

# EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE ALMACENAJE DE SEMILLA DE SOYA (*Glycine max.* (L.) Merrill) EN CONDICIONES DE BAJOS INSUMOS

R. Ortiz<sup>✉</sup>, C. de la Fé y M. Ponce

**ABSTRACT.** The present study was developed at the National Institute of Agricultural Sciences, with the objective of finding an alternative of practical nature, economic and easy execution that allows soybean conservation during relatively short periods of time. Different treatments given to soybean seeds were evaluated in order to extend its conservation period with high potential of germination. The evaluated treatments considered seeds from three sowing times, two varieties, three storing periods (six, nine and 12 months), two types of containers, two storage conditions (air-conditioning and natural conditions) and the addition or not of a national product destined for grain conservation in general. As main criterion to evaluate the effect of treatments on seed quality after a storing period (six or nine or 12 months), it was determined by speed and seed germinability at 48, 72 and 96 hours and root biomass production at 120 hours. It was possible to establish the high benefit that represents seed storing in controlled-climate chambers. Also, it was appreciated that the hermetically sealed containers were essential in the case that seed was stored under environmental conditions, which is important to take into account for a more effective material preservation. Seeds stored on Dec-January, that is, in summer seeding could be stored for a year; with regard to the rest of the seasons, it can not be possible to get to that storing period under the conditions used.

**Key words:** *Glycine max.*, seed, storage, low-input agriculture

## INTRODUCCIÓN

La soya constituye uno de los 10 cultivos de mayor importancia económica en el ámbito mundial, dado el alto valor nutritivo de sus semillas que hace posible su utilización para múltiples propósitos. El grano contiene entre 18 y 21% de grasa y 38 al 40 % de proteínas, siendo la

**RESUMEN.** El presente estudio se desarrolló en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, con el objetivo de buscar alternativa de carácter práctico, económico y de fácil ejecución, que permita la conservación de la semilla de soya durante períodos de tiempo relativamente cortos. Se evaluaron diferentes tratamientos dados a la semilla de soya, con vistas a prolongar el período de conservación con alto potencial de germinación. Los tratamientos evaluados contemplaron semillas procedentes de tres épocas de siembra, dos variedades, tres períodos de almacenaje (seis, nueve y 12 meses), dos tipos de envases, dos condiciones de almacenaje (con acondicionador de aire y en condiciones naturales) y la adición o no de un producto nacional destinado a la conservación de granos en general. Como criterio principal para la evaluación del efecto de los tratamientos en las cualidades de la semilla, luego de un período de almacenaje utilizado (seis, nueve o 12 meses), este se determinó por la velocidad y el poder germinativo a las 48, 72 y 96 horas, y la producción de biomasa radicular a las 120 horas. Pudo establecerse el alto beneficio que representa para la semilla su almacenaje en cámaras climatizadas. Se apreció, además, que los envases herméticamente sellados fueron imprescindibles en el caso en que la semilla fue almacenada en condiciones de temperatura ambiente, elementos todos a tener en cuenta para una más efectiva conservación de los materiales. Las semillas almacenadas en diciembre-enero, es decir, de siembras de verano, pudieron ser almacenadas por un año; con el resto de las épocas no es posible llegar a ese período de almacenamiento en las condiciones utilizadas.

**Palabras clave:** *Glycine max.*, semilla, almacenamiento, agricultura de bajo insumo

base proteica de muchos alimentos para humanos y animales; se emplea en la extracción de aceite para consumo humano, además como base para conformar diversos productos, como son: barnices, colas, esmaltes, grasas industriales, lubricantes y tintas.

La soya como leguminosa es capaz de fijar biológicamente el nitrógeno atmosférico, por lo tanto, depende mucho menos de los fertilizantes nitrogenados sintéticos que la mayoría de los cultivos. Además, dado que la introducción de la soya en la rotación de cultivos detiene a menudo el desarrollo de las plagas en los cereales, esta especie se ha convertido en uno de los cultivos favoritos en los países de zonas templada y tropical.

Dr.C. R. Ortiz, Investigador Titular; Dr.C. C. de la Fé, Investigador Auxiliar y Ms.C. M. Ponce, Investigador Agregado del Grupo de Fitomejoramiento Participativo, Departamento de Genética y Mejoramiento Vegetal, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, CP 32 700.

✉ rortiz@inca.edu.cu

Durante los últimos años, el cultivo de la soya ha cobrado auge en Cuba, siendo cada vez más extensas las superficies dedicadas al cultivo, con el propósito fundamental de producir alimentos para animales.

Uno de los principales obstáculos que afronta el cultivo de la soya es el referido a la pronta pérdida del poder germinativo de la semilla, cualidad evidentemente esencial para el logro de altas producciones en los granos. En tal sentido, las condiciones de almacenamiento determinan en gran medida la calidad de la semilla; las altas temperaturas y la humedad durante el almacenamiento favorecen su deterioro (1).

Actualmente, una solución altamente costosa lo constituye el uso de sofisticados almacenes térmicamente aislados, con control de humedad y temperatura, así como consumos elevados de energía eléctrica sin dudas de difícil acceso para los países pobres y para la generalización de su uso por pequeños agricultores.

Como es conocido, durante el período de almacenaje de los materiales biológicos tienen lugar variaciones notables, dada la continua ocurrencia de procesos fisiológicos y cambios bioquímicos que en no pocos casos desencadenan en la pérdida de cualidades de los materiales. Una posible solución a tal problema pudiera hallarse a través del empleo de diferentes envases en condiciones ambientales, buscándose en lo fundamental la ruptura de todo intercambio con el medio, almacenar la semilla en locales donde se controle en parte el aumento de la temperatura, etc.

De tal forma, el presente trabajo estuvo dirigido a la evaluación de diferentes condiciones de almacenamiento de la semilla sin el empleo de notables recursos materiales y medios.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para cumplimentar el objetivo propuesto el 15 de enero, 21 de mayo y 21 de septiembre de 1997, se procedió al montaje de un experimento de almacenamiento de semillas provenientes de siembras realizadas en el verano/1996 (finales de septiembre), el invierno/1996-1997 (inicio de febrero) y la primavera/1997 (inicio de junio).

El acondicionamiento de la semilla se realizó de la siguiente forma: posterior a la cosecha de la semilla se procedió al trillado y limpieza, seguida de la extracción de la humedad, utilizando para ello una estufa de circulación forzada a 40°C durante 72 horas, para lograr la disminución del porcentaje de humedad contenido en la semilla previo al almacenamiento. El porcentaje de humedad de la semilla se evaluó por medio de un humidímetro de semilla.

Además del origen de la semilla, se consideraron las variantes siguientes:

- ◆ Variedades: se utilizó una variedad de granos grandes (CUBASOY-23) y una variedad de granos medianos (INCASOY-32).

- ◆ Condiciones de almacenamiento: se consideraron dos condiciones de almacenamiento diferenciadas por la temperatura del local utilizado: cámara con acondicionador doméstico de aire a una temperatura que osciló entre 19 y 22°C, y como segunda condición se consideró un local sin acondicionador de aire (temperatura ambiente).

- ◆ Tipos de envases: como variantes de envases para el almacenamiento de la semilla se utilizaron frascos de cristal herméticamente sellados, tomados como representativos de cualquier otro tipo de envase con esta última condición para evitar el intercambio con el medio. La segunda variante de envase utilizada consistió en bolsas de lienzo para simular el almacenamiento en diversos tipos de sacos de fibras.

- ◆ Aplicación de producto a la semilla: se evaluó la aplicación de ZEOSEM (producto cubano derivado de la zeolita) a razón del 2 % en base al peso de la semilla.

A los seis, nueve y 12 meses del almacenamiento se evaluaron los anteriores factores (todos los tratamientos aparecen en la Tabla I). La combinación de cada una de las variantes señaladas dio lugar a la conformación de 144 tratamientos; se tomaron muestras de 100 granos/tratamiento y se pusieron a germinar, evaluando la velocidad y el porcentaje de germinación a partir de mediciones realizadas a las 48, 72 y 96 horas y la longitud de la radícula así como el peso seco de la biomasa a los cinco días de germinadas las semillas; también se calculó el índice de biomasa producido por grano germinado.

Se agruparon las variables para una mejor comprensión por tipo de variedad, tipo de envase, siempre diferenciando las tres épocas de procedencia de la semilla y las condiciones de almacenamiento. Se efectuaron análisis de varianza para diseño completamente aleatorizado y balanceado, y orden de mérito de las medias según prueba de Duncan al 5 %.

Se realizaron análisis multivariado: el método de componentes principales a partir del cálculo de las matrices de correlación entre las variables y los valores y vectores propios, con el objetivo de clasificar los diversos tratamientos evaluados con respecto a las variables más afectadas por el almacenamiento (porcentaje de germinación a las 96 horas, peso de la biomasa, longitud de la raíz, velocidad de germinación a las 48 y 72 horas, y el índice de biomasa) a los seis y nueve meses de estar almacenada la semilla en las tres épocas de procedencia (verano, invierno y primavera). Se efectuaron análisis discriminantes aplicando la I-distancia de Ivanovic, definiendo en cada caso una variable de agrupamiento. Se utilizó la clasificación automática para establecer estructuras de agrupamiento en los tratamientos básicos utilizando los datos de las variables obtenidas a los seis y nueve meses de estar almacenada la semilla.

**Tabla I. Tratamientos evaluados**

Variedad	Tratamientos básicos Condiciones de almacenamiento			Origen del material								
				verano			invierno			primavera		
				envase	zeosem	Tiempo de almacenamiento	Tiempo de almacenamiento	Tiempo de almacenamiento	Tiempo de almacenamiento	Tiempo de almacenamiento	Tiempo de almacenamiento	Tiempo de almacenamiento
				6	9	12	6	9	12	6	9	12
IS-32	Climatizado	F cristal	si	1	17	33	49	65	81	97	113	129
IS-32	Climatizado	Bolsa	si	2	18	34	50	66	82	98	114	130
IS-32	Climatizado	F cristal	no	3	19	35	51	67	83	99	115	131
IS-32	Climatizado	Bolsa	no	4	20	36	52	68	84	100	116	132
CS-23	Climatizado	F cristal	si	5	21	37	53	69	85	101	117	133
CS-23	Climatizado	Bolsa	si	6	22	38	54	70	86	102	118	134
CS-23	Climatizado	F cristal	no	7	23	39	55	71	87	103	119	135
CS-23	Climatizado	Bolsa	no	8	24	40	56	72	88	104	120	136
IS-32	Ambiente	F cristal	si	9	25	41	57	73	89	105	121	137
IS-32	Ambiente	Bolsa	si	10	26	42	58	74	90	106	122	138
IS-32	Ambiente	F cristal	no	11	27	43	59	75	91	107	123	139
IS-32	Ambiente	Bolsa	no	12	28	44	60	76	92	108	124	140
CS-23	Ambiente	F cristal	si	13	29	45	61	77	93	109	125	141
CS-23	Ambiente	Bolsa	si	14	30	46	62	78	94	110	126	142
CS-23	Ambiente	F cristal	no	15	31	47	63	79	95	111	127	143
CS-23	Ambiente	Bolsa	no	16	32	48	64	80	96	112	128	144

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Acondicionamiento de la semilla.** Se realizó como está establecido: posterior a la cosecha, trillado y limpieza de esta, se logró la extracción de humedad de la semilla, utilizando para ello una estufa de circulación forzada, con el objetivo de lograr la disminución del porcentaje de humedad contenido en la semilla previo al almacenamiento. Al final del proceso de acondicionamiento de la semilla, la humedad en las dos variedades se muestra a continuación (Tabla II).

**Tabla II. Resultados del acondicionamiento previo al almacenamiento**

Siembra	Fecha de almacenaje	Variedad	Humedad del grano	Peso de 100 granos	Porcentaje de germinación
Verano	15/1/97	CS-23	10.93	15.97	98
		IS-32	10.72	12.43	95
Invierno	21/5/97	CS-23	10.68	16.77	98
		IS-32	10.78	12.08	98
Primavera	26/9/97	CS-23	9.32	16.58	70 <sup>(x)</sup>
		IS-32	10.13	9.55	86 <sup>(x)</sup>

(x) Gran afectación por lluvias continuadas al momento de la cosecha

Se denota que los porcentajes de humedad en los granos en las dos variedades fueron muy semejantes, posterior a su acondicionamiento en las tres épocas, por lo que ese factor no debe crear un efecto diferenciado en el estudio del almacenamiento. El porcentaje de germinación en las dos variedades fue muy satisfactorio en semillas obtenidas en verano e invierno; en las obtenidas en verano existió una pequeña afectación en contra de la variedad IS-32, que en los días de su cosecha (10 días posteriores a la CS-23) se presentaron fuertes lluvias no típicas de esta época que afectaron en algo su calidad (Tabla III); la semilla obtenida de primavera presentó bajos porcentajes de germinación, siendo la mayor afectación en la variedad CS-23, que es menos resistente a las condiciones de altas precipitaciones. Como se muestra el acumulado de precipitaciones en 110 días fue de 1 287 mm y en los últimos 30 días cuando es necesaria la baja humedad se registraron 240 mm. No existió una relación

entre época y variedad para el peso de los granos, siempre la variedad CS-23 presentó mayor peso de grano; en la semilla procedente de siembras de primavera las diferencias fueron mayores entre variedades.

**Tabla III. Condiciones climáticas del período de desarrollo de la semilla en el campo (durante 110 días)**

Fecha de siembra	Epoca	Inicio del almacenamiento	Precipitaciones	
			Acumulado del ciclo	Acumulado en los últimos 30 días
30 Sept/96	Verano	15 Enero/97	496	135
4 Febrero/97	Invierno	21 Mayo/97	359	220
11 Junio/97	Primavera	21 Sept/97	1287	240

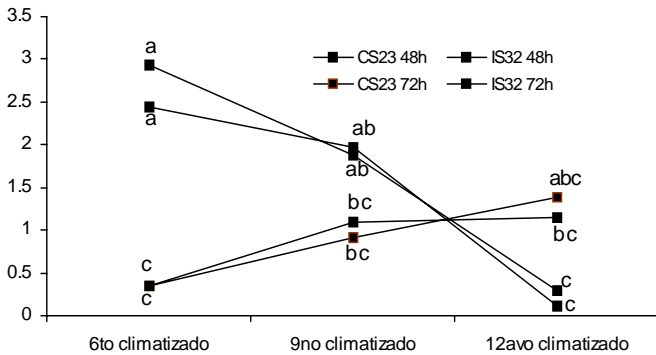
  

Fecha de siembra	Epoca	Inicio del almacenamiento	Humedad Relativa	
			Media durante el ciclo	Media de los últimos 30 días
30 Sept/96	Verano	15 Enero/97	82.4	80.9
4 Febrero/97	Invierno	21 Mayo/97	79.5	82.5
11 Junio/97	Primavera	21 Sept/97	84.6	85.9

Para ninguna variable evaluada, la aplicación del ZEOSEM a la semilla en la dosis utilizada no tuvo efecto sobre la calidad de la semilla, por lo que no se recomienda su uso en estas condiciones del trabajo.

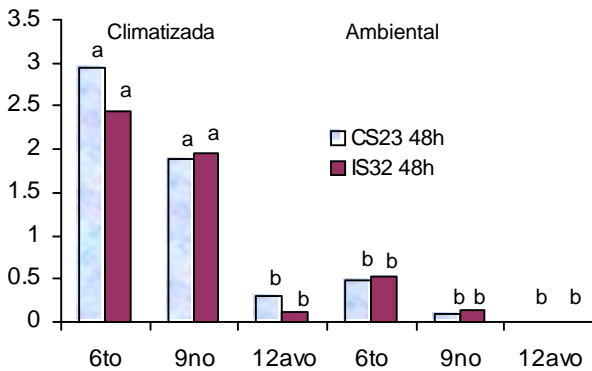
**Velocidad de germinación.** En las Figuras 1, 2 y 3 se observa la velocidad de germinación de las semillas, expresada como función del número de semillas germinadas por hora. En la Figura 1 se evidencia que la velocidad de germinación hasta las 48 horas fue decreciendo con el tiempo de almacenamiento climatizado y fue aumentando la velocidad de germinación entre las 48 y 72 horas como un reflejo del envejecimiento de la semilla. No existen diferencias marcadas entre las variedades.

En la Figura 2 se observa que los tratamientos climatizados siempre fueron los mejores a los seis y nueve meses, ya a los 12 meses la semilla había perdido su capacidad germinativa. Los tratamientos a la temperatura ambiente a los seis y nueve meses presentaron muy bajo porcentaje de germinación y a los 12 meses estaban totalmente depauperadas.



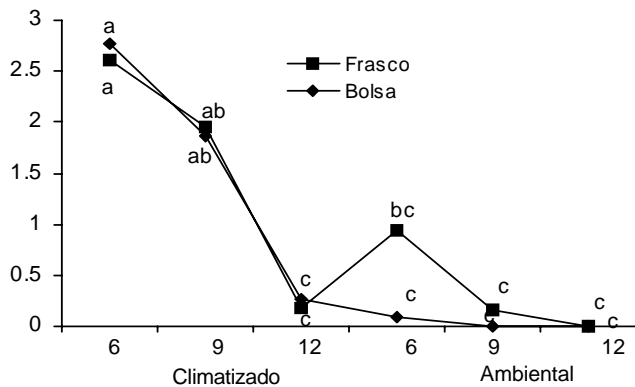
Líneas con letras comunes no difieren significativamente,  $p < 0.05$ , ES media es 0.36

**Figura 1. Velocidad de germinación a las 48 y 72 horas en el almacenamiento climatizado de cada variedad con seis, nueve y 12 meses de almacenamiento**



Barras con letras comunes no difieren significativamente,  $p < 0.05$ , ES media 0.38

**Figura 2. Velocidad de germinación a las 48 horas en las dos formas de almacenamiento de cada variedad con seis, nueve y 12 meses de almacenamiento**



Líneas con letras comunes no difieren significativamente  $p < 0.05$ , ES media 0.36

**Figura 3. Velocidad de germinación a las 48 horas en las dos formas de almacenamiento según tipo de envase**

En la Figura 3 se observa el efecto del tipo de envase en la velocidad de germinación; en condiciones de almacenamiento climatizado no existen diferencias entre tipos de envases y el decrecimiento lo determina el tiempo de almacenamiento de la semilla. En condiciones ambientales de almacenamiento, el frasco hermético es el único que logró relativa velocidad de germinación a los seis meses de almacenados; aquí se demuestra que en condiciones ambientales hay que sellar herméticamente los envases de semilla y que debe utilizarse la semilla antes de los seis meses de almacenamiento.

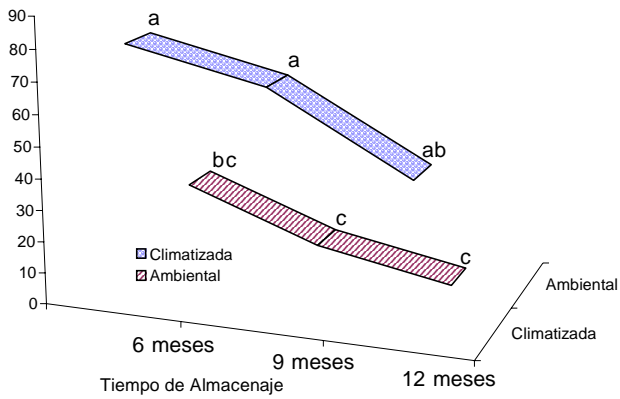
En la Tabla IV se observan las condiciones climáticas presentadas durante el período de almacenamiento de la semilla; en las almacenadas en condiciones no climatizadas, los factores ambientales afectaron en alta medida su calidad, siendo esto más intenso en las que su almacenamiento se inició en mayo, donde los promedios de humedad relativa y temperaturas fueron superiores a otras épocas. El proceso de deterioración no está totalmente explicado, existiendo muchos autores que han estudiado profundamente este proceso (4, 5). Pero todos coinciden en que la temperatura es un factor importante en el deterioro; recientemente en Brasil encontraron resultados muy parecidos (3), lo que reitera el efecto negativo de las altas temperaturas y alta humedad en el poder germinativo de la semilla.

**Tabla IV. Condiciones climáticas durante el período de almacenamiento de la semilla**

Fecha almacenamiento	Promedio de la Humedad Relativa		
	Primeros 3 meses	Entre 3 y 6 meses	Primeros 6 meses
15 de enero/1997	77.5	82.9	80.2
21 de mayo/1997	83.8	84.9	84.3
21 de septiembre/1997	84.1	78.5	81.3
	Promedio de la temperatura ambiental		
15 de enero/1997	25.4	26.2	25.81
21 de mayo/1997	27.0	25.4	26.2
21 de septiembre/1997	23.3	22.0	22.6

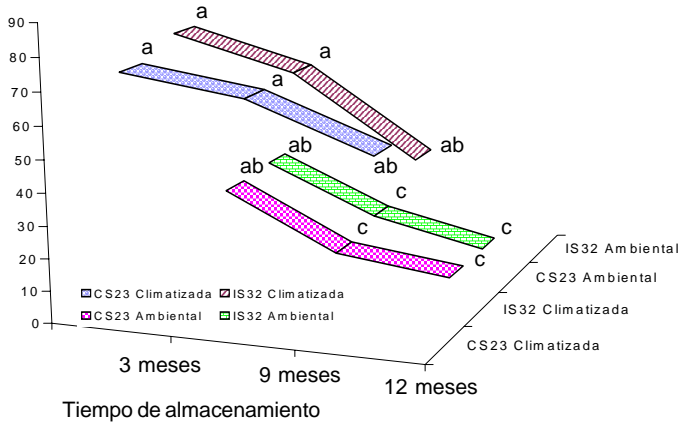
**Porcentaje de germinación.** El poder germinativo es el índice más conocido y aceptado para determinar la calidad de la semilla (4), siendo por ello uno de los indicadores evaluados.

En las Figuras 4, 5, 6 y 7 se observan resultados semejantes con los resultados anteriores (Figuras 1 y 2); pudo observarse en la Figura 4 que los porcentajes más altos de germinación fueron registrados en las semillas conservadas en la cámara climatizada a los seis y nueve meses de almacenadas sin diferencias significativas entre sí, con valores muy superiores a los registrados en el caso de las semillas almacenadas en condiciones ambientales.



Líneas con letras en común no difieren significativamente  $p < 0.05$ , ES media 10,15

**Figura 4. Porcentaje de germinación a las 96 horas para las dos condiciones de almacenamiento**



Líneas con letras comunes no difieren significativamente  $p < 0.05$ , ES media 10,52

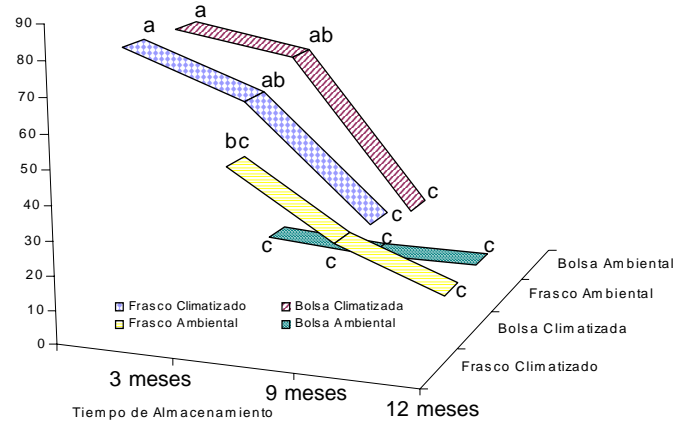
**Figura 5. Porcentaje de germinación de las variedades y las condiciones de almacenamiento**

De poco interés resultan las diferencias detectadas entre las variedades (Figura 5); dentro de la calidad de la semilla deben considerarse los factores genéticos que hacen que ciertos cultivares sean más resistentes al deterioro, causado entre otros por adversidades climáticas (4). Al evaluar diversos genotipos de soya, encontraron que entre otras variedades, la IS-32 presentó una destacable adaptación a siembras de primavera (5); además, al evaluar un amplio germoplasma de soya en condiciones de primavera (6) detectaron que el progenitor que fue la base de la creación de la IS-32 quedó entre los genotipos más adaptados para las condiciones estresantes de altas precipitaciones en el período de madurez y secado de la planta.

Entre las variedades no existieron diferencias significativas; en las procedentes de siembras de primavera la IS-32 presentó una tendencia a los mejores resultados en cualquiera de las variantes, estando relacionada con su adaptación para esas condiciones estresantes (7).

Por su parte, el tipo de envase más adecuado (Figura 6) estuvo en función de la condición de almacenaje. Así,

mientras que la bolsa de lienzo y el frasco no presentaron diferencias marcadas para el caso de la cámara climatizada, la conservación en frasco resultó la única opción posible a utilizar para el caso de la condición de temperatura ambiente. Queda claro que en condiciones ambientales, es imprescindible después de beneficiar la semilla y disminuir su humedad a menos de un 11 %, almacenarla en envases herméticos. En Brasil, han encontrado un gran efecto sobre el poder germinativo de la semilla, según las condiciones de almacenamiento muy parecidas a las utilizadas en este trabajo (8).



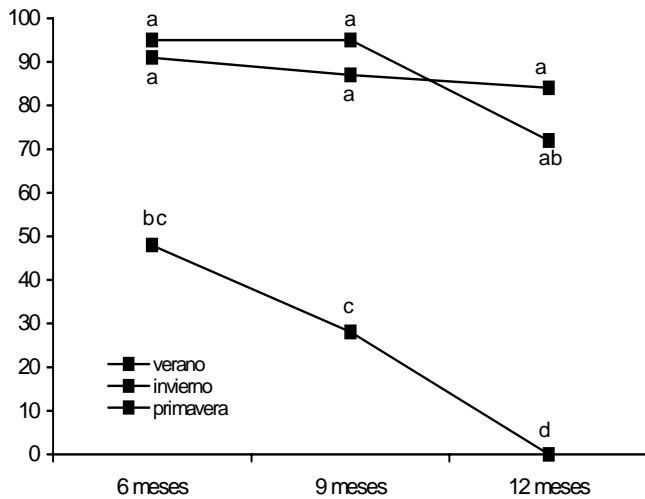
Líneas con letras comunes no difieren significativamente  $p < 0.05$ , ES media 10, 11

**Figura 6. Porcentaje de germinación a las 96 horas por tipo de envase y condición de almacenamiento**

Se ven diferencias entre los seis, nueve y 12 meses de almacenamiento, fundamentalmente cuando este se realiza en condiciones ambientales; ya a los nueve meses se pierde casi completamente el poder germinativo en las dos variedades y en condiciones climatizadas a los 12 meses se denota un gran deterioro de la semilla.

En la Figura 7 se observa el porcentaje de germinación de las semillas, según la procedencia de estas almacenadas en condiciones climatizadas. Las semillas almacenadas en diciembre-enero, es decir, de siembras de verano, pudieron ser almacenadas por un año; con el resto de las épocas no es posible llegar a ese período de almacenamiento en las condiciones utilizadas: las sembradas en frío (diciembre-enero) y almacenadas al inicio de mayo se deprimió mucho su poder germinativo a los 12 meses de almacenamiento, en la siembras de primavera (abril-mayo) es imposible obtener semilla de calidad.

La calidad de la semilla depende tanto de su herencia como de su historia (6); en las regiones tropicales del Brasil, la temperatura y humedad provocan un efecto negativo en la semilla, lo que reduce su vida de almacenamiento (9). Estos mismos autores afirman que los campesinos tailandeses almacenan en envases herméticos, poniéndole en el fondo cal viva por espacio de ocho meses con resultados positivos.



Líneas con letras comunes no difieren significativamente  $p < 0.05$ , ES media 8,36

**Figura 7. Porcentaje de germinación según la procedencia de la semilla obtenida en condiciones de almacenamiento climatizado**

Al evaluar un pequeño grupo de genotipos con tiempos de almacenamiento de tres, cinco, nueve y 14 meses, se obtuvo decrecimiento del porcentaje de germinación de la semilla en todas las variedades, muy semejante a los obtenidos en este trabajo. En las regiones tropicales, los productores de semilla han tenido grandes dificultades para producir con regularidad semillas de soja de alta calidad; según ellos, el factor que más limita la expansión del cultivo en el trópico es la producción de semilla y el rendimiento del cultivo está muy relacionado con la calidad de la semilla utilizada (10).

**Biomasa producida.** El peso de la biomasa producida (Tabla V) reflejó un comportamiento muy similar al descrito en el caso del análisis de la germinación de la semilla.

Como se observa, las semillas procedentes del verano con inicio de almacenamiento en enero reflejaron los valores más satisfactorios en las dos condiciones de almacenamiento; en las mismas condiciones existió una tendencia a que, en general, las cantidades mayores de biomasa producida se correspondieron con los tratamientos almacenados en la cámara a 19-22°C, cuyos valores resultaron superiores a los alcanzados por las semillas conservadas en condiciones ambientales. Dicho resultado evidentemente reafirma la necesidad de contar con condiciones controladas de temperatura para el almacenaje de la semilla de soja, en cuyo caso se garantiza mantener con alto potencial germinativo y buen desarrollo, un aspecto actualmente limitante en la extensión del cultivo en Cuba. En ambas condiciones de almacenamiento, el tiempo de almacenaje afecta la biomasa producida, existiendo diferencias entre los seis y nueve meses, fundamentalmente entre seis y 12 meses.

En la Tabla VI se denota que ambas variedades no difirieron en el índice de biomasa/planta germinada; el tiempo de almacenaje afectó en alta medida el índice; sin embargo, la longitud de la radícula no presentó diferencias.

A partir de los resultados discutidos en cada variable, se consideró oportuno realizar un análisis integral de todas las variantes de tratamientos en las tres épocas de almacenamiento, realizándoles cortes con los resultados obtenidos a los seis y nueve meses del almacenamiento.

Se observa (Tabla VII) que las dos primeras componentes en ambos períodos de almacenamiento explican más del 80 % de la variabilidad total, siendo la primera componente dos veces más importante que la segunda.

En ambos casos, las variables, el porcentaje de germinación, longitud de la raíz y velocidad germinativa, a las 48 horas caracterizan la primera componente y la biomasa, así como el índice de biomasa por planta son las que más caracterizan la segunda componente.

**Tabla V. Biomasa producida a las 120 horas de puesta a germinar (peso seco en mg de 50 granos, excluyendo su peso)**

Variedad	Inicio de almacenamiento	Climatizada				Ambiental			
		Tiempo de almacenaje				Tiempo de almacenaje			
		6	9	12	Medio	6	9	12	Medio
CS-23	Enero	7.16	4.97	4.86	5.66 a	7.31	1.81	0	3.04 b
	Mayo	2.06	0.53	2.44	1.68 bc	1.26	0.01	0	0.42 bc
	Septiembre	0.38	0.17	0.00	0.18 c	0.00	0.00	0	0.00 c
IS-32	Enero	1.95	0.51	2.68	1.71 bc	0.81	0.02	0	0.28 c
	Mayo	1.95	0.51	2.76	1.74 bc	0.81	0.02	0	0.28 c
	Septiembre	1.34	0.59	0.00	2.20 bc	0.23	0.13	0	0.12 c

Valores con letras comunes no difieren significativamente  $p > 0.05$ , ES media 0,79

**Tabla VI. Índice de biomasa/plántula germinada y longitud media de la radícula (cm)**

Variedad	Inicio almacenamiento	Índice b/p	Tiempo de almacenaje				
			6	9	12		
			Longitud radícula	Índice b/p	Longitud radícula	Índice b/p	Longitud radícula
CS 23	Valor Medio	0.35	3.47	0.07	3.05	0.03	0.07
IS-32	Valor Medio	0.29	3.6	0.15	2.79	0.03	0.55
Valor medio General		0.32 a	3.53 NS	0.11 b	2.92 NS	0.03 c	3.77 NS

Valores con letras comunes no difieren significativamente  $p > 0.05$ , ES media 0,03 del índice b/p

**Tabla VII. Distribución de las variables en el análisis de componentes principales**

Variables	A los 6 meses		A los 9 meses	
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
% germinación	.9716	-.0309	.9709	.1872
Peso biomasa	.5077	.8038	.6075	-.7366
Longitud de la raíz	.9022	-.1209	.9334	.1198
V. germ. 48 horas	.9055	-.1129	.6928	-.1616
V. germ. 72 horas	.6621	.1663	.5646	.5301
Indice biomasa	-.3228	.8679	.0212	-.7994
% clasificación	56.75	24.26	54.99	25.48
Acumulado	56.75	81.01	54.99	80.47

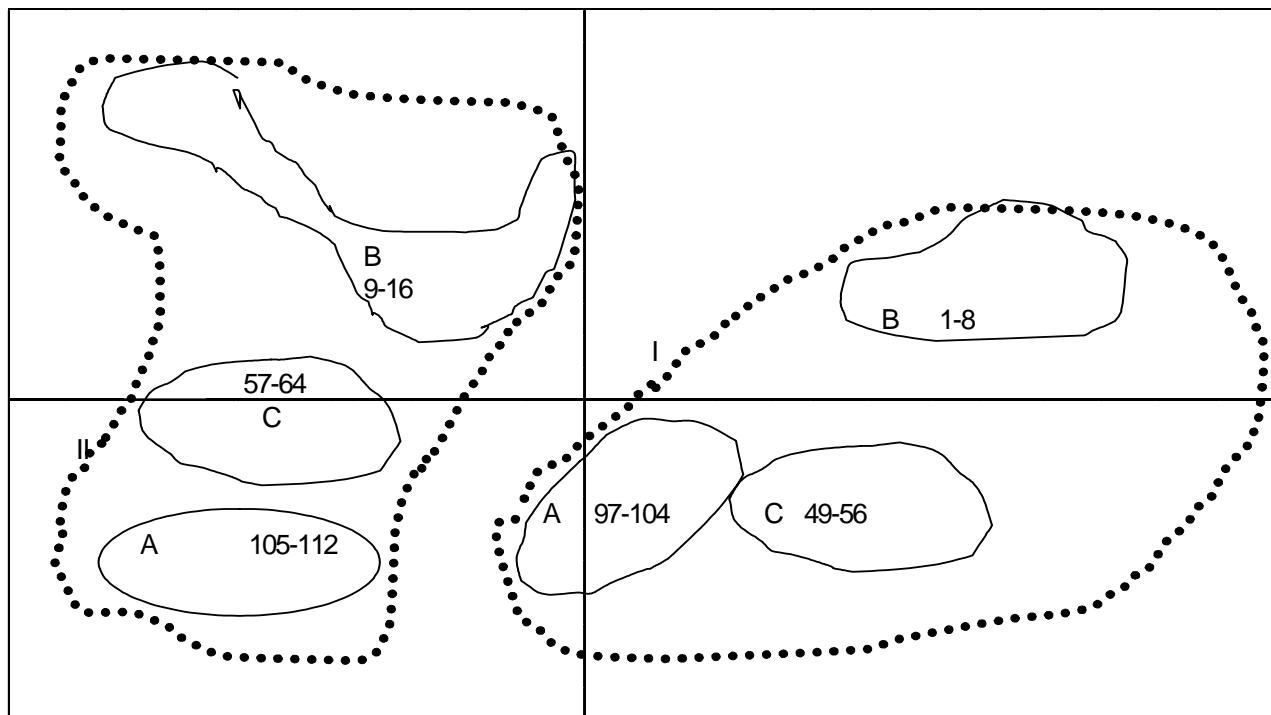
En las Figuras 8 y 9 se observa que en ambos casos los tratamientos se agrupan según las condiciones de almacenamiento y la procedencia de la semilla; en la parte derecha se agrupan los tratamientos que se almacenaron en condiciones climatizadas subdivididas en grupos según la procedencia de la semilla, donde las obtenidas en verano (tratamientos del 1 al 8 y del 17 al 24) se agruparon al extremo derecho, demostrando una vez más que esta es la época de mejores condiciones para producir semilla de alta calidad.

Las semillas producidas en primavera en las dos condiciones de almacenaje a los seis y nueve meses

respectivamente (tratamientos del 97 al 104 en condiciones climatizadas y del 105 al 112 en condiciones ambientales; tratamientos del 113 al 120 en condiciones climatizadas y del 121 al 128 en condiciones ambientales), siempre se situaron a la extrema izquierda de cada grupo, en correspondencia con las difíciles condiciones de esta época para producir semilla. Durante el período posterior a la madurez fisiológica, las condiciones de intensas precipitaciones y altas temperaturas no solo afectan la calidad del grano en sí, sino también el grado de deterioro durante la posterior etapa de almacenamiento (11, 12).

Con el objetivo de conocer si las condiciones de almacenamiento y las variedades fueron buenas variables de agrupamiento, se realizaron diferentes análisis discriminantes por cada una de las épocas de procedencia de la semilla.

Cuando se utilizaron las condiciones de almacenamiento (Tabla VIII) como variable de agrupamiento en los tres análisis efectuados, las diferencias entre estas (climatizada y ambiental) fueron significativas sin importar el origen del material. En el caso de las variables de agrupamiento por tipo de variedad, existió significación de agrupamiento para las de verano y primavera, no así en el invierno donde el efecto variedad no fue tan significativo.



➤ % germinación, longitud de la raíz y velocidad de germinación a las 48 horas

< Peso de la biomasa

I Almacenamiento climatizado

< Índice de biomasa

II Almacenamiento ambiental

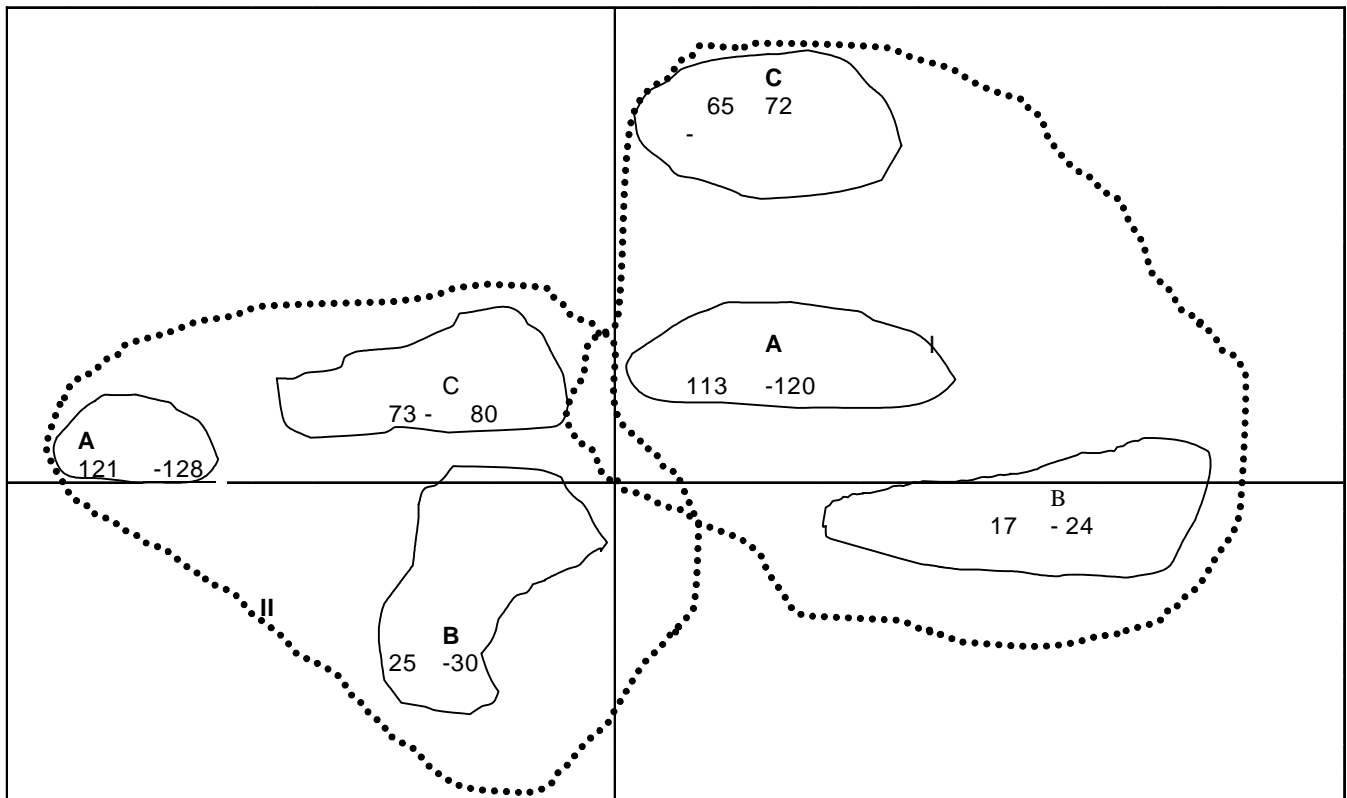
Origen de la semilla

A.- Primavera

B.- Verano

C.- Invierno

**Figura 8. Agrupamiento de los diversos tratamientos según el origen de la semilla y las formas de almacenamiento bajo las variables evaluadas a los seis meses de estar almacenada la semilla**



➤ % germinación, longitud de la raíz y velocidad de germinación a las 48 horas

↑ < Peso de la biomasa / Almacenamiento climatizado

< Índice de biomasa // Almacenamiento ambiental

Origen de la semilla:

A.- Primavera      B.- Verano      C.- Invierno

**Figura 9. Agrupamiento de los diversos tratamientos según el origen de la semilla y las formas de almacenamiento bajo las variables evaluadas a los nueve meses de estar almacenada la semilla**

**Tabla VIII. Resultados de los análisis discriminantes por cada una de las épocas de procedencia de la semilla**

Época de procedencia	Significación			Grupo	Porcentaje de clasificación	Predicción por grupo	
	Lambda	F	p<			1	2
Variable de agrupamiento "Condiciones de Almacenamiento"							
Verano	.204	5.85	0.009	Climatizado	87.50	7	1
				Ambiental	100.00	0	8
				TOTAL	93.75	7	9
Invierno	.020	73.28	0.000	Climatizado	100.00	8	0
				Ambiental	87.50	1	7
				TOTAL	93.75	9	7
Primavera	.094	14.46	0.000	Climatizado	100.00	8	0
				Ambiental	100.00	0	8
				Total	100.00	8	8
Variable de agrupamiento "Variedades"							
Verano	.285	3.76	0.037	CS-23	100.00	8	0
				IS-32	87.50	1	7
				TOTAL	93.75	9	7
Invierno	.285	3.76	0.037	CS-23	87.50	7	1
				IS-32	62.50	3	5
				Total	75.00	10	6
Primavera	.358	-2.69	0.088	CS-23	87.50	7	1
				IS-32	87.50	1	7
				TOTAL	87.50	8	8



Con el objetivo de conocer de forma integral si las condiciones de almacenamiento, las épocas de producción de las semillas y las diferentes variedades tuvieron un efecto significativo en la creación de los posibles agrupamientos, se realizaron distintos análisis discriminantes, teniendo en cuenta los tratamientos del 1 al 16, del 49 al 64 y del 97 al 112 con seis meses de almacenamiento (Tabla IX).

Al agrupar toda la información existente independientemente del origen de la semilla, se observa que cuando se agrupó según la procedencia de la semilla y las condiciones de almacenamiento se presentó alta significación, lo que reafirma la importancia de la época para producir la semilla y su alto valor del almacenamiento en condiciones climatizadas. Se denota que el factor variedad no demostró alta potencia en el agrupamiento.

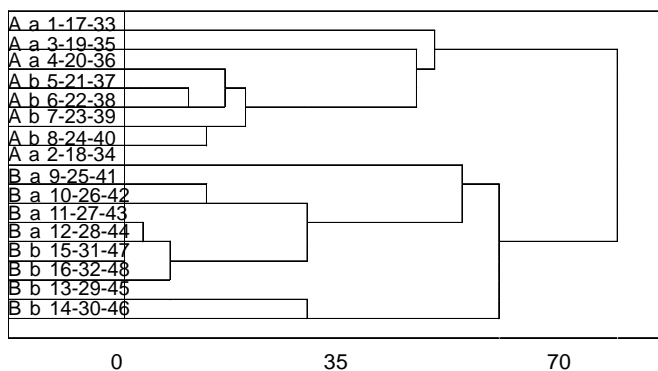
Con el objetivo de obtener estructuras de agrupamiento relacionadas con las condiciones de almacenamiento y las variedades utilizadas, se efectuaron análisis de clasificación para cada tipo de origen o procedencia del material.

En la Figura 10, se observa claramente que cuando la procedencia es sobre semillas de verano e invierno, se conforman dos importantes agrupamientos que se unen a distancias muy altas, estando en total correspondencia con las dos condiciones de almacenamiento. Sin embargo, en las procedentes de semillas de primavera, aparece un corrimiento en el orden de las variedades, la IS-32 sustituye en orden a la CS-23 menos adaptada a las condiciones de la primavera, donde los tratamientos 105 y 121, 106 y 122 de las condiciones de almacenamiento ambiental, se unen al agrupamiento donde están ubicados todos los tratamientos que se almacenaron climáticamente.

**Tabla IX. Resultados de los análisis discriminantes**

Variables de agrupamiento	Significación			Grupos	% Clasificación correcta	Predicción por grupo		
	Lambda	F	p<			1	2	3
Procedencia de la semilla	0.469	24.12	0.0000	Verano	93.75	15	0	1
				Invierno	100	0	16	0
				Primavera	68.75	5	0	11
				Total	87.50	20	16	12
				Climatizado	87.50	21	3	
Condiciones de almacenamiento	0.377	11.31	0.0000	Ambiente	91.67	2	22	
				TOTAL	89.58	23	25	
				CS-23	75.00	18	6	
Variedades	0.914	-.645	0.694	IS-32	50.00	12	12	
				Total	62.50	30	18	

Semillas de verano a los seis, nueve y 12 meses de almacenadas  
Distancia Euclidiana



Semillas de invierno a los seis y nueve meses de almacenadas  
Distancia Euclidiana

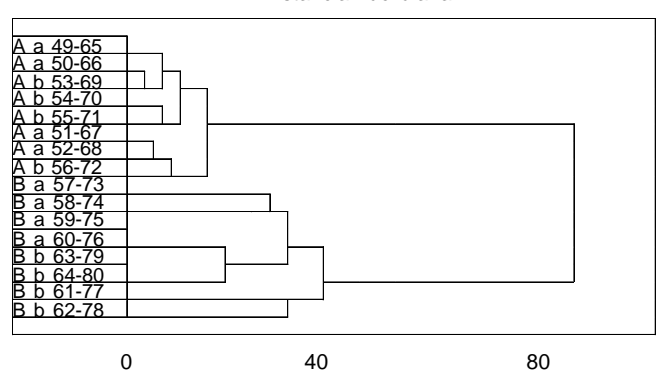
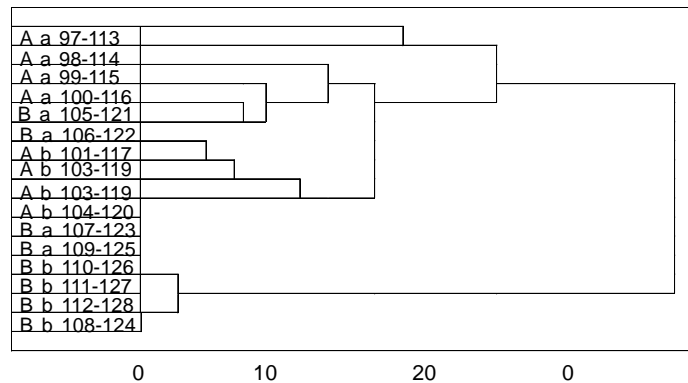


Diagrama de semillas de primavera a los seis y nueve meses de almacenadas  
Distancia Euclidiana



A- Almacenamiento climatizado      a- IS-32  
B- Almacenamiento sin climatización      b- CS-23

**Figura 10. Diferentes dendrogramas según la técnica de clasificación**

El procedimiento más económico para efectuar una adecuada conservación del grano es que este ingrese al beneficio sano, limpio, seco y fresco. Si no se ha podido cumplir con ello, es muy posible que los granos se deterioren más rápidamente (10).

Para el almacenaje de las semillas de soja durante períodos más o menos prolongados (seis a nueve meses), resultan altamente ventajosas las cámaras climatizadas con acondicionador de aire doméstico, con temperaturas que pueden oscilar alrededor de los 20°C, en cuyo caso el material mantiene un alto poder germinativo si se le disminuye el porcentaje de humedad al grano previo al almacenaje a menos del 11 %.

El almacenamiento de las semillas en un local climatizado con acondicionador de aire doméstico podría ejecutarse en sacos de lienzo u otro material similar o en envases herméticos, mientras que para el almacenamiento a temperatura ambiente resultan imprescindibles los envases herméticamente sellados.

## REFERENCIAS

1. Henning, A. A.; Franca Neto, J. de B.; Costa, N. P.; Campelo, G. J. A. y Silva, I. A. Efeitos do teor de umidades e ambiente sobre a qualidade da semente de soja armazenada em Terezina, PI. En: Resultados de pesquisa de soja 1984/1985, Londrina, EMBRAPA-CNPQ. 1985. p. 448-450.
2. McDonald, M. B.; Jones, J. R. y Nelson, C. J. Physiology of seed deterioration. CSSAA.11. Madison: Crop Science, Society of America, 1986.
3. Estevao, C. P.; Henning, A. A.; Franca-Neto, J. de B. y Possamai, E. Calidad de semillas de sojas tratadas y almacenadas en diferentes ambientes. En: Memorias Congreso brasileño de soja. (2:2002 jun. 3-6:Londrina), 2002.
4. Casini, C.; Craviotto, R. M. y Grancola, S. M. Calidad de la semilla. En: El cultivo de la soja en Argentina INTA. 1997.
5. Ponce M.; Ortiz, R.; Fe, C. de la y Moya, C. Estudio comparativo de nuevas variedades de soja (*Glycine max* L. Merr) para condiciones de primavera en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 2002, vol. 23, no. 2, p. 55-58.
6. Ortiz, R.; Ponce, M.; Caballero, A. y Fe, C. de la. Evaluación de una colección de germoplasma de soja (*Glycine max*. (L.) Merrill) en condiciones abióticas estresantes. *Cultivos Tropicales*, 2000, vol. 21, no. 1, p. 67-72.
7. Ponce, M.; Ortiz, R.; Fe, C. de la y Moya, C. INCASOY~24 e INCASOY~27: Nuevas variedades de soja para las condiciones climáticas de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 2003, vol. 24, no. 3, p. 49.
8. Becker, A.; Fernández, G. P. y Malavasi, M. M. Poder germinativo de la semilla de soja almacenadas bajo dos condiciones ambientales. En: Memorias Congreso brasileño de soja. (2:2002 jun. 3-6:Londrina).
9. Busanello, C. y Targaski, A. Cuidados en la adquisición, almacenamiento y utilización, Consultado [14-1-2004]. Disponible en: <[www.revistaelproductor.com/setiembre2003/semilla\\_de\\_soja.htm](http://www.revistaelproductor.com/setiembre2003/semilla_de_soja.htm)>.
10. Franca Neto, J. B.; Henning, A. A. y Kazyzanowski, F. C. El cultivo de la soja en los trópicos. Tecnología de la producción de semilla para los trópicos, Roma:FAO, 1995. 240 p.
11. Juárez, M. Manejo cultivo de la soja en Argentina. Acondicionamiento y conservación de granos y semillas, INTA. 2003
12. Galvan, M. E. Evaluación de cultivares de soja en diferentes fechas de siembra. Campaña 1999~2000: Memorias. En: (2:2002 jun. 3-6: Londrina).

Recibido: 13 de mayo de 2003

Aceptado: 10 de febrero de 2004