 18 % de contenido de humedad (base seca), en bolsas de polietileno de 0.17 mm de espesor (Flexoprint) herméticamente cerradas para mantener el contenido de agua de las semillas.

En un primer experimento, las semillas se almacenaron previamente durante cero o 60 días, y luego se hicieron las siguientes combinaciones según el tratamiento térmico y el almacenamiento posterior; de tal manera que siempre sumaran 50 días: 0-50, 10-40, 20-30, 30-20, 40-10, 45-5 y 50-0.

En un segundo experimento, las semillas se almacenaron por cero o 60 días, y en cada caso se sometieron a tratamientos térmicos de 0, 10, 20, 30, 40, 45 (tratamiento comercial) y 50 días. En un tercer experimento, las semillas se sometieron a las siguientes combinaciones de almacenamiento previo por tratamiento térmico (en días): 0-50, 10-40, 20-30, 30-20, 40-10, 50-0, 60-50, 70-40, 80-30, 90-20, 100-10 y 110-0.

Una vez realizados los tratamientos, las semillas se sumergieron en agua corriente durante siete días y se colocaron al aire ambiente durante aproximadamente ocho horas; luego de lo cual se hicieron grupos de 100 semillas (21-22 % de humedad, base seca), se trataron con el fungicida comercial Vitavax® 400 (carboxin 20% + thiram 20%), se introdujeron en bolsas de polipropileno, y se colocaron en cuartos de germinación, donde la temperatura promedio fue de 29 °C durante el día y de 25 °C durante la noche.

Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones de 100 semillas cada una. Las variables evaluadas fueron el porcentaje de germinación (*sensu stricto*: a los 7, 14, 21 y 28 días después de iniciada la prueba), el porcentaje de plántulas normales (28 días) y el porcentaje de plántulas anormales (pérdida de geotropismo, plántulas raquílicas y falta de radícula o plúmula). Se realizó luego un análisis de varianza para cada experimento, con las variables semilla germinada (7, 14 y 28 días (acumulado), y para el porcentaje de plántulas normales. La separación de medias se hizo mediante la prueba de Tukey.

## Resultados y Discusión

### Primer experimento

El reposo en las semillas es una solución adaptativa de las plantas para garantizar su sobrevivencia en el tiempo y el espacio. La intensidad y permanencia del mismo está determinada por factores genéticos que a la vez son influenciados por el ambiente antes y después de la madurez fisiológica de las semillas (Bethke et al. 2004, Baskin y Baskin 1998). Para romper el reposo y estimular luego la germinación de las semillas, normalmente se utiliza un tratamiento térmico (40°C) durante periodos de tiempo variables (Addae-Kayah et al. 1988, Mok y Hor 1977). El objetivo es lograr el mayor porcentaje de germinación en el menor tiempo posible.

En el primer experimento se encontró un incremento significativo ( $p \leq 0.01$ ) en la germinación debido al almacenamiento previo (60 días) al calentamiento a los 14 días de iniciada la prueba en los tratamientos de 0-50 y 10-40. Por el contrario, la germinación se redujo significativamente ( $p \leq 0.05$ ) cuando la semilla se almacenó previamente por 60 días y posteriormente se sometió al tratamiento térmico de 45 y 50 días. No se observó efecto en los tratamientos 20-30, 30-20 y 40-10 (Fig.1). El incremento en los días de calor entre 10 y 45 se asoció con un aumento en la germinación cuando no se almacenó la semilla previamente.

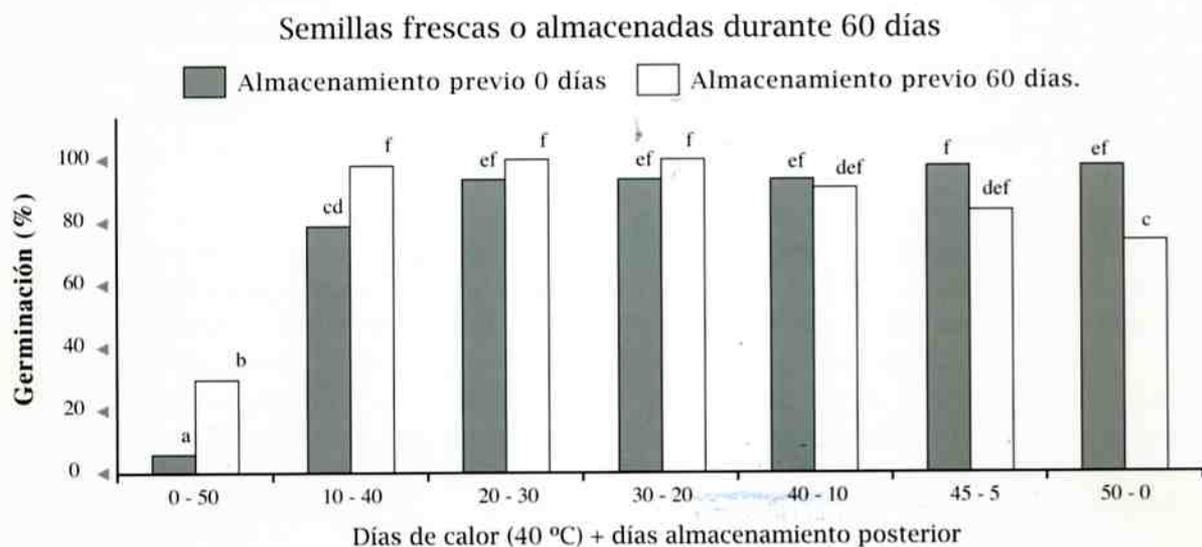


Fig. 1. Porcentaje de germinación (14 días) de semillas de palma aceitera sin y con 60 días de almacenamiento previo al tratamiento de calor (40 °C). Las semillas se agruparon para recibir diferentes combinaciones de días de tratamiento térmico y tiempo de almacenamiento posterior. Columnas con igual letra no difieren entre sí (Tukey:  $p \leq 0.05$ ). En el eje x, el primer número denota los días de calor y el segundo días de almacenamiento posterior.

La germinación a los siete días fue mayor cuando la semilla se almacenó previamente durante 60 días con las combinaciones 10-40, 20-30 y 30-20 (días de calor y almacenamiento posterior respectivamente) (Fig. 2).

Independientemente del almacenamiento previo, la germinación a los 7 y 28 días de iniciada la prueba fue menor en los grupos de semillas que no recibieron el tratamiento de calor y que luego fueron almacenadas durante 50 días ( $p \leq 0.05$ ). También es evidente el efecto positivo ( $p \leq 0.01$ ) del almacenamiento previo sobre la germinación, ya que no aumentó mucho entre los 14 y 28 días (final de la prueba) debido a los altos porcentajes que habían sido alcanzados previamente.

La germinación mejoró en todos los grupos de semillas que recibieron calor, pero las diferencias, aunque significativas, no se consideraron importantes desde el punto de vista práctico.

El efecto positivo del tratamiento térmico fue significativo ( $p \leq 0.01$ ) en ambos grupos de semillas que recibieron o no un almacenamiento previo (Figs. 1 y 2). El efecto del calor para romper el reposo de la semilla de la palma aceitera está ampliamente documentado en la literatura (Hussey 1958, Rees 1959, Mok y Hor 1977, Zambrano 1991).

Un periodo de calentamiento de solo 10 días, seguido de 40 días de almacenamiento a 18 °C fue suficiente para obtener 60% y 78% de germinación a los siete y 28 días respectivamente (Fig. 2)

Con la excepción del tratamiento sin calor (0-50: 7% de germinación a los siete días), no se encontró diferencias significativas en los demás tratamientos sin almacenamiento previo (60 y 76% de germinación). A los 28 días la situación se mantuvo, pero la germinación alcanzó 90% en algunos tratamientos.

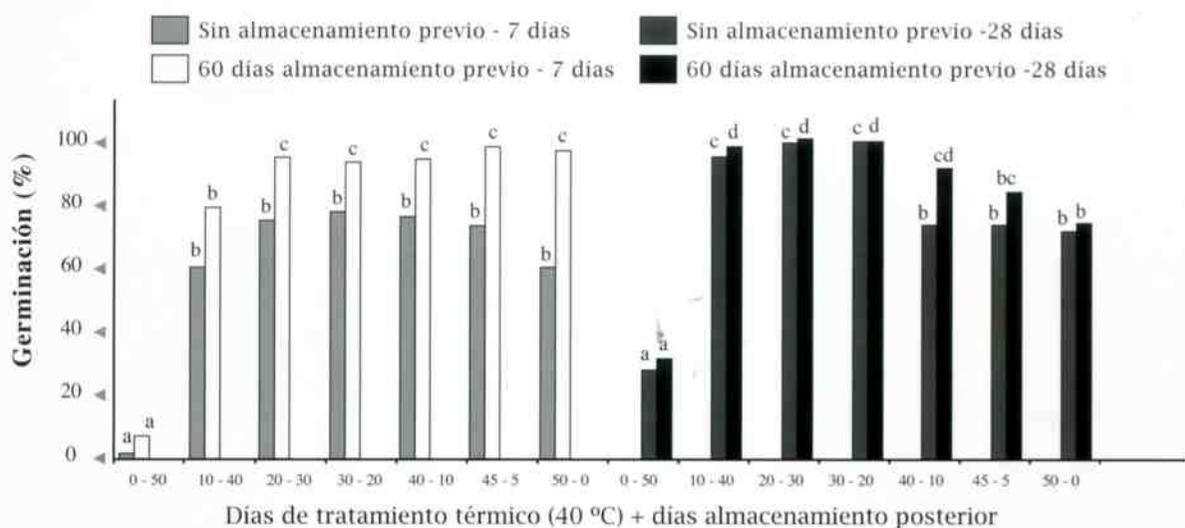


Fig. 2. Porcentaje de germinación a los 7 y 28 días en semillas sin y con 60 días de almacenamiento previo y posteriormente sometidas a diferentes combinaciones en la duración del tratamiento térmico y el almacenamiento posterior. Columnas del mismo tipo con igual letra no difieren entre sí (Tukey:  $p \leq 0.05$ ).

La semilla recién cosechada tuvo una germinación muy baja debido a su reposo, pero cuando se almacenó por 60 días, la germinación se incrementó hasta alcanzar 29% (Figs. 1 y 2). El efecto positivo del almacenamiento está también documentado en la literatura (Adkins W. et al. 2002, Bethke et al. 2004, Hacker J. 1984, Tiwari et al. 2004).

Los resultados de este primer experimento indican que la germinación de la semilla de palma aceitera puede aumentar si esta se almacena por un periodo antes o después del tratamiento de calor para romper el reposo. No obstante, periodos mayores a 45 días de calor en semillas previamente almacenadas durante 60 días, redujeron la germinación en el genotipo estudiado. En este caso podría haberse presentado una superación parcial del reposo, por lo que el tratamiento térmico aplicado en los periodos mayores pudo afectar la calidad de las semillas.

El mayor porcentaje de plantas normales se obtuvo con semillas previamente almacenadas durante 60

días ( $p \leq 0.01$ ) y con los tratamientos con días crecientes de calor (10, 20 y 30), combinados con cantidad decreciente de días en pos-almacenamiento (40, 30 y 20). Con los mayores periodos de calentamiento (45 y 50 días) se redujo ( $p \leq 0.05$ ) el porcentaje de plántulas normales (Fig. 3).

Los mayores porcentajes de plántulas normales ( $p \leq 0.05$ ) se obtuvieron con semilla almacenada previamente por 60 días con los tratamientos de 10-40, 20-30 y 30-20 (días de calor y almacenamiento posterior); sin embargo en los tratamientos de 45-5 y 50-0 el porcentaje de plántulas normales mostró una disminución ( $p \leq 0.05$ ), posiblemente debido a que sufrió deterioro por el tratamiento térmico. Por otra parte, en la semilla sin almacenamiento previo (60 días), los tratamientos de 0-50 y 10-40 presentaron los menores porcentajes de plántulas normales ( $p \leq 0.05$ ), mientras que los mayores valores se obtuvieron con los tratamientos de 45-5 y 50-0, debido a que presentaban mayor reposo por lo que el tratamiento térmico no afectó negativamente el porcentaje de plántulas normales.

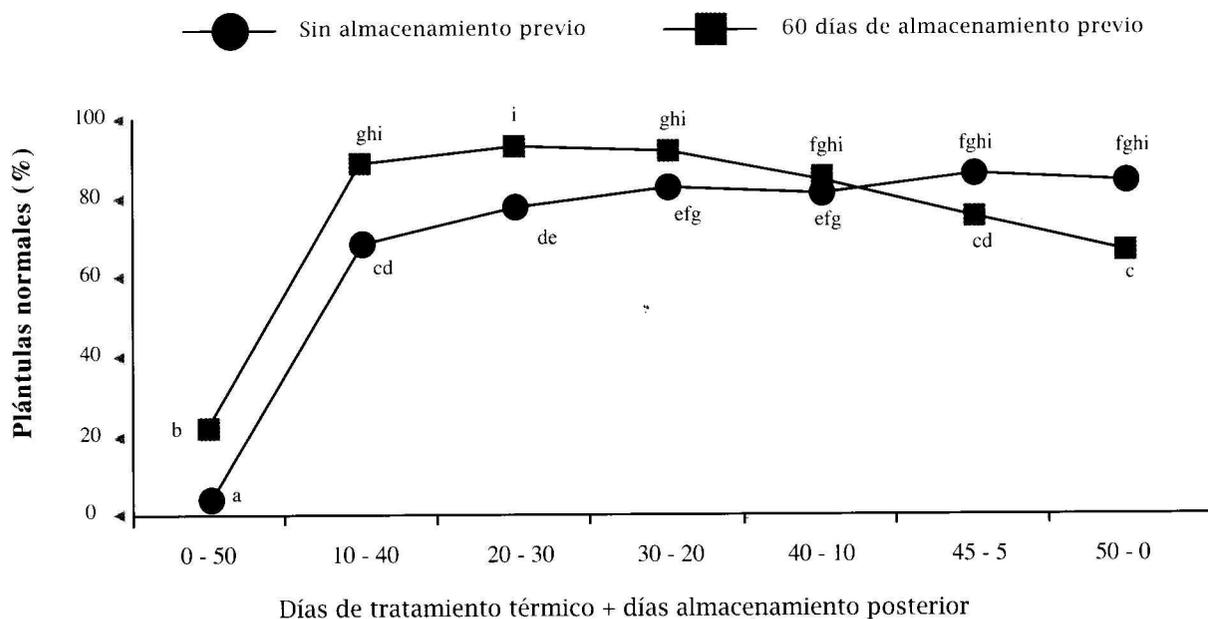


Fig. 3. Porcentaje de plántulas normales (7 y 28 días) provenientes de semillas sin y con 60 días de almacenamiento previo, y que luego fueron sometidas a diferentes combinaciones en la duración del tratamiento térmico y almacenamiento posterior. Resultados con igual letra no difieren entre sí (Tukey;  $p \leq 0.05$ ).

## Segundo experimento

Los datos del primer experimento indicaron que el periodo de almacenamiento previo al calentamiento para romper el reposo tuvo un efecto mayor sobre la germinación, que el almacenamiento posterior al tratamiento térmico. Con esta información se planeó un segundo experimento variando el periodo de calentamiento.

El almacenamiento previo al calentamiento

favoreció significativamente la germinación ( $p \leq 0.01$ ) en los recuentos hechos a los 7 y 14 días, pero no a los 28 días. En general, los mejores resultados de germinación se obtuvieron con un periodo de calentamiento de 30 días o más. Con un calentamiento igual o superior a los 40 días se logró la máxima germinación en solo dos semanas (Fig. 4).

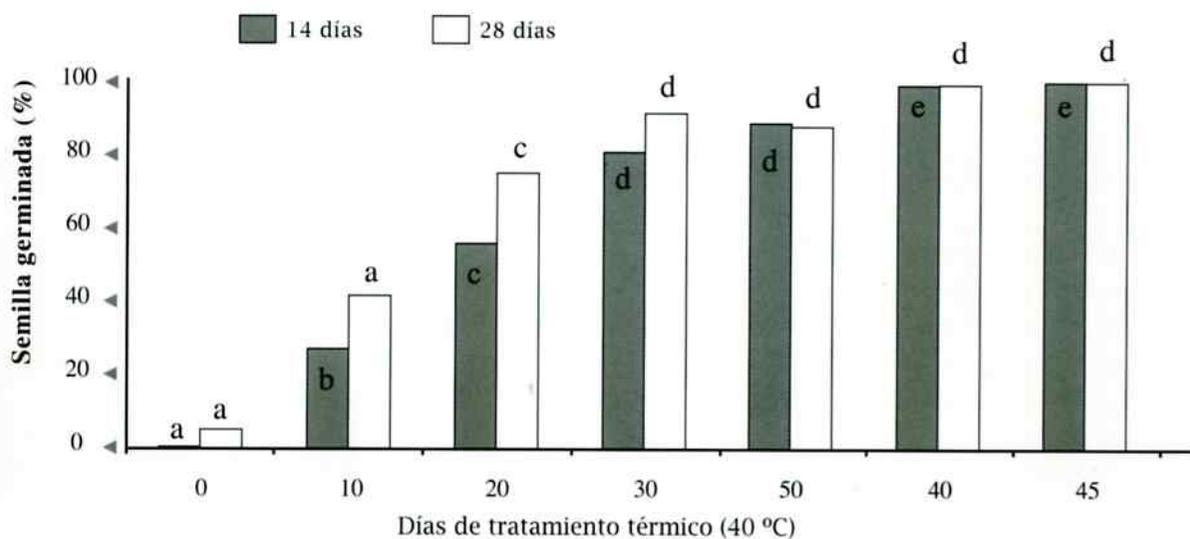


Fig. 4. Efecto del período de tratamiento térmico sobre el porcentaje de semillas germinadas, sin considerar almacenamiento previo o posterior. Columnas del mismo tipo con igual letra no difieren entre sí (Tukey:  $p \leq 0.05$ ).

Se encontró que cuando no se utilizó almacenamiento previo (60 días), períodos de calentamiento menores a 30 días no produjeron una germinación alta. Zambrano (1991) encontró que la germinación fue lenta con un tratamiento de calor de solo 20 días, aunque eventualmente se obtuvo una germinación aceptable. Además, con o sin almacenamiento previo los valores mayores de germinación se obtuvieron con 40 y 45 días de calor ( $p \leq 0.05$ ). Se observó un descenso en la

germinación con el tratamiento de 50 días de calor cuando la semilla se almacenó previamente por 60 días (Fig. 5). Esto reafirma la observación de que el almacenamiento previo reduce la intensidad del reposo de la semilla y la hace más sensible a períodos prolongados con altas temperaturas. Por la misma razón, con un almacenamiento de dos meses, resulta suficiente un mes de calentamiento para lograr una alta germinación.

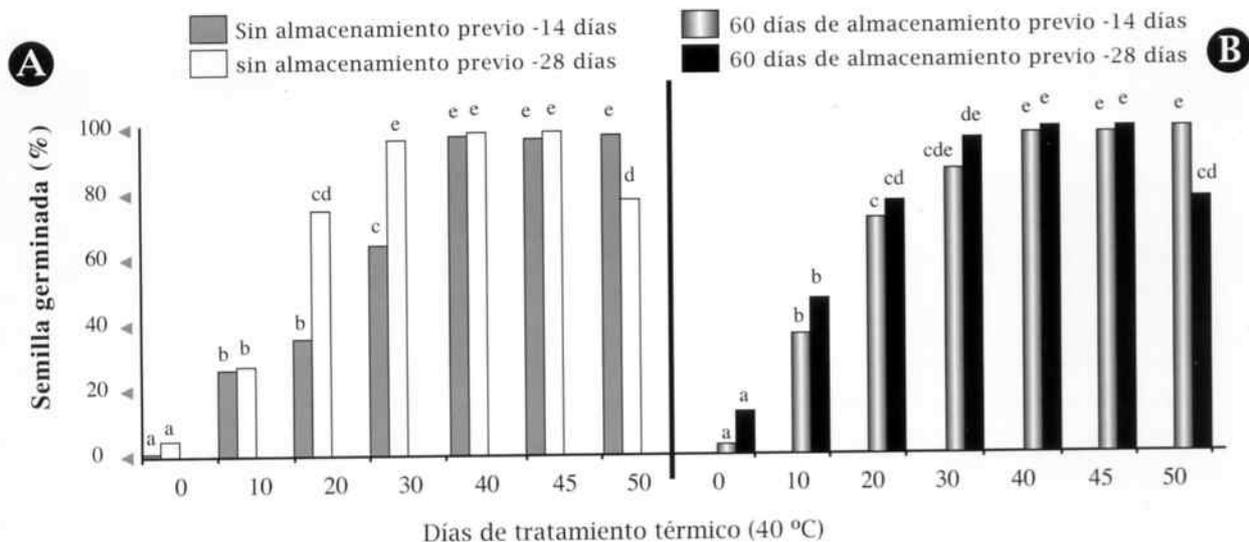


Fig. 5. Duración del tratamiento de calor para romper el reposo y porcentaje de semillas germinadas, con o sin un periodo de almacenamiento previo. Columnas del mismo tipo con igual letra no difieren entre sí (Tukey;  $p \leq 0.05$ ).

Con respecto al porcentaje de plántulas normales, en general los tratamientos térmicos de 0, 10 y 20 días no fueron adecuados, desde un punto de vista comercial, para superar el reposo de las semillas. Por el contrario, semillas sin almacenamiento previo con 40, 45 y 50 días de calor y semillas con almacenamiento previo calentadas por 30, 40 y 45 días alcanzaron porcentajes de plántulas normales superiores ( $p \leq 0.05$ ) que variaron entre 85 y 90%.

En contraposición el tratamiento con almacenamiento previo y 50 días de calor, mostró una disminución significativa en el porcentaje de plántulas normales ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a los mejores tratamientos (Fig. 6). Lo que refuerza la posición de que el tratamiento térmico no debe realizarse indiscriminadamente y que debe considerarse el historial de la semilla.

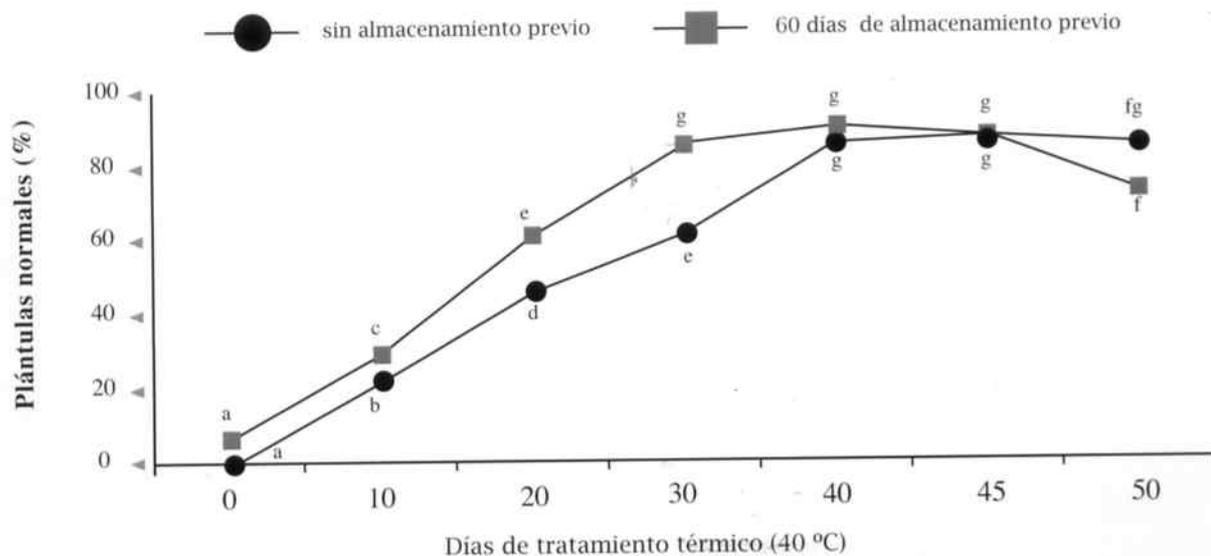


Fig. 6. Porcentaje de plántulas normales a los 7 y 28 días obtenidas de semillas sin y con 60 días de almacenamiento previo al calentamiento y luego sometidas a diferentes combinaciones de tratamientos térmicos y de almacenamiento posterior. Números con igual letra no difieren entre sí (Tukey;  $p \leq 0.05$ ).

### Tercer experimento

En este experimento se evaluaron periodos de almacenamiento mayores a 60 días previos al tratamiento de calor. Se corroboró el efecto positivo ( $p \leq 0.01$ ) del almacenamiento previo en combinación con el calentamiento, ya que en las tres evaluaciones de germinación (7, 14 y 28 días), los mejores tratamientos fueron aquellos donde la duración del almacenamiento previo fue de 70, 80 o 90 días con periodos de calentamiento de 40, 30 y 20 días respectivamente. En todos los casos, el efecto fue similar en lo que se refiere a plántulas

normales (Fig. 7). De similar magnitud fue la germinación obtenida con los tratamientos de 50, 40 y 30 días de calor pero con cortos periodos de almacenamiento previo (0, 10 y 20 días), resultados que coinciden con lo observado en los experimentos anteriores.

Se observa que los tratamientos térmicos de 0 y 10 no son suficientes para superar el reposo (Figs. 5, 6 y 7), aún con almacenamientos previos tan prolongados como 100 o 110 días.

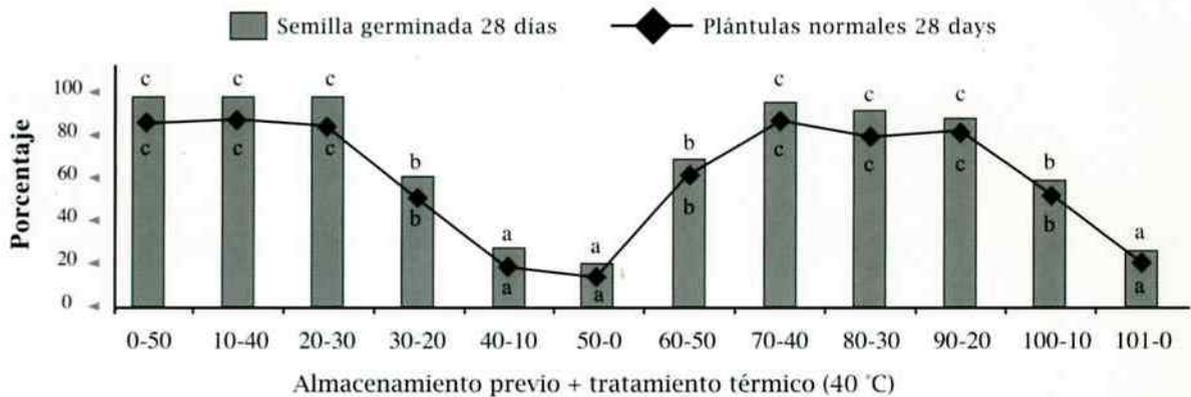


Fig. 7. Porcentaje de semillas germinadas y de plántulas normales a los 28 días en semillas con diferentes periodos de almacenamiento previo y luego sometidas a diferentes periodos de tratamiento térmico. Columnas y resultados con igual letra no difieren entre sí (Tukey:  $p \leq 0.05$ ).

Durante los experimentos, en general se observó una baja proporción de plántulas anormales (pérdida de geotropismo y plántulas raquíticas) y el porcentaje observado no se relacionó con ningún tratamiento en particular. También fue evidente que las semillas con la germinación más temprana (7 días) presentaron los porcentajes más bajos de plántulas anormales, especialmente cuando la germinación fue 85% o mayor. Las anomalías aumentaron en las semillas de más lenta germinación, lo cual posiblemente se relacione con el vigor de la semilla (Association of Official Seed Analysts 2002, Tekrony y Egli 1991).

El almacenamiento previo de las semillas (18-20 °C) luego de la cosecha contribuye a superar el reposo y permite entonces utilizar periodos de calentamiento más cortos para obtener altos porcentajes de germinación y de plántulas normales;

lo cual ahorra tiempo, facilita la entrega de semillas germinadas a los clientes y garantiza un mayor porcentaje de plantas normales luego de la siembra en el previvero.

Corrado y Wuidart (1990) obtuvieron una alta germinación en semilla de *Elaeis guineensis* luego de seis meses de almacenamiento y un tratamiento térmico de 80 días a 39 °C. Por el contrario, los resultados obtenidos en este trabajo indican que la germinación puede verse afectada en forma negativa si se almacena la semilla por 50-60 días y luego se expone a un periodo de calentamiento (40°C) de 50 días, al menos en la variedad utilizada en estos experimentos. Una respuesta similar fue obtenida por Beugré et al. (2009), quienes determinaron un efecto negativo del tratamiento térmico sobre la germinación de semillas de *E. guineensis* conforme aumentó el tiempo de almacenamiento.

Myint et al. (2010) determinaron que la remoción del opérculo en semillas de *E. guineensis* produjo porcentajes de germinación mayores de 80% y comparables con los obtenidos con la aplicación de calor seco, mientras que Jiménez et al. 2008 midieron una importante reducción en la concentración de ácido abscísico posterior al tratamiento térmico, lo que sugiere que la

latencia en esta especie es un fenómeno físico y fisiológico. También es posible que semillas de diferentes genotipos (Beugré et al. 2009), de diversas latitudes, e incluso de diferentes periodos de cosecha puedan comportarse de manera diferente ante un determinado tratamiento de calor para romper su latencia.

## Literatura citada

- Addae-Kagyah K. A., Osafo D. M., Olympio N. S., Atubra O. K. (1988). Effect of seed storage, heat pre-treatment and its duration on germination and growth of nursery stock of the idolatrica palm, *Elaeis guineensis* var *idolatrica* (Chevalier). Trop. Agric. (Trinidad) 65: 77-83
- Adkins S., Bellairs S., Loch D. 2002. Seed dormancy mechanisms in warm season grass species. *Euphytica* 126: 13-20
- Association of Official Seed Analysts (AOSA). (2002). Seed Vigor Testing Handbook. Contribution No. 32. Association of Official Seed Analysts. New Mexico 88003
- Baskin C.C., Baskin J. M. (1998). Seeds. Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press, San Diego, 666p
- Bethke, P., Gubler, F., Jacobsen J., Rusell J. 2004. Dormancy of *Arabidopsis* seeds and barley grains can be broken by nitric oxide. *Planta* 219(5): 847-855
- Beugré-Manéhonon M., Kouakou-Kouakou L., Bognonkpé J.P., Konan- Kouakou, E., Kouakou-Tanoh H., Kouadio-Yatty J. (2009). African J. of Agric. Res. 4(10):931-937
- Corrado F., Wuidart W. (1990). Germination des graines de palmier à huile (*Elaeis guineensis*) en sac de polyéthylène. Méthode par "chaleur sèche" Oléagineux 45 (11) : 511-518
- Ellis R. H., Hong, T. D., Roberts E. H. (1985). Handbook of seed technology for genebanks. Vol. II: Compendium of specific germination information and test recommendations, International Board for Plant Genetic Resources, Rome, 456 p
- Hacker J. B., Andrew M. H., McIvor J. G., Mott J. J. 1984. Evaluation in contrasting climates of dormancy characteristics of seed of *Digitaria milanjiana*. J. of Applied Ecology 21(3): 961-969
- Herrera J., Alizaga R., Guevara E. (1998). Use of chemical treatments to induce seed germination in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). ASD Oil Palm Papers 18: 1-1
- Hussey G. (1958). An analysis of the factors controlling the germination of the seed of oil palm, *Elaeis guineensis* (jacq.). Annals of Bot. 22:259-284
- Jiménez, V., Guevara, E., Herrera, J., Alizaga, R., Bangerth F. (2008). Changes in hormone concentrations during dormancy release of oil palm (*Elaeis guineensis*) seeds. Seed Science and Technology 6(3): 575-587
- Mok C. K. and Hor Y. L. (1977). The storage of oil palm (*Elaeis guineensis*) seed after high temperature treatment. Seed Science and Technology 5: 499-508
- Murugesan P., Mathur R. K., Pillai R. S. and Babu M. K. (2005). Effect of accelerated aging on seed germination of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq. var. *dura* Becc.). Seed Technology 27(1): 108-112
- Murugesan, P., Bijimol G. and Haseela H. 2008. Effect of different substrates on growth of germinated oil palm hybrids seeds. Indian J. of Hort. 65(4)
- Myint, T., Chanprasert W., Srikul S. Germination of seed of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) as affected by different mechanical scarification methods. Seed Sci. and Tech. 38 (3): 635-645
- Rees A. R. (1959). Germination of oil palm seed: large scale germination. J. of West African Inst. for Oil Palm Res. 3:76-82
- Tekrony D. M., Egli D. B. (1991). Relationship of seed vigor to crop yield: A Review. Crop Sci. 31:816-822
- Tiwari, C.; Sharma, S.; Verma, R. 2004. Effect of fungicide and plant growth hormones on germination of teak (*Tectona grandis*). J. of Trop. Forest Sci. 16:25-34
- Tomlinson P. B. (1990). The structural biology of palms. Oxford University Press, New York. 477 pp
- Zambrano R. 1991. Influencia de períodos de almacenamiento y calentamiento sobre la germinación de semilla de palma africana. Tesis de grado. Fac. Ing. Agron. Universidad Técnica de Manabi (Ecuador). 70 p