

EVALUACIÓN DE MATERIALES PROMISORIOS DE FRIJOL (*PHASEOLUS VULGARIS*) EN CONDICIONES DE ESTRÉS HÍDRICO.

Nelson León¹ , Melba Cabrera¹ , Lázaro Walon¹

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT), Calle 2 esquina a 1 Santiago de las Vegas, Ciudad de la Habana, Cuba. E-mail: nleon@inifat.co.cu

RESUMEN

Uno de los factores abióticos que limita la expresión genotípica de las variedades es sin duda la disponibilidad de agua durante el ciclo del cultivo. En nuestro país muchas de las áreas donde se siembra frijol son cultivadas por campesinos sin recursos para el riego y por tanto dependientes de las precipitaciones para sus producciones, contar con variedades que toleren altos niveles de estrés hídrico, constituye una estrategia para lograr estabilizar los rendimientos. En el presente trabajo se muestran los resultados del análisis de 16 materiales promisorios pertenecientes al Banco de germoplasma del INIFAT y 5 variedades comerciales que en condiciones de estrés severo con un índice de intensidad de 0.78. Fueron evaluados en un diseño de bloques al azar con cuatro replicas. Se aplicaron dos métodos de selección: mediante el índice de susceptibilidad al estrés (ISS) y el análisis del rendimientos de estos materiales en condiciones de estrés. Resultando un grupo de los cultivares P 2258, Bat 93-1, Lewa, M villareño y Wacuto, fueron clasificados como genotipos que expresa uniformemente sus rendimientos en ambientes favorables y en estrés y dos variedades comerciales P 248-1 y CC 25-9 R como genotipos con rendimientos relativamente altos solo en condiciones de estrés. Los cultivares P 2258 y Bat 93-1 superaron con diferencias significativas a los testigos de granos de color rojo y blanco respectivamente, no así los cultivares de granos de color negro que no superaron al testigo P 248-1 y solo el material M. villareño no presentó diferencia significativas con este. Ambos métodos coincidieron en la selección de los mejores genotipos.

Palabras Claves: Frijol, Sequía, Tolerancia, estres.

EVALUATION OF PROMISSORY MATERIALS OF BEAN (*PHASEOLUS VULGARIS*) UNDER WATER STRESS CONDITIONS.

ABSTRACT

One of the abiotic factors that limit the varieties genotype expression is the readiness of water during the cultivation cycle. In our country many of the areas in which crop bean is cultivated by farmers without resources for the watering and therefore it depend of the precipitation for its productions. To have varieties that tolerate high levels of water stress, constitutes a strategy to be able to stabilize the yields. The results of the analysis of 16 promissory materials belonging to the Bank of Germplasm of the INIFAT and 5 commercial varieties are shown that under conditions of severe stress with an index of intensity of 0.78. They were evaluated at random in a design of blocks with four reply. Applying two selection methods: by means of the index of stress susceptibility (ISS) and through the analysis of the yields of these materials under water stress conditions. Being a group of material P 2258, Bat 93-1, Lewa, M villareño and Wacuto, classified with a genotype that expresses their yields evenly in both atmospheres and two commercial varieties P 248-1 and DC

25-9 R with genotype with alone relatively high yields under stress conditions. The materials P 2258 and Bat 93-1 overcame respectively with significant differences to the witness of grains of red and white color, I didn't seize the variety of grains of black color that did not overcome the witness P 248-1 and alone the material M. villareño did not present significant difference with this one. Both methods coincide in the selection of the best genotype.

Key words: Bean, Drought, Tolerance, Stress

INTRODUCCIÓN

Uno de los factores abióticos que limita la expresión genotípica de las variedades es sin duda la disponibilidad de agua durante el ciclo del cultivo. En nuestro país muchas de las áreas donde se cultiva frijol, son cultivadas por campesinos con pocos recursos y dependientes de las precipitaciones, por lo que la utilización de variedades con tolerancia a este factor constituye una de las estrategias para lograr estabilizar los rendimientos.

Entre los criterios propuestos para la selección de genotipos basados en la comparación de su comportamiento en ambientes en estrés y favorables, se encuentra la definida por Rosielle y Hamblin (1981) donde describen la tolerancia al estrés como: la diferencia entre el rendimiento en estrés y en condiciones favorables. Siendo la forma más común de encontrar tolerancia a los factores abióticos mediante la evaluación del rendimiento de los materiales en condiciones de estrés. Este criterio es el más seguido por los investigadores para la selección de estos genotipos teniendo en cuenta que la selección por rendimiento potencial es más efectiva bajo ambientes desfavorables porque es mayor la varianza genética y la heredabilidad (Rot and Murty 1970; Daday et al 1973). En este trabajo se evaluó la tolerancia de cultivares de frijol a condiciones de estrés hídrico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue implementado en áreas del INIFAT en Santiago de las Vegas, de enero a abril de 2004. Se evaluaron 16 materiales promisorios pertenecientes al Banco de Germoplasma del INIFAT, de granos negros Milagro villareño, Línea 58, Línea 23 y 24, P 456, P 2240, P 2173 y P 2170, de granos rojos Wacuto, P 186, P 219, P 2174, P 2258 y de granos de color blanco Bat 93-1, P 2171, Lewa, Pilón, y las variedades comerciales utilizadas como testigo de grano negro P 248-1 y CC 25-9 N de grano rojo CC 25-9 R y de grano blanco Engañador y CC 25-9 B; se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro replicas. Las parcelas fueron de 5 surcos de 10m de largo y la distancia de siembra 0.75 X 0.08. Solo le fue aplicado un riego de germinación y las precipitaciones ocurridas durante el ciclo del cultivo. Se tomaron los rendimientos por parcela y se realizó un ANOVA de clasificación simple. Se calcularon según George y Fernández (1992) los siguientes atributos de la tolerancia al estrés. Intensidad del estrés ($IS = 1 - (R_s / R_p^{II})$), productividad media ($PM = (R_s + R_p) / 2$), tolerancia al estrés ($TS = R_p - R_s$) que favorece los genotipos que tienen bajos rendimientos potenciales en condiciones favorables y rendimientos relativamente altos en condiciones de estrés, índice de susceptibilidad al estrés ($ISS = (1 - (R_p / R_s)) / IS$), productividad geométrica media ($PGM = \sqrt{R_p * R_s}$) y el índice de tolerancia al estrés ($ITS = R_p * R_s / (M_p^{III})^2$). El rendimiento potencial de los

^I R_s : Rendimiento en estrés

^{II} R_p : Rendimiento potencial

^{III} M_p : Media del rendimiento potencial de todos los cultivares

materiales en ambientes favorables utilizado fue el reportado por el Banco de germoplasma en la caracterización morfológica de los materiales y los de las variedades comerciales según el catalogo de variedades comerciales del INIFAT (1993).

Los genotipos se clasificaron en cuatro grupos de acuerdo a sus rendimientos en ambientes favorables y en estrés hídrico

A Genotipos con expresión uniforme en ambos ambientes ($R_s > M_s^{IV}$ y $R_p > M_p$)

B Genotipos estables solo en ambientes favorables ($R_s < M_s$ y $R_p > M_p$)

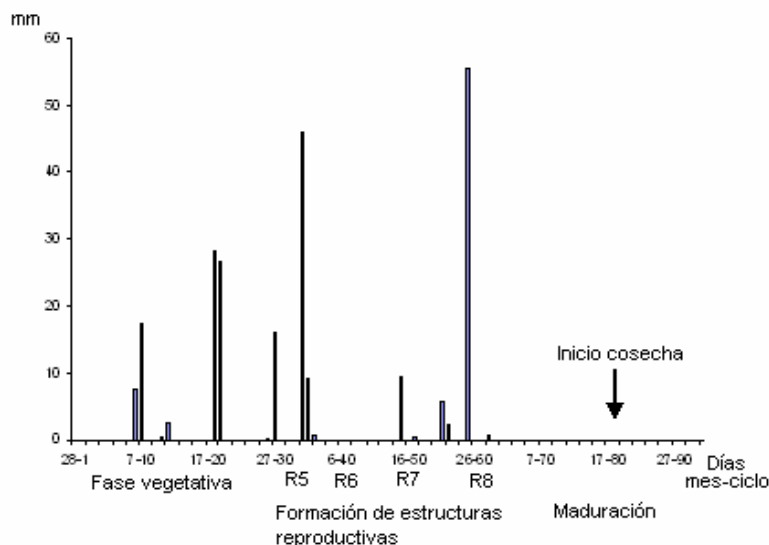
C Genotipos con rendimientos relativamente altos solamente en condiciones de estrés ($R_s > M_p$ y $R_p < M_p$)

D Genotipos con pobre desarrollo en ambos ambientes. ($R_s < M_s$ y $R_p < M_p$)

El análisis de varianza se realizó con el rendimiento como variable principal y el programa estadístico del departamento de matemática aplicada del INCA (1991).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las precipitaciones durante el experimento (gráfico 1) así como en las etapas en que se encontraba el cultivo cuando estas ocurrieron, influyeron determinadamente en la expresión de los rendimientos de los materiales evaluados, es conocido que los



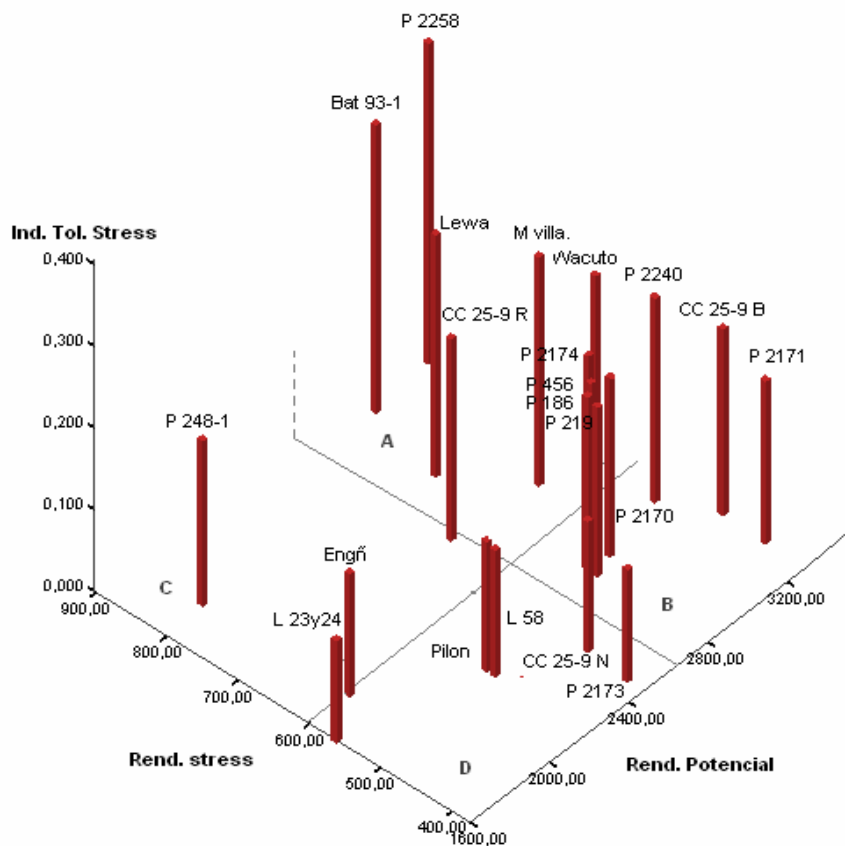
periodos críticos en los cuales el déficit hídrico ocasiona mayores reducciones en la producción son las fase de: prefloración (R5), floración (R6), formación de vainas (R7) y llenado de las vainas (R8), con pérdidas que se estiman entre un 35 % y un 71 % Dubetz & Mahlle (1969) . El índice de intensidad del estrés calculado para el ensayo fue de 0.78 considerado un estrés de magnitud severa.

Por lo que el periodo en el que se desarrolló el experimento satisface las necesidades del objetivo de investigación.

Gráfico 1. Precipitaciones ocurridas durante el ensayo

^{IV} Ms: Media del rendimiento en estrés de todos los cultivares

La clasificación de los genotipos (gráfico 2) según los grupos muestra que los cultivares P 2258, Bat 93-1, Lewa, M villareño y Wacuto, poseen genotipos que se expresan uniformemente en ambos ambientes (grupo A)



correspondiendo los mayores valores de índice de tolerancia al estrés a los cultivares P 2258 y Bat 93-1. Los materiales P 248-1 y CC 25-9 R, testigos ambos, se clasifican en el grupo C con rendimientos relativamente altos solo en condiciones de estrés. Estos dos grupos son los que poseen una mayor expresión de su productividad en condiciones de estrés.

Gráfico 2. Clasificación de los materiales por los rendimientos expresados en ambientes favorables y desfavorables

Los cultivares con una mayor susceptibilidad al estrés (tabla 1) fueron P 2171, CC 25-9 B, P 2173 y P 2240 y los de menor susceptibilidad P 248-1, Línea 23 y 24, Engañador, Bat 93-1 y P 2258. Este índice favorece a los genotipos que expresan un rendimiento relativamente bajo en condiciones favorables. Los cultivares P 248-1, L 23y24, Engañador y Pilon resultan ser los más tolerantes debido fundamentalmente al bajo rendimiento potencial de estos cultivares.

Tabla 1. Atributos de tolerancia al estrés

Cultivares	Rend. Medio Kg./ha	Rend Ptcial Kg./ha	PM	TOL	ISS	PGM	ITS
P2258	878,48	3200	3639,24	2321,52	0,93	1676,64	0,392
Bat 93-1	869,07	2900	3334,54	2030,93	0,90	1587,55	0,352
Lewa	756,81	2800	3178,41	2043,19	0,94	1455,70	0,296
M. Villareño	667,95	3000	3333,98	2332,05	1,00	1415,58	0,280
Wacuto	616,14	3100	3408,07	2483,86	1,03	1382,04	0,266
P2240	560,93	3200	3480,46	2639,07	1,06	1339,76	0,250
CC 25-9 R	679,89	2600	2939,94	1920,11	0,95	1329,55	0,247
P 2174	569,80	2900	3184,90	2330,20	1,03	1285,47	0,230
CC 25-9 B	495,00	3308	3555,50	2813,00	1,09	1279,64	0,228
P 2170	540,21	2900	3170,10	2359,79	1,05	1251,64	0,219
P456	549,85	2840	3114,93	2290,15	1,04	1249,63	0,218
P 186	543,65	2800	3071,83	2256,35	1,04	1233,78	0,212
P 219	529,39	2800	3064,69	2270,61	1,04	1217,49	0,207
P248-1	806,14	1800	2203,07	993,86	0,71	1204,59	0,202
P 2171	432,85	3300	3516,43	2867,15	1,12	1195,16	0,199
CC25-9N	459,80	2500	2729,90	2040,20	1,05	1072,15	0,160
Pilón	518,71	2200	2459,36	1681,29	0,98	1068,25	0,159
Línea 58	506,61	2200	2453,30	1693,39	0,99	1055,71	0,155
Engañador	599,33	1800	2099,66	1200,67	0,86	1038,65	0,150
P2173	398,39	2480	2679,19	2081,61	1,08	993,98	0,138
L 23y24	562,21	1600	1881,11	1037,79	0,83	948,44	0,125

El ANOVA realizado (tabla 2) muestra un grupo de cultivares con las mayores medias del rendimiento, P 2258, Bat 93-1, P 248-1, Lewa y CC 25-9 R y que no presentan diferencias significativas entre ellos y los cultivares P 2258 y Bat 93-1 difieren significativamente del resto de los materiales. El cultivar P 2258 de grano rojo superó significativamente el testigo CC 25-9 R, al igual que el material Bat 93-1 de grano blanco al testigo Engañador. El comportamiento de los cultivares de grano negro fue inferior a la variedad comercial P 248-1 la de mejor rendimiento promedio, aunque el material Milagro villareño no presentó diferencias altamente significativas con éste.

Tabla 2. Orden de mérito de las medias según Duncan al 5%

Cultivares	Rend. Promedio Kg./ha	Grupos
P2258	878.48	A
Bat 93-1	869.07	AB
P248-1	806.14	ABC
Lewa	756.81	ABCD
CC 25-9 R	679.89	BCDE
M. Villareño	667.95	CDEF
Wacuto	616.17	CDEF

Engañador	599.33	DEFG
P 2171	572.35	DEFG
P 2174	569.80	DEFG
L 23y24	562.16	DEFG
P2240	560.93	DEFG
P456	549.30	DEFG
P 186	543.65	EFG
P 219	529.39	EFG
Pilon	518.71	EFG
Línea 58	506.61	EFG
CC 25-9 B	495.00	EFG
P 2170	490.21	EFG
CC25-9N	459.80	FG
P2173	398.39	G

Cv. 20.87 %

p <0.001

CONCLUSIONES

- Los materiales P 2258, Bat 93-1, Lewa, M villareño y Wacuto se clasifica con un genotipo que expresa uniformemente sus rendimientos en ambientes favorables y de estrés hídrico.
- Las variedades comerciales P 248-1 y CC 25-9 R poseen genotipos que expresan rendimientos relativamente altos solo en condiciones de estrés.
- Los cultivares con un mayor índice de tolerancia al estrés fueron P 2258, Bat 93-1, Lewa, Milagro villareño y Wacuto.
- Los materiales P 2258, Bat 93-1, P248-1y Lewa fueron los de mayor rendimiento sin diferencias significativas entre ellos.
- Los cultivares P 2258 y Bat 93-1 superaron con diferencias significativas a los testigos de granos de color rojo y blanco respectivamente
- Ambos métodos coincidieron en los mejores genotipos.

REFERENCIAS

Análisis de varianza, 1991. INCA, departamento de Matemática Aplicada.

Catalogo de Variedades Comerciales del INIFAT, 1993, MINAG.

Daday et al.5 En George C. & J. Fernández. , 1992. Effective Selection Criteria for Assessing Plant stress Tolerance, Cap. 25. Department of Agricultural Economics, University of Nevada-Reno, p 257-68.

Dubetz, S. & P. Mahlle. 1996. Effect of soil water stress on bush beans *Phaseolus vulgaris* L. at tree stage of growth. Journal of American Society for Horticultural Science, v. 94, p. 479-81, 1969 **En** Cultivo del frijol común en Brasil /Coordinado por Ricardo Silva Araujo *et al.* Piracicaba: POTAFOS, p. 786.

George C. & J. Fernández. 1993. Effective Selection Criteria for Assessing Plant stress Tolerance. Adaptation of Food crops to temperature and water stress. Cap 25 p 257-68.

Rosielle & Hamblin. 1993. En Effective Selection Criteria for Assessing Plant stress Tolerance. Adaptation of Food crops to temperature and water stress. Cap 25 p 257-68.

Rot & Murty. En George C. & J. Fernández 1992. Effective Selection Criteria for Assessing Plant stress Tolerance, Cap. 25. Department of Agricultural Economics, University of Nevada-Reno, p 257-68.