

## **GERMINACION DE DIFERENTES CULTIVARES DE FRIJOL COMUN (PHASEOLUS VULGARIS L.) BAJO CONDICIONES DE SEQUIA**

**Heidy Penichet, Melba Cabrera, Caridad Pérez, Elena Lago, Marisol Pérez y Maria J. Mendoza**

**Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT)  
Calle 2 esq. 1 Santiago de las Vegas, Ciudad de La Habana, Cuba, CP 17200.  
Email: [hpenichet@inifat.co.cu](mailto:hpenichet@inifat.co.cu)**

### **RESUMEN**

Con el objetivo de identificar variedades tolerantes a la sequía a partir de material prospectado y líneas de avanzada, provenientes del Banco de Germoplasma del INIFAT, se realizaron experimentos en condiciones de laboratorio. Semillas de variedades de frijol común de diferentes colores, fueron puestas a germinar en placas petri, sobre papel de filtro, se utilizó agua como control y las condiciones de sequía se simularon con Polyethylene Glycol 6000 a concentraciones desde 3 hasta 21%. Se tomó el número de semillas germinadas a los 2, 4 y 6 días, a partir de aquí se removieron las plántulas y se midió: altura del hipocótilo, longitud de la radícula y la materia fresca. Los resultados muestran que las variables medidas no se afectan prácticamente hasta concentraciones de 15% de PEG, a partir de aquí los valores comienzan a disminuir en las concentraciones de 18 y 21%, pero esta afectación no es tan severa, lo que demuestra la tolerancia de estas variedades al estrés hídrico, aunque existe respuesta varietal.

***Palabras claves: Frijol, germinación, sequía.***

### **GERMINATION OF DIFFERENTS COMMON BEAN CULTIVARS (PHASEOLUS VULGARIS L.) UNDER DROUGHT CONDITIONS.**

Lab experiments were conducted to identify drought tolerant cultivars using materials and advanced lines from the genebank of INIFAT. Common bean seeds of different colors were included in Petri dishes on filter paper for germination. Distilled water was used as control and drought conditions were simulated using Polyethylene Glycol 6000 (PEG) at concentrations from 3 % to 21 %. The number of germinated seeds was determined at 2, 4 and 6 days after starting the experiments. Plantlets were removed and the hypocotyl height, the radicle length and the fresh weight was evaluated. Results show that the variables studied were not affected at concentrations of PEG from 3 to 15 %. At 18 % and 21 % the values started to diminish, but the damages were not severe. Our results show the drought stress tolerance of the genotypes studied, although there were differences among cultivars.

### **INTRODUCCIÓN**

En Cuba el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), ha sido cultivado tradicionalmente, encontrándose entre los cultivares económicos más importantes, debido fundamentalmente a que los granos constituyen una de las principales fuentes de proteínas y calorías (CIAT, 1990), así como el gran hábito de consumo de la población; sin embargo los rendimientos del cultivo del frijol en nuestro país se ha

caracterizado por ser bajos en los últimos 20 años no sobrepasando el valor medio de 0.8 T ha (Dictamen, 2000).

Estos bajos rendimientos y la poca estabilidad en su producción están dados fundamentalmente porque esta se ve afectada por una serie de factores, dentro de los cuales están el déficit de humedad (sequía) y cultivares adaptados al medio ambiente, incluso a los cambios climatológicos a nivel global.

Se hace necesario aprovechar la diversidad genética de las especies silvestres y cultivadas para lograr la estabilidad y mejorar las cosechas, ya que no todas las variedades presentan la misma respuesta al déficit de humedad, lo que indica la variabilidad en la respuesta hídrica, en consecuencia, nuestro objetivo fue estudiar como se comporta la germinación de diferentes cultivares de frijol bajo condiciones de sequía, para poder identificar los cultivares más adaptados.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se realizaron dos experimentos donde se evaluaron a través del test de germinación 12 materiales de frijol común de las líneas de avanzada y material prospectado provenientes del Banco de Germoplasma del INIFAT.

Los experimentos se desarrollaron en condiciones de laboratorio. Las semillas fueron puestas a germinar en placas petri sobre papel de filtro, las cuales fueron colocadas en un germinador, después de la emergencia de la radícula, se controló la luz de acuerdo a las exigencias del cultivo. Fueron utilizadas para cada concentración y el control 5 réplicas con 12 semillas cada una, para un total de 70 semillas por tratamientos.

Para simular las condiciones de sequía, se utilizaron diferentes concentraciones de Polyethylen Glycol (PEG), (3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 %). Se utilizó para cada variedad agua como control. Se evaluó el porcentaje de germinación a los 2, 4, 6 y 8 días y al final se midió la longitud de la radícula y el hipocótilo.

Se determinó el Índice de Estrés de la Germinación (IEG) y el porcentaje de inhibición de acuerdo a las siguientes expresiones:

$$\text{IEG} = \text{Valor estrés} / \text{valor control} \times 100$$

$$\% \text{Inhibición} = 100 - \text{IEG}$$

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Entre los factores abióticos que afectan la producción de frijol en nuestro país, están básicamente las altas temperaturas y las bajas precipitaciones, aspecto este que adquiere carácter de limitante para la producción en algunas zonas de las provincias orientales (Blanco y Faure, 1994).

Es por esto que se hace necesario seleccionar material con tolerancia a la sequía, a partir del germoplasma existente y una buena alternativa puede ser seleccionar material bajo condiciones de laboratorio y casa de cristal (Sammons, Peters y Hymowitz, 1978).

Algunas características de las plantas han sido reportadas como indicadores confiables para la selección de germoplasma con tolerancia a la sequía y al calor,

dentro de las cuales se encuentran la germinación de las semillas y el crecimiento de las plántulas (Blum et al, 1980).

Nuestros resultados con respecto al test de germinación de algunas variedades provenientes del Banco de Germoplasma del INIFAT demuestran que el porcentaje de germinación para todas las variedades en estudio no se ven afectadas hasta la concentración de PEG del 12%.

VARIETA D	CONCENTRACIÓN POLYETHYLEN GLYCOL										
	Contr ol	3%	6%	9%	Contr ol	12%	Contr ol	15%	Contr ol	18%	21%
<b>Bat 93-1</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87	67
<b>Pilon</b>	95	100	100	100	100	100	100	95	63	83	83
<b>Lewa</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	91	42
<b>CC-25-9B</b>	100	100	100	100	95	95	100	100	100	42	13
<b>P-186</b>	100	100	100	100	100	100	100	95	100	87	71
<b>P-2174</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87	91
<b>P-2258</b>	100	100	95	100	100	95	100	95	100	42	13
<b>Wacuto</b>	100	100	100	96	100	100	100	100	100	50	21
<b>Milagro V</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	83	79
<b>P-2173</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95	91
<b>Triunfo</b>	100	100	100	100	100	100	100	91	100	79	29
<b>Línea-58</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	83	37

**Tabla 1. Porcentaje de germinación en las distintas concentraciones de PEG.**

En la concentración del 15% ya aparece alguna afectación, pero sólo en tres variedades, Pilon, P-2258 y Triunfo, pero la disminución del porcentaje de germinación es poca con relación a los valores del control (tabla 1). En 18% los valores disminuyen un poco más y se hace más severa en la concentración del 21%, existiendo diferencia varietal. Singh y África, 1985, han planteado que la sensibilidad diferencial de los genotipos ante el estrés hídrico ha sido reportada para muchos cultivos.

Teniendo en cuenta que no se presentaron afectaciones hasta el 12%, es que centramos nuestro análisis posterior a partir de la concentración del 15% de PEG.

VARIEDAD	CONCENTRACIÓN DE POLYETHYLEN GLYCOL					
	15%		18%		21%	
	IEG	% INH	IEG	% INH	IEG	% INH
Bat 93-1	100	0	87	13	67	33
Pilon	95	5	83	17	83	17
Lewa	100	0	91	9	42	58
CC-25-9B	100	0	42	58	13	87
			<b>X= 75.8</b>	<b>X=24.25</b>	<b>X=51.25</b>	<b>X=48.7</b>
P-186	100	0	87	13	71	29
P-2174	100	0	87	13	91	9
P-2258	95	5	42	58	13	87
Wacuto	100	0	50	50	21	79
			<b>X=66.5</b>	<b>X=33.5</b>	<b>X=49.0</b>	<b>X=51.0</b>
Milagro V	100	0	83	17	79	21
P-2173	100	0	95	5	91	9
Triunfo	91	9	79	21	29	71
Línea-58	100	0	83	17	37	63
			<b>X=85.0</b>	<b>X=15.0</b>	<b>X=59.0</b>	<b>X=41.0</b>

**Tabla 2. Índice de Estrés de la Germinación (IEG) y % de Inhibición en 15, 18 y 21% PEG.**

El Índice de Estrés de la Germinación no se ve afectado, hasta la concentración de 12% de PEG, en 15% sólo aparecen tres variedades, con una ligera disminución, ya en 18 y 21 la afectación es algo mayor, aunque de forma general los índices se mantienen con valores relativamente altos, lo que equivale a decir, que el % de inhibición que presenta la germinación bajo las condiciones de estrés no es tan severa, sobre todo en la concentración de 18% (tabla 2).

En la concentración de 21% el Índice de Estrés disminuye algo más, aunque en algunas variedades se mantiene alto, y el % de Inhibición aumenta, pues existe respuesta varietal.

Según plantean Laing et al, 1996 el frijol común es un cultivo de ciclo de crecimiento corto, particularmente sensible a los estrés durante la germinación, floración y el comienzo de las vainas.

No todos los cultivares presentan la misma respuesta al déficit hídrico, situación que indica la variabilidad en la resistencia hídrica, no obstante a ello en general, el frijol es susceptible a la sequía y sus rendimientos se reducen significativamente debido a estas condiciones (Lin y Markhart, 1996).

Al ordenar las variedades de acuerdo al valor del Índice de Estrés, podemos observar que los valores van desde 91, en las variedades P-2174 y P-2173, hasta 13 en la CC-25-9B y la P-2258, considerando estas últimas más susceptibles y las primeras más tolerantes al estrés hídrico (tabla 3).

<b>VARIEDAD</b>	<b>IEG</b>	<b>%INH</b>
<b>P-2174</b>	91	9
<b>P-2173</b>	91	9
<b>PILON</b>	83	17
<b>MILAGRO V</b>	79	21
<b>P-186</b>	71	29
<b>BAT 93-1</b>	67	33
<b>LEWA</b>	42	58
<b>LINEA-58</b>	37	63
<b>TRIUNFO-70</b>	29	71
<b>Wacuto</b>	21	79
<b>CC-25-9B</b>	13	87
<b>P-2258</b>	13	87

**Tabla 3. Orden de las variedades de acuerdo al Índice de Estrés de la Germinación, en 21% de PEG.**

Al agrupar las variedades por su color en la concentración de 21%, las negras presentaron el mayor Índice de Estrés, seguida por las blancas y las rojas.

Como se muestra en la tabla 4, el Índice de estrés de la Raíz y el Tallo, sí se vieron afectados por las distintas condiciones de sequía, siendo la afectación más severa en la concentración de 21% de PEG. Resultados similares fueron encontrados por Shalhevet (1993), donde plantea que la limitación de la humedad del suelo, influye en el cultivo del frijol, reduciendo el tamaño de la planta entre otros índices de crecimiento.

	<b>CONCENTRACIÓN DE POLYETHYLENE GLICOL</b>					
	<b>15%</b>		<b>18%</b>		<b>21%</b>	
<b>VARIEDAD</b>	<b>IER</b>	<b>IET</b>	<b>IER</b>	<b>IET</b>	<b>IER</b>	<b>IET</b>
<b>Bat 93-1</b>	33	7	31	6	17	0
<b>Pilon</b>	27	7	23	6	18	3
<b>Lewa</b>	34	6	18	1	9	1
<b>CC-25-9B</b>	50	7	24	1	4	0
	<b>X=36.0</b>	<b>X=6.75</b>	<b>X=31.75</b>	<b>X=3.5</b>	<b>X=12.0</b>	<b>X=1.0</b>
<b>P-186</b>	42	7	34	2	24	1
<b>P-2174</b>	30	19	43	13	33	1
<b>P-2258</b>	30	12	8	1	2	0
<b>Wacuto</b>	46	7	23	1	10	0
	<b>X=37.0</b>	<b>X=11.25</b>	<b>X=27.0</b>	<b>X=4.25</b>	<b>X=17.75</b>	<b>X=0.5</b>
<b>Milagro V</b>	40	6	31	1	22	0
<b>P-2173</b>	51	8	34	1	23	0
<b>Triunfo</b>	26	6	24	2	11	0
<b>Línea-58</b>	54	8	30	0	11	0
	<b>X=42.75</b>	<b>X=7.0</b>	<b>X=29.75</b>	<b>X=1.0</b>	<b>X=16.75</b>	<b>X=0</b>

**Tabla 4. Índice de Estrés de la Raíz (IER) y Índice de Estrés del Tallo (IET) en 15, 18 y 21% PEG.**

De los dos índices el tallo fue más afectado que la raíz, ya en 21% prácticamente no hay crecimiento del hipocótilo. Esto pone de manifiesto que las raíces de estas variedades, fueron capaces de seguir creciendo algo más que el tallo y ante las fuertes condiciones de estrés hídrico, en que se desarrollaron.

Algunos autores en la literatura como Pajarito et al, 1994 y Abebe et al, 1994, plantean que el desarrollo de las hojas es uno de los procesos más sensibles a la disminución del potencial hídrico de las hojas.

<b>VARIEDAD</b>	<b>IER</b>	<b>VARIEDAD</b>	<b>IET</b>
<b>P-2174</b>	43	<b>P-2174</b>	13
<b>P-186</b>	34	<b>Bat 93-1</b>	6
<b>P-2173</b>	34	<b>Pilon</b>	6
<b>Bat 93-1</b>	31	<b>P-186</b>	2
<b>Milagro V.</b>	31	<b>Triunfo-70</b>	2
<b>Línea-58</b>	30	<b>CC-25-9B</b>	1
<b>Triunfo-70</b>	24	<b>P-2258</b>	1
<b>Cc-25-9B</b>	24	<b>Wacuto</b>	1
<b>Pilon</b>	23	<b>Lewa</b>	1
<b>Wacuto</b>	23	<b>P-2173</b>	1

<b>Lewa</b>	18	<b>Milagro V.</b>	1
<b>P-2258</b>	8	<b>Línea-58</b>	0

**Tabla 5. Orden de las variedades de acuerdo al Índice de Estrés de la Raíz y del Tallo, en 18% de PEG.**

Al analizar el orden de las variedades para el tallo y la raíz, este varía (Tabla 5), pero en el caso de la P-2174 toma el primer lugar, tanto para el tallo como para la raíz y a su vez coincide con el primer lugar del Índice de Estrés de la Germinación. La P-2258, coincide en el último lugar para el Índice de la Raíz, no así para el tallo.

Al agrupar las variedades por su color, para la raíz, prima las blancas, seguida de las negras y rojas y para el tallo, las rojas, después las blancas y por último, las negras.

## CONCLUSIONES

- El porcentaje de germinación para todas las variedades no se afectó hasta la concentración de 12 % de PEG.
- El índice de estrés de la germinación en la concentración de 15 % de PEG estuvo de forma general por encima del 50 % lo que demuestra la tolerancia de la variedad ante el estrés.
- Las variedades P-2174 y P-2172 presentaron los mayores de IEG y CC-25-9B y la P-2258 los menores en la concentración de 21 %, considerándose estas últimas susceptibles y las primeras tolerantes al estrés.
- Las variedades negras presentaron el mayor IEG seguidas por las blancas y las rojas.
- En la concentración de 21 % de PEG el IER y el IET se ven severamente afectadas.

## REFERENCIAS

- Abebe, A., Brick, M., Igeorgis, K.: 1994.** Evaluation of common bean entries for drought tolerance in Ethiopia: Proceeding of the Second International Scientific Meeting. CIAT. pp.: 351-352.
- Blanco, N. Y Faure, B.: 1994.** Importancia del frijol en Cuba. Avances de Investigación. Sear. Pp 82-89.
- Blum, A; B. Sinmena y O. Ziv. 1980.** An evaluation of seed and seeding drought tolerance screening test in wheat. Euphytica. 29: 727-736.
- CIAT: 1990.** Desarrollo de métodos para el uso del germoplasma. Documento de trabajo no. 72. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali. 220 pp.
- Dictamen: 2000.** Producción de maíz y frijol en Cuba y en el mundo. 8 pp.
- Laing: 1996.** Field bean. Symposium of potential Productivity of Field Crops under different environment. Crop Science. Vol 36. pp 110-114.
- Lin, T. Y; Markhart, A.H. 1996.** Phaseolus acutifolius A. Gray is more heat tolerant than P. Vulgaris L. In the absence of water stress. Crop Science. 36 (1) p. 110-114.
- Pajarito, R. A; Acosta, G.J.A. y Mier- Jaquez, J.A.: 1994.** Drought tolerance and phenological plasticity in beans phenotype and their yield relation research advances in beans. Durango. México. pp. 43-54.

- Sammons, D. J.; D. B. Peters y T. Hymowitz: 1978.** Screening soil beans for drought resistance. I. Grow Chamber procedure. Crops Science. 18: 1050-1050
- Shalhevet, J. : 1993.** Plants under salt and water stresses. Plant Adaptation to environment stresses. London Chapman and Hall Ltd. Pp:133-154.
- Singh, K. y Africa, B.S.: 1985.** Seed germination and seedling growth of chickpea under water stress. Seed Res. 13: 1-9.