

## MEDICION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN GRANOS BASICOS CON EL DETERMINADOR MOTOMCO 919<sup>1</sup>

Ramiro Alizaga\*  
Miguel Mora\*

### ABSTRACT

**Measurement of grain moisture content with the Motomco 919 determiner.** Electrical determiners of moisture content in grains are fast and practical, but the resulting humidity figures often inaccurate. One of the most common causes of this is poor use of equipment. This paper evaluates the adaptability of the Motomco 919 meter, commonly used in Costa Rica, to measure moisture content in locally grown grains.

Moisture measurements were made on five lots of unhulled rice (*Oryza sativa* L.), six lots of beans (*Phaseolus vulgaris* L.), five lots of corn (*Zea mays* L.) and three lots of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) from different zones of the country. Two samples were prepared from each lot, weighing one kg each moisture content ranged from 8 o/o to 28 o/o, at intervals of approximately 2 o/o. Each sample was measured for moisture content with the oven method and with the Motomco 919 electric meter, and the resulting readings were converted into moisture percentages, using conversion tables provided by the manufacturer.

No differences were found among Motomco readings on grain samples with similar moisture contents, but originating from different zones of the country. Therefore, a single conversion table could be used for each grain throughout the country.

No significant differences were found for corn or sorghum ( $P \leq 0.05$ ) between moisture content readings with the Motomco and those obtained in the oven. For rice, oven moisture readings and Motomco measurements were similar to nearly 20 o/o. After that point, the moisture obtained with the Motomco was significantly less ( $P \leq 0.05$ ) than that measured in the oven. Bean moisture levels estimated with the Motomco were always much higher (from 1.2 to 1.7) than those of the oven.

The differences between moisture content as determined with the oven and as measured with the Motomco can be attributed to the use of meter conversion tables that are not adapted to local products. The meter itself proved very accurate, and therefore the conversion tables currently used in the country must be revised.

### INTRODUCCION

El contenido de humedad es uno de los aspectos más importantes durante los procesos de compra, venta, secamiento y almacenamiento de granos. Entre los procedimientos más confiables

---

1 Recibido para su publicación el 16 de junio de 1982.  
\* Centro para Investigaciones en Granos y Semillas, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

para determinar el contenido de humedad de los granos se encuentran los métodos basados en los principios de secamiento o destilación tales como el método del horno, el de destilación con tolueno y el Brown Duvel (27). Estos métodos, sin embargo, tienen el inconveniente de que se necesita por lo menos una hora (en la mayoría de los casos mucho más tiempo) para determinar el contenido de humedad de una muestra. Esto los hace poco prácticos en algunas fases del manejo tales como el recibo de grano del campo y el secamiento. Debido a esos problemas de medición de humedad se usan otros métodos con los que se puede estimar el contenido de humedad de los granos en pocos minutos. Los más comunes utilizan higrómetros eléctricos que son rápidos y prácticos pero tienen el inconveniente de que, frecuentemente, los resultados de humedad son inexactos, lo que conduce a tomar decisiones erróneas que pueden tener consecuencias graves en cuanto al manejo y comercialización de los granos (2, 5, 6).

Para este trabajo se seleccionó el determinador de humedad Motomco 919 por ser uno de los más usados en nuestro medio. Este aparato es práctico y preciso pero tiene el inconveniente de que normalmente se asume que las tablas para convertir las lecturas del aparato a contenidos de humedad se pueden usar en toda ocasión, independientemente de la zona o de las condiciones en que se produce el grano, lo cual es incorrecto. Las variaciones estacionales, varietales y climáticas afectan la relación entre las propiedades eléctricas de los granos y su contenido de humedad, por lo que es necesario revisar continuamente las tablas usadas para convertir esas propiedades eléctricas, que son las que estos aparatos miden, y los contenidos de humedad del grano (3, 4, 7, 8, 10).

El objetivo de este trabajo fue determinar si usando las tablas de conversión de lecturas del Motomco suplidas por la fábrica, se puede medir correctamente con este aparato, el contenido de humedad de los granos en Costa Rica. Para determinar lo anterior se midió la humedad de varios lotes de grano por medio del horno y se comparó con la estimada con el Motomco.

## MATERIALES Y METODOS

Las pruebas de humedad de este ensayo se hicieron con lotes de grano producido durante el

Cuadro 1. Procedencia de los diferentes lotes de granos usados para evaluar las tablas de conversión del Motomco 919.

No. de lotes	Grano	Procedencia
2	Arroz en granza	Guanacaste
1	Arroz en granza	Orotina
1	Arroz en granza	Puerto Cortés
1	Arroz en granza	Parrita
2	Frijol	Buenos Aires de Osa
2	Frijol	San Isidro (El General)
1	Frijol	Laurel (Corredores)
1	Frijol	Chile (América del Sur)
2	Maíz	Laurel (Corredores)
2	Maíz	Puerto Cortés
1	Maíz	Guácimo (Pococí)
2	Sorgo	Guanacaste
1	Sorgo	Estados Unidos de Norte América

período agrícola 1979-1980. Se utilizaron cinco lotes de arroz en granza (*Oryza sativa* L.), seis lotes de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), cinco de maíz (*Zea mays* L.) y tres de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) provenientes de diferentes zonas del país (Cuadro 1). Los granos se obtuvieron en los centros de compra del Consejo Nacional de Producción el mismo día que llegaban del campo. Al llegar al laboratorio el grano se limpió y se prepararon muestras de 1 kg, por duplicado, a las cuales se les ajustó la humedad de forma que, para cada lote, hubiese muestras con contenidos de humedad entre 8 y 28 % a intervalos aproximados de 2 %.

Para preparar las muestras con contenidos de humedad superiores a la humedad de campo se les agregó agua destilada con una bomba de aspersión. Las humedades inferiores a la humedad de campo se obtuvieron secando las muestras lentamente por exposición a un ambiente con 25 C y cerca de 60 % de humedad relativa. Después de obtener el contenido de humedad deseado, las muestras con baja humedad se almacenaron durante siete días a 25 C en bolsas de polietileno cerradas herméticamente, para permitir una distribución uniforme de la humedad en el grano. Las muestras con humedades superiores a 20 % se almacenaron a 15 C para reducir el desarrollo de hongos.

Transcurrido este período de equilibrio se procedió a hacer las determinaciones de humedad con el Motomco y el horno.

Las lecturas del Motomco 919 se obtuvieron en un aparato nuevo cuya calibración se comprobó constantemente con el material de plástico suplido por la fábrica para este propósito. Tanto las muestras como el aparato se mantuvieron a 25 C y se hicieron tres lecturas de cada muestra. Los contenidos de humedad estimados mediante las tablas de conversión suplidas con el Motomco, fueron comparados con las humedades obtenidas mediante el método del horno, siguiendo la metodología recomendada por la American Association of Cereal Chemist (AACC) (1).

## RESULTADOS Y DISCUSION

A pesar de que el tamaño, la forma, la densidad, y el cultivar del grano así como el clima y suelo donde se produjo afectan las lecturas de los medidores de humedad (5, 6, 8, 9, 10), en el presente ensayo no se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre las lecturas del aparato correspondientes a cada humedad, de granos de diferentes cultivares provenientes de las diferentes regiones del país. Tampoco se encontraron diferencias entre el sorgo producido en el país y un lote proveniente de los Estados Unidos de Norte América pero sí entre las curvas de humedad para el frijol nacional y un lote importado de Chile.

La ausencia de diferencias entre los lotes de grano nacionales permite elaborar una sola tabla de conversión para cada grano que se pueda usar para medir la humedad de lotes provenientes de las diferentes regiones del país, que es la forma en que se presentan a continuación.

### Arroz

Las humedades del arroz en granza obtenidas con el Motomco son estadísticamente iguales ( $DMS 0,05 = 1,6 \text{ ‰}$ ) a las obtenidas con el horno hasta 20,1 ‰ de humedad (Fig. 1). A partir de este nivel las humedades obtenidas con el Motomco son significativamente menores que las obtenidas con el horno y esta diferencia se hace mayor conforme aumenta la humedad. Cuando el arroz tuvo 27,9 ‰ de humedad la estimación hecha con el Motomco fue de solamente 22,1 ‰. Entre las

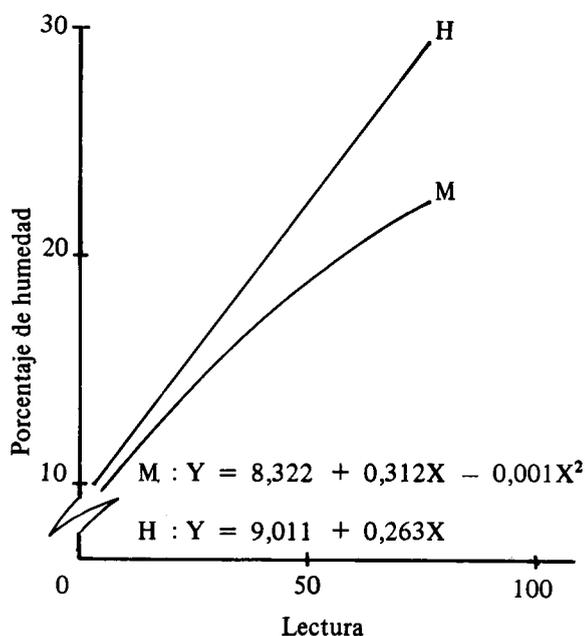


Fig. 1. Correspondencia entre las lecturas obtenidas con el Motomco 919 y los respectivos contenidos de humedad determinados con la tabla de conversión (No. RR-1-A) (M) y con el horno (H), para arroz en granza.

consecuencias de cometer errores de esta magnitud se puede mencionar el perjuicio económico que significa para el comprador el pagar gran cantidad de agua (no medida por el Motomco) como si fuese grano. Otra consecuencia importante es que la cantidad de agua que no fue detectada, no se toma en consideración al hacer los cálculos de disminución de peso durante el secamiento, afectando, así, los controles de existencias.

Para el arroz en granza con alta humedad las lecturas del Motomco también fueron significativamente menores ( $DMS 0,05 = 1,0 \text{ ‰}$ ) que las obtenidas con el horno cuando las humedades estaban entre 26,7 y 28 ‰ (según el horno) pero a humedades mayores (hasta 31,5 ‰) la diferencia no fue significativa (Fig. 2). En estas muestras con alta humedad la diferencia entre el horno y el Motomco fue de 1,6 ‰ o menor por lo que no tiene tanta importancia como en aquellas con baja humedad. Cuando la humedad real estuvo entre 25 y 27 ‰ fue posible estimar la humedad con el Motomco tanto mediante la tabla de conversión

para grano con humedad normal (Tabla No. RR-7-A) como con la tabla para grano con alta humedad (No. RR-7). Los resultados obtenidos con cada tabla diferían en 3 0/o o más de humedad.

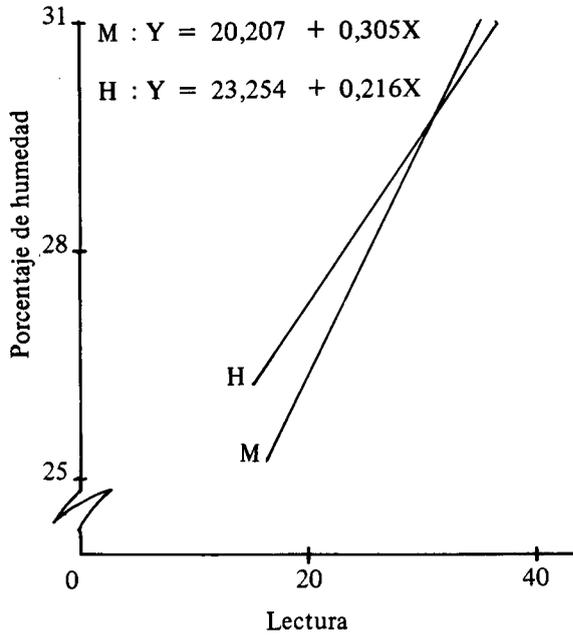


Fig. 2. Correspondencia entre las lecturas obtenidas con el Motomco 919 y los respectivos contenidos de humedad determinados con la tabla de conversión (No. RR-7) (M) y con el horno (H), para arroz en granza.

**Frijol**

En frijol también se encontraron diferencias significativas (DMS 0,05 = 1,0 0/o) entre las humedades medidas en el horno y las estimadas con el Motomco (Fig. 3). Las humedades estimadas con el Motomco fueron entre 1,2 y 1,7 0/o mayores que las del horno. En este caso, el error perjudica al vendedor (generalmente el productor) ya que se está considerando que su grano tiene mayor humedad de la que realmente posee. Otro efecto de este tipo de error es que si el grano se seca a 13 0/o, según las lecturas del Motomco, en realidad se estará secando hasta 11,8 0/o de humedad lo que representa un gasto innecesario de tiempo y energía.

En la Fig 4 se presenta la relación que se encontró entre las lecturas del Motomco y la hume-

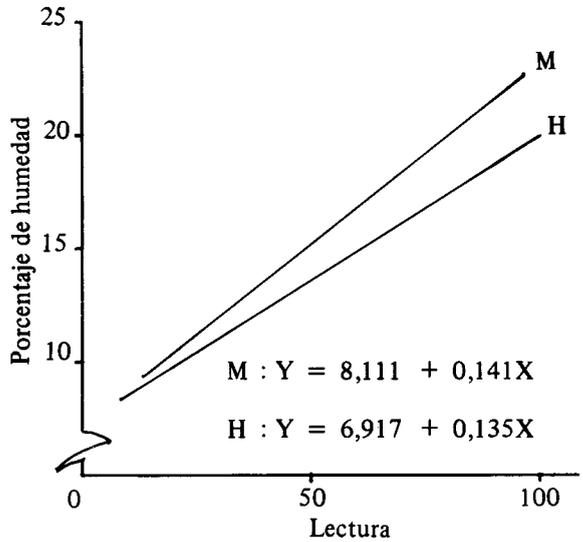


Fig. 3. Correspondencia entre las lecturas obtenidas con el Motomco 919 y los respectivos contenidos de humedad determinados con la tabla de conversión (No. B-1) (M) y con el horno (H), para frijol.

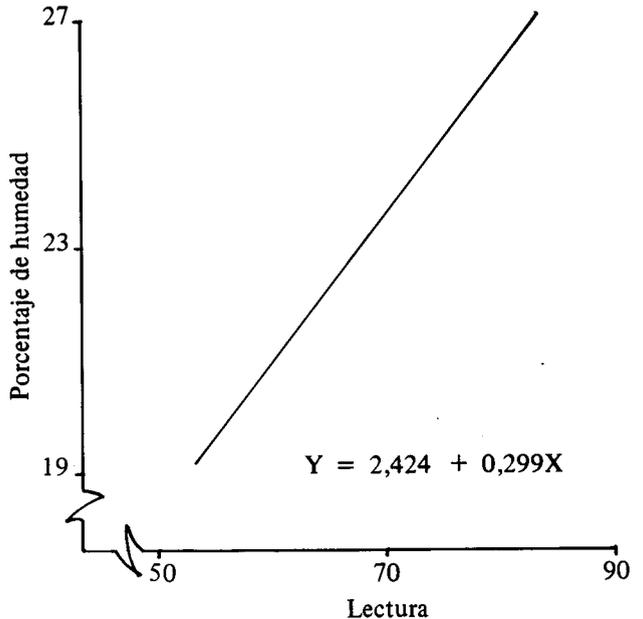


Fig. 4. Correspondencia entre las lecturas obtenidas con el Motomco 919 y los respectivos contenidos de humedad determinados con el horno, para frijol (humedad "alta").

dad del frijol con alta humedad ya que la fábrica no da una tabla para efectuar esta comparación.

### Maíz

No se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre los contenidos de humedad de maíz con humedad normal y alta obtenidos por medio del horno o con el Motomco (Figs. 5 y 6). En este caso, se puede asumir que las tablas de conversión suplidas con el Motomco se pueden utilizar para estimar la humedad del grano nacional.

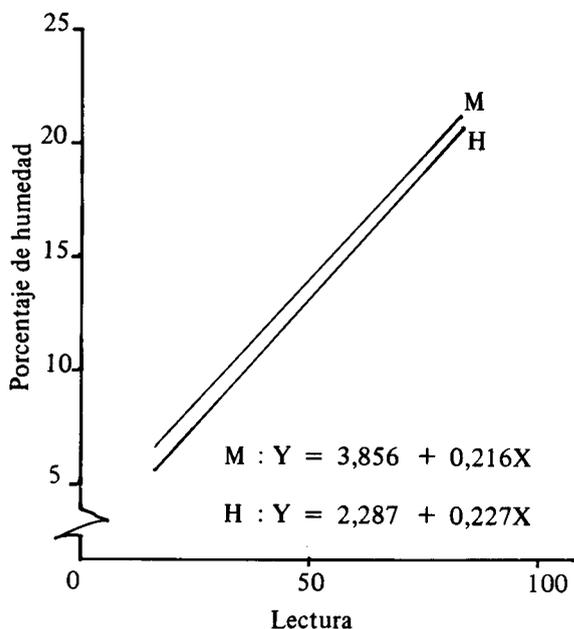


Fig. 5. Correspondencia entre las lecturas obtenidas con el Motomco 919 y los respectivos contenidos de humedad determinados con la tabla de conversión (No. C-1-C) (M) y con el horno (H), para maíz.

### Sorgo

Los resultados con el sorgo fueron similares a los del maíz, o sea que no hubo diferencia entre las humedades determinadas con el Motomco y por medio del horno (Fig. 7). Sin embargo, es importante notar que en humedades cercanas al 24 o/o el Motomco da lecturas hasta 2 o/o menores que el horno por lo que es conveniente evitar el uso de las tablas actuales para medir humedades altas en sorgo.

Debido a la gran importancia económica que

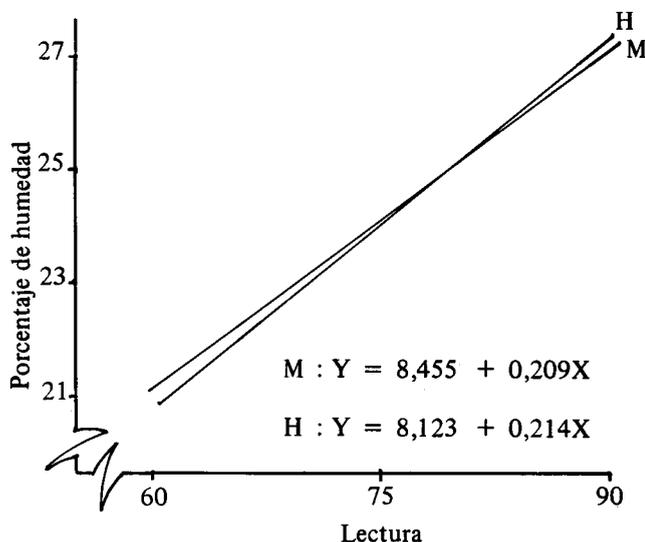


Fig. 6. Correspondencia entre las lecturas obtenidas con el Motomco 919 y los respectivos contenidos de humedad determinados con la tabla de conversión (No. C-2-D) (M) y el horno (H), para maíz con alta humedad.

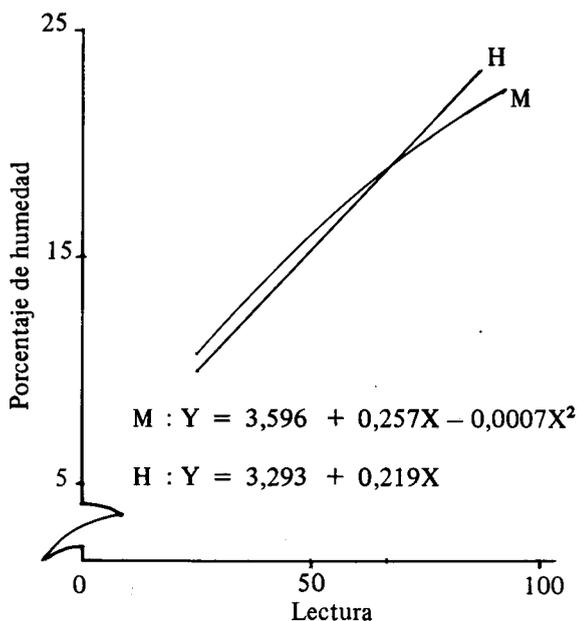


Fig. 7. Correspondencia entre las lecturas obtenidas con el Motomco 919 y los respectivos contenidos de humedad determinados con la tabla de conversión (No. G-1-B) (M) y con el horno (H), para sorgo.

tiene la correcta medición del contenido de humedad de los granos, los resultados de este ensayo solamente deben tomarse como una indicación de lo que sucede en el país con la medición de humedad con el Motomco. Algunas consideraciones generales que podemos resumir del presente trabajo son:

1. El determinador de humedad Motomco 919 es muy preciso ya que en las 172 muestras analizadas nunca se encontraron diferencias mayores de 0,2 % de humedad entre las tres lecturas hechas a cada muestra.
2. Las tablas de conversión de las lecturas del Motomco a contenidos de humedad del grano (según el horno) no son apropiadas para medir la humedad del arroz y frijol nacionales pero sí lo son para medir la humedad del maíz y del sorgo.
3. Se podría elaborar una sola tabla de conversión por grano para todo el país, ya que no se encuentran diferencias entre las lecturas del Motomco hechas a muestras con contenidos de humedad similares pero provenientes de diferentes zonas del país.

### RESUMEN

Los determinadores eléctricos de contenido de humedad en los granos son rápidos y prácticos pero frecuentemente las humedades obtenidas son inexactas. Una de las causas más comunes por las que se presenta esta situación, es el uso inadecuado de los aparatos. En este trabajo se evaluó la adaptabilidad del medidor Motomco 919, de uso común en Costa Rica, para medir el contenido de humedad de grano nacional.

Se hicieron mediciones de humedad en cinco lotes de arroz en granza (*Oryza sativa* L.), seis de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), cinco de maíz (*Zea mays* L.), y tres de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), provenientes de diferentes zonas del país. De cada lote se prepararon por duplicado, muestras de 1 kg con contenidos de humedad entre 8 y 28 % a intervalos aproximados de 2 %. A cada muestra se le determinó el contenido de humedad con el método de horno y con el medidor eléctrico Motomco 919 transformando las lecturas obtenidas con este aparato a porcentajes

de humedad mediante las tablas de conversión suplidas por el fabricante.

No se encontraron diferencias entre las lecturas del Motomco realizadas en muestras de grano con contenidos de humedad similares, pero provenientes de diferentes zonas del país, por lo que podría usarse una sola tabla de conversión para cada grano en todo el país.

Para maíz y sorgo no se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre las humedades estimadas con el Motomco y las obtenidas mediante el horno. Para arroz, las humedades obtenidas con el horno y con el Motomco resultaron semejantes hasta cerca de 20 %. Después de este punto, la humedad obtenida con el Motomco fue significativamente menor ( $P \leq 0,05$ ) que la determinada con el horno. La humedad del frijol, estimada con el Motomco, fue siempre significativamente mayor (entre 1,2 y 1,7) que la del horno.

Las diferencias entre contenidos de humedad determinados con el horno y con el Motomco son atribuibles al uso de tablas de conversión del medidor que no se adaptan al grano nacional. El medidor en sí, resultó muy preciso y lo que se hace necesario es revisar las tablas de conversión usadas actualmente en el país.

### LITERATURA CITADA

1. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Approved methods. 9 ed. St. Paul, Minnesota, AACC, 1976. v. 2, pp. 44-15A.
2. ANDERSON, J. Some facts concerning vacuum-oven moisture determination. Kansas Agricultural Experiment Station. No. 13. 1936. 15 p.
3. BROOKER, D., BAKKER, F. y HALL, C. Drying cereal grains. 1 ed. West Port, Connecticut, AVI, 1974. pp. 6-9.
4. COOK, B., HOPKINS, J. y GEDDES, W. Rapid determination of moisture in grain. I. Comparison of 130 C air oven and Brown-Duvel methods with vacuum oven method. Canadian Journal of Research 2(3): 264-289. 1934.
5. ——. Rapid determination of moisture in grain. II Calibration and comparison of electrical moisture meters with vacuum-oven for hard red spring wheat. Canadian Journal of Research 2(4): 409-447. 1934.

6. HAWARD, W. y PIXTON, S. Moisture its significance, behavior, and measurement. *In* Christensen, C., ed. Storage of cereal grains and their products. 2 ed. St. Paul, Minnesota, AACC, 1974. pp. 2-48.
7. HLINKA, I. y ROBINSON, D. Moisture and its measurement. *In* Anderson, J. y Alcock, A., eds. Storage of cereal grains and their products. 1 ed. St. Paul, Minnesota, AACC, 1954. pp. 1-42.
8. MACKAY, P. The measurement of moisture content. *Tropical Stored Products Information* (Inglaterra) 14: 21-30. 1967.
9. U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURAL MARKETING SERVICE. Measuring moisture in grain. Washington, D.C., 1963. 9 p. (mimeografiado).
10. ZELENY, L. Methods for grain moisture measurement. *Agricultural Engineering* 35: 252-257. 1954.