

EFFECTO DE LA COSECHA, SECADO Y PROCESAMIENTO SOBRE LA CALIDAD DE SEMILLA DE DOS CULTIVARES DE SOYA

(*Glycine max* (L.) Merrill)^{1/}

Jorge Herrera*
Ramiro Alizaga*

ABSTRACT

Effect of harvesting, drying and conditioning on the quality of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) seed of two cultivars. Soybean seed of two cultivars was harvested by hand at physiological maturity and prior to crop harvesting. Samples were also taken from the combine machine; after drying and during most of the conditioning steps.

A great amount of injury to the seed (13%) was produced due to the impossibility of an adequate calibration of the combines.

A reduction of 50% in germination and 30% in hypocotyl length (that was used as a deterioration indicator) were detected. Considerable increments in the percentages of abnormal seedlings and dead seeds were also found. Finally the number of seeds with mechanical damage or broken increased during seed conditioning.

It was concluded that the quality of the soybean seed depends on the adequate calibration of the combine machine, an appropriate drying and finally on avoiding strong descends of the seeds.

INTRODUCCION

La soya (*Glycine max* (L.) Merrill) constituye uno de los cultivos de más reciente introducción en Costa Rica, por lo que se ha hecho necesario conocer algunos de los factores que inciden en la calidad de la semilla. Austin (1972) y Latham (1978) consideran que uno de los aspectos más importantes para obtener una buena cosecha, de acuerdo al potencial genético que posee el material, es contar con semilla fisiológicamente adecuada al momento de la siembra.

La cosecha generalmente se realiza en forma mecanizada, por lo que la semilla se ve afectada por impactos, abrasiones y cortaduras que hacen que la calidad se reduzca de manera considerable,

inmediatamente por sufrir estos daños o posteriormente durante el almacenamiento (Popinigis, 1972). Lo que hace especialmente susceptible a la semilla de soya es su estructura y morfología, ya que el embrión se encuentra protegido por una cubierta seminal muy fina que no amortigua los golpes.

Las semillas que sufren daño mecánico según Delouche (1972) son aquellas difíciles de limpiar, que se pierden durante la limpieza, que tienen baja capacidad de germinación, un vigor reducido y que son más susceptibles a daños debido al empleo de agroquímicos y a la acción de los organismos patógenos que se encuentran en el suelo.

Popinigis (1972) informa que los daños en la semilla producen una merma en la germinación y en la brotación de las plántulas, pérdida de vigor, incremento en el número de plántulas enfermas y anormales, así como poblaciones reducidas en el campo.

Durante la cosecha de la semilla de soya hay que tener en cuenta dos factores muy importantes,

1/ Recibido para su publicación el 19 de noviembre de 1986.

* Centro para Investigaciones en Granos y Semillas (CIGRAS).

el primero es una cosecha oportuna (Green *et al.*, 1966) y el segundo es un procedimiento adecuado para evitar el daño mecánico (Popinigis, 1972). A estos factores hay que unir el contenido de humedad de la semilla de soya, ya que de acuerdo a Austin (1972) y Prakobboon (1982), la pérdida de humedad ocurre rápidamente al final de la etapa de maduración y los contenidos inferiores a 12% durante la cosecha, ocasionan daños graves a la semilla. Humedades cercanas a 14% producen poco o ningún daño, siempre que la cosechadora se encuentre bien calibrada (Popinigis, 1972) y no se trate de usar para limpiar el producto.

En zonas tropicales donde ocurren frecuentemente aguaceros y la humedad relativa es alta, es recomendable que la semilla de soya sea secada inmediatamente después de la cosecha. Cuando se utilizan sistemas de secamiento estacionarios, el secado de la semilla no es uniforme, ya que aquellas situadas más cerca de la entrada de aire se secarán más rápidamente y a mayor temperatura que las situadas en la periferia, que por el contrario, en un principio aumentarán su contenido de humedad debido al desplazamiento de ésta hacia la parte exterior (Dahlberg, 1978; Misra, 1983).

La limpieza y clasificación de la semilla de soya pueden ser igualmente perjudiciales, ya que los muy bajos contenidos de humedad la vuelven sumamente frágil (Green *et al.*, 1976).

Debido a los problemas que se han presentado en la producción de semilla de buena calidad y al desconocimiento de las causas que han provocado esta situación se consideró necesario realizar este trabajo, cuyo objetivo principal fue determinar la calidad inicial de la semilla y las posibles causas del deterioro de la misma desde el momento de su madurez fisiológica hasta el inicio del almacenamiento.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizó semilla de soya de los cultivares Siatsa 194-A proveniente de la zona de Palmar Sur y Júpiter proveniente de la zona de Quepos, ambas de la provincia de Puntarenas. La calidad fue evaluada desde el momento en que alcanzó la madurez fisiológica en el campo hasta el final del procesamiento. La cosecha se realizó dos semanas después de alcanzar la madurez fisiológica. En el caso del cultivar Júpiter, que fue el último en ser cosechado, se logró detectar un deterioro considerable de la semilla después del secamiento, por

lo que la organización productora decidió interrumpir el proceso y utilizarla como grano comercial, de manera que tan sólo se logró evaluar su calidad desde la madurez fisiológica hasta el secado.

En la planta de procesamiento, la semilla fue descargada de los camiones en forma manual, inmediatamente después fue transportada por un elevador a una altura de 23,5 m que la descargó en un secador estacionario. La caída libre al inicio del llenado del secador fue de aproximadamente 10 m. Una vez seca, otro elevador de 16 m la depositó en una mesa prelimpiadora con un ángulo de descarga de 65 grados. Luego fue elevada 20,5 m para movilizarla hasta la sección de limpieza y clasificado; en este caso, el ángulo de descarga fue de 40 grados aproximadamente. En la sección de limpieza, clasificado y enfundado los elevadores no fueron mayores de 8,5 m y las caídas fueron menores de 4 m. En todos los casos los ángulos de descarga variaron entre 40 y 60 grados.

El muestreo se realizó en las siguientes etapas del procesamiento: a) a la madurez fisiológica de la semilla (cosecha manual), b) en forma manual inmediatamente antes de la cosecha mecánica, c) a la salida de la cosechadora, d) al recibo en la planta de procesamiento, e) después de pasar por el primer elevador y secado, f) a la salida del tercer elevador (20,5 m) y entrada a la etapa de clasificación y limpieza, g) a la entrada de la mesa clasificadora, h) a la salida de la clasificadora y entrada al cuarto elevador (8,5 m), i) a la salida del cuarto elevador y entrada a la tolva de descarga, j) a la salida del quinto elevador y entrada a la mesa de gravedad y k) a la salida de la mesa de gravedad y enfundado.

Las muestras obtenidas en cada caso fueron de 5 kg. Durante la etapa de limpieza y clasificación se tomaron muestras periódicamente de todo el lote, de tal forma que el muestreo resultara representativo.

El ensayo de germinación se llevó a cabo en un germinador a una temperatura constante de 25 ± 1 C y a una humedad relativa superior a 95%. Las semillas se colocaron sobre un sustrato de arena acondicionada de acuerdo con las especificaciones del ISTA (1966). Se usaron cuatro repeticiones de 50 semillas cada una y se practicó un solo recuento a los cinco días de iniciada la prueba, en el cual se determinó el número de plántulas normales, plántulas anormales (que incluye el número de débiles y enfermas) y semilla muerta; finalmente, se midió la longitud de hipocótilo como un indicador del vigor de la semilla.

La evaluación del daño mecánico se hizo sumergiendo cuatro repeticiones de 100 semillas de cada una de las muestras, en una solución de hipoclorito de sodio al 5% durante diez minutos al cabo de los cuales se determinó el porcentaje de daño mecánico presente en cada muestra (Everson, s.f.).

Se consideró como semilla quebrada, aquellas fracciones iguales o menores que la mitad de la semilla original. Para evaluar esta variable se usaron cuatro repeticiones de 500 g cada una.

RESULTADOS

En la Figura 1A se observa el porcentaje de plántulas normales obtenido a través de todo el manejo y procesamiento de la semilla del cultivar Siatsa 194-A. En el cultivar Júpiter se detectó un descenso considerable en la germinación (47,5%), por lo que la organización productora decidió suspender el procesamiento después del secado con base en los resultados obtenidos previamente en el cultivar Siatsa 194-A y utilizar este material como grano comercial.

Los resultados obtenidos muestran que en el cultivar Siatsa 194-A no hubo descenso en la germinación desde la madurez fisiológica hasta el recibo en la planta de procesamiento y en todos los casos la germinación fue igual o superior al 90%. Después del secamiento se detectó una reducción sumamente drástica en el porcentaje de germinación llegando éste a 56%. La limpieza y el acondicionamiento también redujeron la calidad de la semilla, alcanzando su valor mínimo antes de entrar a la mesa de gravedad (32%). Sin embargo, se observaron ligeros incrementos en el número de plántulas normales después de pasar por la clasificadora y por la mesa de gravedad.

En el cultivar Júpiter el porcentaje más alto de germinación se alcanzó con la cosecha manual (96%). Reducciones progresivas se detectaron después de la cosecha mecánica (85,0%), al recibo en la planta (70,5%) y después del secado (47,5%).

El porcentaje de plántulas anormales en el cultivar Siatsa 194-A (Figura 1B) aumentó ligeramente desde la cosecha manual hasta el secamiento, después del cual, ocurre un aumento considerable (hasta 24,5%), que se reduce posteriormente debido a la acción de la clasificadora (18,5%) y de la mesa de gravedad (20,5%). En el cultivar Júpiter se observó un aumento en el número de plántulas anormales después del secado.

Los resultados indican que previo al secado el porcentaje de semilla muerta (Figura 1C) era

muy bajo especialmente en el cultivar Siatsa 194-A; sin embargo, se observó un aumento considerable (33,4%) después del secamiento. También, durante la etapa de limpieza y clasificación se detectaron fluctuaciones al pasar las semillas por la clasificadora (36%) y la mesa de gravedad (35,5%). La mayor cantidad de semilla muerta se obtuvo en muestras tomadas a la salida de los elevadores (44%).

En la Figura 2A se aprecia que en el cultivar Siatsa 194-A al momento de la cosecha manual hubo un 0,8% de daño mecánico, aumentando después de la cosecha mecánica a 15,4%. Incrementos considerables se detectaron después del secamiento, llegando hasta 41,5% antes de entrar a la mesa de gravedad.

La cantidad de semilla quebrada (Figura 2B) aumentó cerca de un 10% después del secamiento, sin embargo, este porcentaje disminuyó rápidamente debido a la acción de la mesa preclasificadora y la mesa de gravedad.

La longitud del hypocótilo en el cultivar Siatsa 194-A sugiere que no hubo pérdida en el vigor de la semilla hasta el momento del recibo en la planta de procesamiento (Figura 2C), observándose una disminución en la longitud después del secado. Los resultados de vigor obtenidos en el cultivar Júpiter muestran que no hubo diferencias tan marcadas desde la madurez fisiológica hasta después del secamiento.

DISCUSION

Calidad desde la madurez fisiológica hasta el recibo en planta

El número de plántulas normales en ambos cultivares muestra que es de suma importancia el manejo que se le dé a la semilla desde el momento de la madurez fisiológica hasta el recibo en la planta de procesamiento. En el cultivar Siatsa 194-A no hubo disminución en la calidad de la semilla, mientras que en el cultivar Júpiter parece haber algún grado de deterioro después de la cosecha mecánica (Figura 1A). Esta diferencia entre cultivares puede deberse a características genéticas del material, tal como lo establece Burris (1979) quien señala que el genotipo está directamente relacionado al grado de daño que sufre la semilla debido a la cosecha, lo cual influye negativamente sobre la producción de plántulas norma-

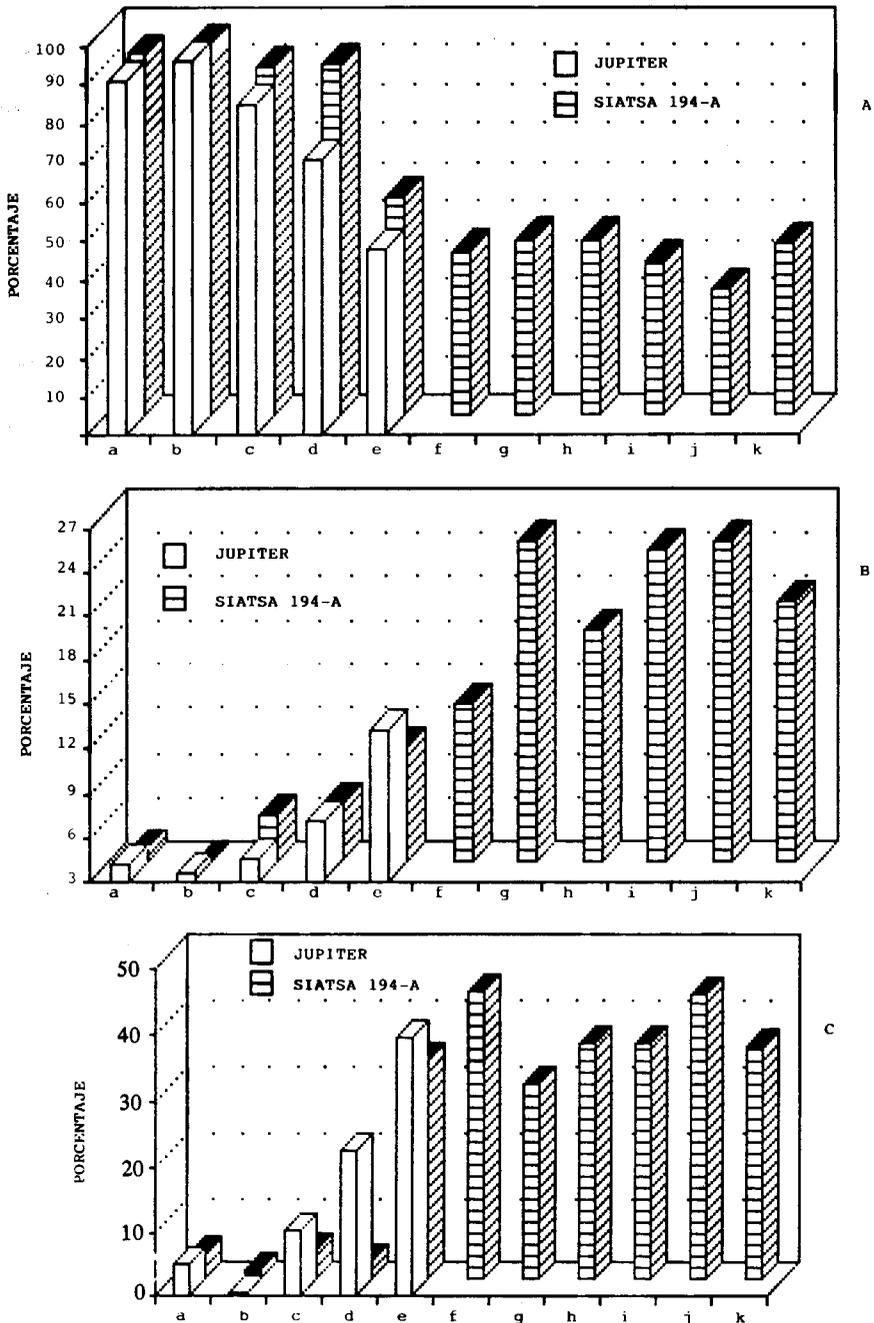


Fig. 1. Porcentajes de A) plántulas normales, B) plántulas anormales y C) semilla muerta, obtenidas desde la madurez fisiológica hasta el enfiardado.

Las letras en el eje de las ordenadas representan las siguientes etapas de muestreo: a) a la madurez fisiológica (manual), b) manual inmediatamente antes de la cosecha mecánica, c) a la salida de la cosechadora, d) al recibo en la planta de procesamiento, e) después de pasar por el primer elevador y secado, f) a la salida del tercer elevador y entrada a etapa de clasificación y limpieza, g) a la entrada de la mesa clasificadora, h) a la salida de la clasificadora y entrada al cuarto elevador, i) a la salida del cuarto elevador, j) a la salida del quinto elevador, k) a la salida de la mesa de gravedad y enfiardado.

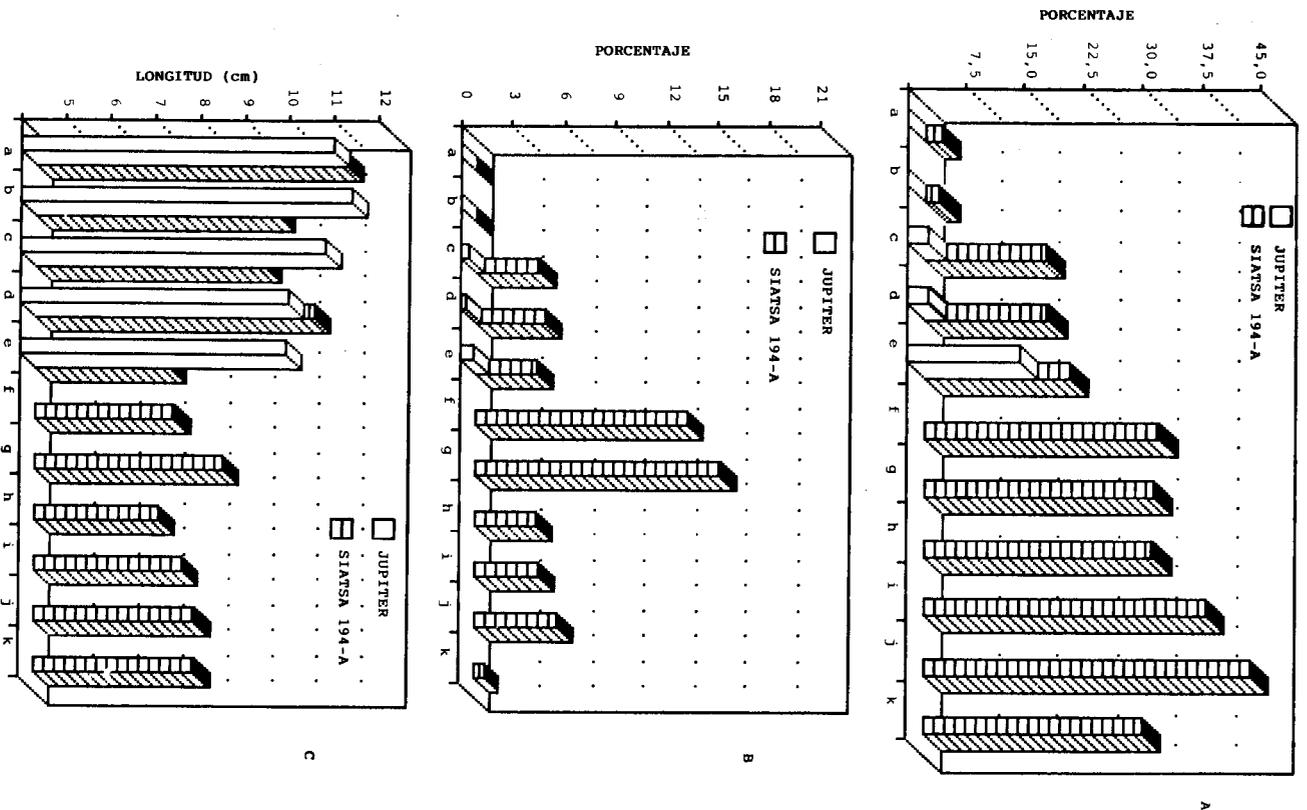


Fig. 2. Porcentaje de A) daño mecánico, B) semilla quebrada y C) longitud del hipocótilo desde la madurez fisiológica hasta el entárdado. Las letras en el eje de las ordenadas representan las siguientes etapas: a) a la madurez fisiológica (manual), b) manual inmediatamente antes de la cosecha mecánica, c) a la salida de la cosechadora, d) al recibio en la planta de procesamiento, e) después de pasar por el primer elevador y secado, f) a la salida del tercer elevador y entrada a la etapa de clasificación y limpieza, g) a la entrada a la mesa de clasificación, h) a la salida de la clasificadora y entrada al cuarto elevador, i) a la salida del cuarto elevador, j) a la salidad del quinto elevador, k) a la salida de la mesa de gravedad y entárdado.

les. Otro aspecto que debe considerarse es que las máquinas cosechadoras tuvieron diferentes calibraciones ya que la semilla fue cosechada en diferentes plantaciones con equipos y operarios distintos, lo cual es considerado por Popinigis (1972) y Latham (1978) como un importante factor de variación.

El hecho de que la semilla se cosechase en forma manual cuando había alcanzado cerca del 25% de humedad y los altos porcentajes de germinación que presentó, hacen pensar que en ese momento ya se había alcanzado la madurez fisiológica, tal como se cita en la literatura (Austin, 1972; Mungnisjah y Nakamura, 1984).

Los porcentajes de plántulas anormales obtenidos desde el momento de la madurez fisiológica hasta el recibo en la planta, no aumentaron en un grado importante (Figura 1B); esto parece indicar que las labores de cosecha mecánica influyeron poco sobre este factor y que casi no hubo daño interno sobre el eje embrionario de las semillas causado por las máquinas cosechadoras; otro factor que debe tomarse en cuenta es que la humedad de la semilla al momento de la cosecha era lo suficientemente alta (entre 16 y 17%) como para impedir que este tipo de daño llegara a producirse (Green *et al.*, 1966; Popinigis, 1972).

Los porcentajes de semilla con daño mecánico y semilla quebrada son muy similares hasta el momento del recibo en la planta (Figuras 2A y 2B). En ambos casos se observa que este tipo de daño es causado por la cosechadora, ya que cuando se cosechó en forma manual prácticamente no se detectó. Esto confirma que la calibración de la maquinaria es esencial en la obtención de semilla de alta calidad (Popinigis, 1972).

Para evaluar el deterioro de la semilla se usó como índice de vigor la longitud del hipocótilo; a pesar de notarse diferencias en la longitud (Figura 2C) entre la madurez fisiológica y el recibo en la planta, éstas no son de importancia como para considerar que ocurriera una reducción sustancial en el vigor de la semilla de ambos cultivos.

Calidad desde el secamiento hasta el enfarde

En ambos cultivos se detectó una reducción considerable en el número de plántulas nor-

males después del secamiento (Figura 1A); esto parece deberse básicamente a dos aspectos: en primer lugar, al llegar la semilla a la planta de procesamiento fue transportada por un elevador de 23,5 m de altura que la descargó en un silo secador. Al respecto, Burris (1979) encontró que el daño que sufre la calidad de la semilla está directamente relacionado a la altura de la cual cae, ocasionando una reducción considerable en los porcentajes de plántulas normales. El segundo aspecto de importancia es que la semilla se secó a una temperatura media de 40 C, sin embargo, debido a dificultades técnicas hubo fluctuaciones y se detectaron temperaturas hasta de 47 C. En la literatura se recomienda que la temperatura de secado de la semilla de soya no exceda los 37 C (Misra, 1983). Durante el resto del procesamiento los resultados de germinación prácticamente no variaron, posiblemente debido a que a partir del secamiento la semilla no sufrió caídas fuertes. Los siguientes elevadores utilizados durante el proceso, cuya altura fue de aproximadamente 8 m (3,5 m en promedio de caída) y con ángulos de descarga entre 40 y 60° resultaron ser condiciones que no ocasionaron mermas en la producción de plántulas normales. Al respecto, Burris (1979), evaluando el efecto de la caída libre (90°) sobre la germinación de la semilla de soya encontró diferencias muy pequeñas (menores de 3%) cuando las alturas fueron inferiores a 3,0 m.

El grado de anomalía en las plántulas durante el proceso de limpieza y clasificación se duplicó con respecto al observado después del secamiento. Ligeros descensos se observan (Figura 1B) después de las labores de clasificación, debido a la acción de la mesa clasificadora y de la mesa de gravedad.

Con anterioridad se comentó la importancia que tiene la temperatura en el proceso de secado, en este caso resulta evidente que las temperaturas superiores a 37 C a que estuvieron sometidas las semillas ocasionaron un incremento notable en el porcentaje de semilla muerta (Figura 1C). Durante el resto del proceso esta variable se mantuvo sin cambios de consideración; el efecto debido al secamiento fue tan importante que las etapas subsiguientes no alteraron en forma apreciable el número de semillas muertas.

Los resultados obtenidos en el porcentaje de semillas con daño mecánico (Figura 2A) y el de semilla quebrada (Figura 2B) muestran que los valores mayores se presentaron después del secamiento, aumentando paulatinamente en el caso del daño mecánico; por el contrario, en el caso de semilla quebrada se observa una notable disminución después de pasar por la mesa clasificadora y por la mesa de gravedad, lo cual es lógico ya que las mesas están diseñadas para separar este tipo de estructuras; es así como al final del proceso el porcentaje de semilla quebrada es muy bajo (cerca al 1%). Aproximadamente el 14% de la semilla total se perdió debido a los impactos que sufrió durante el procesamiento y que ocasionaron la separación de los cotiledones. Asimismo, los altos porcentajes de semilla con daño mecánico pueden haber sido una de las causas de que los porcentajes de germinación hayan bajado tanto, sobre todo si se considera que las semillas con este tipo de daño no se pueden separar por medios mecánicos. Al respecto varios autores señalan la importancia que tiene el evitar el daño mecánico durante el proceso para la obtención de semilla de alta calidad (Burriss, 1979; Dalberg, 1978; Popinigis, 1972).

Después del secamiento no se observaron diferencias en la longitud del hipocótilo (Figura 2C), por lo que se puede deducir que fue precisamente durante esta etapa que se ocasionó el mayor daño a la semilla, reduciéndose considerablemente el vigor de las plántulas.

La evidencia recopilada en este trabajo es concluyente en el sentido de que existen tres factores fundamentales en la producción de semilla de soya de alta calidad: la calibración adecuada de las cosechadoras (suponiendo un contenido de humedad de la semilla adecuado), un secamiento apropiado y finalmente, un procesamiento en el cual la semilla no sea sometida a caídas fuertes (procesamiento horizontal).

RESUMEN

Semilla de soya de los cultivares Siatsa 194-A y Júpiter se cosechó manualmente: a la madurez fisiológica y previo a la cosecha. Posteriormente se tomaron muestras a la salida de la

cosechadora y durante todo el procesamiento de la misma, desde su arribo a la planta hasta el enfardado.

Los resultados muestran que debido a la imposibilidad de lograr una calibración adecuada de las cosechadoras la semilla sufrió considerable pérdida de calidad por daño mecánico (13%) y por semilla quebrada (4%); también de gran importancia fueron el secamiento (reducciones hasta de 50% de germinación) y los golpes y abrasiones a que fue sometida durante su acondicionamiento, que redujeron los valores a cerca de 40%.

Se detectaron disminuciones considerables en el porcentaje de germinación y en la longitud del hipocótilo (30%) que se utilizó como un indicador de deterioro, sobretudo después del secado. Además, se observaron notables incrementos en el porcentaje de plántulas anormales y semillas muertas, así como en la cantidad de semilla con daño mecánico y quebrada.

Se concluyó que la calidad de la semilla de soya depende de: la adecuada calibración de la cosechadora, un proceso de secamiento apropiado y finalmente, de evitar que la semilla sufra caídas fuertes.

LITERATURA CITADA

- AUSTIN, R. B. 1972. Effects of environment before harvesting on viability. *In* Viability of seeds. Ed. by E. H. Roberts. Londres, Chapman and Hall. p. 115-149.
- BURRIS, J. S. 1979. Bulk handling of soybeans. *In* Proceedings of the Seed Technology, Conference "Effective Management". Ed. by J. S. Burriss. Ames, Iowa, EE.UU., Iowa State University. Seed Science Center. p. 53-64.
- DALBERG, B. 1978. Seed drying and conditioning. *In* Proceedings of the Seed Technology Conference "Maximizing Quality". Ed. by J. S. Burriss. Ames, Iowa, EE.UU., Iowa State University. Seed Science Center. p. 25-33.
- DELOUCHE, J. C. 1972. Harvesting, handling and storage of soybean seed. *Science Proceedings*, Mississippi State University. 22 p.
- EVERSON, L. s.f. The clorox soak test. Iowa State University. Mimeografiado. s.p.
- GREEN, D. E.; CAVANAH, L. E.; PINNELL, E. L. 1976. Effect of seed moisture content, field weathering, and combine cylinder speed on soybean seed quality. *Crop Science* 6:1-7.

- LATHAM, B. 1978. Harvesting soybean seed. *In* Proceedings of the Seed Technology Conference "Maximizing Quality". Ed. by J. S. Burris, Ames, Iowa, EE.UU., Iowa State University. Seed Science Center. p. 20-24.
- MISRA, M. K. 1983. Drying of soybean seed. *In* Proceedings of the Sixth Annual Seed Technology Conference. Ed. by J. S. Burris. Ames, Iowa, EE. UU., Iowa State University. Seed Science Center. p. 77-86.
- MUNGNISJAH, W. Q.; NAKAMURA, S. 1984. Vigour of soybean seed produced from different harvest date and phosphorous fertilizer application. *Seed Science and Technology* 12: 483-491.
- POPINIGIS, F. 1972. Immediate effects of mechanical injury on soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) seed. M. Sc. Thesis. Mississippi State University. 75 p.
- PRAKOBBOON, N. A. 1982. Study of abnormal seeding development in soybean as affected by threshing injury. *Seed Science and Technology* 10:495-500.