

EFECTO DE COSECHAS OPORTUNA Y TARDIA EN LA CALIDAD FISICA Y FISIOLOGICA DE LA SEMILLA DE SOYA (*Glycine max*)

Edgar López¹ - Roberto Aguirre² - Orlando Agudelo³

COMPENDIO

Semillas de soya de los cultivares ICA-CORPOICA Obando1 y SOYICA P34, producidas con tres láminas de riego (54, 111 y 183 mm), se cosecharon "oportuna" (119 días después de siembra, 14.3% de humedad) o "tardíamente" (129 días después de siembra y 11.7% de humedad). Los lotes cosechados o oportunamente produjeron en promedio 11.7% más semilla y la proporción de semillas pequeñas, con diámetro inferior a 5.5 mm, fue 2.3 puntos mayor para las semillas de cosecha tardía. En las semillas de la cosecha oportuna, la germinación promedio luego de 180 días de almacenamiento al ambiente, estuvo 6 puntos por encima y el vigor promedio de las semillas a los 30 días de almacenamiento al ambiente, determinado como índice de velocidad de emergencia, fue 12.9% mayor.

Palabras clave: Semilla, Soya, Cosecha, Calidad

EFFECT OF TIMELY AND LATE HARVEST ON PHYSICAL AND PHYSIOLOGICAL SOYBEAN SEED QUALITY ABSTRACT

Soybean seeds, cultivars SOYICA P34 and ICA-CORPOICA Obando1, produced under three watering regimes (54, 111 and 183 mm) were «timely» harvested (119 days after sowing, 14.3% moisture content) or «late» harvested (129 days after sowing, 11.7% moisture content). Timely harvested seed lots produced on the average 11.7% more seed and the proportion of small seeds, with diameter less than 5.5 mm, was 2.3 points higher for late harvested seed lots. The average seed germination for the timely harvest, after 180 days ambient storage was 6 points higher and the average seed vigor, measured as emergency velocity 30 days after harvest was 12.9% higher.

Key words: Seed, Soybean, Harvest, Quality

INTRODUCCION

Las semillas alcanzan máxima calidad fisiológica (vigor) y física (peso seco) en el campo y desde ese momento el deterioro es continuo e inexorable, aunque se ha establecido que ambientes secos, frescos y limpios permiten conservar por más tiempo la calidad de las semillas ortodoxas. En el trópico húmedo (alta humedad y alta temperatura) este proceso se acelera, especialmente si la semilla permanece en el campo, pues allí se ve sometida a lluvias, fluctuaciones de humedad y temperatura, condensación de agua (rocío), viento, dehiscencia, plagas, aves y microorganismos; todos estos factores acentúan el deterioro y disminuyen

la productividad de las semillas (Nkang & Umoh, 1996; Vertoucci, Roos & Crane, 1995; Agudelo & Riveros, 1994; Barros & Assis, 1984; Delouche, 1982).

La semilla de soya es muy higroscópica debido a que la región del hilum, por la cual ocurre el intercambio de gases y de humedad con el medio ambiente, está en estrecho contacto con los espacios intersticiales que dejan las células de reloj de la capa hipodérmica de la testa. Debido a variaciones en humedad relativa y temperatura del ambiente, en diez días el contenido de humedad de semillas de soya puede fluctuar entre 16.6 y 13.0% entre las ocho de la mañana y las cinco de la tarde. La alta higroscopicidad la hace también

¹ I.A., Esp., Corporación Colombiana de Investigación Agrícola - CORPOICA; ² Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia, A.A. 237, Palmira; ³ I.A., M.Sc., Corporación Colombiana de Investigación Agrícola - CORPOICA

susceptible al estrés de humedad al entrar en contacto con agua líquida. Debido a la ubicación superficial del eje embrionario y a lo delgado y frágil de la testa, la semilla también es susceptible a sufrir fisuras, fracturas y daño físico. Las semillas de soya son menos susceptibles al daño físico cuando contienen entre 14 y 16% de humedad y alcanzan primero la madurez física, en un punto cercano a la madurez de cosecha, cuando el contenido de humedad ha disminuido en forma natural hasta el 14 - 15% (Zanakis, Ellis & Summerfield, 1994; Arulnandhy & Senanakaye, 1991; Andrews, 1980; Delouche, 1972).

Por otro lado, el déficit de humedad en el suelo, causado por aplicaciones diferenciales de agua durante la formación de la semilla, afecta el peso seco (productividad) y la capacidad de resistir el daño físico durante la cosecha, trilla y acondicionamiento. Los cultivares con mayor tamaño de semilla, muestran mayor sensibilidad al déficit de humedad, presentando mayor tendencia al daño físico durante el proceso de trilla (López, Aguirre y Agudelo, 1997; Victoria y Rojas, 1988; Chinchilla y Carrillo, 1987).

Aunque en muchos países las semillas de soya se cosechan oportunamente, en Colombia existe la tradición de esperar a que la semilla seque naturalmente en el campo. Tomando en cuenta las anteriores consideraciones, se decidió llevar a cabo esta investigación para evaluar el efecto de la época de cosecha en la calidad física y fisiológica de semillas de soya obtenidas bajo tres láminas de riego.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El ensayo se sembró el 12 de junio de 1996, en el Centro Palmira de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), en parcelas de 54 m², con una distancia entre surcos de 60 cm y entre plantas de 5 cm. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y un arreglo factorial con tres factores y un factor no aleatorio (Nivel de Riego) con tres niveles/factor. Se utilizaron tres niveles de aplicación de agua (54, 111 y 183 mm), y la línea de aspersores se ubicó en el centro de la parcela, perpendicular a la dirección de los surcos. El riego se aplicó cuando existía 50% de agotamiento de agua aprovechable en el suelo en el nivel 3, el más cercano a la línea de aspersión.

Se hicieron las siguientes evaluaciones: Al momento de la cosecha, se determinaron contenido de humedad, peso seco y germinación; a los 30 días el tamaño y el índice de velocidad de emergencia (vigor); a los 45, 90 y 190 días germinación.

Humedad de la semilla: Se estimó con base en los cambios de apariencia del cultivo: cuando la planta está totalmente defoliada, su tallo se torna amarillo oscuro y sus vainas son marrón uniforme, las semillas de los dos cultivares tienen un contenido de humedad entre 14% y 15%. Entre 8 y 12 días después, cuando la coloración y secado de la planta es uniforme, las semillas habrán reducido su humedad al 11%, 12%. Una vez cosechadas las semillas de cada tratamiento se procedió a determinar el contenido de humedad (ISTA, 1985).

Productividad: Se determinó el peso y el contenido de humedad de cada una de las muestras inmediatamente después que la semilla pasaba el proceso de limpieza. Los datos de producción de la cosecha oportuna y los de la cosecha tardía, se ajustaron a peso seco.

Tamaño de la semilla: Utilizando una zaranda plana de perforaciones redondas de 5.5 mm de diámetro.

El porcentaje de germinación (ISTA, 1985) se evaluó en 200 semillas, divididas en cuatro repeticiones. Se evaluaron plántulas normales a los cinco y ocho días.

Se determinó el vigor mediante el Índice de Velocidad de Emergencia en campo (IVE). Se sembraron 4 repeticiones de 40 semillas en terreno bien preparado, en surcos de 1.6m, a una profundidad de 3 cm. A partir de la emergencia de la primera plántula, los surcos se evaluaron diariamente. El Índice se calculó según la fórmula propuesta por Popinigis (1985).

La cosecha se realizó manualmente, arrancando 20 plantas de la zona central de uno de los tres surcos centrales de la unidad experimental. El momento de la cosecha oportuna se estimó con base en los cambios de apariencia del cultivo, cuando las vainas alcanzaron color uniforme y la humedad de las semillas estaba entre 14 y 15%. Para la cosecha tardía se esperó a que la semilla seicara en el campo hasta el 11 ó 12% de humedad. Se utilizó una trilladora estacionaria de cóncavo y cilindro dentado, similar a las combinadas comerciales. La semilla se acondicionó con una limpiadora neumática y se almacenó en un ambiente fresco y ventilado (25°C, 75% humedad relativa).

Los factores considerados fueron:

- Nivel de Riego (NR = 54, 111, 183 mm)
- Cultivar (VAR 1 = SOYICA P34, 2= ICA-CORPOICA Obando1) y
- Tiempo de cosecha (TC 1 = Oportuna, 2 = Tardía)

El modelo estadístico utilizado para el análisis de la varianza de productividad, vigor y germinación es:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + U_j + C_k + R_i * U_j + R_i * C_k + U_j * C_k + R_i * U_j * C_k + E_{ijk}$$

El tamaño de la unidad experimental para el factor Nivel de Riego fue de 2.5m x 6.0m (nivel de riego i, del cultivar j, en el tiempo de cosecha k). El factor cultivar corresponde a una parcela de 2.5m x 18.0m. Para aquellas variables que mostraron diferencias, se utilizó la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS).

RESULTADOS Y DISCUSION

Humedad de la semilla. Para el cultivar P34, la cosecha oportuna ocurrió 118 días después de la siembra cuando las semillas tenían 14.2% de humedad; la cosecha tardía se hizo a los 128 días con un contenido de humedad del 11.7%. Para el cultivar Obando1, las cosechas fueron a los 120 y 131 días después de siembra para las cosechas oportuna y tardía respectivamente, con contenidos de humedad de 14.3 y 11.6% (Cuadros 1, 2 y 3).

Productividad. El análisis de varianza para la producción de semilla, mostró diferencias estadísticamente significativas para los tres factores (época de cosecha, nivel de riego y cultivar) y para la interacción nivel de riego x cultivar. Las interacciones [nivel de riego x tiempo de cosecha] y [cultivar x tiempo de cosecha] no mostraron diferencias significativas (Cuadros 1, 2 y 3).

La DMS para el tiempo de cosecha estableció que con una cosecha oportuna se logra mayor producción de peso seco de semillas. Este incremento de productividad del 11.7% equivaldría a 294 kg/ha adicionales de grano, si se considera una productividad promedio de los cultivares de 2,800 kg/ha.

La DMS para los niveles de riego, mostró que el nivel tres produjo mayor cantidad de semilla (345.2 g) que el dos (286.1 g) y éste a su vez mayor que el uno (215.7 g). La DMS para los cultivares mostró que Obando1 produjo una mayor cantidad de semilla (361.9 vs 202.8 g).

Tamaño de la semilla: El 6.1% de las semillas de lotes cosechados oportunamente presentaron un diámetro menor a 5.5 mm, en tanto que para la cosecha tardía esta proporción se eleva al 8.4%. Este resultado es importante pues en el proceso de limpieza y acondicionamiento de semillas de soya, generalmente la semilla pequeña se descarta junto con el resto de materiales indeseables (Cuadros 1, 2 y 3).

Germinación: El análisis de varianza para la germinación de las semillas a los 45 y 90 días mostró diferencias estadísticas significativas para los tres factores y para la interacción nivel de riego x cultivar. No se presentaron diferencias significativas para la interacción cultivar x tiempo de cosecha.

La DMS para la época de cosecha estableció que una cosecha oportuna permite obtener semillas con un porcentaje de germinación mayor (95, 72, 64 y 59% vs 93, 68, 57 y 53% a los 0, 45, 90 y 180 días de almacenamiento respectivamente). Este resultado es consistente para los dos cultivares, en las tres láminas de riego y los cuatro periodos de almacenamiento.

La DMS para el nivel de riego mostró que semillas provenientes de plantas producidas con el nivel de riego uno (54 mm), tienen una germinación de 96, 75, 72 y 67% durante las cuatro épocas de almacenamiento, que supera el de los niveles dos (96, 69, 63 y 54%) y tres (91, 66, 53 y 53%). En general, en las cuatro épocas de almacenamiento, el nivel de riego uno presentó mayor porcentaje de germinación, pues su ciclo de vida en el campo es mas corto. La DMS para los cultivares mostró que Obando1 tuvo mayor germinación (97, 80, 71 y 69% vs 94, 60, 50 y 45%).

La interacción nivel de riego x cultivar presentó diferencias significativas a partir de la segunda época de almacenamiento (45 días), indicando que la germinación aumenta o disminuye según los factores asociados con cada cultivar y la composición física de las semillas que determinan la capacidad para tolerar un régimen hídrico dado (Cuadros 1, 2 y 3).

Vigor: El análisis de varianza para el índice de velocidad de emergencia mostró diferencias estadísticas altamente significativas para los factores tiempo de cosecha, nivel de riego y cultivar y diferencias significativas para la interacción nivel de riego x cultivar. La interacción cultivar x tiempo de cosecha no presentó diferencias significativas.

La DMS para el tiempo de cosecha estableció que semillas proveniente de cosecha oportuna logran mayor índice de velocidad de emergencia (10.5 vs 9.3 plántulas / día). La DMS para los niveles de riego mostró que la semilla proveniente de las unidades experimentales con la lámina de riego uno presentaron mayor índice de velocidad de emergencia (11.3 vs 8.8 plántulas / día en el nivel tres). Lo anterior permite deducir que las diferencias en los ciclos de vida en cada tratamiento (debido a diferentes láminas de riego) trae como consecuencia que el tiempo transcurrido desde madurez fisiológica hasta cosecha se presente en épocas con diferentes condiciones ambientales (humedad relativa y temperatura) para cada tratamiento.

La DMS para los cultivares mostró que Obando 1 presentó un mayor índice de velocidad de emergencia (11.2 vs 8.6 plántulas/día), debido probablemente a que la constitución física de la testa que permite mayor longevidad de la semilla (Cuadros 1, 2 y 3).

CUADRO 1. Características de semillas de soya cultivar SOYICA P34, producidas con tres láminas de riego y cosechadas en dos épocas diferentes

SOYICA P34			COSECHA OPORTUNA				COSECHA TARDIA			
Lámina de riego	mm		54	111	183	Prom	54	111	183	Prom
Epoca de cosecha	dds		108	120	127	118.3	120	128	137	128.3
Contenido de humedad	%		14.0	14.4	14.2	14.2	12.7	11.0	11.4	11.7
Peso seco semilla	g		173.3	212.1	273.2	219.5	162.6	181.3	214.0	186.0
Semilla pequeña < 5.5 mm	%		16.1	4.3	0.0	6.8	19.5	3.8	0.0	7.8
Germinación	0 ddc	%	97	90	95	94	94	85	93	91
"	45 ddc	%	68	54	66	63	68	52	51	57
"	90 ddc	%	66	57	43	55	61	43	36	47
"	180 ddc	%	66	37	43	49	52	36	36	41
Velocidad de emergencia	plant/día		10.8	8.0	8.0	8.9	10.6	7.6	6.4	8.2

dds = días después de siembra

ddc = días después de cosecha

CUADRO 2. Características de semillas de soya cultivar OBANDO1, producidas con tres láminas de riego y cosechadas en dos épocas diferentes

OBANDO1			COSECHA OPORTUNA				COSECHA TARDIA			
Lámina de riego	mm		54	111	183	Prom	54	111	183	Prom
Epoca de cosecha	dds		114	120	127	120.3	124	131	137	130.7
Contenido de humedad	%		13.5	15.5	13.8	14.3	11.6	11.9	11.2	11.6
Peso seco semilla	g		286.5	382.2	460.6	376.4	240.4	368.9	432.9	347.4
Semilla pequeña < 5.5 mm	%		7.9	8.0	0.0	5.3	22.4	4.2	0.0	8.9
Germinación	0 ddc	%	96	96	99	97	97	95	97	96
"	45 ddc	%	84	80	83	82	81	80	75	79
"	90 ddc	%	73	78	69	73	70	72	63	68
"	180 ddc	%	71	70	70	70	65	71	63	66
Velocidad de emergencia	plant/día		12.4	11.8	11.8	12.0	11.5	10.7	9.0	10.4

dds = días después de siembra

ddc = días después de cosecha

CUADRO 3. Características de semillas de soya cultivares SOYICA P34 y OBANDO1, producidas con tres láminas de riego y cosechadas en dos épocas diferentes

SOYICA P34 y OBANDO1			COSECHA OPORTUNA				COSECHA TARDIA			
Lámina de riego	mm		54	111	183	Prom	54	111	183	Prom
Epoca de cosecha	dds		111.0	120.0	127.0	119.3	122.0	129.5	137.0	129.5
Contenido de humedad	%		13.8	15.0	14.0	14.3	12.2	11.5	11.3	11.7
Peso seco semilla	g		229.9	297.2	366.9	298.0	201.5	275.1	323.5	266.7
Semilla pequeña < 5.5 mm	%		12.0	6.2	0.0	6.1	21.0	4.0	0.0	8.4
Germinación	180 ddc	%	69	54	56	59	59	53	50	53
Velocidad de emergencia	plant/día		11.6	9.9	9.9	10.5	11.1	9.2	7.7	9.3

dds = días después de siembra

ddc = días después de cosecha

Se debe enfatizar la diferencia presentada en la calidad y cantidad de las semillas de soya cosechadas en dos épocas, pues en general, los lotes cosechados

oportunamente presentaron mayor productividad, mejor distribución de tamaño, mas alto porcentaje de germinación y mayor vigor de semilla.

BIBLIOGRAFIA

- AGUDELO, O. y RIVEROS, G. 1994. Fisiología de la soya. En: ICA-CORPOICA. El cultivo de la soya. p. 35-50. Palmira, Colombia
- ANDREWS, C.H. 1980. Production and maintenance of high quality soybean seed. Mississippi State University
- ARULNANDHY, V. & SENENAKAYE, Y. 1991. Changes in viability, vigour and chemical composition of soybean seeds stored under humid tropical conditions. Legume Research 14:135 - 144
- BARROS, J.F. y ASSIS, A. 1984. Qualidades fisiológica e sanitaria de sementes de soya. Embrapa. Circular técnica NO. 9. 37 p
- CHINCHILLA, G. Y CARRILLO, P. 1987. Evaluación de cultivares de soya con diferente hábito de crecimiento bajo diferentes niveles de riego. Palmira. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia.
- DELOUCHE, J.C. 1982. Physiological changes during storage that affect soybean seed quality. University of Illinois. Urbana. p. 57 - 66
- _____ 1972. Harvesting, handling and storage of soybean seed. Mississippi State University International Seed Testing Association.
1985. International rules for seed testing. Seed Science & Technology 13:520 p
- LOPEZ, E A., AGUIRRE, R. y AGUDELO, O. 1997. Efecto del almacenamiento en campo en la cantidad y calidad de semilla de soya. En Memorias del IX Seminario y VII Congreso Nacional de Ingeniería Agrícola. Octubre 8, 9, 10 y 11. Manizafes
- NKANG, A. and UMOH, H E. O. 1996. Six month storability of five soyabean cultivars as influenced by stage of harvest storage temperature and relative humidity. Seed Science & Technology 25:93-99
- POPPINIGIS, F. 1985. Fisiología da Semente. Brasilia 289 p
- VERTUCCI, C.W, ROOS, E.E. and CRANE, J. 1994. Theoretical basis of protocols for seed storage III. Optimum moisture contents for pea seeds stored at different temperatures. Ann Bot 74:531 - 540
- VICTORIA, F. y ROJAS, H. 1988. Efecto de la lámina de riego sobre la calidad de la semilla de soya. Boletín Técnico N° 155. ICA. Palmira - Colombia
- ZANAKIS, G.N.; ELIS, R.H. and SUMMERFIELD, R. J. 1994. Seed quality in relation to seed development and maturation in three genotypes of soyabean. Exp Agric 30:139 - 156