

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

## Respuesta morfofisiológica de cuatro cultivares comerciales de *Phaseolus vulgaris* en dos tipos de suelo

### Morpho-physiological response of different commercial genotypes of *Phaseolus vulgaris* in two soil conditions

Silvio de Jesús Martínez Medina<sup>1\*</sup>, Gudelia Rodríguez Valdés<sup>1</sup>, Marlen Cárdenas Morales<sup>1</sup>, Olga García Querín<sup>2</sup>, Ariany Colás Sánchez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Carretera a Camajuaní km 5½, Santa Clara, Cuba, CP 54830

<sup>2</sup> Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal, Carretera a Maleza, km 1½, Santa Clara, Cuba, CP 53300

\*Autor para correspondencia: [silviod@uclv.edu.cu](mailto:silviod@uclv.edu.cu)

#### RESUMEN

Los estudios de regionalización de cultivares de frijol común son necesarios dada la interacción genotipo-ambiente que se produce en ese cultivo. El objetivo del presente fue la determinación de la respuesta morfofisiológica de cuatro cultivares comerciales de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en época tardía, sobre dos tipos de suelos del municipio Remedios. Los experimentos de campo fueron conducidos en la Granja Agropecuaria "Liberación de Remedios" ubicada sobre un suelo Ferralítico rojo compactado y la Cooperativa de Créditos y Servicios "Celestino Gutiérrez", enmarcada sobre un suelo Pardo mullido carbonatado. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar, compuesto por cuatro tratamientos (cultivares) y cuatro réplicas. La evaluación de altura y cantidad de folíolos se le realizó a una muestra tomada al azar de 50 plantas por cada parcela; las muestras para las demás variables fueron de 10 plantas por parcela. Los indicadores morfofisiológicos fueron: altura, cantidad de folíolos, área foliar, masa fresca y masa seca total. Todas las variables evaluadas resultaron ser superiores significativamente en el área con suelo Pardo mullido carbonatado, lo que pudo influir en la respuesta morfofisiológica de los cultivares comerciales estudiados.

**Palabras clave:** área foliar, folíolos, genotipo, masa fresca, masa seca

#### ABSTRACT

The regionalization studies of common bean genotypes are very important, having in to account the specific interaction between genotype and environment. The objective of this work was to determine the morphophysiological response of four commercial cultivars of

common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in late planting season in two types of soil at Remedios municipality. The experiments were developed in La Granja Agropecuaria "Liberación de Remedios" whose soil is red ferralitic compacted and in the Agricultural Cooperative of Credits and Services "Celestino Gutiérrez" with a soft carbonated brown soil. The plant morphophysiological indicators evaluated were height, number of leaflets, leaf area, total fresh and dry mass. For the study an experimental random block design was used, consisting of four treatments (cultivars) and four replications. For each evaluation a random sample of 50 plants per plot was taken. All variables evaluated were significantly higher in soft carbonated brown soil. Notable differences were observed among soil types, mainly in the acidity of the soil, which could influence the morphophysiological response of the commercial cultivars studied.

**Key words:** foliar area, leaflet, genotype, fresh mass, dry mass

## INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las leguminosas más importantes en el mundo para el consumo humano, debido a que constituye una fuente significativa de proteínas, vitaminas y minerales para la alimentación humana. Para más de 300 millones de personas en el mundo el frijol es un componente importante de la dieta diaria (Pacheco *et al.*, 2016).

En Cuba durante el año 2016 la superficie sembrada de frijol común alcanzó las 122 545 ha, lográndose una producción de 136 570 t, con un rendimiento agrícola de 1,11 t ha<sup>-1</sup> donde el sector privado sembró 117 753 ha, que representa más del 95 % del total. La producción en este sector ascendió a 130 225 t y el rendimiento fue de 1,11 t ha<sup>-1</sup>. El sector estatal sembró 4 792 ha, alcanzando un rendimiento agrícola de 1,32 t ha<sup>-1</sup> (ONEI, 2017).

La producción en Cuba se incrementó de un año a otro, sin embargo, no se logra satisfacer la alta demanda de este grano por parte de la población. Por esta razón el país se ve en la necesidad de importar alrededor de 110 000 t de la leguminosa cada año, a precios que oscilan alrededor de \$1 200 USD la tonelada. Esta situación conlleva a la necesidad de impulsar y generalizar investigaciones que contribuyan al aumento del rendimiento del cultivo (Pacheco *et al.*, 2016).

Urge entonces satisfacer las necesidades más crecientes de la población con un incremento

de la producción y los rendimientos agrícolas del cultivo. El Ministerio de la Agricultura se ha propuesto incrementar a corto plazo los rendimientos agrícolas hasta 1,4 t ha<sup>-1</sup> (MINAG, 2015).

El frijol común en la actualidad es afectado por varios factores de estrés, como altas temperaturas, sequías e inundaciones, derivados del creciente cambio climático el cual está generando un fuerte impacto que se sentirá en los pequeños agricultores o agricultores de subsistencia (Beebe *et al.*, 2011). El cambio climático puede significar una amenaza significativa en la disponibilidad y estabilidad de alimentos. Un incremento en la temperatura de 1 °C puede reducir el rendimiento de los cultivos en un 10 %. Por lo general los cultivares de frijol común que toleren el efecto de las temperaturas altas, permiten hacer frente al cambio climático, dado que algunas estimaciones predicen que el área adecuada para su producción puede aumentar en más de un 50 % si el frijol es capaz de tolerar un aumento de 3 °C (Beebe *et al.*, 2011).

La respuesta morfofisiológica y productiva del cultivo del frijol común está influenciado por un grupo de factores climáticos, edáficos y bióticos entre los cuales pueden producirse complejas interacciones. La literatura científica hace referencia a la fuerte interacción entre los cultivares con la época de siembra, con las localidades y otros aspectos ambientales físicos y biológicos (Criollo y López, 2015).

Cuba ha realizado pocos estudios de regionalización de cultivares de frijol común, lo cual hace que los productores no usen semillas de cultivares adaptados al cambio climático según estos estudios (MINAG, 2015). Sin embargo, se hace necesario que los productores amplíen su germoplasma con cultivares de frijol común recomendados por su mayor potencial de rendimiento agrícola y resistencia o tolerancia al estrés biótico y abiótico en cada tipo de suelo y época de siembra. El objetivo del presente es determinar la respuesta morfofisiológica de cuatro cultivares comerciales de frijol común en época tardía sobre dos tipos de suelos del municipio Remedios.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en la Granja Agropecuaria "Liberación de Remedios" y en la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) "Celestino Gutiérrez" ubicadas sobre suelo Ferralítico rojo y Pardo mullido carbonatado (Hernández *et al.*, 2015) respectivamente, en el municipio Remedios, provincia Villa Clara, durante el período comprendido entre diciembre de 2016 y marzo de 2017.

El experimento se desarrolló en condiciones de temperaturas máximas que fluctuaron de 25,18 a 28,7 °C, humedad relativa de 71 a 93,93 %, precipitaciones de 0,12 a 18,8 mm y velocidad del viento entre 8,86 y 15,67 km h<sup>-1</sup> (Tabla 1).

Fueron comparados cuatro nuevos cultivares comerciales procedentes del Instituto de

Investigaciones de Granos (CUFIF 48 de grano negro, CUFIG 110 de grano rojo, CUFIG 145 de grano blanco y CUFIG 154 de grano crema. En todos los casos se usó semilla registradas con 100 % de pureza genética y 95 % de germinación.

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar, con cuatro réplicas y parcelas de 6 m de largo por 3,60 m de ancho con ocho surcos cada una, espaciados a 0,45 m lo cual permitió realizar un tape ligero (2,5 - 4 cm). Para la altura y cantidad de folíolos se evaluaron 50 plantas por parcela, el resto de los indicadores fueron determinados con una muestra de 10 plantas por parcela. Las plantas fueron cosechadas cuando llegaron a su madurez de cosecha. La trilla y limpia de las semillas se efectuó de forma manual, posteriormente, se secaron al sol durante tres días.

## Caracterización de las variables evaluadas

Las evaluaciones fueron realizadas hasta los 70 días después la germinación de la semilla (DDG), con intervalos de diez días, para un total de siete evaluaciones durante el ciclo. Las variables fueron:

- Altura de la planta (AP, cm) - medida desde la base del tallo hasta la yema apical, mediante una regla milimetrada.
- Cantidad de folíolos por planta: se contó el número de folíolos totales por planta.
- Masa fresca (g) - las muestras fueron tomadas a las 8:00 am y trasladadas en papel

**Tabla 1.** Valores promedios de las variables meteorológicas en el municipio de Remedios, provincia de Villa Clara durante el periodo del experimento de campo

Mes/Año	Temperatura (°C)			HR (%)	P (mm)	VV (km h <sup>-1</sup> )
	Máxima	Mínima	Media			
diciembre/2016	28,51	25,37	22,38	93,93	2,72	8,86
enero/2016	28,18	24,90	21,83	93,27	1,82	8,77
febrero/2017	25,48	22,13	18,92	83,93	0,12	10,80
marzo/2017	28,7	21,8	26,1	71,0	18,8	15,67

**Fuente:** Estación Meteorológica # 78348 perteneciente al Centro Meteorológico Provincial de Villa Clara

HR - humedad relativa, P - precipitaciones, VV - velocidad del viento

humedecido hasta el laboratorio en que se realizaron las determinaciones. Entre la toma de muestra y la determinación transcurrió una hora. Para ello se utilizó una balanza analítica (SCALTEC, modelo SPD 54).

•Masa seca (g) - una vez determinada la masa fresca, las muestras fueron colocadas durante 72 horas a 65 °C en una estufa (MERMERT) y se pesaron en una balanza analítica (SCALTEC, modelo SPD 54).

•Área foliar (dm<sup>2</sup>) - se determinó mediante un sistema de análisis de hojas digitalizado (Leaf Analysis System) marca: YMJ-B de fabricación China.

### **Caracterización de las propiedades de suelos en las zonas de estudio**

En el estudio fueron determinados los principales indicadores químicos de la fertilidad de suelo. Las muestras de suelo fueron tomadas antes de la siembra y a la profundidad de 20 cm, a partir de una diagonal imaginaria trazada en el campo, de la cual se tomaron aproximadamente 12 submuestras que fueron reagrupadas, resultando en un total de cuatro muestras. Todas las muestras fueron secadas al aire y tamizadas a 0,5 mm para los análisis químicos que incluyeron el pH (pH (H<sub>2</sub>O), pH (KCl)); método potenciométrico con una relación suelo-solución 1:2,5, materia orgánica (MO), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O. Para el análisis físico las muestras se tamizaron a 2 mm, fueron determinados el Coeficiente de la permeabilidad (log 10k), los Agregados estables (% AE), el Factor de estructura (% FE), el Límite superior de plasticidad (% hbss LSP), el Límite inferior de plasticidad (% hbss LIP) por el método de los rollitos de Atterberg y el Índice de plasticidad (IP) que es la diferencia numérica entre los límites superior e inferior de plasticidad.

### **Análisis estadístico**

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete de programas SPSS para Windows versión 21 de 2012. En el análisis de la normalidad de las variables se utilizó la prueba

de Shapiro Wilk, para la comparación entre las medias se aplicó la alternativa no paramétrica del Análisis de Varianzas, la prueba H de Kruskal-Wallis y para la comparación entre parejas de grupos se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. En todos los casos las diferencias se establecieron para  $p \leq 0,05$ .

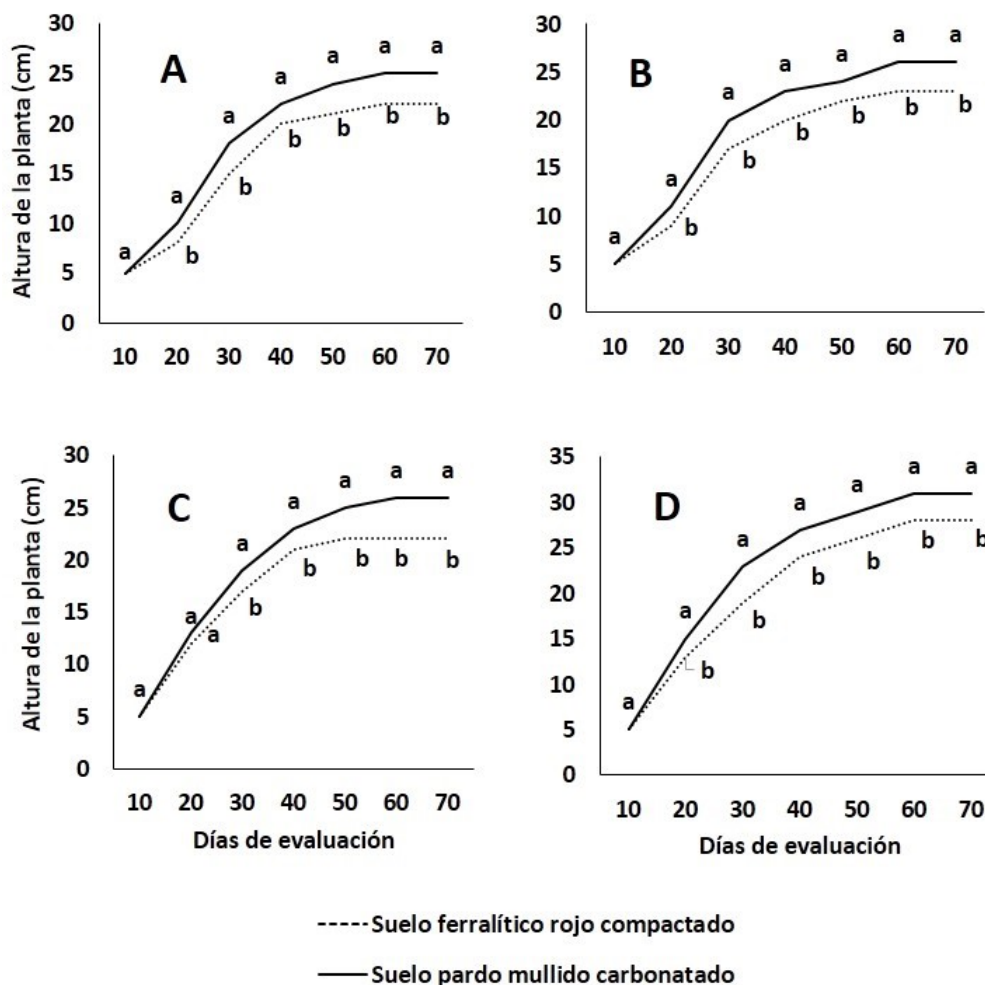
## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Altura de la planta**

En todos los genotipos evaluados se observó un incremento notable de la altura de la planta a partir de los 15 días después de la germinación (DDG) hasta los 40 DDG, período a partir del cual el crecimiento fue más lento y constante hasta los 70 DDG (Figura 1 A, B, C y D). En las plantas que se desarrollaron sobre el suelo Pardo mullido carbonatado la altura fue significativamente superior respecto a aquellas que se desarrollaron sobre el suelo Ferralítico rojo compactado. Sin embargo, todos los cultivares alcanzaron valores que oscilaron entre los 25 y 28 cm.

Este indicador es una característica genética propia de cada cultivar que interactúa con el medioambiente siendo el resultado del número de nudos y la longitud de entrenudos en el tallo (Petry *et al.*, 2014). Dicha variable es muy importante debido a la competencia intraespecífica que se da entre el cultivo producto de las condiciones de alta presión de competencia, lo cual hace que las plantas prolonguen sus tallos para facilitar la captación de la radiación solar (Khawarzimi *et al.*, 2012).

El presente trabajo se desarrolló en rangos de temperatura entre 25,48 y 28,51 °C y humedad relativa entre 71 y 93,93 % lo que favorece el crecimiento y desarrollo del cultivo. El frijol común crece en un rango de latitudes donde la temperatura del aire es de 14-35 °C, con un óptimo crecimiento entre 17,5 °C y 23,1 °C; por encima del límite superior en que se presenta el estrés por calor, lo que genera una serie de fenómenos fisiológicos causantes de la reducción del crecimiento vegetativo y reproductivo en planta. Cuando las



Medias con letras distintas entre las líneas muestran diferencias significativas entre los dos tipos de suelos según las pruebas H de Kruskal Wallis / U de Mann Whitney para  $p \leq 0,05$  ( $n=3$ )

A - CUFIG 48, B - CUFIG 110, C - CUFIG 145, D - CUFIG 154

**Figura 1.** Altura de la planta de los cuatro cultivares en los dos tipos de suelo

condiciones de altas temperaturas son prolongadas y el cultivar es susceptible se pueden presentar pérdidas hasta del 100 % del rendimiento agrícola; aún con materiales tolerantes los rendimientos se ven seriamente reducidos (Beebe *et al.*, 2011).

Los cultivares comerciales CUFIG incrementaron rápidamente la altura de la planta hasta los 40 DDG, momento en que este incremento es lento. Estos resultados coinciden con los de Rodríguez (2017) quien en cuatro cultivares de frijol común de color negro sobre un suelo pardo mullido carbonatado, refieren una etapa de rápido crecimiento entre los 15 y 40 DDG, para continuar el crecimiento de manera más lenta hasta los 70 DDG. Sin

embargo, los resultados alcanzados en el presente trabajo no coinciden con los de Hernández (2016) pues este autor encontró en ocho cultivares de frijol común de color blanco sobre un suelo ferralítico rojo compactado que la altura se mantiene constante hasta los 70 DDG. Las diferencias pueden estar dadas por el hecho de realizarse estas investigaciones en épocas y años diferentes donde varían las condiciones edafoclimáticas. Por su parte Mamani (2016) encontró diferencias en la altura de las plantas entre los seis cultivares que utilizó en su estudio a partir de los 30 días. También Lamz *et al.* (2017) expusieron diferencias que oscilaron entre 25,67 y 52,67 cm entre varias líneas estudiadas.

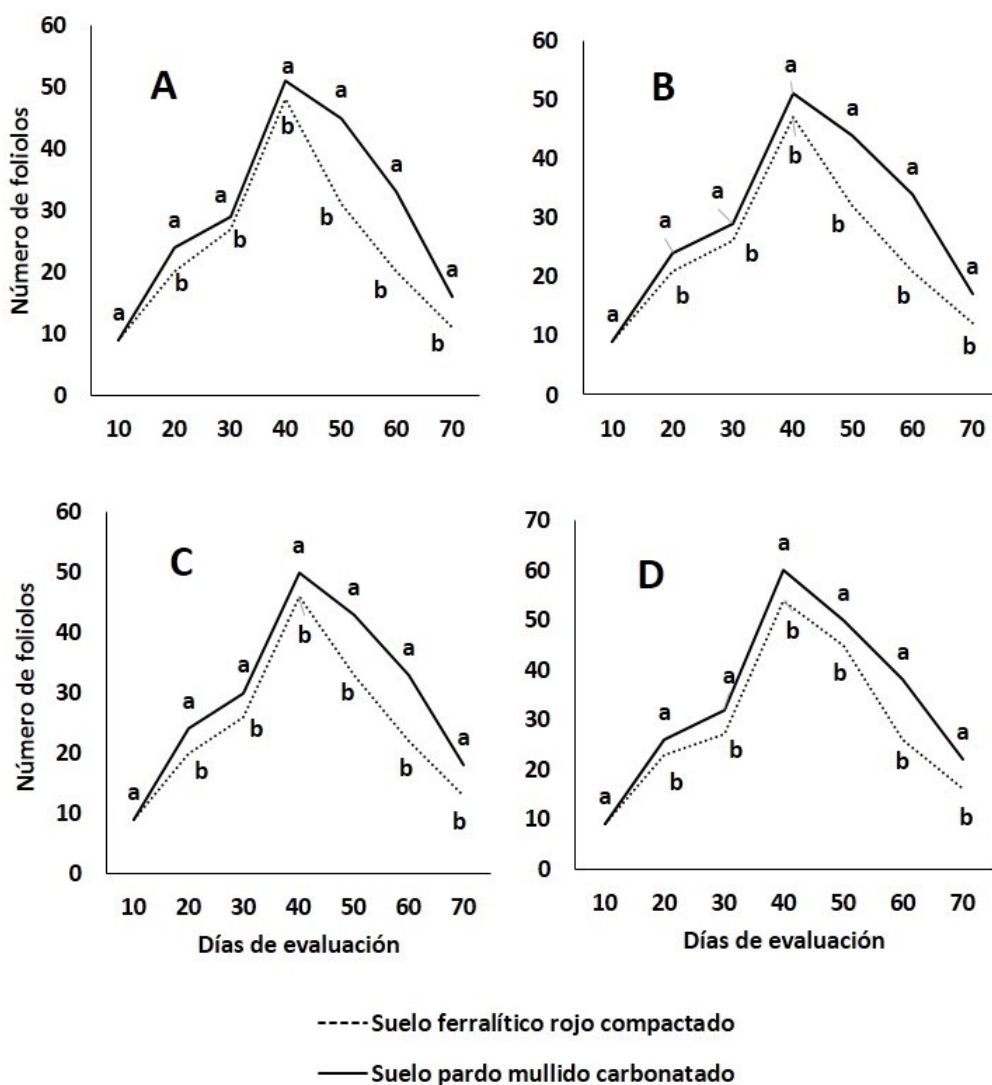


### Número de foliolos por planta

El número de foliolos por planta fue significativamente superior en las plantas del suelo pardo mullido carbonatado durante todo el ciclo del cultivo respecto a los valores alcanzados por esta variable sobre el suelo ferralítico rojo compactado (Figura 2 A, B, C y D). Desde los 20 DDG hasta los 40 DDG se produce un rápido incremento del número de foliolos por planta, indicador en que la planta presenta sus máximos valores. A partir de esta fase fenológica la planta con el inicio del período de senescencia produce un

decrecimiento del número de foliolos por planta hasta la madurez fisiológica (70 DDG).

En el presente trabajo la respuesta del número de foliolos durante las etapas vegetativas y reproductivas, hasta alcanzar la madurez fisiológica, se corresponden con los resultados de Hernández (2016) y Rodríguez (2017). Estos autores refieren que el mayor número de foliolos por planta se alcanza a los 40 DDG y que se produce desde los 20 y hasta los 40 DDG un rápido incremento de estos. Además, encontraron a partir de los 40 DDG que estos valores disminuyen hasta la madurez fisiológica (70 DDG).



Medias con letras distintas entre las líneas muestran diferencias significativas entre los dos tipos de suelos según las pruebas H de Kruskal Wallis / U de Mann Whitney para  $p \leq 0,05$  ( $n=3$ )

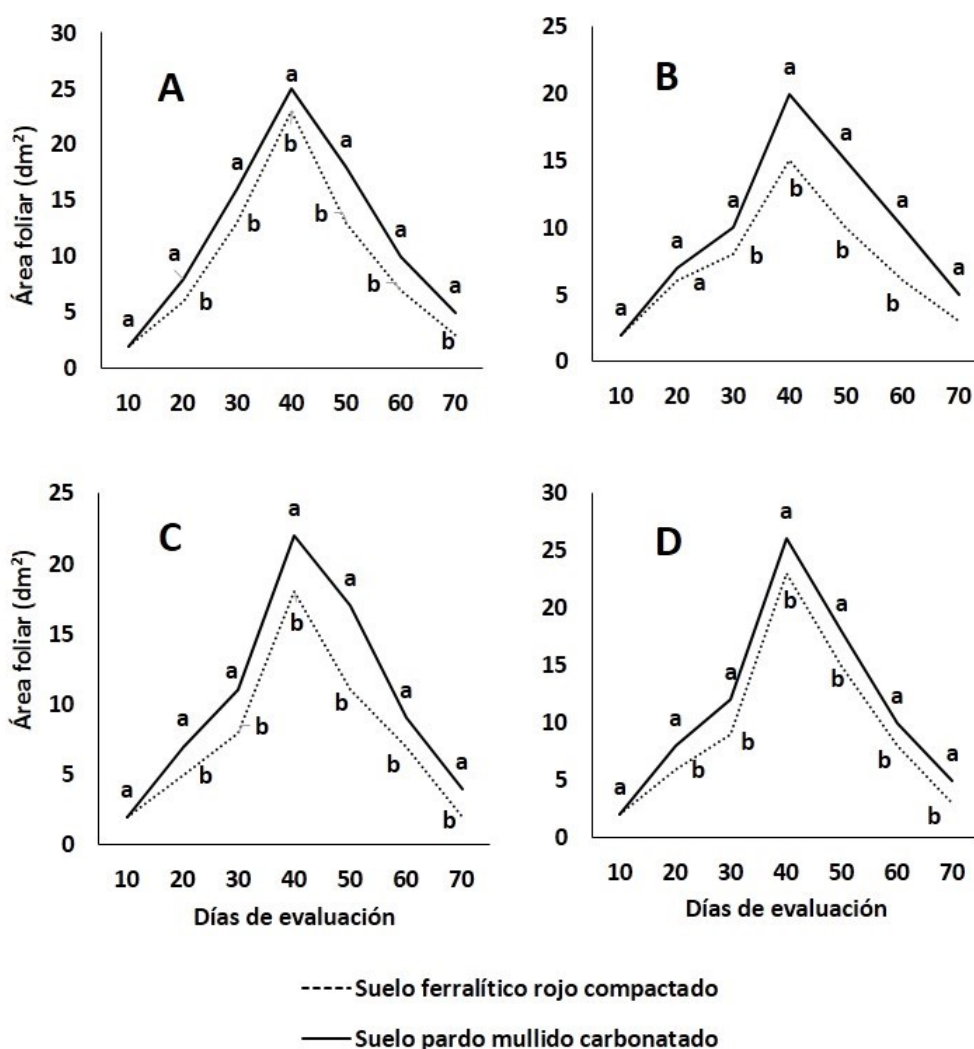
A - CUFIG 48, B - CUFIG 110, C - CUFIG 145, D - CUFIG 154

**Figura 2.** Número de foliolos por planta de los cuatro cultivares en los dos tipos de suelo

### Área foliar

El área foliar es un indicador importante para el crecimiento y producción de materia seca de la planta, así como para su persistencia al determinar una mayor o menor captación de energía lumínica durante el proceso de crecimiento (Rincón *et al.*, 1997). En el presente estudio los incrementos de este indicador desde los 10 DDG fueron significativos en todos los cultivares, los que inician un rápido incremento hasta los 40 DDG momento en que alcanzan los valores más elevados, independientemente del tipo de suelo (Figura 3 A, B, C y D). A partir de los 40 y

hasta los 50 DDG existe un lento decrecimiento de esta variable, pero después se acelera hasta la madurez fisiológica, hasta los 70 DDG (2 a 7 dm<sup>2</sup>). Este decrecimiento coincide con el período de senescencia de las hojas, donde los folíolos activos caen al alcanzar su máximo estado de madurez. Simultáneamente Marengo y Montserrat (2003) al evaluar el crecimiento y desarrollo de seis poblaciones de frijol común en Nicaragua demostraron que todos los materiales genéticos presentaron un patrón de área foliar similar hasta los 40 días, con un paulatino decrecimiento posterior, pero corroboraron que el área foliar puede estar influenciada por el tipo de suelo.



Medias con letras distintas entre las líneas muestran diferencias significativas entre los dos tipos de suelos según las pruebas H de Kruskal Wallis / U de Mann Whitney para  $p \leq 0,05$  ( $n=3$ )

A - CUFIG 48, B - CUFIG 110, C - CUFIG 145, D - CUFIG 154

**Figura 3.** Área foliar por planta en los cuatro cultivares en los dos tipos de suelo

Los resultados alcanzados coinciden con los obtenidos por Hernández (2016) y Rodríguez (2017) quienes al evaluar cultivares de frijol común encontraron los máximos valores de área a los 40 DDG y explican que posteriormente existe un decrecimiento, a partir de ese momento, hasta la madurez fisiológica, donde logran valores entre 5 y 10 dm<sup>2</sup>.

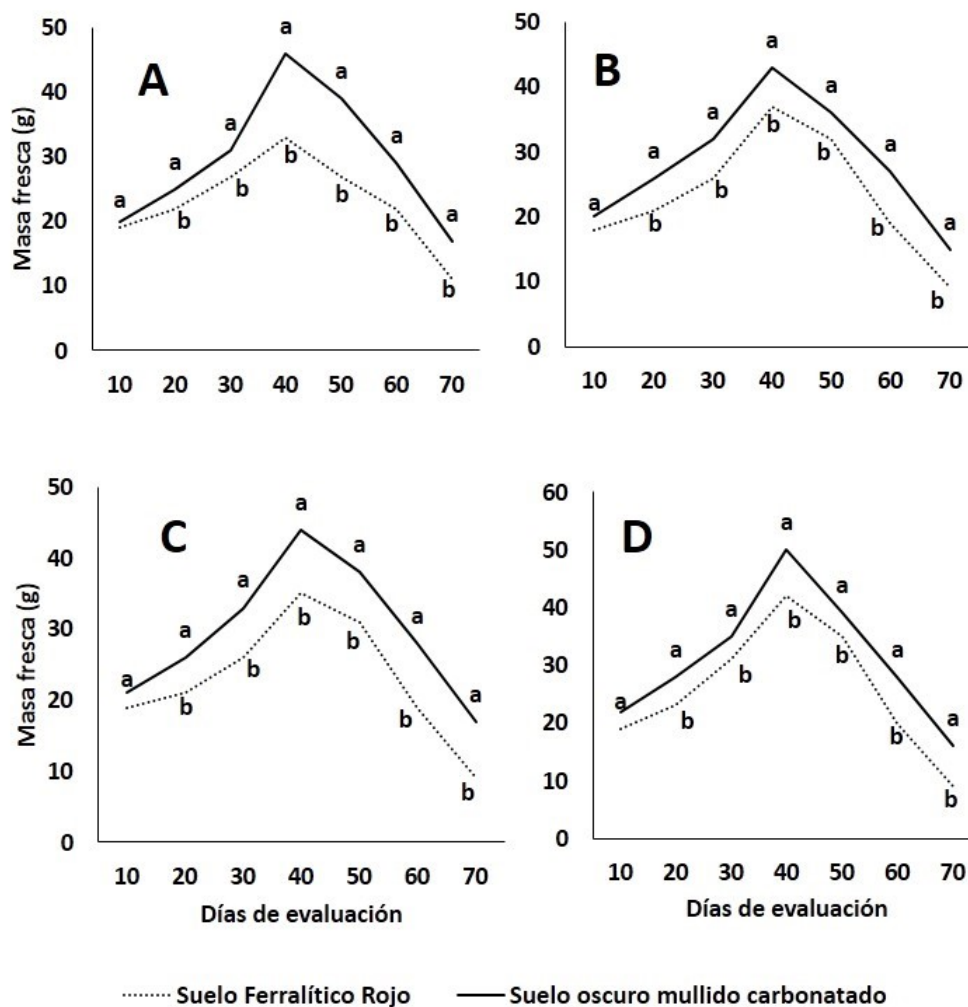
**Masa fresca**

Al comparar los valores de masa fresca (Figura 4 A, B, C y D) se corroboró que

también, en este importante indicador, las plantas mostraron valores significativamente superiores en el área con suelo pardo, durante todo el ciclo del cultivo.

Al igual que en las variables anteriormente analizadas, la masa fresca se incrementa rápidamente desde los 10 DDG a los 40 DDG.

Los valores más elevados de masa fresca se alcanzaron a los 40 DDG, pero decrecen los mismos hasta llegar a la madurez fisiológica en las dos tipos de suelo.



Medias con letras distintas entre las líneas muestran diferencias significativas entre los dos tipos de suelo según las pruebas H de Kruskal Wallis/U de Mann Whitney para p ≤ 0,05

A - CUFIG 48, B - CUFIG 110, C - CUFIG 145, D - CUFIG 154

**Figura 4.** Masa fresca por planta en los cuatro cultivares en los dos tipos de suelo



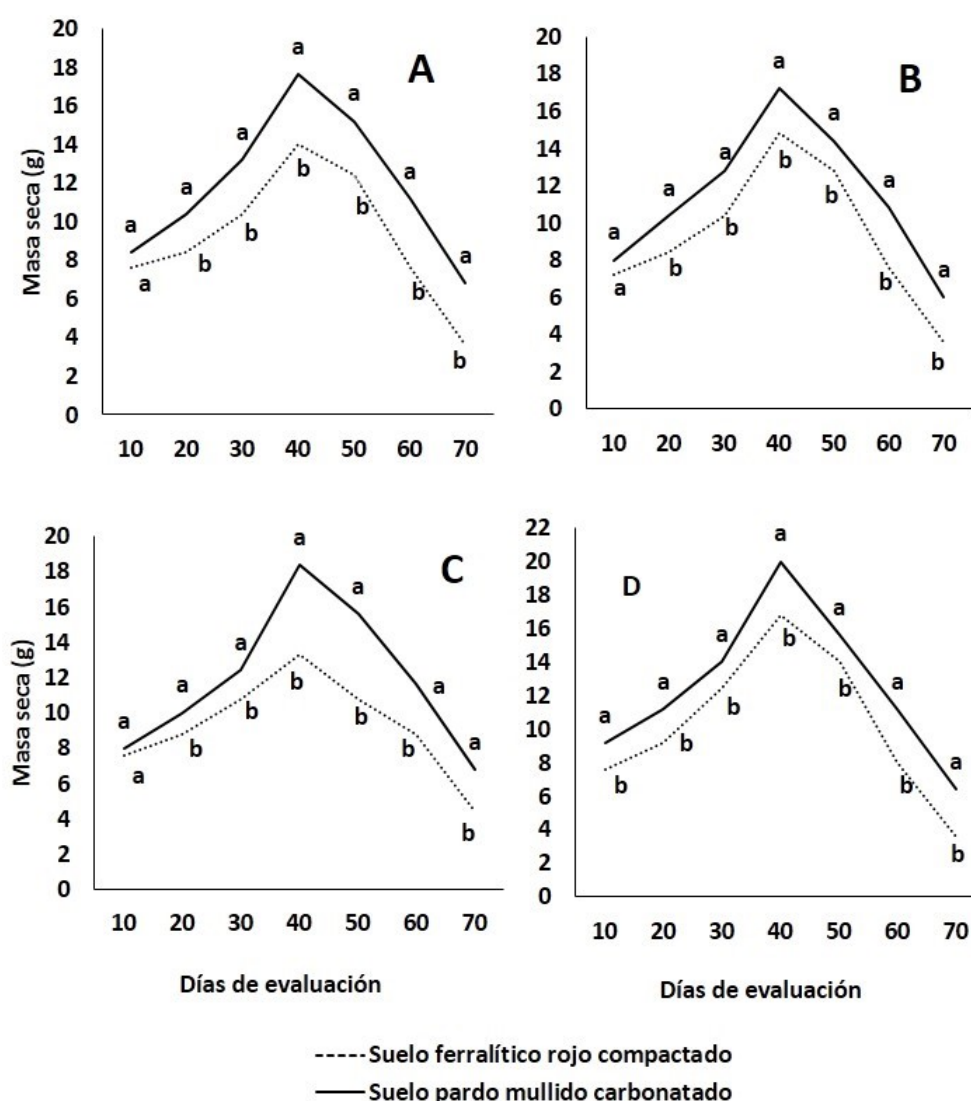
### Masa seca

Resultados similares fueron obtenidos al comparar la masa seca de los diferentes genotipos, lo cual permite conocer el desarrollo de las plantas en los dos suelos, aunque los valores fueron significativamente superior sobre el suelo pardo (Figura 5 A, B, C y D).

Como en la masa fresca, los valores de masa seca a partir de los 10 DDG y hasta los 40 DDG se incrementaron rápidamente. Los valores más elevados de masa fresca se alcanzaron a los 40 DDG en los cultivares CUFIG 154 y CUFIG

145 (18 y 17 g respectivamente), los cuales comienzan a decrecer lentamente hasta los 50 DDG. A partir de este momento se produce un rápido descenso en las plantas hasta llegar a la madurez fisiológica (2 y 4 g respectivamente). Entre los cultivares esta variable varió, con valores superiores para los cultivares CUFIG 154 y CUFIG 145 durante todas las etapas fenológicas

Los resultados del presente trabajo se corresponden con los resultados reportados por Hernández (2016) y Rodríguez (2017), los cuales refieren que estas variables alcanzan los



Medias con letras distintas entre las líneas muestran diferencias significativas entre los dos tipos de suelo según las pruebas H de Kruskal Wallis/U de Mann Whitney para  $p \leq 0,05$

A - CUFIG 48, B - CUFIG 110, C - CUFIG 145, D - CUFIG 154

**Figura 5.** Masa seca por planta en los cuatro cultivares en los dos tipos de suelo

mayores valores a los 40 DDG y que entre los 20 y hasta los 40 DDG se produce un rápido incremento de estos, momento en que comienzan a disminuir estos valores hasta la madurez fisiológica (70 DDG).

## Propiedades de suelo

Según Okalebo *et al.* (2006) el desarrollo del cultivo del frijol está fuertemente influenciado por las propiedades del suelo, principalmente la acidez, que limita la productividad de esta leguminosa en regiones tropicales y subtropicales. En el análisis integral de la fertilidad del suelo (Tabla 2) se evidenciaron diferencias significativas entre ambas zonas de estudio especialmente respecto a la acidez (pH), lo cual pudo influir en la respuesta morfofisiológica de las variables estudiadas teniendo en cuenta que el frijol alcanza su pico de desarrollo fisiológico con un pH de 6,0 a 7,5, siendo los valores críticos de 5,0 y 8,1 (Lunze *et al.*, 2007).

En el suelo ferralítico, tanto el pH en agua como en cloruro de potasio fueron evaluados de medianamente ácido, lo que coincide con la menor respuesta de los diferentes indicadores morfofisiológicos en comparación con el suelo pardo (pH ligeramente alcalino, en el cual la mayoría de los indicadores

morfofisiológicos evaluados fueron siempre superiores). De acuerdo con Troeh y Thompson (2005), cuando el pH del suelo es inferior a 5,7, el fósforo está predominantemente en forma de iones  $H_2PO_4$  que reaccionan con compuestos de Fe o Al, ocasionando una baja solubilidad de compuestos. El papel de este macroelemento en la nutrición del frijol, asociado fundamentalmente al incremento de la capacidad de nodulación, ha sido reportado por autores como Attar *et al.* (2012), lo que a su vez justifica que los mayores incrementos en el crecimiento del frijol hayan sido observados en el suelo pardo, en el cual se obtuvo un mayor nivel de P en el suelo que en el suelo Ferralítico rojo. Aunque la materia orgánica del suelo es de gran importancia para la fertilidad de este y es considerada un indicador de su calidad, no se observaron diferencias significativas entre los suelos respecto al criterio de evaluación. En sentido general, las propiedades físicas de ambos tipos de suelos fueron favorables sin notables diferencias entre sí, lo que confirma lo reportado por Lunze *et al.* (2007) quienes reportaron que el frijol alcanza mayor potencial productivo en suelos bien aireados y suficientemente drenados. Según Cairo y Quintero (1980) el suelo tiene gran influencia sobre el cultivo del frijol común, pero su

**Tabla 2.** Propiedades químicas y físicas de los suelos, a 20 cm de profundidad en ambas zonas de estudio

Indicador	Tipo de suelo	
	Ferralítico rojo	Pardo mullido carbonatado
pH (H <sub>2</sub> O)	5,57 (MA)*	7,88 (LA)
pH (KCl)	5,33 (MA)	7,33 (LA)
% Materia orgánica	2,22 (M)	2,35 (M)
mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100g	1,19 (M)	15,89 (At)
% AE	61,82 (A)	61,62 (A)
% FE	68,05 (B)	59,54 (R)
Permeabilidad (Log 10K)	2,4 (E)	1,94 (A)
Límite Sup. de Plasticidad (% hbss)	41,29	63,51
Límite Inf. Plasticidad (% hbss)	28,72	37,86
Índice de Plasticidad (IP)	12,38 (Menos plástico)	25,65 (Muy plástico)

(\*) Criterio de evaluación; (MA)- moderadamente ácido; (LA)- ligeramente ácido; M- contenido medio; B- bueno; R- regular; E- excelente; A- adecuado; At- alto

variación depende del tipo y categoría.

## CONCLUSIONES

Los valores de las variables morfofisiológicas en los cuatro cultivares comerciales estudiados resultaron siempre ser superiores en las plantas desarrolladas sobre el suelo Pardo mullido carbonatado.

Los máximos valores de las variables evaluadas se alcanzaron entre los 40 y 50 días después de la germinación, independientemente del tipo de suelo.

## BIBLIOGRAFÍA

- ATTAR, H. A., BLAVET, D., SELIM, E. M., *et al.* 2012. Relationship between phosphorus status and nitrogen fixation by common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) under drip irrigation. *International Journal of Environmental Sciences and Technology*, 9: 1-13. <http://dx.doi.org/10.1007/s13762-011-0001-y>
- BEEBE, S. E., RAMIREZ, J., JARVIS, A., *et al.* 2011. Genetic Improvement of Common Beans and the Challenges of Climate Change. In *Crop Adaptation to Climate Change* (pp. 356-369).
- CAIRO, P. y QUINTERO, G. 1980. Suelos. Pueblo y Educación, La Habana, Cuba, 368 p.
- CRIOLLO, R. A. y LÓPEZ, J. C. 2015. Comportamiento de cuatro cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) en la Granja La esperanza, municipio Fusagasuga, provincia Sumapaz, Colombia. Tesis de grado en opción al título de Ingeniero Agrónomo, Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 92 p.
- HERNÁNDEZ, A., PÉREZ, J. M., BOSCH, D., RIVERO, N. 2015. Clasificación de los Suelos de Cuba. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Cuba, 93 p. ISBN: 978-959-7023-77-7.
- HERNÁNDEZ, R. 2016. Caracterización morfo-agronómica de seis variedades comerciales de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de semilla de color blanco en época tardía en la Granja agropecuaria "Liberación de Remedios". Tesis para aspirar al título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, 38 p.
- KHAWARZIMI, A., DENNETT, M., ABID, M. 2012. Growth and yield response of wheat varieties to water stress at booting and anthesis stages of development. *Pak. J. Botanic.*, 44: 879-886.
- LAMZ, A., CÁRDENA, R. M., ORTIZ, R., *et al.* 2017. Evaluación preliminar de líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) promisorias para siembras tempranas en Melena del Sur. *Cultivos Tropicales*, 38 (4) 111-118.
- LUNZE, L., KIMANI, P. M., NGATOLUWA, R., *et al.* 2007. Bean improvement for low soil fertility in adaptation in Eastern and Central Africa. In: Bationo, A., Waswa, B., Kihara, J. y Kimetu, J. (Eds.) *Advances in integrated soil fertility management in sub-Saharan Africa: Challenges and Opportunities*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 325 - 332.
- MAMANI, F. I. 2016. Evaluación agronómica de seis variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), con la incorporación de dos tipos de abonos orgánicos en el Cantón Capiñata – Inquisivi. Tesis de grado presentado como requisito Parcial para optar al título de Ingeniero agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia, 108 p.
- MARENCO, I. M. y MONTSERRAT, G. 2003. Evaluación del crecimiento y rendimiento de seis poblaciones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en la localidad de San Marcos, Carazo. Trabajo de Tesis de Diploma, Universidad Nacional Agraria, Facultad de agronomía, Managua, Nicaragua, 27 p.

- MINAG. 2015. Informe del diagnóstico de la cadena del frijol en la región central. Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 93 p.
- OKALEBO, J. R., OTHIENO, C. O., WOOMER, P. L., *et al.* 2006. Available technologies to replenish soil fertility in Eastern Africa. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 76: 153-170.
- ONEI. 2017. Panorama de uso de la tierra, Centro de Gestión de la Información Económica, Medioambiental y Social, 2018. Disponible en: <http://www.one.cu/publicaciones/05agropecuario/balanceusoytenencia/Panorama%20Uso%20de%20la%20Tierra%200.pdf>
- PACHECO, M., HERNÁNDEZ, A., ALONSO, M., *et al.* 2016. La cadena de valor del frijol común en Cuba. Proyecto AGROcadenas, La Habana, Cuba, 171 p.
- PETRY, N., EGLI, I., GAHUTU, J. B., *et al.* 2014. Phytic acid concentration influences iron bioavailability from biofortified beans in Rwandese women with low iron status. *J. Nutr.*, 144: 1681-1687.
- RINCÓN, L., SÁEZ, J., PEREZ, J. A., *et al.* 1997. Crecimiento y absorción de nutrientes de melón bajo invernadero. *Investigación Agraria, Producción y Protección Vegetales*, 13(1-2): 111- 120.
- RODRÍGUEZ, M. 2017. Respuesta morfo-agronómica de cuatro cultivares comerciales de *Phaseolus vulgaris* L., en época tardía en la CCS “Celestino Gutiérrez”. Tesis para aspirar al título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, 38 p.
- TROEH, F. R. y THOMPSON, L. M. 2005. Soils and soils fertility. Blackwell, New York, USA, 498 p.

---

Recibido el 20 de septiembre de 2018 y Aceptado el 27 de febrero de 2019