

Germinación de semillas de palma aceitera: estudios del efecto de la carga de racimos de la palma madre, la variedad y las condiciones (temperatura y oxígeno) durante el proceso de ruptura del reposo

Jorge Herrera Q.¹ and Amancio Alvarado²

Resumen

Semillas de polinización abierta de dos poblaciones (Bamenda y Tanzania) provenientes de palmas con diferente carga de racimos, fueron sometidas a tratamientos de calor durante 37 y 45 días, con o sin un suministro externo de oxígeno para evaluar la respuesta en la germinación y el vigor de las plántulas. No se encontraron diferencias entre las dos poblaciones pero, la carga de racimos de la palma madre y el suministro de oxígeno afectaron la germinación y se asociaron también con el vigor de las plántulas. Se encontró una interacción significativa en las dos poblaciones de palmas aceiteras entre la carga de racimos y el periodo de aplicación de calor; y también, entre la carga de racimos y el suministro o no de oxígeno externo.

Introducción

La germinación de las semillas de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) ha sido considerada intermedia entre recalcitrante y ortodoxa (Ellis et al. 1990), ya que no pierden su viabilidad en un año o más, cuando se almacenan con contenidos de humedad entre 19 y 21% y 15°C de temperatura. No obstante pueden perder rápidamente la viabilidad fuera de estos ámbitos.

El reposo de las semillas, que previene la germinación por un tiempo Rees (1963), tiene diversos orígenes según la especie: la inmadurez del embrión, la impermeabilidad a gases o al agua, o la presencia de inhibidores de la germinación (Bewley y Black, 1994; Beugré et al. 2009). Herrera et al. (1998) encontraron en palma aceitera que la cianamida hidrogenada y el ácido giberélico aumentaron significativamente la germinación en semillas de la variedad Deli x AVROS. Jiménez et al. (2008) encontraron que hacia el final del periodo de calentamiento en seco dado a las semillas para romper su reposo, se producía una disminución en la concentración de ácido absísico, pero las giberelinas y citoquininas no

mostraron cambios, ni en los embriones, ni en el endospermo.

El reposo de las semillas de la palma aceitera es desventajoso en los programas de mejoramiento y de procesamiento de semilla comercial (Murugesan et al. 2005), por lo cual se recurre a métodos para interrumpirlo (Hussey 1959, Rees 1963). Estos últimos investigadores desarrollaron el método de calor seco para romper el reposo, en donde las semillas se calientan a 40°C por periodos que varían entre 40 y 50 días. Posteriormente, las semillas pueden germinar si se les da la humedad y temperaturas adecuadas (Addae-Kagyah et al. 1988, Mok and Hor 1977).

Fewerda (1956) y Hussey (1959) encontraron evidencia que la concentración de oxígeno durante el período de calentamiento favorecía la germinación. Aparentemente, una alta concentración de este elemento provocaba un incremento en su difusión hacia la semilla, estimulando el desarrollo del embrión (Hussey 1958). Contrariamente a esto,

¹ Centro para Investigaciones en Granos y Semillas, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 2060 San Pedro, Costa Rica, jorge.herrera@ucr.ac.cr

² ASD Costa Rica. Apdo.30-1000 San José, Costa Rica, a.alvarado@asd-cr.com

Takahashi (1985) había encontrado que la presencia de oxígeno era inhibitoria de la germinación en arroz.

El efecto sobre la germinación de periodos iguales o mayores a 40 días del calentamiento en seco para interrumpir el reposo de la semilla de la palma aceitera fue evaluada por Addae-Kagyah et al. (1988) y por Meugré Manéhonon et al. (2009). No obstante, Herrera et al. (2010) encontraron que aún periodos inferiores podían ser igualmente eficientes.

No se encontraron referencias bibliográficas sobre el efecto de la carga actual de racimos (o el historial de

producción de una palma particular) y la germinación de las semillas obtenidas de ella. Sin embargo, observaciones del personal de campo de ASD de Costa Rica (Amancio Alvarado, comunicación personal, 2010) indican que la germinación es mayor en racimos tomados de palmas con menor productividad.

En esta serie de experimentos, comparamos la germinación de semillas obtenidas de palmas con diferente carga de racimos, el efecto de la concentración de oxígeno durante el periodo de calentamiento, y del número de días de calentamiento en dos poblaciones de palma aceitera.

Materiales y Métodos

Se utilizaron dos poblaciones (Bamenda y Tanzania) de palmas del tipo dura y de polinización abierta pertenecientes a las colecciones de ASD Costa Rica. Estas plantas habían sido introducidas a Costa Rica en 1970 (Coto, Pacífico sur de Costa Rica) desde las tierras altas (800-1200 msnm) de Camerún y Tanzania. Las semillas fueron cosechadas y el mesocarpio removido para secarlas a un contenido de humedad de 18% base seca (bs). Posteriormente se colocaron en bolsas de polietileno de 0,17 mm de espesor, para conservar el contenido de humedad y se llevaron al Centro para Investigaciones en Granos y Semillas (CIGRAS) de la Universidad de Costa Rica, donde se realizó el resto del trabajo.

Las unidades experimentales (50 semillas en bolsas de polietileno de 35x 55 cm) fueron asignada a uno de los siguientes tratamientos: 1) las dos poblaciones (Bamenda y Tanzania), 2) palmas con baja y alta carga de racimos, 3) aplicación o no de oxígeno durante el calentamiento y 4) dos periodos de calentamiento en seco (37 y 45 días). Para suministrar el oxígeno se utilizó un tanque de uso médico normal, con el cual se aplicó el elemento los lunes y jueves de cada semana, mientras duró el calentamiento.

Luego del periodo de calentamiento en seco, las semillas se sumergieron en mallas de plástico en un tanque de metal con suministro constante de agua para elevar su humedad a 22% base seca, y luego fueron nuevamente colocadas en bolsas de polietileno, para colocarlas en una incubadora (Incucell 404), graduada a 30°C. El procedimiento anterior es rutinariamente utilizado para la estimular la germinación en lotes comerciales de semilla.

El porcentaje de germinación se determinó semanalmente durante cuatro semanas. Al final del experimento se midió la longitud de las plántulas y luego se determinó el peso seco después del secado en un horno de convección mecánica de aire Imperial IV de Lab Line Instruments Inc. por 72 horas a 60°C.

Las unidades experimentales se ordenaron como un diseño irrestricto al azar, en un arreglo factorial: productividad de la planta (alta y baja), dos condiciones de oxigenación de las semillas durante el periodo de calentamiento en seco, dos tiempos de calentamiento (37 y 45 días) y dos poblaciones (Bamenda y Tanzania), con cuatro repeticiones. La separación de medias se realizó por medio de la prueba de Tukey.

Resultados

Las semillas provenientes de racimos cosechados de palmas con una alta carga de racimos presentaron un porcentaje de germinación significativamente ($p<0,01$) menor que aquellas cosechadas de palmas con baja productividad (Fig. 1).

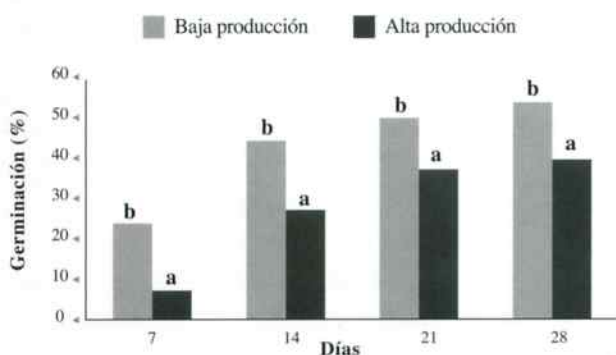


Fig. 1 Germinación de semillas de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) según la carga de racimos de la madre

No se observó ningún efecto del suministro externo de oxígeno durante la primera evaluación del porcentaje de germinación realizado a los siete días de haberse puesto la semilla en remojo. No obstante, en las siguientes tres evaluaciones, el oxígeno aumentó significativamente ($p<0,01$) el porcentaje de semilla germinadas (Fig. 2).

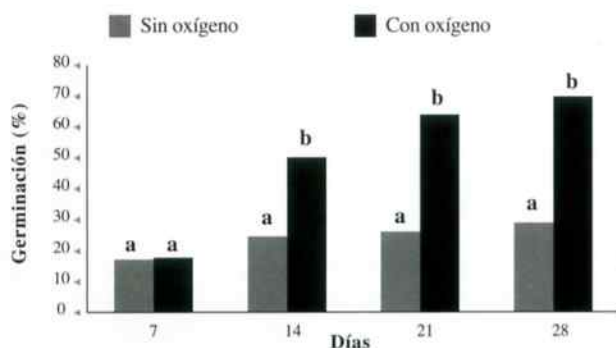


Fig. 2 Germinación de semillas de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) en presencia de oxígeno suministrado externamente durante la fase de calentamiento

La germinación y el peso seco de las plántulas fueron similares en las dos poblaciones estudiadas (Bamenda y Tanzania) independientemente del periodo de calentamiento dado (37 y 45 días). No obstante, la longitud de las plántulas fue diferente.

Se encontró una interacción significativa ($P<0.05$) entre poblaciones y productividad de la palma madre (Fig. 3). La germinación de los racimos de Bamenda se mantuvo

bastante uniforme en los dos grupos de productividad en las cuatro evaluaciones realizadas. En las palmas Tanzania, la germinación fue mayor en las semillas provenientes de palmas con menor carga de racimos.

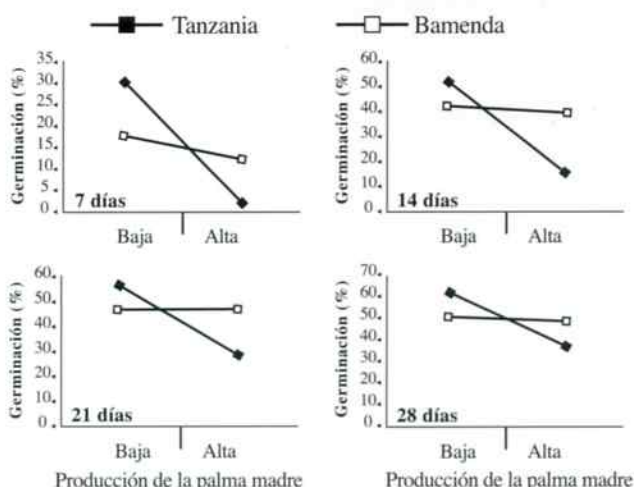


Fig. 3 Germinación de semillas de palma aceitera (*E. guineensis* Jacq.) según la interacción entre la carga de racimos de la planta madre y las poblaciones Bamenda and Tanzania.

La interacción entre poblaciones y los días de calentamiento fue significativa ($p<0,05$) en las cuatro evaluaciones realizadas (Fig. 4). La germinación de la semilla Bamenda disminuyó al aumentar de 37 a 45 días el tiempo de calentamiento, mientras que en Tanzania la respuesta fue inversa.

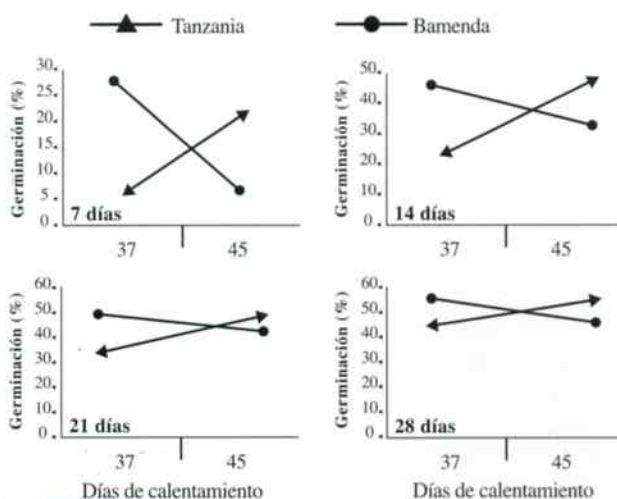


Fig. 4 Interacción entre dos periodos de calentamiento para promover la germinación de las semillas y dos poblaciones *dura* (Bamenda and Tanzania) de palma aceitera

La interacción entre el tratamiento de aplicación de oxígeno durante el periodo de calentamiento y la productividad de la palma fue significativo en las cuatro evaluaciones realizadas (Fig. 5). Durante la primera evaluación (una semana después del remojo), se obtuvo una mayor germinación en las semillas provenientes de plantas con baja producción, y esta respuesta fue independiente de la aplicación de oxígeno. Posteriormente, la aplicación externa de oxígeno se asoció con una germinación similar, independientemente de la capacidad productiva de las palmas madres. No obstante, las semillas que no recibieron oxígeno externo, mostraron menor germinación en ambos grupos de palmas según su productividad.

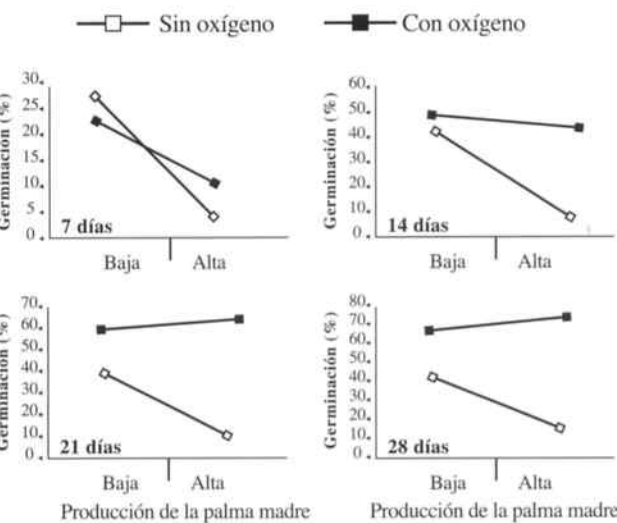


Fig. 5 Interacción entre la aplicación externa del oxígeno durante el calentamiento de la semilla y la carga de racimos de la planta madre sobre la germinación en palma aceitera (*E. guineensis*)

La longitud de las plántulas fue estadísticamente mayor ($p<0,01$) en las semillas que provenían de palmas con mayor productividad, que recibieron oxígeno durante el tratamiento de calor y que tuvieron 45 días de calentamiento para romper el reposo.

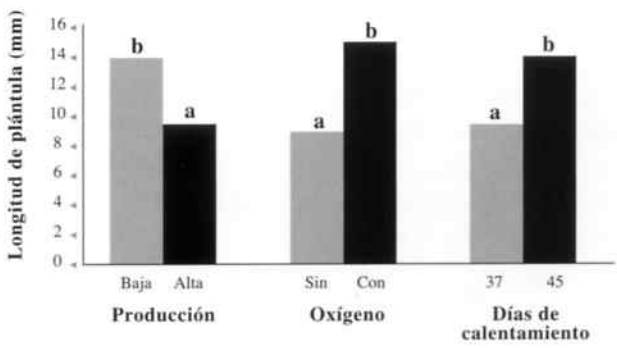


Fig. 6 Longitud de plántulas en semillas germinadas de palma aceitera provenientes de palmas con diferente producción, y que recibieron o no oxígeno externo durante el periodo de calentamiento, o bien fueron sometidas a periodos diferentes de calentamiento

Las plántulas provenientes de palmas con menor carga de racimos o de semillas que recibieron oxígeno externo durante el calentamiento, tuvieron un peso seco significativamente mayor ($p<0,01$) que las provenientes de palmas con alta producción, o bien que no recibieron el tratamiento con oxígeno (Fig. 7). No se observaron diferencias en el peso de las plántulas según la duración del periodo de calentamiento (37 y 45 días).

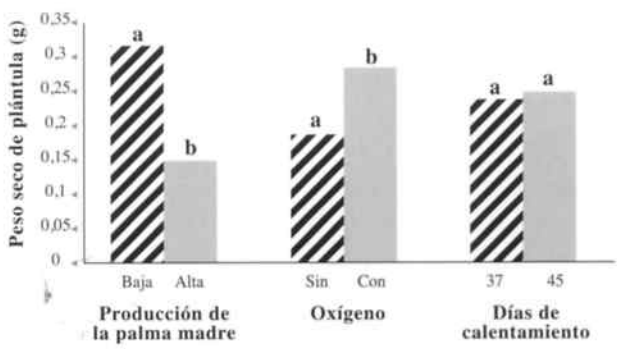


Fig. 7 Peso seco de plántulas en semillas generadas de palma aceitera provenientes de palmas con diferente carga de racimos, y que recibieron o no oxígeno externo durante el periodo de calentamiento, o bien fueron sometidas a periodos diferentes de calentamiento

Discusión

El porcentaje de germinación de las semillas, la longitud de las plántulas y el peso seco de las mismas en las dos poblaciones de palmas duras estudiadas (Bamenda y Tanzania) fue similar en los diferentes tratamientos aplicados. Este comportamiento podría, no obstante, cambiar bajo la influencia de otros tratamientos, tales como el periodo de almacenamiento (Ellis et al. 1991, Ellis, 2004, Addae-Kagyah et al. 1988, Beugré Manéhonon et al. 2009).

La aparente relación existente entre la carga de racimos de la palma madre y el potencial de germinación de las semillas no había sido documentada antes en la literatura. Sin embargo, es conocido que el tamaño de las semillas es menor en palmas con alta carga de frutas (Simmonds y Smart, 1999), ya que se asigna una menor cantidad de energía a cada fruto individual para ser utilizada como reserva durante la germinación. La menor longitud y peso seco de las plántulas obtenidas de semillas germinadas provenientes de palmas de alta producción parecen confirmar esta idea. El comportamiento anterior ocurrió a pesar de que en promedio, las semillas de Bamenda son más pequeñas que las de Tanzania (aproximadamente 20% menores), lo cual indica que otros factores, tales como el historial de producción de la planta y sus interacciones con el suministro externo de oxígeno y el tiempo de calentamiento tuvieron un mayor impacto en las variables estudiadas.

Las relaciones entre el tamaño de las semillas y el comportamiento de la germinación y el vigor de la plántula parecen variar entre especies. Tekrony et al. (1987) encontraron que el tamaño de la semilla de soya no tenía efecto sobre la viabilidad o el vigor, pero Lafond y Baker (1986) y Bretagnolle et al. (1995) habían encontrado en trigo y *Dactylis glomerata* respectivamente, que el tamaño de la semilla tuvo efecto sobre la germinación y las

semillas más grandes produjeron mayor número de plántulas y más vigorosas. Aún en semillas con diferentes grados de ploidía, cuando los tamaños de la semilla eran semejantes, su comportamiento en su velocidad y porcentaje de germinación era muy similar.

La germinación en Tanzania fue favorecida con el periodo mayor de calentamiento, pero el efecto fue inverso en Bamenda. Con respecto a esto, Allen y Meyer (2002) habían encontrado que la intensidad del reposo se relacionaba con el genotipo y el lugar de origen de las plantas.

Aparentemente, el suministro externo de oxígeno durante el calentamiento de la semilla compensó el efecto de la población (genética), pero cuando no se suministró oxígeno, se redujo fuertemente la germinación en la semilla proveniente de palmas con alta producción. Este comportamiento podría estar relacionado con el hecho de que el tamaño de la semilla influye en la germinación (Winn 1985) en algunas especies, lo cual parece ser el caso de la palma aceitera. Aunque no se documentó mediante mediciones era bastante claro que las semillas provenientes de palmas muy productivas eran de menor tamaño que las de palmas poco productivas.

La capacidad productiva de la palma madre y el suministro externo de oxígeno durante el calentamiento determinaron el vigor de la plántula, medido como su tamaño y peso seco. El periodo de calentamiento afectó la longitud de la plántula, pero no el peso seco.

El paso siguiente en esta investigación es documentar la relación entre el tamaño de la semilla de la palma aceitera (y la carga actual de racimos en una planta particular), la facilidad de germinación y el vigor de las plántulas obtenidas, tal como ocurre en otras especies (Seshu et al. 1988).

Literatura

- Addae-Kagyah K.A., Osafo D.M., Olympio N.S. and 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). Tropical Agriculture (Trinidad) 65, 77-83.
- Allen P.S., Meyer S.E. 2002. Ecology and ecological genetics of seed dormancy in downy brome. Weed Science 50:241-247.
- Beugré Manéhonon M., Kouakou Kouakou L., Bognonkpé J.P., Konan Kouakou E., Kouakou Tanoh H., Kouadio Yatty J. 2009. Effect of storage and heat treatment on the germination of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) seed. African Journal of Agricultural Research. 4(10):931-937.
- Bewley J.D., Black M. 1994. Seeds, physiology of development and germination. 2 ed. Plenum Press, New York. 445 p.
- Bretagnolle J.J., Thompson J.D., Lumaret R. 1995. The Influence of Seed Size Variation on Seed Germination and Seedling Vigour in Diploid and Tetraploid *Dactylis glomerata* L. Annals of Botany 76:607-615.
- Ellis R. H. 2004. Seed and seedling vigour in relation to crop growth and yield. Plant Growth Regulation 11(3):249-255.
- Ellis R.H., Hong T.D., Roberts E.H. 1990. An intermediate category of seed storage behaviour. Annals of Botany 41: 1167-1174.
- Ellis R.H., Hong T.D., Roberts E.H., Soetisna U. 1991. Seed storage behaviour in *Elaeis guineensis*. Seed Science Research 1:33-104
- Ferwerda, J.D. 1956. Germination of Oil Palm Seeds. Tropical Agriculture, Trinidad 33(1):51-66.
- Herrera J., Alizaga R. Alvarado A. 2010. Effect of seed storage before and after two different heat treatments in two genotypes of oil palm (*Elaeis guineensis*). Seed Science and Technology. Enviado para su publicación.
- 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 18:1-16.
- Hussey G. (1959). The Germination of Oil Palm Seed: Experiments with Tenera Nuts and Kernels. Journal of the West African Institute for Oil Palm Research, 2, 331-354.
- Jiménez V.M., Guevara E., Herrera J., Alizaga R. and Bangerth F. (2008). Changes in Hormone Concentrations during Dormancy Release of Oil Palm (*Elaeis guineensis*) Seeds. Seed Science and Technology, 36(3): 575-587.
- Lafond G.P., Baker R.J. 1986. Effects of Genotype and Seed Size on Speed of Emergence and Seedling Vigor in Nine Spring Wheat Cultivars. Crop Science 26:341-346.
- 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.N. 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.
- Rees A.R. 1963. Some factors affecting the germination of oil palm seeds under natural conditions. Journal of the West African Institute for Oil Palm Research. 4(14):201-207.
- Simmonds N.W., Smart J. 1999. Principles of Crop Improvement. 2 ed. London, Blackwell Science Ltd. 412 p.
- Seshu D.V., Krishnasamy V., Siddique S.B. 1988. Seed vigor in rice. In Rice Seed Health. Proceedings of the International Workshop on Rice Health. International Rice Research Institute. Manila, Filipinas. 362p.
- Takahashi N. 1985. Inhibitory effects of Oxygen on the Germination of *Oryza sativa* L. seeds. Annals of Botany 55:597-600
- Tekrony D.M., Bustmam T., Egli D.B., Pfeiffer W. 1987. Effects of Soybean Seed Size, Vigor, and Maturity on Crop Performance in Row and Hill Plots. Crop Science 27:1040-1045.
- Winn A.A. Effects of Size and Microsite on Seedling Emergence of *Prunella vulgaris* in four habitats. 1985. Journal of Ecology 73:831-840.