

Comportamiento de variedades cubanas y venezolanas de frijol común, cultivados en condiciones de sequía

Amalia, Domínguez-Suárez¹; Yordanys, Martínez-Dávalo²; Yunel, Pérez-Hernández³; Leticia, Fuentes-Alfonso⁴; Rodolfo, Darias-Rodríguez⁵; Maryla, Sosa-del Castillo⁶; Ramón, Rea-Suárez⁷; Daynet, Sosa-del Castillo⁸

Resumen

En la mayoría de las zonas productoras de frijol común los rendimientos potenciales nunca son alcanzados, se debe a que esta leguminosa se cultiva en condiciones climáticas poco favorables. La identificación de variedades con buenos rendimientos, bajo condiciones de sequía, es todo un desafío. Por ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar los indicadores productivos de cultivares de frijol común, en condiciones de sequía, en la Empresa Socialista Mixta Leguminosa del ALBA, en la zona de Urachiche, estado de Yaracuy, Venezuela. Todas las semillas utilizadas fueron evaluadas previamente en condiciones de sequía experimental y seleccionadas las más tolerantes. Se usó un diseño en bloque al azar con tres repeticiones y la siembra se hizo en tres hileras de 7 m de largo x 0,80 m de ancho, con una densidad de 357 semillas por variedad, por repetición. En el momento de la cosecha se determinó el peso promedio por parcela, número promedio de vainas por plantas, número promedio de semillas por vaina y el peso de cien semillas. Para el análisis estadístico se utilizó el programa InfoStat versión 2011. Entre los genotipos venezolanos evaluados sobresalen por su rendimiento el Gen 15, Tacarigua y Gen 13. De los cultivares cubanos seleccionados sobresalen Bolita 42 y BAT 304.

Palabras Clave: frijol común; indicadores productivos; *Phaseolus vulgaris L.*; sequía.

Yield of Cubans and Venezuelan genotypes of common bean, grown in drought conditions

Abstract

In the majority of common-bean productive zones, the potential yields are never reached. This is because common bean is cultivated under non favorable climatic conditions. The identification of varieties with good yields, under conditions of drought, is all a challenge. For that purpose, the aim of the present work was to evaluate productive cultivar's indicators of common bean, in conditions of drought, at the "Empresa Socialista Mixta Leguminosas del ALBA" at Urachiche's zone, Yaracuy's state, Venezuela. All used seeds were previously evaluated in conditions of experimental drought, and the more tolerant candidates were detected. An in-bloc at random design with three repetitions was used, and planting was made in three rows of 7 m in length x 0.80 m in width, with a density of 357 seeds per variety, for repetition. The average weight per plot of land, average number of pods per plants, average number of seeds per pod, and the weight of one hundred seeds were determined upon harvest. The statistical analysis was carried out using InfoStat version 2011. Among the Venezuelan evaluated genotypes, Gen 13, Gen 15 and Tacarigua stand out for their yields. Among the Cuban selected cultivars, Bolita 42 and BAT 304 showed the best results.

Keywords: common bean; productive indicators; *Phaseolus vulgaris L.*; drought.

Recibido: 2 de agosto de 2016
Aceptado: 9 de septiembre de 2016

¹Profesor Titular. Dr. en Ciencias de la Salud. Licenciada en Bioquímica. Investigador del Centro de Estudios Biotecnológicos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Matanzas, Cuba. amalia.dominguez@umcc.cu

²Ingeniera Agrónoma de la Facultad de Agronomía, especialista de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Matanzas, Cuba. Yordanis.martinez@umcc.cu

³Profesor Auxiliar, Licenciado en Biología. Investigador del Centro de Estudios Biotecnológicos de la facultad de Agronomía de la Universidad de Matanzas, Cuba. yunel.perez@umcc.cu

⁴Profesor Auxiliar, Dr en Ciencias Biológicas. Vice rectora docente de la Universidad de Matanzas, Cuba. leticia.fuentes@umcc.cu

⁵Profesor Auxiliar, Máster en Ciencias del Medio Ambiente. Investigador del Centro de Estudios Biotecnológicos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Matanzas, Cuba. rodolfo.darias@umcc.cu

⁶Profesor Asistente, Ingeniera Agrónoma, Máster en Ciencias Agrícolas. Investigador del Centro de Estudios Biotecnológicos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Matanzas, Cuba. maryla.sosa@umcc.cu

⁷Ingeniero Agrónomo, Dr. en Ciencias Agrícolas. Investigador Titular. Centro de Biotecnología de las Plantas del Instituto de Estudios Avanzados de Venezuela (IDEA). rrea@idea.gob.ve

⁸Ingeniera Agrónoma. Profesor Titular. CIBE, Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Km. 30.5 Vía Perimetral, Guayaquil, Ecuador. UNEMI, Universidad Estatal de Milagro, Cdla. Universitaria Km. 1.5 vía Milagro Km. 26, Ecuador. daynet.sosa@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN

En América Latina el frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.), ha sido plantado tradicionalmente, encontrándose entre los cultivares más importantes no sólo por su alto valor nutricional sino también por su elevado consumo en la población, pero son varios los factores que influyen negativamente sobre su cultivo, dentro de ellos la sequía, la cual se incrementa cada vez más como consecuencia del cambio climático (Beebe, Rao, Cajiao & Grajales, 2008). La sequía conjuntamente con la salinidad de los suelos, constituye un grave problema que afecta el rendimiento de los cultivos y la sostenibilidad de la agricultura (Apáez-Barrios, Escalante-Estrada & Rodríguez-González, 2011). Cerca del 10 % de la superficie del planeta está afectada por esta forma de estrés y muchas hectáreas de tierras constantemente son abandonadas por esta causa (Frahm, Rosas, Mayek-Pérez, & López-Salinas, 2004).

Un estrés severo de sequía induce numerosas irregularidades metabólicas en las plantas, tales como, disminución de la tasa de crecimiento (Domínguez, Mita, Alemán, Pérez, Sosa & Fuente, 2012; Nieto-Garibay et al., 2010). Reducción en la capacidad de intercambio gaseoso, pérdida de turgencia y síntesis de algunos metabolitos secundarios (Alemán, 2010). Estas alteraciones y su impacto en la morfología y fisiología de las plantas, van a depender del grado de tolerancia de los tejidos a la deshidratación, principalmente en las hojas. (Gholami, Rahemi & Kholdebarin, 2010).

Es por ello que se han realizado significativos esfuerzos de investigación, en especial en las tres últimas décadas, para mejorar la adaptación del frijol común a la sequía, estos esfuerzos incluyen: estudios de los efectos de la sequía en el desarrollo de la planta, desarrollo de métodos de evaluación en campo, evaluación e identificación de germoplasma tolerante y evaluación de características fisiológicas, morfológicas y bioquímicas relacionadas a la adaptación de la sequía (Domínguez, Mita, Alemán, Pérez, Sosa & Fuente, 2012; Beebe, Rao, Blair & Acosta, 2010; Domínguez et al, 2014).

Por otra parte, existen estudios de González (2007) y González (2008), que concluyen que el

estrés por sequía, causado por la baja disponibilidad de agua en el suelo, modifica negativamente la productividad del frijol. Esta puede ser más o menos afectada, dependiendo de la intensidad y duración de la escasez de agua, de la rapidez con la cual se alcance dicha intensidad y además de la etapa fenológica en que el efecto ocurra, así como el pre acondicionamiento de la planta.

Por lo antes expuesto el problema de la investigación lo constituye la necesidad de seleccionar las variedades más adaptadas y tolerantes a la sequía, que tengan un buen rendimiento.

II. DESARROLLO

1. Materiales y Métodos

Se realizaron dos experimentos. El primero conformado con dos grupos de variedades de frijol común, sembrados en condiciones de sequía en la Empresa Socialista Mixta Leguminosa del ALBA, en la zona de Urachiche, estado Yaracuy, Venezuela. El primer grupo se sembró el 17 de octubre de 2011, constituido por los cultivares: Gen 15, Gen 13, Gen 3, Gen 6, Sivinera, sesentera, todos de grano negro (donadas por INIA-CENIAP de Venezuela). El segundo grupo se sembró el 3 de noviembre de 2011, conformado por los genotipos cubanos CC 25-9 colorado (grano rojo), Bolita 42 (negro), BAT 58 (negro), CC 25-9 blanco, CC 25-9 negro (negro) y BAT 304 (negro) (suministradas por la Empresa Provincial de Semillas de Jovellanos, Matanzas, Cuba).

El segundo experimento se sembró el 12 de septiembre de 2012, constituido por los cultivares Gen 15, Gen 13, Gen 3, Gen 6, Sivinera, sesentera (venezolanas de grano negro) y los cubanos: CC 25-9 colorado, Bolita 42 (negro), BAT 58 (negro), CC 25-9 blanco, CC 25-9 negro y BAT 304 (negro), con condiciones de riego diferentes (cuatro y 10 riegos). Todas las semillas fueron evaluadas su respuesta al déficit hídrico, previamente en condiciones de sequía experimental, en IDEA, a través de un proyecto de investigación Cuba-Venezuela (ver Figura 1), siguiendo la metodología reportada por Domínguez et al (2014).

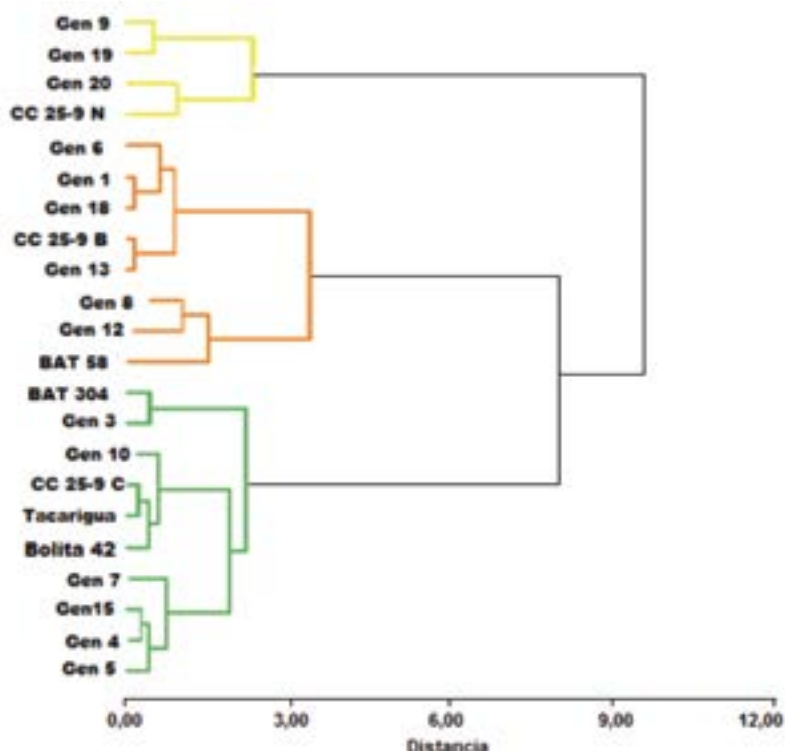


Figura 1. Dendrograma obtenido del análisis de conglomerados para las variables evaluadas en *Phaseolus vulgaris* L. en condiciones de estrés hídrico.

En ambos grupos se usó la variedad Tacarigua como control. Se utilizó un diseño en bloque al azar, con tres repeticiones y la siembra se hizo en tres hileras de 7 m de largo X 0,80 m de ancho, con una densidad de 357 semillas por variedad, por repetición. Se cosecharon tres hileras por variedad (4m²), para calcular los indicadores de productividad: número de vainas por plantas, número promedio de semillas por vaina y el peso de cien semillas, rendimiento (t.ha⁻¹).

Para estimar la reducción del rendimiento por causa del estrés hídrico se aplicó la siguiente ecuación reportada por Acosta et al. (2008):

$$\text{Pérdida de rendimiento (PR)} = 1 - \left(\frac{Re}{Rr}\right) \times 100$$

Re= promedio general de rendimiento en sequía

Rr= promedio general de rendimiento en riego.

El Índice de susceptibilidad a la sequía (ISS) para cada variedad fue determinado con la ecuación:

$$ISS_i = [1 - (RS_i / RRS_i)] / IIS$$

Donde:

ISS_i= Índice de susceptibilidad a sequía de la i-ésima variedad.

RS_i= rendimiento promedio en sequía de la i-ésima variedad.

RRS_i= rendimiento promedio en riego suplementario para la i-ésima variedad.

IIS= Índice de intensidad de sequía

2. Resultados

Primer experimento

Los resultados obtenidos de los indicadores de rendimiento de los genotipos evaluados en el primer grupo se presentan en la Tabla 1, donde se puede apreciar que según los indicadores de rendimiento evaluados, en condiciones de sequía, sobresalieron los cultivares GEN 15 y Tacarigua, esto se corresponde con los resultados obtenidos en condiciones de sequía experimental realizado en IDEA (Figura1); allí se muestra la clasificación de estas variedades con respecto a la tolerancia al estrés hídrico, en dichas condiciones experimentales (Domínguez et al., 2014). En cuanto al resultado obtenido del peso de 100 semillas y el de semilla por vainas no hubo diferencias significativas entre los genotipos evaluados, lo que indica que tienen aproximadamente el mismo tamaño de grano y cantidades de semillas por vainas. En cambio en el número de vainas por plantas se destacaron los genotipos GEN 15, GEN 13 y Gen 6, clasificado, previamente, los dos últimos como medianamente tolerantes.

Tabla 1. Primer grupo de cultivares de frijol común, sembradas el 17 de octubre 2011

Cultivares	Peso total	Peso de 100 semillas	Número de vainas	Semillas por vainas
GEN 15	616,02 a	18,48 a	8,87 a	4,31 a
TACARIGUA	563,97 a	16,81 a	6,97 b	4,71 a
GEN13	399,65 b	18,19 a	9,93 a	4,68 a
SILVINERA	381,14 b	18,26 a	7,07 b	4,40 a
GEN 3	335,72 b	19,26 a	7,64 b	4,29 a
SESENTERA	285,92 b	18,35 a	6,80 b	4,48 a
GEN6	201,16 b	16,52 a	9,07 a	4,54 a

Letras diferentes indican diferencias significativas para $P \leq 0.05$ según Test de Duncan

El segundo grupo, conformado por las variedades Cubanas (Figura 2), sobresalen Bolita 42 y BAT 304. Estas variedades clasificadas como tolerantes en condiciones de sequía experimental (Figura 1), para lo cual se tuvo en cuenta el comportamiento de indicadores morfológicos, fisiológicos y bioquímicos, en condiciones de sequía experimental reportados. (Domínguez et al., 2014)

En el segundo grupo, el análisis de varianza y comparación de medias del rendimiento obtenido,

en las diferentes condiciones de riego, mostró que existen diferencias significativas en la repuesta al déficit hídrico de las variedades (Figura 2). Todas las variedades redujeron el rendimiento como consecuencia a la sequía en diferentes porcentajes, lo que se relaciona con la tolerancia o no al déficit hídrico. La variedad que presentó la mayor diferencia fue CC 25-9 negro. Las de menor afectación del rendimiento en condiciones de sequía, al compararla con el control (10R), fueron Tacarigua, CC 25-9 colorado y BAT 304.

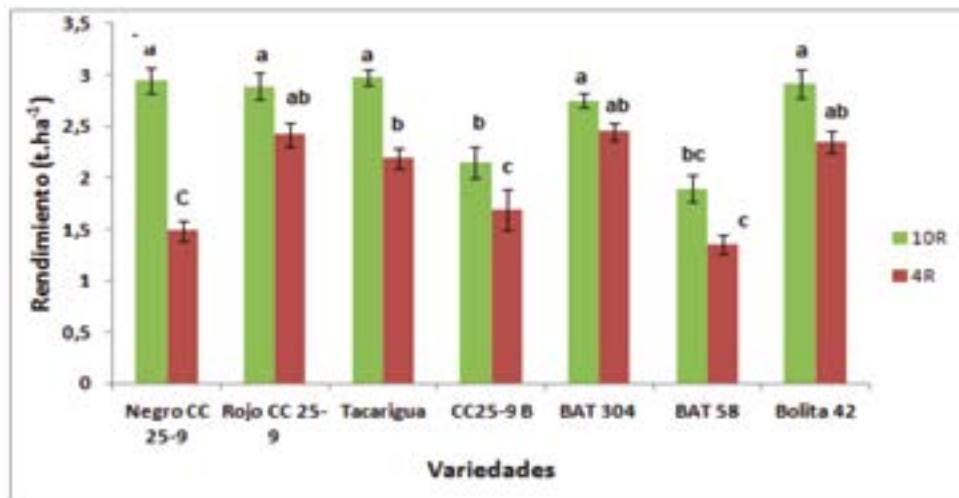


Figura 2. Rendimiento de las variedades (t.ha⁻¹) bajo las dos condiciones de riego. Letras diferentes indican diferencias significativas entre grupo con diferentes riego, para $P \leq 0.05$ según Test de Tukey.

Con los resultados de rendimiento obtenidos en ambas condiciones de riego se calculó la pérdida de rendimiento (PR) y el índice de susceptibilidad a la sequía (ISS) de cada variedad (Figura 3). De forma general hubo una disminución en todos los

indicadores estudiados. El número de vainas por plantas disminuyó 11,7 %, el número de semillas por vainas 15,99%, semillas por plantas 25,10% y en el rendimiento total 24,14%.

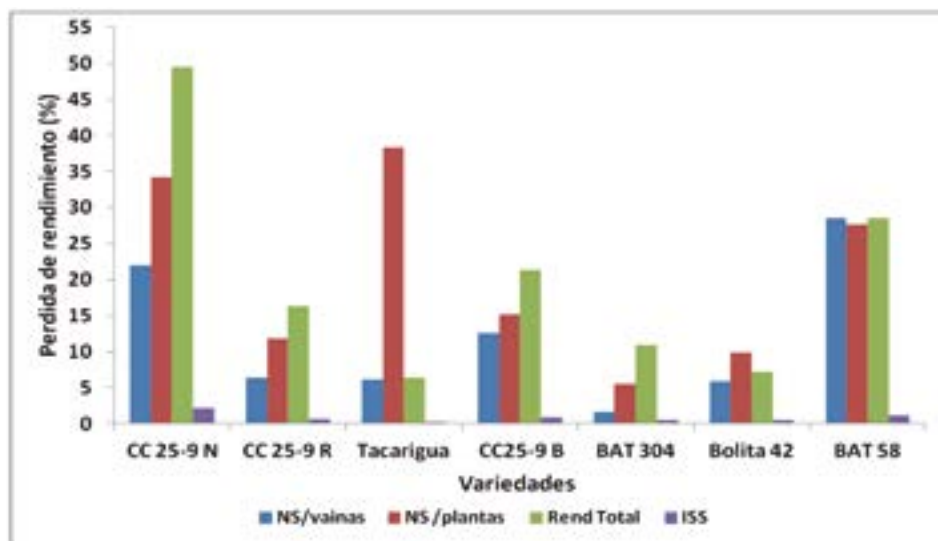


Figura 3. Índices de rendimiento evaluados y respuesta de las variedades a la sequía (ISS), bajo las dos condiciones de riego.

El segundo experimento

El segundo experimento se realizó, en condiciones de secano, con los genotipos venezolanos y cubanos que obtuvieron los mejores resultados en el primer experimento. En la Tabla 2 se puede apreciar los resultados obtenidos de los indicadores de rendimiento, en condiciones de sequía.

Los genotipos GEN 15, Tacarigua, Gen 13 y Bolita 42 presentaron los mejores resultados en el rendimiento. En cuanto al peso de 100 semillas se observa que de nuevo la variedad CC 25-9 blanco mostró el menor valor. El resto de los genotipos presentó tamaño de grano intermedio, entre 19 y 21.

Tabla 2. Primer grupo de variedades de Frijol común sembradas el 12 de Septiembre del 2012

Cultivares	Peso total	Peso de 100 semillas	Número de vainas	Semillas por vainas
GEN 15	1000,13 a	20,77 b	11,44 a	5,56a
TACARIGUA	727,91 a	21,42 b	13,22 a	5,75 a
GEN13	769,88 a	19,46 b	15,22 a	6,11 a
SILVINERA	587,24 b	19,14 b	13,05 a	5,47 a
GEN 3	623,99 b	22,60 b	10,13 a	5,46 a
SESENERA	617,55 b	20,93 b	12,28 a	5,52 a
GEN6	389,78 b	20,70 b	8,95 a	5,46 a
NEGRO CC 25-9	475,01 b	19,62 b	13,88a	5,41 a
BAT 58	471,27 b	21,64 b	9,25a	5,53 a
BAT 304	588,66 b	21,30 b	14,55 a	6,10 a
BLANCO CC 25-9	319,67 b	17,31 c	11,05a	5,72 a
ROJO CC 25-9	626,66 b	21,15 b	15,43a	4,69 a
BOLITA 42	825,83 a	19,98 b	13,05 a	5,65 a

Letras diferentes indican diferencias significativas para $P \leq 0.05$ según Test de Duncan

Al igual que en el experimento 1 no hubo diferencias significativas para las variables número de vainas por plantas y número de semillas por vaina entre los genotipos evaluados (Tabla1).

3. Discusión

En cuanto a los indicadores de rendimiento existen discrepancias, ya que en la literatura hay autores que plantean que el déficit hídrico disminuye el rendimiento (Boicet et añ., 2011; López, 2011) y otros plantean que existen variedades que pueden hasta incrementar el rendimiento bajo estrés hídrico (Cabrera, 2011). En estudios realizados en la estación experimental “Los Palacios” Provincia Pinar del Río [Cuba], bajo condiciones edafoclimáticas, se corroboró un aumento del rendimiento en el cultivo del frijol al ser sometido a un déficit de agua, en la fase vegetativa (Polón, Miranda, Ramírez, & López, 2014).

En el experimento realizado con frijol Caupí se observó que el estrés por sequía causó disminución de 57,72%, del rendimiento de grano por planta, 49,40%, del número de vainas por planta, 32,07% del número de semillas por vaina y 13,9% de la longitud de la vaina, con una correlación altamente significativa entre los dos primeros caracteres mencionados. También, en trabajos realizados en campo, se reporta la disminución del rendimiento/ ha entre 50 y 74% en dicha leguminosa. (Cardona et al., 2014)

En las condiciones de experimentación de sequía se logró un índice de intensidad a la sequía (IIS) de 0,24. Estos resultados fueron semejantes a los reportados por Jiménez & Acosta (2013), en experimento, con ocho variedades de frijol común, en la Estación Experimental del INIFAP en México, bajo riego y sequía, donde se demostró una reducción en el rendimiento de todos los genotipos en comparación con el tratamiento de riego, a una intensidad de sequía representada por un valor de 0,27.

Probablemente la pérdida de rendimientos en estos indicadores de productividad estudiados, obedezca a la limitada actividad fotosintética y a una menor absorción de nutrientes por la reducida movilidad de iones en el suelo y toma de agua por las raíces. Los resultados alcanzados en este trabajo evidenciaron variabilidad entre genotipos en cuanto a la reducción del rendimiento, lo que concuerda con lo reportado por otros autores (Ishiyaku &

Aliyu, 2013; Cardona, Jarma & Araméndiz, 2013); algunas variedades presentaron mayor reducción del rendimiento, simultáneamente a un menor índice de susceptibilidad a la sequía (ISS).

Según García (2009), cuando las precipitaciones están por debajo de las necesidades del cultivo, los rendimientos disminuyen drásticamente, fundamentalmente si coinciden con la floración y el llenado de las vainas del cultivo, es decir, que la precipitación acumulada durante la etapa reproductiva es determinante para el rendimiento de frijol (Beebe, Rao, Blair & Acosta, 2010; Padilla, Osuma, Martínez & Acosta, 2011). En varios estudios se ha reiterado el efecto deletéreo de la sequía sobre el crecimiento, el rendimiento y la nutrición mineral de las plantas. (Afshar, Hadi, & Pirezard, 2013)

La medida del rendimiento relativo de genotipos en ambientes de sequía y ambientes favorables, parece un punto de partida común en la identificación de los genotipos deseables para las condiciones de ambientes con lluvias impredecibles (Mohammadi, Armion, Kahrizi, & Amri, 2010). Por tal razón, la pérdida de rendimiento es la preocupación principal de los mejoradores de plantas, debido a lo cual se enfatiza en el estudio del rendimiento obtenido bajo condiciones de sequía. (Nazari & Pakniyat, 2010)

La reducción del rendimiento alcanzado en las condiciones experimentales de sequía concuerda con los obtenidos por Osuna et al. (2013), en el cultivo de 10 genotipos en diferentes condiciones de siembra y riego. La reducción de rendimiento por falta de humedad fue evidente en todos los genotipos. La mayoría de los genotipos presentaron moderada tolerancia al estrés hídrico, debido a que obtuvieron índices de susceptibilidad a la sequía menores a uno. Los resultados de índices de susceptibilidad para los genotipos estudiados en este trabajo estuvieron entre 0,90 y 1,07. Estos fueron similares a los obtenidos por López, Tosquy, Ugalde & Acosta (2008) y Padilla, Osuma, Martínez & Acosta (2011), quienes sugirieron la utilización combinada de índice que provoque la reducción del rendimiento en este tipo de estudio.

Diversos estudios concluyen que el ISS podría considerarse como un criterio para caracterizar y seleccionar genotipos; sin embargo deben tenerse en cuenta otras características, ya que no siempre las variedades más tolerantes son las que presentan mayor rendimiento, pero sí las que menos reducen su

rendimiento al variar la disponibilidad de agua (Rosales et al., 2000). La variación en el peso de las 100 semillas puede explicarse por la incidencia del déficit hídrico sobre el contenido relativo de agua, ya que este indicador fisiológico se demostró que presenta correlación con la tolerancia a la sequía, lo que concuerda en las variedades clasificadas como tolerantes, que fueron las que presentaron los mayores pesos, esto puede significar mayor contenido de agua. (Domínguez et al., 2014)

Por otra parte el peso de 100 semillas, en el segundo experimento, revela que la mayoría de las variedades estudiadas tienen un tamaño intermedio, lo que difiere con lo reportado en experimentos realizados con otras variedades de frijol y BAT 304, en condiciones de sequía, donde las variedades estudiadas presentaron mayores valores del peso de las 100 semillas, entre 21 y 31. (Rodríguez et al, 2009; Acosta, E., Acosta, J.A., Amador & Padilla, 2008). Sin embargo el peso de las semillas de BAT 304, es semejante a las reportadas en este trabajo.

III. CONCLUSIONES

Los genotipos Bolita 42, BAT 304, GEN 13, GEN 15 y Tacarigua fueron los de mejores resultados obtenidos en las condiciones de sequía experimental, lo que se relaciona con su tolerancia al déficit hídrico. El indicador de rendimiento que más se afectó en las condiciones de secano fue el peso de 100 semillas.

IV. RECOMENDACIONES

Multiplicar los genotipos Bolita 42, BAT 304, GEN 13 y GEN 15 con la intención de obtener mayores cantidades de semillas y distribuirlas entre los pequeños productores de la zona.

V. REFERENCIAS

Acosta, E., Acosta, J.A., Amador, M.D. y Padilla, J.S. (2008). Relación entre índice de área foliar y rendimiento en frijol bajo condiciones de secano. *Agric. Téc. Méx.*, 34(1), 13-20.

Acosta, E.; Hernández, I.; Rodríguez, R.; Acosta J. A.; Pedroza J.; Amador, M.D. y Padilla, J.S. 2011. Efecto de la sequía en la producción de biomasa y grano de frijol. *Ciencia Agrícola. México.* 2 (2): 249-265.

Afshar, R.M., Hadi, H. y Pizard, A. (2013). Effect of nanoiron on the yield and yield component of cowpea under end season water deficit. *Int. J. Agric. Res. Rev.* 3 (1): 27-34.

Ahmed, F.E. y Suliman, A.S.H. (2010). Effect of water

stress applied at different stages of growth on seed yield and water-use efficiency of cowpea. *Agric. Biol.* 1 (4): 534-540.

Alemán, S., Domínguez, A., Fuentes, L., Pérez, Y., Pernía, B., Sosa, D..... Infante D. (2010). Estudio anatómico y bioquímico en materiales cubanos y venezolanos de *Phaseolus vulgaris* L. bajo condiciones de estrés hídrico. *RET*, 1(1), 89-99.

Apáez-Barríos, P., Escalante-Estrada, J. A. y Rodríguez-González M. T. (2011). Crecimiento y rendimiento del frijol chino en función del tipo de espaldera y clima. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 13(3), 307-315.

Beebe, S.E., Rao, I.M., Blair M.W. y Acosta, J.A. (2010). Phenotyping common beans for adaptation to drought. In: J. M. Ribaut and P. Monneveux (eds.) Drought phenotyping in crops. From theory to practice. Generation Challenge Program Special Issue on Phenotyping; pp. 311-334

Beebe, S.E.; Rao, I.M. Cajiao C. y Grajales, M. (2008). Selection for drought resistance in common bean also improves yield in phosphorus limited and favorable environments. *Crop Sci.* 48; 582-592.

Boicet, T., Secada, Y., Chaveco, O., Boudier, A., Gómez, Y., Barroso, Y. (2011). Respuesta a la sequía de genotipos de frijol común utilizando diferentes índices de selección. *Centro Agrícola*, 38(4): 69-73

Cabrera, M. (2011). Comportamiento de algunas variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) bajo condiciones edafoclimáticas adversas. En: Libro Resumen. 5to Encuentro Internacional de Arroz. 1er Simposio de Granos. Palacio de las Convenciones de La Habana 2011. p 112.

Cardona -Ayala C., Jarma-Orozco A.J., Araméndiz-Tatis, H., Peña-Agresott M., y Vergara-Cordoba, C. (2014). Respuesta fisiológicas y bioquímicas del frijol caupi (*Vigna unguilata* L. Walp) bajo déficit hídrico. *Rev. Colomb. Cienc. Hortic.* 8(2):250-261.

Cardona, C.; Jarma, A.J. y Araméndiz, H. (2013). Mecanismo de adaptación a sequía en frijol Caupi (*Vigna unguilata* L Walp). *Ciencia Hortícola.* 7 (2): 277-286.

Di Rienzo, JA, Balzarini, M., Casanoves, F., González, L., Tablada, M. y Robledo, C.W. (2011) InfoStat/ profesional versión 1.1. Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba.

Domínguez, A., Mita, N., Alemán, S., Pérez, Y., Sosa M. y

- Fuente, L. (2012). Algunos indicadores morfológicos y bioquímicos de cinco variedades de *Phaseolus vulgaris* L., bajo condiciones de sequía. *Revista Avanzada Científica*, 15 (2), 1-18. ISSN 1029-3450.
- Domínguez, A., Pérez, Y., Alemán, S., Sosa, M., Fuentes, L., Darias, R..... Sosa, D. (2014). Respuesta de cultivares de *Phaseolus vulgaris* L. al estrés por sequía. *Rev. Biot Veg*, 14(1), 29 - 36, ISSN 2074-864.
- Frahm, M. A., Rosas, J.C., Mayek-Pérez, N. y López-Salinas, E. (2004). Breeding beans for resistance to Terminal drought in the lowland tropics. *Euphytica*, 136(2), 223-232.
- García, M.E. (2009). Guía técnica para el cultivo del frijol. Proyecto Innovaciones para mejorar la competitividad de la cadena agroindustrial de granos y semillas de frijol de los socios de ASOPROL. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA); Managua. Nicaragua. 28 p.
- Gholami, M., Rahemi, M. y Kholdebarin, B. (2010). Effect of drought stress induced by polyethylene glycol on seed germination of four wild almond species. *Australian J. Basic Appl. Sci.*, 4, 785-791.
- González, A. (2007). Ecofisiología y morfología del estrés debido a factores adversos. Recuperado: <http://www.flc.fao.org/es/agricultura/produccion/contenido/libro07/Cap>
- González, A. M. (2008). Morfología de Plantas Vasculares. Tema 13. Disponible en: <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema13/13-6clasif.htm> [Consulta: Diciembre, 03, 2011].
- Ishiyaku, M.E. y Aliyu, H. (2013). Fiel evaluation of cowpea genotypes for drought tolerance and striga resistance in the dry savanna of the North-West Nigeria. *Int. J. plant. Breed. Genet.* 7 (1): 45-56
- Jiménez, J.C. y Acosta, J.A. (2013). Rendimiento de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) y Tépari (*Phaseolus acutifolius* A Gray) bajo el método riego-sequía en Chihuahua. *Mex. Cienc. Agríc.* ISSN 2007-0934. 4:4
- López, A. (2011). Manejo del riego y nitrógeno en frijol común cultivado en sistemas de plantío directo. *Ciencia Agronómica*, 42 (1): 51-56.
- López, S., Tosquy, O.H., Ugalde, F.J. y Acosta, J.A. (2008). Rendimiento y tolerancia a sequía de genotipos de frijol negro en el estado de Veracruz. *Revista Fítotecnia Mexicana*. 31(3): 5-39.
- Mohammadi, R.; Armion, M.; Kahrizi, D. y Amri, A. (2010). Efficiency of screening techniques for evaluating durum wheat genotypes under mild drought conditions. *Int J Plant Pro* .4 (1): 11-24
- Nazari, L. y Pakniyat, H. 2010. Assessment of drought tolerance in barley genotypes. *J. Applied Sciences*. 10: 151-156.
- Nieto-Garibay, A., Murillo-Amador, B., Troyo-Diéguez, E., García-Hernández, J. L. y Ruíz-Espinoza, F. H. (2010). Water stress in two capsicum species with different domestication grade. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 12: 353-360.
- Osuna, E.S., Reyes, L., Padilla, J.S., Rosales, R., Martínez, M.A., Acosta, J.A. y Figueroa, B. (2013). Rendimiento de genotipos de frijol con diferentes métodos de siembra y riego-sequía en Aguascalientes. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 4 (8): 1209-1221.
- Padilla, J.S.; Osuna, E.S.; Martínez, M.A. y Acosta, J.A. 2011. Rendimiento de grano frijol bajo temporal y riego en dos fechas de siembra. In: memoria del XI simposio Internacional y VI congreso nacional agricultura Sostenible 2011. San Luis Potosí. p1-6.
- Polón, R.; Miranda, A.; Ramírez, M.A. y López, L.A. (2014). Efectos del estrés de agua sobre el rendimiento de granos en la fase vegetativa en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L). *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. ISSN -1010-2760, RNPS-0111. 23: 4
- Rodríguez, O., Chaveco, O., Ortiz, R., Ponce, M., Ríos, H., Miranda, S..... Cedeño, L. (2009). Líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) resistentes a la sequía. Evaluación de su comportamiento frente a condiciones de riego, sin riego y enfermedades. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 13(38), 17 – 26.
- Rosales, R.; Ramírez, P., Acosta, J.A; Castillo, F. y Kelly J.D. (2000). Grain yield and drought tolerance of common bean under field conditions. *Agrociencia* 34(2):153-165.

Agradecimientos

Agradecemos a la Empresa Provincial de Semillas de Matanzas, la donación de las semillas cubanas de *Phaseolus vulgaris* y al Banco de germoplasma del INIA-CENIAP de Venezuela, la donación de los materiales venezolanos, que permitieron la realización del estudio y a la Empresa Mixta de Semillas de Leguminosas del ALBA, que sin su colaboración este trabajo no hubiese sido posible. *Fuente de financiamiento:* Proyecto Cuba-Venezuela: Utilización de herramientas biotecnológicas para la identificación y caracterización de variedades de leguminosas resistentes a estrés abiótico (2007-2011).