

## EL VIGOR EN LA SEMILLA DE CAFE Y SU RELACION CON LA TEMPERATURA DE SECADO, EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO<sup>1</sup>

Ronny Barboza\*  
Jorge Herrera\*

### ABSTRACT

**Vigour in coffee seeds and its relation to drying temperature, moisture content and storage conditions.** Vigour and viability of coffee seeds were analyzed after drying at different temperatures (environmental temperature and 40°C), to different moisture contents (30 and 40%) and after storing under different conditions (10, 15 and 20°C) for a period of 36 weeks. Seed vigour was studied by measuring periodically: hypocotyl and radicle length, seedling dry weight and seed electric conductivity. A close relationship was found between viability and hypocotyl length, which indicates that the latter could be used as a vigour indicator. On the other hand, an increasing radicle length and dry weight was observed during storage. The conductivity test showed no clear pattern that would help to correlate it to seed vigour. Higher germination values were obtained throughout the experiment in seeds dried at environmental temperature, with 40% of moisture content, when the seed was stored at 10 and 15°C.

### INTRODUCCION

El café es un cultivo de gran importancia a nivel mundial, constituyendo también la principal fuente de divisas para Costa Rica, por esto no es sorprendente que uno de los aspectos de mayor interés por parte de los investigadores sea la conservación del vigor y la viabilidad de las semillas de café. Sin embargo, estas investigaciones se han centrado en la viabilidad, donde los resultados han sido diversos y hasta contradictorios (Aguilera y Goldbach, 1980; Bouharmont, 1971, González, 1973; Rodríguez y Leme, 1985; van der Vossen, 1979). Sin embargo, la mayoría de los autores

coinciden en que la semilla de café es muy difícil de almacenar por períodos prolongados de tiempo, y que requiere de contenidos altos de humedad y temperaturas medias para conservar por mayor tiempo su poder germinativo. Un caso fuera de esta norma lo constituye el trabajo de van der Vossen (1979), quien sostiene haber logrado conservar la semilla de café por un período de 24 meses, habiendo secado la semilla hasta un contenido entre 10 y 11% de humedad a 15°C. Aunque menciona que la "energía de germinación" fue mayor en semillas con alto contenido de humedad (41%).

A pesar de que el deterioro de las semillas durante el almacenamiento se encuentra influenciado por una gran variedad de factores que determinan la pérdida de viabilidad (Bewley y Black, 1982; Heydecker, 1972), se ha dado mayor importancia a los efectos de la temperatura de almacenamiento y a la humedad de la semilla (Aguilera y Goldbach, 1980; Arcila-Pulgarín,

1/ Recibido para su publicación el 11 de octubre de 1989.  
\* Centro para Investigaciones en Granos y Semillas, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. Miembro del Programa Financiero de Apoyo a Investigadores del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) de Costa Rica.

1976; Rodríguez y Leme, 1985; Ortuño, 1982; van der Vossen, 1979).

En la gran mayoría de los trabajos se ha dejado de lado el tema del vigor, que ha demostrado ser de gran utilidad al evaluar la calidad de ésta. El vigor ha sido definido como la suma total de aquellas propiedades de las semillas que determinan su nivel de actividad y capacidad de germinación.

Varias pruebas han sido desarrolladas con el fin de evaluar el vigor, entre ellas: los ensayos de crecimiento y evaluación de plántulas, la prueba de frío, ensayos de conductividad eléctrica, ensayos de envejecimiento acelerado, etc. (ISTA, 1984). En café no se ha estudiado el vigor, sin embargo, en algunos trabajos tales como los de Arias *et al.* (1981) se menciona una disminución en la longitud del hipocótilo y se anota que a pesar de los porcentajes altos de germinación, la semilla se ha deteriorado después de un año de almacenamiento. Por su parte, Rodríguez y Leme (1985) se refieren a una longitud de la plántula menor después del almacenamiento.

El objetivo de este trabajo fue estudiar los cambios en el vigor y su relación con la viabilidad en la semilla de café (*Coffea arabica* cv. Caturra) durante el almacenamiento, después de haber sido secada hasta diferentes contenidos de humedad y con diferentes temperaturas de secamiento.

## MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó en las instalaciones del Centro para Investigaciones en Granos y Semillas de la Universidad de Costa Rica. Se utilizó semilla de café del cultivar Caturra, de la cosecha 87/88, la cual, después de despulpada y lavada fue secada a 2 temperaturas: temperatura ambiente y 40°C.

En ambos casos se utilizaron unas secadoras construidas con fines experimentales y que se basan en hacer pasar una corriente de aire seco con temperatura regulada a través de la semilla. Se realizaron mediciones frecuentes del contenido de humedad hasta alcanzar humedades finales de 30 y 40%.

Las semillas, una vez secas, fueron colocadas en bolsas de polietileno transparente y cerradas herméticamente. Finalmente, fueron almacenadas en incubadoras con temperatura controlada a 10, 15 y 20°C.

Periódicamente, cada 6 semanas, para evaluar la viabilidad y el vigor, se tomaron muestras y se

realizaron los siguientes análisis: porcentaje de germinación, longitud del hipocótilo y de la radícula, peso seco de la plántula y conductividad eléctrica de la semilla.

Para realizar las pruebas de germinación se utilizaron bandejas con arena, previamente lavada de acuerdo con las especificaciones de la ISTA (1976) para el análisis de la calidad de las semillas y se colocaron en una cámara de germinación a 30°C y 98% de humedad relativa.

Se utilizó un diseño experimental irrestricto al azar en un arreglo factorial de 2x2x3, con parcelas divididas en el tiempo, donde cada unidad experimental constó de 50 semillas con 4 repeticiones.

Después de 40 días se evaluó el porcentaje de germinación, y de cada repetición se sacaron 10 plántulas al azar para medir la longitud del hipocótilo, la longitud de la radícula y el peso seco. Para esto último, las muestras fueron colocadas en un horno a 80°C durante 3 días (ISTA, 1976). Asimismo, después de cada período de almacenamiento se midió la conductividad eléctrica de la semilla, para lo cual, se tomó 4 repeticiones de 25 semillas, las cuales se colocaron en un desecador con carbonato de calcio, por una semana; posteriormente, se pesaron y colocaron en agua destilada (75 ml) a 20°C por un día, luego de lo cual se midió la conductividad de la solución utilizando un conductímetro (AOSA, 1983)

## RESULTADOS

Al realizar una prueba de contrastes ortogonales, se encontraron diferencias altamente significativas ( $P=0,01$ ) entre las temperaturas de secado, el contenido de humedad de la semilla y la temperatura de almacenamiento, así como entre sus interacciones.

En la Figura 1 se observa el efecto de los distintos tratamientos sobre la germinación de la semilla de café. En general, la germinación se mantuvo considerablemente alta durante las 36 semanas que duró el experimento; los valores menores fueron cercanos a 85%. El análisis de la temperatura de secado por contrastes ortogonales muestra que la semilla secada a 40°C obtuvo porcentajes de germinación significativamente menores que los secados a temperatura ambiente. En la semilla con 40% de humedad los valores fueron significativamente mayores que cuando se almacenó a 30%, sobre todo hacia el final del período. Hubo diferencias

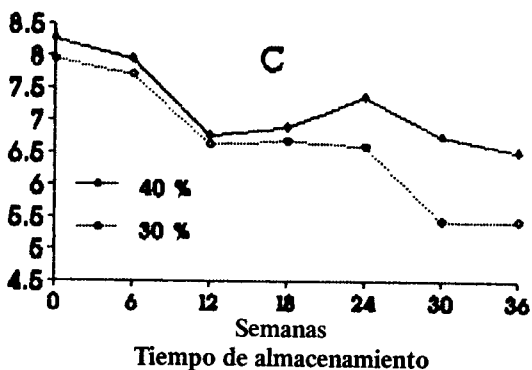
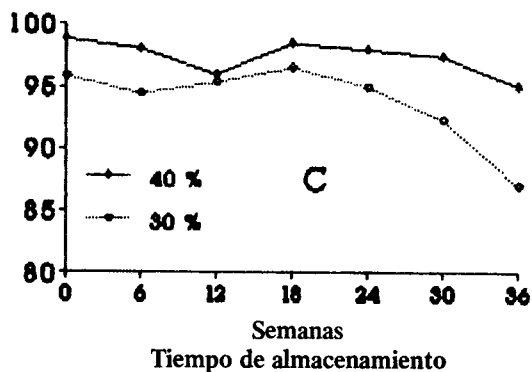
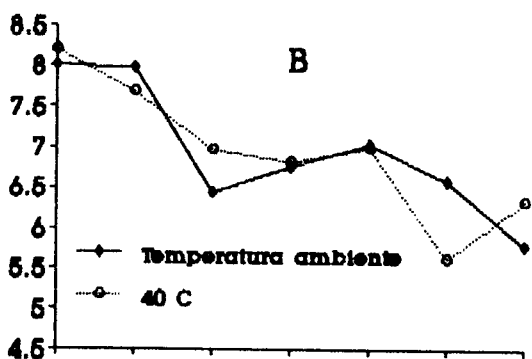
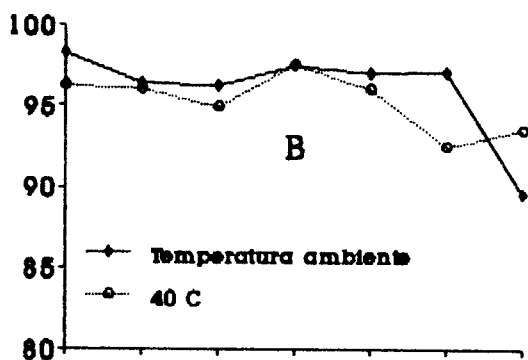
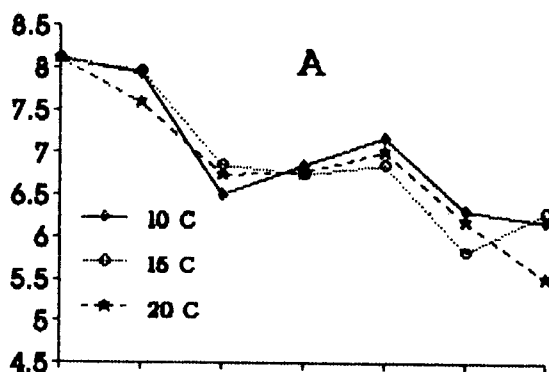
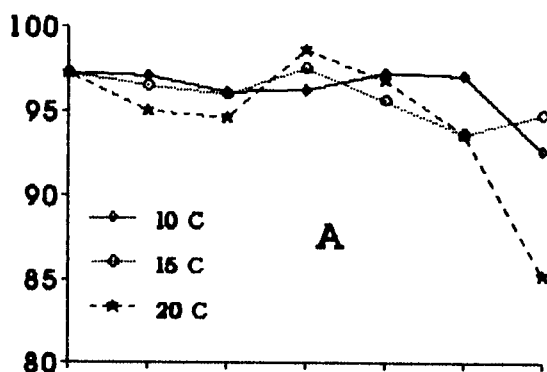


Fig. 1. Efecto de la temperatura de almacenamiento (A), la temperatura de secado (B) y el contenido de humedad (C) en la germinación de semilla de café cv. Caturra.

Fig. 2. Efecto de la temperatura de almacenamiento (A), la temperatura de secado (B) y el contenido de humedad (C) en la longitud del hipocótilo de las plántulas de café cv. Caturra.

entre las distintas temperaturas de almacenamiento y se detectó que la semilla mantuvo su viabilidad por más tiempo cuando se almacenó a 10°C y a 15°C, que cuando se hizo a 20°C.

Los resultados del análisis de la longitud del hipocótilo (Figura 2) muestran un comportamiento

muy similar al obtenido en el estudio de la germinación. Se encontró una fuerte tendencia del hipocótilo a reducir su longitud conforme aumentó el tiempo de almacenamiento. Se detectó una menor longitud del hipocótilo cuando se utilizó una temperatura de secamiento de 40°C que cuando se

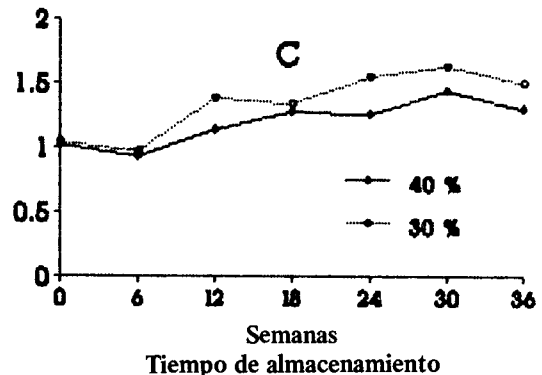
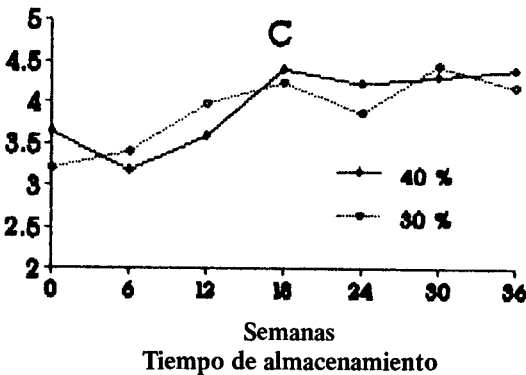
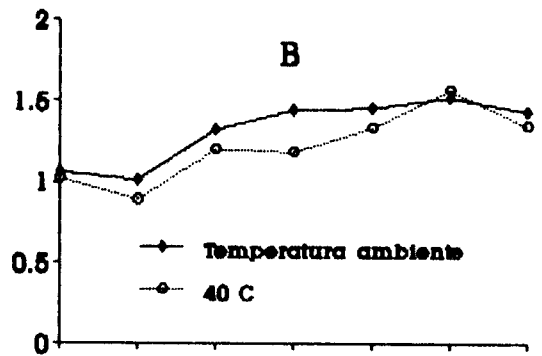
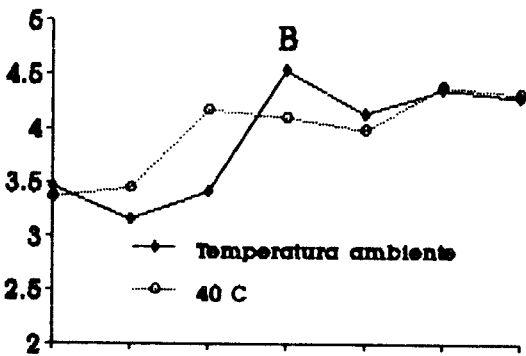
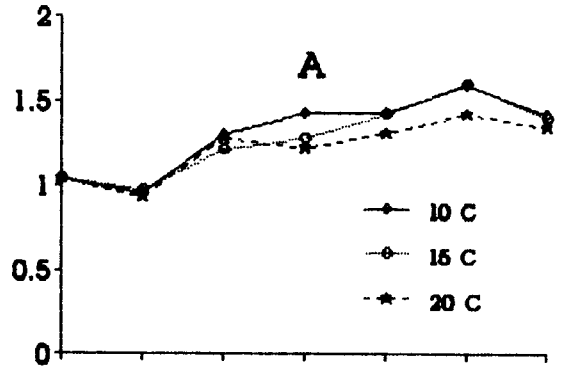
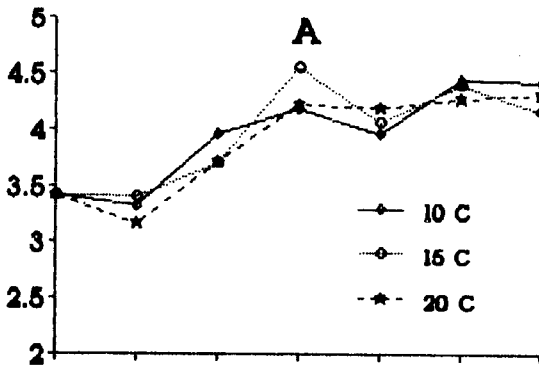


Fig. 3. Efecto de la temperatura de almacenamiento (A), la temperatura de secado (B) y el contenido de humedad (C) en el desarrollo radical de semilla de café cv. Caturra.

Fig. 4. Efecto de la temperatura de almacenamiento (A), la temperatura de secado (B) y el contenido de humedad (C) en el peso seco de plántulas de café cv. Caturra.

secó a temperatura ambiente. El porcentaje de humedad demostró ser un factor importante, ya que la semilla con 40% de humedad obtuvo valores mayores que aquella con 30%. También, la temperatura de almacenamiento tuvo efectos marcados sobre la longitud del hipocótilo; la tempera-

tura de 20°C produjo hipocótilos de menor longitud que las temperaturas de 10 y 15°C.

El análisis de la longitud de la radícula (Figura 3) y del peso seco de las plántulas (Figura 4), muestra tendencias opuestas a las anteriores, ya que en ambos casos se observó un aumento en

los valores conforme pasó el tiempo. Se encontró que la humedad de 40% en la semilla produjo los valores mayores en longitud de la radícula, aunque no en peso seco. También se encontraron diferencias significativas debido a los efectos de las temperaturas de almacenamiento y de secamiento, donde los valores mayores se obtuvieron cuando se almacenó a 10 y 15°C y en semilla secada a temperatura ambiente.

Los resultados del uso de conductividad eléctrica para la determinación del vigor de la semilla no se consignan ya que fueron muy erráticos y no permitieron establecer ninguna relación con la viabilidad o el vigor de la semilla.

El estudio de la interacción entre la temperatura de secamiento y la temperatura de almacenamiento mostró un comportamiento similar en el porcentaje de germinación, la longitud del hipocótilo, la longitud de la radícula, la conductividad eléctrica y el peso seco. En todos estos casos, el comportamiento de la semilla almacenada a 10 y 15°C fue muy similar cualquiera que hubiera sido la temperatura de secamiento. Sin embargo, los valores disminuyeron considerablemente al almacenar la semilla a 20°C, cuando ésta fue secada a 40°C. Un resultado muy similar fue detectado en la interacción de la temperatura de secamiento con la humedad final de la semilla, donde las diferencias al almacenar a 10 y 15°C fueron muy pocas, pero disminuyeron en sus valores al almacenar a 20°C semilla con un 30% de humedad.

## DISCUSION

### Efecto de la temperatura de secamiento

La temperatura de secamiento tuvo gran importancia en la capacidad germinativa y el vigor de la semilla expresado en términos de porcentaje de germinación, longitud del hipocótilo, longitud de la radícula y peso seco de la plántula. La germinación y la longitud del hipocótilo disminuyeron paulatinamente a través del tiempo y se observó que la semilla secada a 40°C produjo valores menores para ambas variables. Esta disminución en la longitud ha sido mencionada en el pasado por Arias, *et al.* (1981) y por Rodríguez y Leme (1985). El hecho de que exista una estrecha relación entre la germinación y la longitud del hipocótilo permite pensar que ésta última podría ser utilizada como un criterio para determinar el vigor de

la semilla, tal como ha sido utilizada en otros cultivos (ISTA, 1981).

Por el contrario, tanto la longitud de la radícula como el peso seco aumentaron a través del tiempo. Aunque el estudio de la relación hipocótilo-radícula no se incluyó en este trabajo, se demostró que la magnitud del aumento en estas 2 variables tiene una estrecha relación con la disminución en la longitud del hipocótilo. El incremento en el peso seco se puede explicar, en este caso, por un aumento en el número de raíces secundarias.

La conductividad eléctrica no resultó un buen parámetro para determinar el vigor de la semilla, ya que los resultados, en general, fueron sumamente erráticos. En este experimento se siguió el procedimiento descrito por AOSA (1983), el cual es utilizado en otras semillas con características morfológicas y fisiológicas diferentes al café, por esta razón cabría determinar si esta metodología es la adecuada en el caso del café, o si por el contrario, se debe encontrar un método adecuado a sus características fisiológicas.

### Efecto del contenido de humedad de la semilla

El contenido de humedad demostró ser un factor muy importante en el vigor y la viabilidad de la semilla. Los valores de germinación fueron siempre más bajos con la humedad de 30% que con la de 40%, lo cual coincide con otros trabajos (Rodríguez y Leme, 1985; Van der Vossen, 1979). La explicación para este comportamiento inusual es que en semillas con un contenido de humedad de 40%, apenas un poco inferior al contenido de humedad de imbibición, operan mecanismos que permiten disminuir el efecto de los procesos de deterioro (Villiers y Edgecumbe, 1975; Wilson y McDonald, 1986; Savino *et al.*, 1979; Burgass y Powell, 1984). Este punto es muy importante, ya que además de que la viabilidad se conservó mejor con altos contenidos de humedad, también es cierto que la disminución en la germinación fue pequeña, aún después de 36 semanas de haber sido almacenada. Al igual que con la germinación, el efecto sobre la longitud del hipocótilo fue más fuerte cuando la semilla se almacenó a 30% de humedad. El hecho de que la germinación declinara más lentamente que la longitud del hipocótilo parece confirmar que esta última medida se puede utilizar como un indicador del vigor. Esto coincide con lo que anotan Bewley y Black (1982) y Delouche (1982), que el vigor se pierde más rápidamente que la viabilidad en la semilla.

### Efecto de la temperatura de almacenamiento

En todos los casos no se encontraron diferencias en el vigor y la viabilidad cuando las semillas fueron almacenadas a 10 ó 15°C, que constituyeron los mejores tratamientos para la conservación de la viabilidad; los resultados obtenidos con la temperatura de 20°C fueron menores y parecen indicar la conveniencia de utilizar temperaturas bajas cuando se piense almacenar semilla por períodos prolongados. Estos resultados coinciden con trabajos realizados por Aguilera y Goldbach (1980) y por Ortuño (1982), quienes encontraron que a temperaturas menores de 20°C la conservación de la semilla es favorecida por condiciones de alta humedad relativa, mientras que a temperaturas superiores, la alta humedad es detrimental.

En este trabajo fue muy evidente la interacción de la temperatura de almacenamiento con la temperatura de secamiento y el contenido de humedad, ya que la temperatura de 20°C

fue crítica cuando la semilla fue secada a alta temperatura (40°C) y a bajo contenido de humedad (30%). Esto coincide con lo encontrado en la literatura (Arcila-Pulgarín, 1976; Bendaña, 1962; Van der Vossen, 1979; Bourhamont, 1971; Aguilera y Goldbach, 1980; Ortuño, 1982) en donde se señala que las semillas de café sufren un deterioro acelerado cuando se les seca a altas temperaturas o cuando el contenido de humedad es más bajo de lo conveniente para la especie.

### RESUMEN

Se analizó el vigor y la viabilidad de semillas de café después de haber sido secadas a diferentes temperaturas (temperatura ambiente y a 40°C) hasta que alcanzaron diferentes contenidos de humedad (30 y 40%) y almacenadas bajo diferentes condiciones (10, 15 y 20°C) por un período de 36 semanas. El vigor de la semilla se estudió con base en: la longitud del hipocótilo y de la radícula, el peso seco de plántula y la conductividad eléctrica de la semilla.

Se encontró una estrecha relación entre la viabilidad y la longitud del hipocótilo, lo que indica que éste último puede ser utilizado como un indicador del vigor. Asimismo, se observó un incremento en la longitud de la radícula y en el peso seco de las plántulas conforme avanzó el almacenamiento. La prueba de conductividad eléctrica no mostró un patrón definido que permitiera correlacionar estas mediciones con el vigor de la semilla.

Los valores de germinación más altos se obtuvieron a través de todo el experimento en semillas con 40% de contenido de humedad, almacenadas a 10 y 15°C y secadas a temperatura ambiente.

### LITERATURA CITADA

- AGUILERA, H.; GOLDBACH, H. 1980. Storage of coffee (*Coffea arabica* L.) seed. *Journal of Seed Technology* 5(2):7-12.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. 1983. Seed vigour testing handbook (Contribution No.32). The Seed Vigour Test Committee of AOSA 88 p.
- ARCILA-PULGARIN, J. 1976. Influencia de la temperatura de secado en la germinación de las semillas de café. *CENICAFE* (Colombia) 27(2):89-91.
- ARIAS, O.; ECHANDI, R.; GUTIERREZ, G. 1981. Evaluación de la capacidad de conservación de semilla en seis cultivares de café. *In* Jornadas de investigación (1., 1981, San José). Resúmenes. San José, Universidad de Costa Rica. p. 33-34.
- BENDAÑA, F.E. 1962. Fisiología de las semillas de café. I. Problemas relativos al almacenamiento. *Café* (Turrialba) 4(15):93-96.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. 1982. Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination. Vol II. Viability, dormancy and environmental control. Berlin, Springer-Verlag. p.1-59.
- BOUHARMONT, P. 1971. La conservation des graines de cafeier destinees a la multiplication au Cameroun. *Café, Cacao, Thé* (Francia) 35(3):202-210.
- BURGASS, R.W.; POWELL, A.A. 1984. Evidence for repair process in the invigoration of seeds by hydration. *Annals of Botany* 53(5):753-757.
- DELOUCHE, J.C. 1982. Concept and importance of seed vigor. *In* Short course for seedsmen. Proceedings. Mississippi State University, Seed Technology Laboratory. 24:107-114.
- GONZALEZ, J.A. 1973. Germinación de la semilla de *Coffea arabica* var Bourbon y Pacas almacenada en polietileno a distintas humedades. *Siades* (El Salvador) 1(4):39-40.
- HEYDECKER, W. 1972. Vigour. *In* Viability of seeds. Ed. by E.H. Roberts. London, Chapman and Hall. p. 145-245.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1976. Reglas internacionales para ensayos de semillas. Madrid, Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero. 184 p.

- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1981. Manual de métodos de ensayos de vigor. Trad. por L. Martínez Vasallo y F. González Torres. Madrid, Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero. 56 p.
- ORTUÑO, F. 1982. Efecto de las condiciones de almacenamiento sobre la viabilidad y el vigor de la semilla de café (*Coffea arabica* L.). Tesis Ing.Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 43 p.
- RODRIGUEZ, W.; LEME, M.C. 1985. Interferencia do teor de umidade das sementes de café na manutenção de sua qualidade fisiologica. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 20(5):545-550.
- SAVINO, G.; HAIGH, P.M.; DeLEO, P. 1979. Effects of presoaking upon seed vigour and viability during storage. Seed Science and Technology (Holanda) 7(1):57-64.
- VILLIERS, T.A.; EDGECUMBE, D.J. 1975. On the cause of seed deterioration in dry storage. Seed Science and Technology (Holanda) 3(3-4):761-774.
- VOSSSEN, H.A.M., van der. 1979. Methods of preserving the viability of coffee seed in storage. Seed Science and Technology (Holanda) 7(1):65-74.
- WILSON, D.O.; McDONALD, M.B. 1986. The lipid peroxidation model of seed ageing. Seed Science and Technology (Holanda) 14:269-300.