

## INCIDENCIA DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LAS SEMILLAS DE MAIZ EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD A TRAVES DE LA COSECHA Y BENEFICIO

Edgar A. López M.<sup>1</sup> - Orlando Agudelo<sup>2</sup> -  
Diego Cifuentes<sup>3</sup> Horacio Carmen<sup>2</sup>

### COMPENDIO

*En semilla cosechada con 17.8, 14 y 13.5% de humedad, se determinó el porcentaje de daño físico y/o mecánico, el porcentaje de germinación, la cantidad de materia seca y el porcentaje de vigor. Al cosechar con 17.8% de humedad se obtuvo 0.88% de daño físico, con 14 y 13.5% de humedad se obtuvo 3.25 y 3.63% de daño; El porcentaje de germinación en la cosecha con 17.8% de humedad fue de 96.4% y en la cosecha con 14 y 13.5% de humedad fue 93.3 y 91.1%; El vigor fue 86.4% en la cosecha con 17.8% de humedad y 81.05% en la cosecha con 14 y 13.5% y el índice de velocidad de emergencia fue de 12.3 en la semilla cosechada con 17.8% de humedad y 11.9 en la cosecha con 14 y 13.5%. La variación en el contenido de materia seca con relación al contenido de humedad de la semilla se explicó mediante la función  $Y = 106.901 + 2.6867(Xi - 18.65)$  para Xs entre 22 y 13% de humedad.*

**Palabras clave:** Zea mays Var ICA V-109; Calidad de semillas; Producción

### ABSTRACT

#### EFFECT OF MOISTURE CONTENT OF MAIZE SEED ON PRODUCTIVITY AND QUALITY FROM HARVESTING TO PROCESSING

*This research was carried out to determine the opportune time of harvest for seed corn (Zea Mays) variety ICA V-109 by doing two studies. In the procedure three moisture levels of harvest, 18% and 14% and 13.5%, were compared through the processing. Besides, it was determined percentage of physical and/or mechanical damage, percentage of germination, dry matter and vigor by the Aging Accelerated technique. The physical and/or mechanical damage of the harvested pure seed or both, 18%, 14% and 13.05% of moisture was 0.88%, 3.25% and 3.63%, respectively. The percentage of germination at the same moisture levels was 96.4%, 93.3% and 91.1%, respectively. Vigor of the harvested pure seed at 18%, and 14-13.5% of moisture levels was 86.4% and 81.1%, respectively. Seed dry matter variation was promoted by seed moisture content decreasing and determined by the function  $Y = 106.901 + 2.6867(Xi - 18.65)$ . Only: when X is varied from 22 to 13% of moisture content.*

**Keywords:** Zea mays var ICA V-109; Seed quality; Production

### INTRODUCCION

La cosecha es la etapa de la cadena productiva de maíz, donde el agricultor compromete gran parte de la calidad y cantidad de la semilla debido a la mala calibración en las cosechadoras y a la época errada en la recolección (Para tener una idea, anualmente se pierde el 8% de la producción total en la cosecha). A partir de madurez fisiológica, la semilla pierde humedad y 25 días después las pérdidas en el campo son del 5% y la humedad estará cerca al 18%; a los 40 días

después de madurez, la humedad se habrá reducido al 15% y las pérdidas de materia seca ascienden al 12% (Figueredo, y DeRissi., 1997)

El contenido de humedad influye en forma notable en la viabilidad debido a que la máxima calidad fisiológica y acumulación de materia seca ocurren cuando la semilla se encuentra en el punto de madurez fisiológica. En ese momento, se inicia el proceso irreversible de deterioro, el cual se acentúa cuando las semillas están

<sup>1</sup>Ingeniero Agrónomo, Estudiante Esp. en Sistemas de Semillas; <sup>2</sup>Ingeniero Agrónomo, M.Sc. CORPOICA . A.A. 1301 <sup>3</sup>Ingeniero Agrícola, M.Sc. CORPOICA. A.A. 1301.

expuestas a fluctuaciones de humedad relativa, temperatura, vientos, condensación, lluvias, dehiscencia, plagas y microorganismos (Delouche, 1982).

La viabilidad de la semilla depende entre otros factores de la cantidad y calidad de las sustancias químicas contenidas en el embrión y en los tejidos de reserva. El deterioro de dichas sustancias lleva a la pérdida de vigor y germinabilidad, (Niembro, 1988); razón por la cual se considera necesario realizar la cosecha tan pronto como sea posible en forma oportuna y cuidadosa.

## **OBJETIVO**

Determinar el efecto del contenido de humedad de las semillas de maíz en el rendimiento y calidad a través de la cosecha y beneficio

## **PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

EL estudio se realizó con la variedad ICA V-109 del 10 de septiembre de 1997 a junio 5 de 1998, en las instalaciones de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, Regional 5; los análisis de vigor se realizaron en el laboratorio de recursos genéticos del CIAT, los de germinación y materia seca en el laboratorio de Certificación de Semillas del ICA y el acondicionamiento y secamiento en las instalaciones de Semillas Valle (Cali). La siembra se realizó mecánicamente con una distancia de 10 cm. entre plantas y 90 cm. entre surcos, en los campos de multiplicación de semillas 2 y 15, con un área total de 15 y 5.8 hectáreas, respectivamente; La textura del suelo del lote 2 corresponde a 35% de textura arcillo limosa serie 10; el lote 15 corresponde en un 70% a textura franco arcillosa serie 20 y en un 30% a textura franco arcillo limosa serie 10. Se efectuaron cosechas mecánicas con un contenido de humedad en la semilla del 18% y a los 11 días con el 14% en el lote 15 y en el lote 2 se cosechó con una humedad de 13.5%.

### **Estudio 1**

#### **Diseño del experimento**

Se utilizó un diseño completamente al azar, con los tratamientos en un arreglo factorial (3 x 4), porcentaje de humedad y métodos del manejo en Cosecha y Poscosecha (Cosecha manual M1, Cosecha con combinada M2, acondicionamiento M3 y secamiento M4) con 4 repeticiones.

Con base en el contenido de humedad de la semilla, en el método de cosecha y el beneficio se obtuvieron los siguientes tratamientos:

M1: Cosecha manual (en cruz) y tres contenidos de humedad. En el lote 15 se efectuó la cosecha con 17.8%

de humedad y 11 días después con el 14% de contenido de humedad; en el lote 2 con el 13.5% de humedad.

M2: Cosecha mecánica y tres porcentajes de humedad de cosecha. En la recolección se tuvieron en cuenta las siguientes indicaciones:

Velocidad de desplazamiento: Se desplazó en el CAMBIO uno (1) manteniendo la velocidad con 6 puntos de marcha

#### **Velocidad del Sistema de trilla:**

Velocidad del cilindro 550 R.P.M. Semilla Húmeda y 350 R.P.M. Semilla Seca

Apertura del cóncavo: seis (6)

Ajuste del sistema de limpieza adecuado a la variedad ICA V-109 (Chaparro 1990)

M3: Acondicionamiento, descargue en la tolva de recibo, transporte utilizando el elevador de cangilones y limpieza a través de la máquina de aire zaranda de semillas de los tres contenidos de humedad.

M4: Secamiento en semillas provenientes de cosechas con 18%, 14% y 13.5% de humedad. (Secador intermitente rápido de la planta de beneficio de Semillas Valle, aplicando aire a 45° C). El contenido de humedad de equilibrio fue del 14%. Las muestras se almacenaron en ambiente fresco y ventilado para determinar las pruebas de germinación, vigor y daño físico.

#### **Variables de respuesta:**

Porcentaje de daño físico y/o mecánico, porcentaje de germinación y vigor.

#### **Análisis de la información:**

También se efectuaron pruebas de comparación de medias (DMS) para cada una de los tratamientos.

#### **Los factores corresponden a:**

Factor 1: Porcentajes de humedad 14 y 17.8%

Factor 2: Cosecha manual M1, cosecha combinada M2, acondicionamiento M3 y secamiento M4.

Variable 1: Daño (Físico) y/o Mecánico

Variable 2: Porcentaje de Germinación

Variable 3: Porcentaje de Vigor ( Amezcua y otros, 1981; Steel y Torrie, 1995).

## **EVALUACIONES**

### **Porcentaje de Humedad**

La prueba de humedad se realizó utilizando el determinador de humedad universal basado en el

principio de resistencia, una masa de semilla de 60 gramos es sometida a una presión determinada, la cual pone resistencia al paso de la corriente, el equipo posee un omnímetro que genera corriente y dependiendo del grado de humedad de la semilla permite un mayor o menor paso de la corriente; el equipo posee un dial circular con lectura del omnímetro y con corrección de temperatura de la semilla, que hace coincidir estas lecturas permitiendo que el dial exterior marque la humedad de la semilla, este equipo es de alta precisión para semillas con rangos de humedad entre 7 y 22 %. La evaluación se realizó a una misma hora del día (11 a.m.) en que se presentaban condiciones ambientales similares de temperatura y humedad relativa.

### Prueba de daño Físico y/o Mecánico

Se realizó utilizando la prueba de verde rápido (solución oxalato verde de malaquita 0.1%). Esta prueba determinó la extensión del daño del pericarpio de la semilla de maíz; El verde rápido en concentraciones bajas no es tóxico para los embriones y las plántulas pequeñas, por lo tanto, se pueden poner a germinar semillas coloreadas y evaluar las plántulas normales y anormales para detectar la naturaleza del daño ocasionado durante la cosecha y poscosecha en operaciones como trilla, acondicionamiento y secamiento. Para realizar esta prueba se dispuso de los siguientes *materiales*, Oxalato verde de malaquita, 2 bandejas plásticas, vasos de precipitado de 250 ml, recipiente de 1000 ml para mezclar verde rápido en agua, toallas de papel y agua común.

### Metodología

Se preparó una solución de verde rápido al 0.1 % (1 g/ 1000 ml agua) y se separaron 200 semillas de la muestra, descartándose las semillas con fisuras profundas y semillas partidas.

Las semillas se depositaron en los recipientes (Bekers) y se les vertió solución de verde rápido hasta que estas se sumergieron luego se agitó la semilla en el recipiente a intervalos durante los primeros 30 segundos y se dejó reposar durante 2 minutos. Posteriormente se vertió la solución de verde rápido y se enjuagó la semilla en agua corriente para extenderla sobre una toalla de papel y así evaluarlas en cuatro repeticiones de 50 semillas cada una.

Se contó el número de semillas con rupturas teñidas en el pericarpio, y se calculó el porcentaje de semilla dañada. (Peske y Aguirre 1992.)

### Prueba de germinación

Se determinó treinta días después de cosecha (ISTA, 1985).

### Prueba de vigor

Se determinó 30 días después de cosecha, mediante la prueba de "Envejecimiento Acelerado" a una temperatura controlada de 41°C y un ambiente de humedad relativa del 100% durante 96 horas.

Posteriormente, las semillas se colocaron en una prueba estándar de germinación con 4 repeticiones de 50 semillas y se tomaron como vigorosas las semillas que produjeron plántulas normales (Delouche, 1965; McDonald and Phaneendranath, 1978).

Para comparación se efectuó una prueba de vigor utilizando la técnica del índice de velocidad de emergencia 60 días después de cosecha, (Popinnigis 1985).

### Estudio 2

#### Diseño Experimental

Se evaluó el contenido de humedad alcanzado por las semillas de maíz ICA V-109. Con base en esta evaluación se determinó la variación de la materia seca en las semillas mientras permanecía en el campo en el estado 10. En el lote 15 del campo experimental se recolectaron mazorcas de 10 sitios preestablecidos de 3 x 3 metros de área útil caminando el lote en cruz, y cada muestra se mezcló para homogeneizar el lote de semillas, se realizaron cosechas diarias de 20 plantas (2 plantas de cada sitio) (11:00 a.m.) del 28 de enero al 16 de febrero de 1998. Se realizó un desgrane manual, de la parte central de la mazorca efectuó un conteo de cuatro repeticiones de 400 semillas con la ayuda del contador electrónico, se determinó el peso inicial para así determinar la humedad de las cuatro repeticiones de 400 semillas.

Se realizó un análisis de regresión lineal al cual se le efectuó un análisis de varianza utilizando el diseño completamente al azar.

**Variable de respuesta:** Materia Seca.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Daño físico y/o mecánico

El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas en los factores, porcentaje de humedad y métodos de manejo en cosecha y poscosecha.

La prueba de comparación de medias (DMS) señaló, que semillas cosechadas con 17.8% de humedad presentaron 0.88% de daño, valor significativamente menor que el daño alcanzado con semillas cosechadas con 14 y 13.5% de humedad que presentaron 3.3 y 3.6% a través del método de cosecha y el beneficio de la semilla, sin tener en cuenta el contenido de humedad

a la cosecha de la misma; en la cosecha manual se presentó cero (0) daño, valor significativamente menor al daño alcanzado con la cosecha de la combinada y el proceso de beneficio (Cuadro 1).

**CUADRO 1. Efecto del contenido de humedad de los métodos de cosecha y beneficio en el daño físico y/o mecánico de semillas de la variedad ICA V-109**

Humedad %	Daño físico (%)
17.8	0.88 b 1)
14.0	3.30 a
13.5	3.60 a
Métodos de cosecha y Poscosecha	Daño físico (%)
Cosecha. Manual	0.0 c 1)
Cosecha con. combinada	2.7 b
Acondicionamiento	4.8 a
Secamiento	2.8 b

1) promedio de cuatro repeticiones

Semillas con alteraciones físicas producto de mayor permanencia en el campo presentaron mayor cantidad de fisuras que se incrementaron por efecto de la mecanización y beneficio.

#### Porcentaje (%) de germinación

El análisis de varianza, mostró diferencias estadísticas significativas para los porcentajes de humedad de cosecha y los métodos de cosecha y poscosecha.

La prueba de comparación de medias (DMS), estableció diferencias significativas para porcentaje de humedad de cosecha, con el 17.8% de humedad se obtuvo 96.4% de germinación, en la cosecha con 14 % de humedad se obtuvo 93.3% y en la cosecha con 13.5%

**CUADRO 2. Efecto del contenido de humedad en la germinación de semillas de maíz ICA V-109**

Humedad %	Germinación (%)
17.8	96.4 a 1)
14.0	93.3 b
13.5	91.1 c

1) promedio de cuatro repeticiones

de humedad, se obtuvo 91.1% de germinación (Cuadro 2). Cuando la semilla se colecta con un porcentaje alto de humedad no se somete a un estrés del ambiente prolongado como lo han propuesto Barros Y Assis, (1984); Nkang y Umoh (1996).

La prueba de comparación de medias (DMS) señaló diferencias significativas entre la cosecha manual y las muestras colectadas después de acondicionamiento y secamiento (Cuadro 3).

**CUADRO 3. Efecto del método de cosecha y del beneficio en la germinación de semillas de maíz ICA V-109**

Métodos de cosecha y poscosecha	Germinación (%)
Cosecha manual	95.9 a 1)
Cosecha combinada	93.9 ab
Acondicionamiento	92.8 bc
Secamiento	91.0 c

1) promedio de cuatro repeticiones

#### Porcentaje (%) de vigor

Los análisis de varianza para la prueba de vigor, mostraron diferencias significativas entre los porcentajes de humedad de cosecha y entre los métodos de cosecha y poscosecha. Resultados que se explican por el elevado consumo de reservas de las semillas al prolongarse la permanencia en el campo, ya que el incremento de la humedad no es suficiente para que se inicie la germinación, siendo el deterioro consecuencia de la acumulación de productos de hidrólisis como ácidos grasos que dañan las mitocondrias, además aumentan el índice de respiración que altera la fisiología (Niembro, 1988.). La disminución del contenido de materia seca en las semillas es Efecto del contenido de humedad en el vigor explicado por la función:

$Y = 106.901 + 2.6867 (X_i - 18.65)$ , linealizado para  $X_s$  entre 23 y 13 %, propuesto en el estudio de materia seca.

La prueba de comparación de medias (DMS) para evaluar el efecto del contenido de humedad en el vigor de la semilla estableció que hubo diferencias significativas entre cosechar con 17.8% de humedad y cosechar con 14% y 13.5% utilizando tanto la técnica de Envejecimiento Acelerado como el índice de velocidad de emergencia (Cuadro 4).

Cuando la semilla se colectó con un porcentaje bajo de humedad se presentó mayor porcentaje de fisuras

**CUADRO 4. Efecto del contenido de humedad en el vigor de semillas de maíz ICA V-109**

Humedad (%)	Vigor Ind. Vel. Emergencia	Vigor Env. Acel. (%)
17.8	12.3 a	86.40 a 1)
14.0	11.9 b	81.05 b
13.5	11.9 b	81.05 b

1) promedio de cuatro repeticiones

por alteraciones físicas como consecuencia del mayor estrés del ambiente a que es sometida esta semilla. Esto causó posiblemente mayor consumo de reservas de la semilla por aumento en la actividad fisiológica (Barros y Assis, 1984.)

**CUADRO 5. Comparación de valores promedios de porcentaje de vigor de semillas de soyica P-34 cuando se cosecharon a través de dos métodos y cuando se sometieron a beneficio**

Métodos de cosecha y poscosecha	Vigor Ind. Vel. Emergencia	Vigor Env. Acel. (%)
Cosecha manual	12.5 a	92 a 1)
Cosecha comb.	12.0 b	80.8 b
Acondicionamiento	11.9 b	79.2 b
Secamiento	11.8 b	77.3 b

1) promedio de cuatro repeticiones

Al evaluar el efecto del contenido de humedad en el vigor de la semilla, la prueba de comparación de medias (DMS) para analizar los métodos utilizados en la cosecha y poscosecha (M1, M2, M3 y M4), arrojaron los siguientes resultados (Cuadro 5).

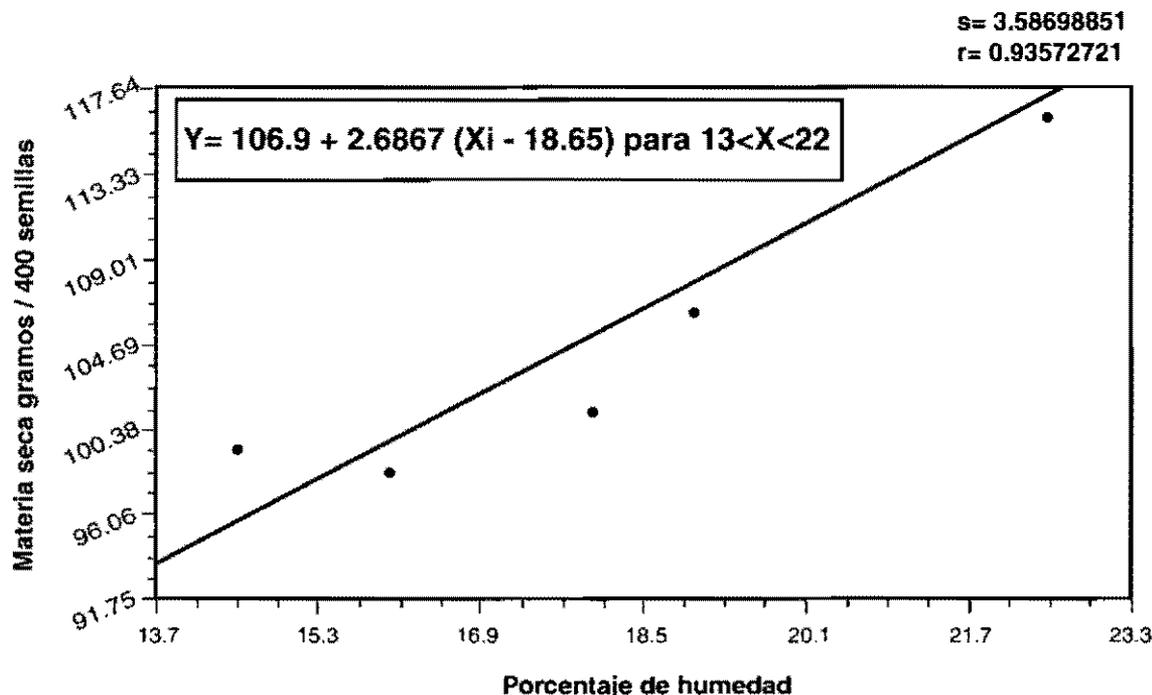
Estos promedios nos indican que el vigor se disminuyó lentamente en una cosecha de 17.8% de humedad a través de los métodos de manejo, de lo que se disminuyó con la cosecha de 14% y 13.5% en la que el vigor se perdió rápidamente.

**ESTUDIO 2**

Se estableció relación directa entre el contenido de humedad y la variación en la cantidad de materia seca indicando que cuando la semilla permaneció bajo condiciones de campo, durante un lapso con contenidos de humedad que varió del 22 al 14%. El contenido de materia seca se redujo en 2.6867 gramos /400 semillas por cada uno por ciento que disminuye la humedad. Fenómeno biológico explicado en 93.57% por la función  $Y = 106.901 + 2.6867 (X - 18.65)$  de regresión lineal, para valores de Xs entre 22 a 14% de humedad (Figura 1). Al parecer los cambios climáticos indirectamente promueven procesos como el incremento en la respiración, inicio de la formación de enzimas, inicio de la digestión, transporte y asimilación de reservas producto de alteraciones físicas y fisiológicas por efecto de las fluctuaciones de humedad relativa y temperatura en el trópico húmedo (Barros y Assis 1984

Al realizar la cosecha con un 18% de contenido de humedad se obtuvieron 105.15 g de materia seca en cada 400 semillas y al realizar la cosecha con 14% de contenido de humedad 11 días después se obtuvo 94.4 g en cada 400 semillas. Si se estima una producción de 5 t/ha se obtendría una diferencia en el rendimiento de 233.4 Kg / ha, que equivalen a 4.7% de pérdida de materia seca en las semillas en el rendimiento final. Pérdida debida al consumo de reservas acentuada por la fluctuación de la humedad relativa y la temperatura.

Hubo una alta correlación negativa entre el vigor de la semilla y el daño físico y/o mecánico (-0.55), producto de alteraciones físicas por estrés del ambiente, además golpes, fricciones y fracturas como consecuencia del proceso de recolección mecánica, transporte, acondicionamiento y secamiento. El daño mecánico con la producción presentó correlación negativa (-0.62) debido a que produce en la semilla alteraciones físicas que causan una pérdida de materia seca por desordenes fisiológicos (Barros y Assis, 1984.); El porcentaje de vigor con el rendimiento (0.57) presentó alta correlación y significancia, por tanto se concluye que las semillas colectadas con 17.8% de humedad presentaron mayor rendimiento por la menor pérdida de materia seca como consecuencia de no someter las semillas a un estrés ambiental prolongado y este hecho a su vez permitió obtener mayor vigor ya que es una semilla con mayor acumulación de reservas (ácidos grasos y proteínas) (Delouche, 1995.)



**FIGURA 1. Modelo de regresión lineal para variación de la materia seca de semillas de maíz ICA V-109 durante el tiempo de permanencia de la semilla en el campo, en contenidos de humedad comprendidos entre 22 y 14%**

### BIBLIOGRAFIA

AMEZQUITA M. C., ESCOBAR J.A., GARCIA J.A., MUÑOZ J.E. Manual de capacitación en biometría para la experimentación en frijol. CIAT 1981. 133 p.

BARROS J.F. y ASSIS A. 1984. Cualidades fisiológica e sanitaria de semillas de soja. Embrapa. (Circular Técnico N° 9) 37 p.

CHAPARRO, J.M. La combinada máquina cosechadora de granos. Bogotá: Universidad Nacional - SENA, 1990 51 p.

DELOUCHE, J. C. 1965. An Accelerated Aging technique for predicting relative storability of crimson clover and tall fescue seed lots. Agronomy abstracts, American society of Agronomists Meeting, 1965; 40 p.

DELOUCHE J. C. Physiological changes during storage that affect soybean seed quality. University of Illinois. 1982. p. 57 - 66.

DELOUCHE J. C. et al. 1995 Strategies for improving physiological seed quality. Bulletin 1029 MAFES Mississippi State University 27 p.

FIGUEREIDO y DE RISSI 1997. Artículo: Cadena productiva de maíz. Revista Seed news N 2

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1985. Internacional rules for seed testing Seed Science and Technology Vol 13 N°2, 520 p.

MCDONALD M. B. and PHANEENDRANATH B. R. 1978. A modified Accelerated Aging seed vigor test for Soybeans. Seed Technology, 3, 27-37

NIEMBRO A. 1988 La composición química de las semillas y su efecto en su conservación. Seminario taller sobre investigación en forestales. Bogotá Octubre de 1998 memorias documentación N° 018

NKANG A.; UMOH E. O. 1996. Six month storability of five soybean cultivars as influenced by stage of harvest storage temperature & relative humidity. Seed Science & Technology 25: 93-99.

PESKE T.S. y AGUIRRE. R. 1992. Manual para el beneficio de semillas. CIAT. Cali. 247 p.

POPINIGIS F. 1985. Fisiología da sementes, Brasília 289 p.

STEEL y TORRIE. Bioestadística Principios y Aplicaciones. 2 ed Mc Graw Hill, 1995. 622 p.