

EFFECTO DE CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO SOBRE LA VIABILIDAD Y VIGOR DE LA SEMILLA DE CAFE (*Coffea arabica* L.)¹ *

Felipe Ortuño V.** y Ronald Echandi Z.**

ABSTRACT

Effect of storage conditions on viability and vigor of coffee seed (*Coffea arabica* L.). Seeds of *Coffea arabica* cv. caturra were stored for periods of 2, 10 and 22 weeks at 10, 20 and 30 C at low (max. 25.2 %), medium (max. 51.7 %) and high (max. 96.2 %) relative humidities. Even though no reduction on germination could be detected after 2 weeks of storage at any of the temperature relative humidity combinations used, a drastic loss of vigor was evident when the seed was stored at 30 C at all three relative humidities. When the storage period was extended to 10 weeks, a temperature of 10 C favored the preservation of germination at all relative humidities; however, vigor was best maintained at a high relative humidity at that same temperature. Storage at a low relative humidity favored germination preservation when the temperature, was 20 C or higher; nevertheless loss of vigor was evident at all relative humidities.

Germination and vigor preservation of coffee seed stored for periods not much in excess of 10 weeks can best be achieved at low temperature and high relative humidity. Long term storage of viable coffee seed, for 22 weeks or more, was found unfeasible under all conditions tested.

INTRODUCCION

Existe muy poca información respecto a la almacenabilidad de la semilla de café; sin embargo, la literatura al respecto menciona como característica importante la de que dicha semilla se deteriora rápidamente en condiciones de almacenamiento (9).

La importancia económica del café (*Coffea arabica* L.) para Costa Rica y muchos otros países, conjuntamente con la reducida almacenabilidad de la semilla constituyen razón suficiente para

justificar un interés marcado hacia ese cultivo y todo lo que se relaciona con el mismo.

Aunque la semilla de café es de germinación lenta (55 a 77 días), debido según Bendaña (2) y Huxley (7) a la presencia de un endocarpo constituido por esclereidas lignificadas el cual actúa como barrera al intercambio gaseoso y de humedad, la mayoría de los autores coinciden en que resulta imposible almacenar semilla de café viable por períodos mayores a cuatro o cinco meses, Barton (1).

Los estudios sobre el deterioro de las semillas durante el almacenamiento permiten concluir que aunque existan una serie grande de factores que actúan sobre los tejidos de las semillas, se le atribuye mayor importancia a los efectos de temperatura y humedad, Delouche (5), Mayer y Poljakoff (8).

En relación con la conservación, Bendaña (2), al igual que Huxley (6) y Wellman y Toole

1 Recibido para su publicación el 10 de mayo de 1980.

* Tesis de grado Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. Iniciado en marzo de 1976.

** Centro para Investigaciones en Granos y Semillas (CIGRAS). Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica.

(10) consideran que la semilla de café (*Coffea arabica*, cv. bourbon), se conserva mejor en equilibrio con humedades relativas del 50 % o menores y temperaturas no mayores de 20 C. Sin embargo otros autores (9), recomiendan conservar la semilla de café en equilibrio con humedades relativas altas.

MATERIALES Y METODOS

Para los ensayos de almacenamiento se utilizó semilla de *Coffea arabica* cv. caturra, producida en parcelas dedicadas específicamente con ese propósito a una altura de 1350 msnm. El fruto cosechado en pleno estado de madurez fue despulpado mecánicamente, fermentado, lavado, secado y preparado en las instalaciones de CICAPE, dedicadas únicamente al procesamiento de semilla. La semilla fue recibida en el laboratorio aproximadamente una semana después de procesada. El contenido de humedad de la semilla de la misma procedencia es generalmente de aproximadamente 30 %. La semilla se almacenó a 7 C y 50 % de humedad relativa hasta el momento de usarla unos pocos días después. La germinación inicial era de 91 %.

Condiciones de almacenamiento

Para exponer las semillas a las diferentes condiciones de almacenamiento se colocaron 100 g en una bolsa de tela de tejido de trama abierta a fin de facilitar el intercambio de gases. Las humedades relativas necesarias se lograron mediante la utilización de soluciones saturadas de algunas sales así como soluciones de ácido sulfúrico y agua, lográndose con ello las condiciones de humedad relativa incluídas en el Cuadro 1. Aproximadamente un litro de cada una de las soluciones de sales o ácido sulfúrico fueron colocadas en el fondo de recipientes de plástico de 28 cm de diámetro por 26,3 cm de alto, en los cuales se colocaron fondos falsos a una altura de aproximadamente 8 cm sobre el fondo del recipiente a fin de evitar el contacto de las bolsas con semillas con la solución de la sal. Los recipientes estaban provistos de tapas de cierre ajustado para reducir la pérdida de humedad. Las temperaturas se lograron colocando los recipientes de plástico en incubadoras con temperaturas permanentes de 10, 20 y 30 C, respectivamente.

Cuadro 1. Sales cuyas soluciones saturadas se utilizaron para mantener la humedad relativa a una temperatura dada, durante el almacenamiento de la semilla de café.

Solución saturada	Temperatura C	Humedad relativa* %
Acetato potasio	10	25,2 baja
Nitrito potasio	10 baja	51,7 media
Nitrato potasio	10	96,2 alta
Acido sulfúrico	20	18,5 baja
Nitrito potasio	20 media	50,1 media
Cloruro potasio	20	85,6 alta
Acido sulfúrico	30	25,0 baja
Nitrato magnesio	30 alta	49,6 media
Nitrato potasio	30	90,9 alta

Evaluación del estado de conservación de las semillas

El estado de conservación de las semillas se evaluó mediante pruebas de germinación para valorar la viabilidad de las mismas y también a través de pruebas de vigor utilizando el método de envejecimiento acelerado, según Castronuevo (4).

Prueba de germinación

Las pruebas de germinación se realizaron en un germinador a temperatura constante de 25 C \pm 1 y humedad relativa también constante de aproximadamente 98 %. Las semillas se colocaron sobre un sustrato de dos hojas de papel de germinación.

Para las pruebas de germinación se usaron cuatro repeticiones de 50 semillas cada una. Se practicaron dos recuentos, el primero a los 52 días de iniciada la prueba y el segundo a los 67 días. La evaluación del resultado de la prueba de germinación se hizo de acuerdo al siguiente criterio: se consideró como plántula normal a aquella que, después del período establecido, mostraba todas sus partes esenciales bien desarrolladas, o sea, con un solo tallo erecto, hojas cotiledonares desarrolladas, raíces primarias y secundarias visibles y con un crecimiento proporcional a la parte aérea tal y como se muestra en la Fig. 1.

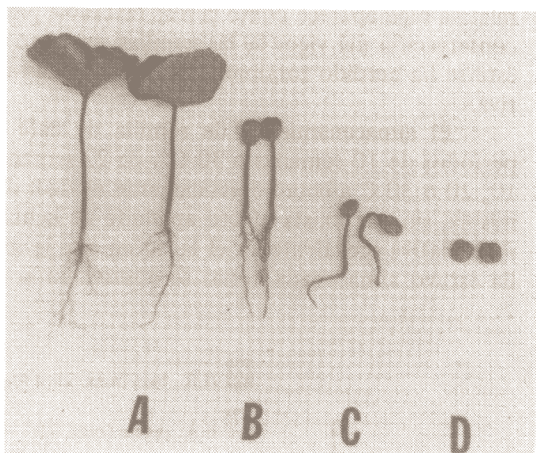


Fig. 1 Criterios para la evaluación de las plántulas en la prueba de germinación: A. Plántulas normales, estado de copa. B. Plántulas normales en proceso de desarrollo, estado de soldado. C. Plántulas anormales por deficiencia en el sistema radical. D. Semilla muerta.

Prueba de vigor

El efecto de las condiciones de almacenamiento en el deterioro de la semilla también se evaluó a través de una prueba de envejecimiento acelerado, siguiendo para ello la metodología desarrollada por Castronuevo (4).

Para la prueba de envejecimiento acelerado se expusieron 200 semillas en bolsas de tela de trama abierta durante 48 horas a condiciones de 50 C y 100 % de humedad relativa. Después del tratamiento descrito, se practicó sobre las semillas tratadas una prueba de germinación, siguiendo la metodología descrita.

RESULTADOS

El objetivo principal del trabajo fue el de establecer la almacenabilidad de la semilla de café bajo diferentes condiciones en que se controlaron la temperatura y la humedad relativa.

Prueba de viabilidad

Como quedó establecido, el efecto de las condiciones de almacenamiento sobre la viabilidad de la semilla se evaluó, entre otros, mediante la germinación que es una prueba directa de la viabilidad.

En la Fig. 2, se incluyen los resultados de la evaluación de viabilidad para la semilla de café almacenada por períodos de hasta 22 semanas, a tres temperaturas y a tres humedades relativas. Se desprende de la figura mencionada que la semilla de café almacenada a temperaturas inferiores a 20 C conserva mejor su viabilidad si la humedad relativa es alta o sea 90 % o mayor, siempre y cuando el período de almacenamiento no exceda de dos semanas, o por períodos hasta de 10 semanas si la temperatura no excede en mucho los 10 C. Se nota además, en la Fig. 2, que la viabilidad de la semilla de café disminuye aun en períodos de dos semanas cuando ésta se almacena a 30 C y una humedad relativa alta, y que la misma se mantiene cuando la humedad relativa es media o baja a la misma temperatura.

Cuando el período de almacenamiento se alarga a 10 semanas en condiciones de humedad relativa media y alta a temperaturas de 20 ó 30 C resultan desfavorables a la conservación de la viabilidad, lo que se manifiesta, como puede verse en la Fig. 2, como una drástica reducción en el porcentaje de germinación. Después de 22 semanas de almacenamiento a temperaturas de 20 C y 30 C solamente sobrevivieron las semillas que se encontraban en condiciones de baja humedad relativa a 20 C aunque los porcentajes de germinación observados fueron muy bajos. También se nota en la Fig. 2 que cuando la temperatura se mantuvo a 10 C y el período de almacenamiento fue de 22 semanas, sobreviven semillas almacenadas a humedades relativas tanto baja como media y alta; aunque es notorio que los porcentajes de germinación fueron muy bajos en relación con la condición inicial.

Prueba de vigor

Muchos investigadores consideran que la prueba de vigor es más conveniente para estimar el grado de deterioro de las semillas en almacenamiento, que las pruebas de viabilidad, Delouche (5).

En la Fig. 3 se presentan los resultados de la prueba de vigor por el método de envejecimiento acelerado. Puede observarse una pérdida de vigor que se manifiesta aun cuando el período de almacenamiento es de solo 2 semanas cuando la temperatura se mantuvo a 30 C sin que se observen marcadas diferencias entre las tres condiciones de hu-

medad relativa usadas para el experimento. Resulta aparente también que cuando el período de almacenamiento se extiende a 10 semanas (Fig. 3), si la temperatura de almacenamiento es baja, la conservación del vigor de las semillas se ve favorecida por una humedad relativa alta, ya que el porcentaje de germinación permanece alto en relación con las otras dos condiciones de humedad relativa, las cuales se observan bastante más bajas. La situación descrita prácticamente se invierte cuando la temperatura aumenta a 20 C en que la humedad

relativa baja aparece como la más favorable para la conservación del vigor de las semillas, en tanto que éste se ha perdido totalmente a alta humedad relativa.

El almacenamiento de semilla de café por períodos de 10 semanas a 30 C y de 22 semanas a 10, 20 ó 30 C afectan drásticamente el vigor de la misma, sin que exista efecto aparente de la humedad relativa prevalente en el lapso en que la semilla estuvo almacenada como se observa en la Fig. 2.

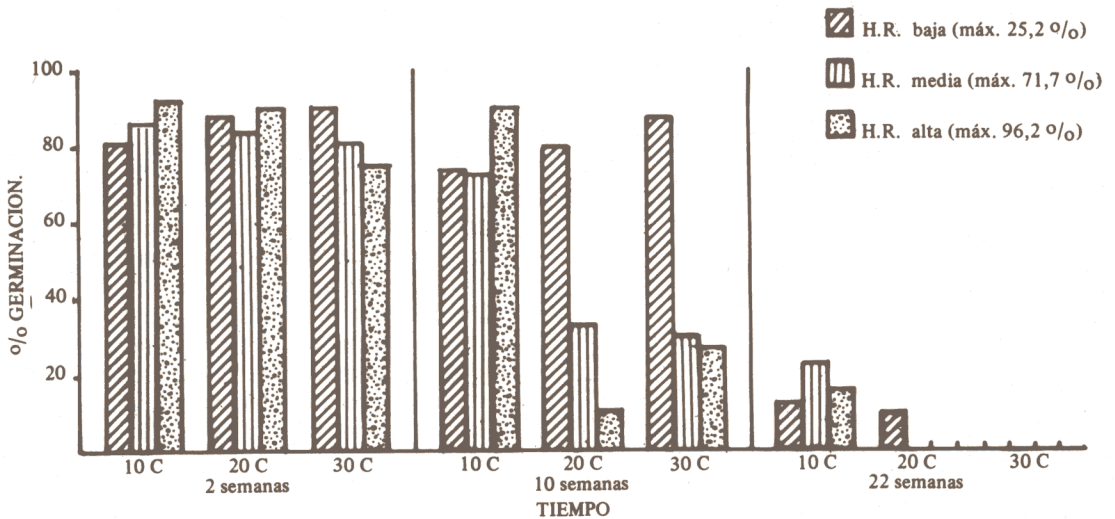


Fig. 2 Efectos de la temperatura, humedad relativa y período de almacenamiento sobre la germinación (o sea en los estados de copa y soldado) de semillas de café (*Coffea arabica* cv. caturra).

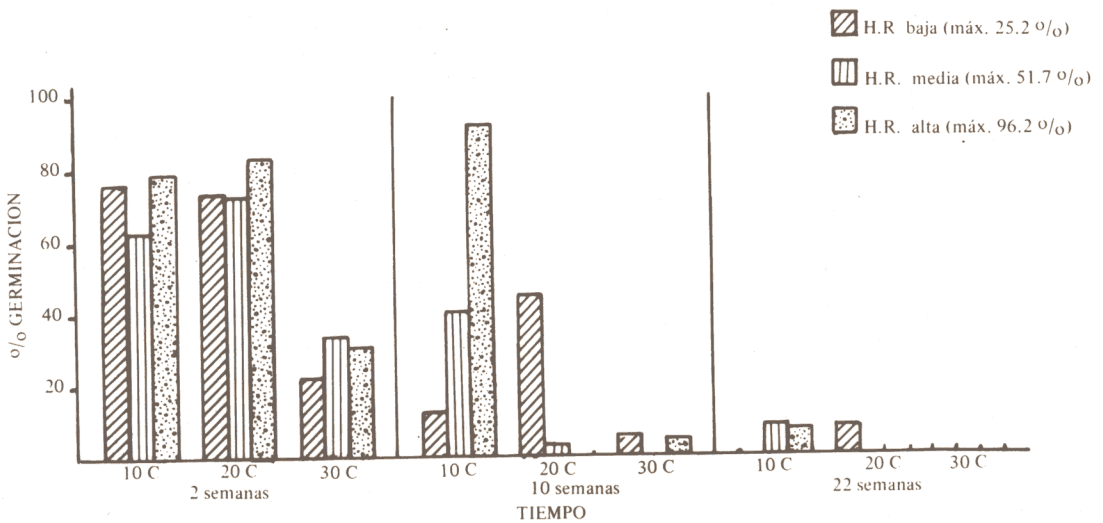


Fig. 3 Efectos de la temperatura, humedad relativa y período de almacenamiento sobre el vigor de las semillas de café (*Coffea arabica* cv. caturra) evaluado por el método de envejecimiento acelerado.

DISCUSION

Los resultados obtenidos indican que al igual que para la mayoría de las semillas de plantas superiores, la semilla de café es afectada por las condiciones de temperatura y humedad relativa durante el almacenamiento. El resultado general del estudio concuerda con los hallazgos de otros investigadores (5,6,9), en el sentido de que la semilla de café se deteriora fácilmente bajo almacenamiento.

Del trabajo se desprende, que en la conservación de la semilla de café durante períodos cortos como es el de solamente dos semanas no existe efecto notorio de las condiciones de almacenamiento sobre la viabilidad (2); sin embargo, el vigor de la semilla, es afectado drásticamente a 30 C sin perjuicio de la humedad relativa a la que la semilla estuvo almacenada. La situación descrita para la semilla de café, concuerda claramente con los hallazgos de muchos autores (5,6) en el sentido de que con frecuencia es posible que el deterioro en las semillas no sea evidente mediante pruebas de viabilidad, aunque exista pérdida de vigor. Los resultados obtenidos indican que la semilla de café parece corresponder a otro caso más en que no existe paralelismo entre los resultados de las pruebas de germinación y la condición de vigor de la misma.

Cuando el período de almacenamiento se incrementó a 10 semanas se hizo más evidente el efecto combinado de la temperatura y la humedad relativa en el deterioro de la semilla de café. Almacenar la semilla de café por 10 semanas a una humedad relativa alta favorece la conservación del vigor y la germinación (2) a la temperatura de 10 C, a humedades relativas media y baja a pesar de que solamente se nota un pequeño descenso en la germinación. El vigor sí fue altamente afectado si se compara con el vigor observado para la semilla conservada a una humedad relativa alta y a la misma temperatura, lo cual concuerda con lo observado por Bendaña (1) y por Vossen (10) y por Wellman y Toole (11). La condición anterior podría atribuirse a un proceso de deshidratación de los tejidos de la semilla, en especial del embrión, ya que la pérdida de vigor es menos evidente a la humedad relativa media que cuando la humedad relativa fue baja. Al aumentar la temperatura a 20 C y 30 C el efecto de la humedad relativa se invierte, de manera que la semilla conserva mejor

la germinación cuando la humedad relativa fue baja; a humedades relativas media y alta la germinación disminuye. Diez semanas después de iniciado el almacenamiento a temperaturas de 20 y 30 C el vigor de la semilla se reduce drásticamente, aunque la reducción es ligeramente menor cuando la humedad relativa fue baja a 20 C. Los resultados anteriores pueden ser el producto del efecto combinado de temperatura y humedad relativa, a temperaturas de 20 C o mayores la actividad biológica lógicamente se incrementa, acción que se torna más notoria a medida que aumenta la humedad relativa y por ende la humedad de la semilla.

Al concluir 22 semanas de almacenamiento, tanto la germinación como el vigor de la semilla se redujo a niveles muy bajos en que prácticamente el 80 ó 90 % de las semillas habían muerto, situación que se presentó en todas las condiciones de almacenamiento ensayadas, lo que indica que para conservar semilla de café por períodos mayores de 10 semanas será necesario ensayar condiciones de almacenamiento en su mayoría poco comunes para la conservación de semillas con una alta viabilidad y vigor. Para conservar la semilla por períodos de aproximadamente 10 semanas los resultados de estos ensayos indican que la condición más apropiada sería la de una temperatura de 10 C y una humedad relativa alta, de 90 % o mayor.

RESUMEN

Se almacenaron semillas de café (*Coffea arabica* cv. caturra) por períodos de 2, 10 y 22 semanas a 10, 20 y 30 C y a humedades relativas bajas (max. 25,2 %), media (max. 51,7 %) y alta (max. 96,2 %).

Aunque no fue posible detectar reducción en la germinación después de dos semanas de almacenamiento bajo ninguna de las combinaciones de temperatura — humedad relativa usadas, si es notoria la pérdida drástica en vigor a todas las tres humedades relativas usadas cuando la semilla es almacenada a 30 C.

Cuando el período de almacenamiento se extiende a 10 semanas, una temperatura de 10 C favorece la preservación de la germinación sin que se note efecto por diferencias en la humedad relativa; sin embargo, la humedad relativa alta parece favo-

recer la preservación del vigor de la semilla. A una temperatura mayor, 20 C, baja humedad relativa favorece la conservación de la germinación, aunque se nota una reducción en el vigor.

La conservación de la germinación y el vigor de la semilla de café durante períodos de almacenamiento que no excedan en mucho 10 semanas, se ven favorecidos por condiciones de baja temperatura y humedad relativa.

El almacenamiento (sin deterioro de la germinación y el vigor) de semilla de café por períodos extensos, 22 semanas o mayores, no es factible bajo las condiciones ensayadas en este trabajo.

LITERATURA CITADA

1. BARTON, L.V. Seed preservation and longevity. Interscience Publications, Inc. 1961. 216 p.
2. BENDAÑA, F.E. The physiology of coffee seeds. I. Problems related to storage. *Coffee* 4(15): 73-75. 1962.
3. BENDAÑA, F.E. The physiology of coffee seed. II. Factors retarding germination, parchment. *Coffee* 4(16): 76-79. 1962.
4. CASTRONUEVO, ERLINDA. An accelerated aging technique for evaluating the storability of alfalfa, wheat, corn and cotton, seed lots. M.S. Thesis. Mississippi State University, State College, Mississippi. 1967. 78p.
5. CROCKER, W. y BARTON, L.V. Physiology of seeds. *Chronica Botanica*, Waltham, Massachusetts 1957. 267p.
6. DELOUCHE, J.C. Physiology of seed storage. Proc. 23rd Corn and Sorghum Research Conference. American Seed Trade Association 23:83-90. 1968.
7. HUXLEY, P.A. Some factors which can regulate and influence viability of coffee seeds. *Proceedings International Seed Testerts Association* 29(1): 33-60. 1964.
8. HUXLEY, P.A. Investigations on the maintenance of viability of Robusta coffee seed in storage. *Proceedings International Seed Testerts Association* 29(3): 423-444. 1964.
9. MAYER, A.M. y POLJAKOFF, A. The germination of seeds. MacMillan New York, N.Y. 1963. 236p.
10. VOSSEN, H.A.M. van der. Methods of preservation of the viability of coffee seed in storage. *Seed Sci. Tech.* 7(1):65-74. 1979.
11. WELLMAN, F. y TOOLE, V.K. Coffee seed germination as affected by species, diseases, temperature and chemicals. *Proceedings American Society Horticultural Science. Caribbean Region* 4:1-6. 1960.