

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Respuesta fisiológica y productiva de cultivares comerciales de *Phaseolus vulgaris* en un suelo pardo mullido medianamente lavado

Physiological response of commercial cultivars of *Phaseolus vulgaris* in a medium washed brown soil

Silvio de Jesús Martínez Medina¹ , Maikel Rodríguez Egido² , Lesly Díaz Suarez¹ , Edilio Quintero Fernández¹ , Victor Daniel Gil Díaz¹ , Gudelia Rodríguez Valdés¹ 

¹ Centro de Investigaciones Agropecuarias, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Carretera a Camajuaní km 5 ½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, CP 54830

² Departamento Provincial de Suelo y Fertilizantes, Delegación Provincial del Ministerio de la Agricultura, Carretera de Sagua No 26, entre Línea y Puente, Reparto Camacho, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, CP 50100

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 21/01/2021
Aceptado: 28/04/2021

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran no existir conflictos de intereses.

CORRESPONDENCIA

Silvio de Jesús Martínez Medina
silviod@uclv.edu.cu



RESUMEN

En el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) se producen complejas interacciones entre el genotipo y los factores climáticos, edáficos y bióticos, por lo que es necesario estudiar la respuesta de diferentes cultivares. El objetivo del estudio fue determinar la respuesta fisiológica y productiva de cuatro cultivares comerciales en un suelo pardo mullido medianamente lavado. El experimento se desarrolló en la Empresa Agropecuaria "Valle del Yabú" del municipio de Santa Clara, Villa Clara, en época de siembra intermedia. Se utilizó semilla básica de los cultivares comerciales de frijol común: 'Cuba C 25-9-R', 'Delicias-364', 'CUFIG-110', 'CIAP-24'. Se realizaron siete evaluaciones durante el ciclo de 70 días del cultivo, a intervalos de 10 días, considerando los siguientes indicadores fisiológicos: masa seca, área foliar, tasa absoluta de crecimiento, tasa de asimilación neta, razón de área foliar índice de cosecha y rendimiento agrícola. Todas las variables evaluadas en el cultivar 'Cuba C 25-9-R' alcanzaron valores significativamente superiores al resto de los cultivares. La masa seca, el área foliar y razón de área foliar por planta, presentaron un rápido crecimiento desde los 10 hasta los 40 días después de la germinación, momento en cual comenzaron a decrecer sus valores hasta la madurez fisiológica. La tasa absoluta de

crecimiento mostró un incremento hasta los 30-40 días después de la germinación, momento a partir del cual toma valores negativos, mientras la Tasa de Asimilación Neta en el mismo periodo, presentó tendencia a disminuir. Todos los cultivares presentaron un alto índice de cosecha y rendimiento agrícola, alcanzando los mayores valores 'Cuba C 25-9-R'.

Palabras clave: área foliar, frijol común, índice de cosecha, tasa absoluta de crecimiento, tasa de asimilación neta

ABSTRACT

In common beans (*Phaseolus vulgaris* L.), complex interactions occur between the genotype and climatic, edaphic and biotic factors, for which it is necessary to study the response of the different cultivars. The objective of the study was to characterize the physiological response of four commercial cultivars in slightly leached brownish greys soils and its intermediate sowing season. The experiments were carried out at the "Valle del Yabú" Agricultural Company in the municipality of Santa Clara, Villa Clara. Basic seeds of the commercial cultivars of common bean was used: 'Cuba C 25-9-R', 'Delicias-364', 'CUFIG-110', 'CIAP-24'. Seven evaluations were carried out during the 70-day crop cycle, at 10-day intervals, considering the following physiological indicators: dry mass, leaf area, absolute growth rate, net assimilation rate, leaf area ratio and harvest index. All the variables evaluated in the cultivar 'Cuba C 25-9-R' reached significantly higher values than the rest of the cultivars. The dry mass, the leaf area and the ratio of leaf area per plant showed rapid growth from 10 to 40 days after germination, at which point their values began to decrease until reaching physiological maturity. The absolute growth rate showed an increase of 30-40 days after germination, at which point it portrayed negative values, while the Net Assimilation Rate in the same period showed a tendency to decrease. All the cultivars presented a high harvest index and agricultural yield, reaching the highest value 'Cuba C 25-9-R'.

Keywords: leaf area, common bean, harvest index, absolute growth rate, net assimilation rate

INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) constituye un producto alimentario de gran importancia para el mundo y muy tradicional para los pueblos de América Latina y el Caribe, como fuente importante de sustento económico para numerosas familias de bajos ingresos y un alimento de identificación cultural (CEPAL, 2014). Su valor nutricional se debe al contenido de proteínas, varias vitaminas, fibra vegetal, y minerales, fundamentalmente hierro (Fernández y Sánchez, 2017). Durante el año 2018 la producción mundial de frijol común ascendió a 30 434 280 toneladas y un rendimiento agrícola de a 0,9 t ha⁻¹ (FAOSTAT, 2018). En Cuba la producción total anual en la campaña 2017-2018 fue de 137 800 t y el rendimiento agrícola varía según el sector en que se desarrolle el cultivo oscilando entre 1,04 para el sector cooperativo y campesino y 1,19 t ha⁻¹ para el sector estatal (ONEI, 2019), estando influenciada por un

grupo de factores climáticos, edáficos y bióticos, entre los cuales pueden producirse complejas interacciones (Corzo *et al.*, 2015). El suelo tiene gran influencia y depende de su tipo y categoría (Cairo y Quintero, 1980). Las condiciones climáticas varían por años y están influenciadas por el efecto del cambio climático, lo cual ocasiona diferencias en los regímenes de lluvia y un aumento de las temperaturas. Esta situación también produce un incremento de las adversidades por causas de origen biótico, ya que existen insectos-plaga y enfermedades, así como la competencia con malezas (Quintero, 1998).

El incremento en el rendimiento agrícola en el país entre otros factores se debe al empleo de cultivares de mejor respuesta morfofisiológica y productiva para cada región edafoclimática y época de siembra (Martínez *et al.*, 2020). Para el incremento de los rendimientos agrícolas deben producirse cambios en los procesos de crecimiento de la planta, durante el cual ocurren

eventos, tales como la formación de raíces, tallos y hojas, sin los cuales no ocurre la formación de frutos (Maqueira *et al.*, 2017). Sin embargo, hasta este momento fueron pocos los estudios en Cuba sobre este proceso en el cultivo. Dada la importancia de estos procesos en los incrementos de la producción, fue que durante los estudios de regionalización de cultivares comerciales que se realizaron en la provincia de Villa Clara, se planteó la necesidad de estudiar la dinámica de formación de las estructuras vegetativas y reproductivas de la planta, en consideración que la acumulación de peso seco y su distribución influyen en la respuesta agronómica de los cultivares de frijol común (Maldonado y Corchuelo, 1993). Ante esta situación, el presente trabajo tuvo como objetivo determinar la respuesta fisiológica y productiva de cuatro cultivares comerciales en un suelo pardo mullido medianamente lavado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la Unidad Empresarial de Base “Pirey” perteneciente a la Empresa Agropecuaria “Valle del Yabú” del municipio de Santa Clara, provincia de Villa

Clara, sobre un suelo pardo mullido medianamente lavado según la clasificación de Hernández *et al.* (2015) durante el período comprendido entre noviembre del 2018 y febrero del 2019.

La caracterización físico-química del suelo se realizó en el laboratorio de Suelos del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (Tabla 1).

Las principales variables meteorológicas durante el desarrollo del experimento se resumen en la Tabla 2. La fuente de estos datos fue por la Estación Meteorológica # 343 perteneciente al Centro Meteorológico Provincial de Villa Clara situada a 0,5 km del área donde se realizó el estudio.

En el estudio se utilizó semilla básica de los cultivares comerciales de frijol común de semillas con testa de color rojo: ‘Cuba C 25-9-R’, ‘Delicias-364’, ‘CUFIG-110’, ‘CIAP-24’.

El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar, formado por tres repeticiones por cultivar y se evaluaron 20 plantas por parcela. Las parcelas experimentales fueron de 6 m de largo y 5,60 m de ancho y 8 surcos cada

Tabla 1. Caracterización del suelo en la edafoclimática realizada en noviembre del 2019

Indicador		Valores	Indicador	Valores
pH	H ₂ O	7,60	Permeabilidad (log10K)	2,4
	H ₂ O	7,03	L.S.P. (% hbss)	60,00
% Materia orgánica		2,00	L.I.P.	36,00
mg P ₂ O ₅ /100 g		40,00	Densidad aparente g cm ⁻³	1,05
mg K ₂ O/100 g		30,00	Porosidad (%)	60,00
% A.E.		62,00	Valor T (cmol kg ⁻¹)	45,00
% F.E.		68,00	Arcilla (%)	50,00

Tabla 2. Valores promedios de las variables meteorológicas en el municipio de Santa Clara, provincia de Villa Clara durante el periodo del experimento de campo

	Variables meteorológicas					
	Temperaturas (°C)			HR (%)	LL (mm)	VV (km h ⁻¹)
	Máxima	Media	Mínima			
Noviembre	27,79	22,93	20,09	97,21	109,80	4,10
Diciembre	26,52	21,17	17,51	96,09	44,80	3,95
Enero	24,57	20,28	17,51	96,17	96,50	5,79
Febrero	27,46	22,38	18,81	90,50	28,20	6,57

Fuente: Estación Meteorológica # 343 perteneciente al Centro Meteorológico Provincial de Villa Clara

Leyenda: HR- humedad relativa, LL- Lluvia acumulada, VV- velocidad del viento

una con una, espaciados a 0,70 m entre hileras y 0,05 m entre plantas.

La realización de las labores de preparación de suelo y agrotécnicas al cultivo se siguieron según las orientaciones dadas por el Instructivo Técnico del frijol común (MINAGRI, 2017). 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 los indicadores fisiológicos evaluados

Las evaluaciones fueron realizadas desde los 10 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. Se evaluaron 10 plantas por tratamiento. Los indicadores fueron:

- **Peso seco (g):** una vez determinada el peso fresco, las muestras fueron colocadas durante 72 horas a 65 °C en una estufa MERMERT fabricado en China y se pesaron en una balanza analítica SCALTEC, modelo SPD 54 de fabricación China.
- **Área foliar (dm²):** se determinó mediante un sistema de análisis de hojas digitalizado (*Leaf Analysis System*) marca: YMJ-B de fabricación China.

También se evaluaron otros indicadores fisiológicos que a continuación se reflejan en la

Tabla 3.

Rendimiento Agrícola (RA)

Se pesaron las semillas totales de cada planta evaluada con un 14 % de humedad. Se utilizaron 50 plantas por repetición y a partir de ellas, se estimó el peso del total de las plantas en cada parcela. Con estos valores y a partir del cálculo del número de planta por hectárea, se estimó el rendimiento agrícola. Este se expresó en t ha⁻¹.

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 simple y pruebas de comparación de medias Tukey. En todos los casos las significaciones de las diferencias se establecieron para p≤0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Indicadores fisiológicos

Peso seco

Los valores de peso seco desde los 10 hasta los 40 días después de la germinación (DDG) se incrementaron rápidamente. A los 40 DDG todos los cultivares alcanzaron los mayores valores de este indicador fisiológico (Figura 1).

A partir de los 40 DDG coincidentemente con la fase fenológica de Floración (R_f) se produce

Tabla 3. Indicadores fisiológicos determinados durante el ciclo del cultivo

No	Indicador	Cálculo mediante la Fórmula	Unidad de medida
1	Tasa de crecimiento absoluto (TAC)	$TAC = \frac{PS2 - PS1}{T2 - T1}$	g día ⁻¹
2	Tasa de asimilación neta (TAN)	$TAN = \frac{2(PS2 - PS1)}{(AF2 + AF1)(T2 - T1)}$	g dm ⁻² / día ⁻¹
3	Razón de área foliar (RAF)	$RAF = \frac{AF2 + AF1}{PS2 + PS1}$	dm ² g ⁻¹
4	Índice de cosecha (IC)	$IC = \frac{PSTG}{PSOP + PSTG}$	

Dónde: PS1: Peso seco en el momento 1 (g), PS2: Peso seco en el momento 2 (g), t1= momento 1 posterior a la siembra (días) y t2= momento 2 posterior a la siembra (días), AF1: Área foliar momento 1 posterior a la siembra (días), AF2: Área foliar momento 2 posterior a la siembra (días), PSTG: Peso seco total de granos de la planta en cosecha (g), PSOP: Peso total de los órganos de la planta obtenidos (excepto granos) en el momento de máximo follaje, del máximo valor bajo la curva (g)

un rápido decrecimiento de este indicador en las plantas de todos los cultivares hasta llegar a la madurez fisiológica. 'Cuba C-25-9-R' alcanzó los máximos valores (9,1 g) a los 40 DDG con diferencias significativas respecto al resto de los genotipos estudiados. Esta disminución del peso seco coincide con la etapa reproductiva que está asociada a la fase al periodo de senescencia, en el que se produce la defoliación, desbalance entre fotosíntesis y respiración, así como una translocación de nutrientes hacia los órganos reproductivos de la planta.

Las respuestas de las plantas en este indicador para todos los cultivares utilizados en el presente trabajo se coinciden con los obtenidos por Rodríguez (2019) quien al estudiar la respuesta del cultivar 'CUFIG 110' en dos tipos de suelo, el cual se emplea en este trabajo, encontró que desde los 10 DDG un incremento rápido de los valores del peso seco que alcanzó el máximo a los 40 días DDG, momento a partir del cual se produce un decrecimiento de estos valores hasta llegar a la madurez fisiológica. Los resultados de este trabajo también se corresponden con los alcanzados por Hernández (2016) y Rodríguez (2017) quienes refieren una respuesta similar de las plantas, pero en diferentes cultivares y tipos de suelo.

Área foliar

En el área foliar al igual que la masa seca se produce un rápido incremento entre los 10 y los

40 DDG, momento en que se alcanzan los máximos valores. Todos los cultivares en estudio alcanzan los días a floración entre los 35 y 39 DDG por lo que en ese momento de evaluación se encuentran en la fase fenológica (R_6). En este momento se produce un decrecimiento de forma acelerada de esta variable hasta la madurez fisiológica (Figura 2). En esta variable se destacó 'Cuba C-25-9-R' con 36,15 dm² de área foliar a los 40 DDG con diferencias significativamente superior al resto de los cultivares. Esta misma respuesta se produjo durante todas las etapas fenológicas del cultivo.

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 (Gómez *et al.*, 1997). En el presente estudio a partir de los 40 DDG se produce un decrecimiento del área foliar. Este decrecimiento coincide con el período de senescencia de las hojas, donde los folíolos activos caen al alcanzar su máximo estado de madurez. Estos resultados coinciden con los que encontraron Marengo y Montserrat (2003) quienes 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.

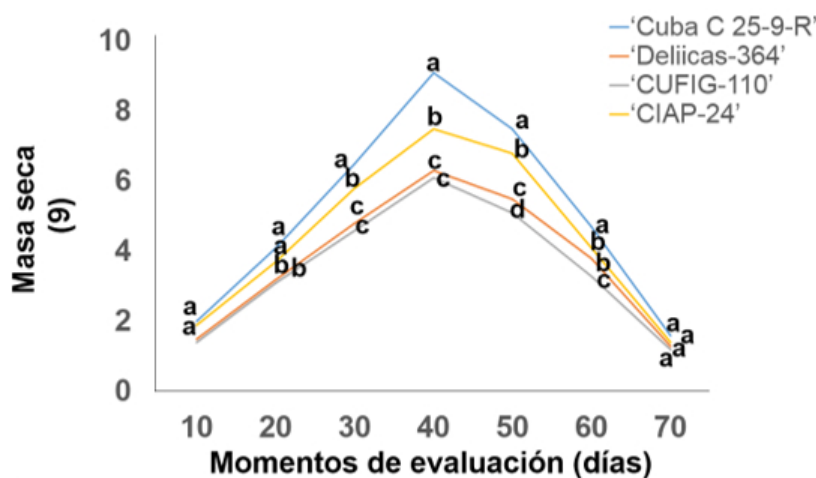


Figura 1. Peso seco de las plantas de cuatro cultivares comerciales en los diferentes momentos de evaluación

Medias con letras diferentes sobre la línea de cada cultivar indican diferencias significativas entre los cultivares según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) ($n= 30$)

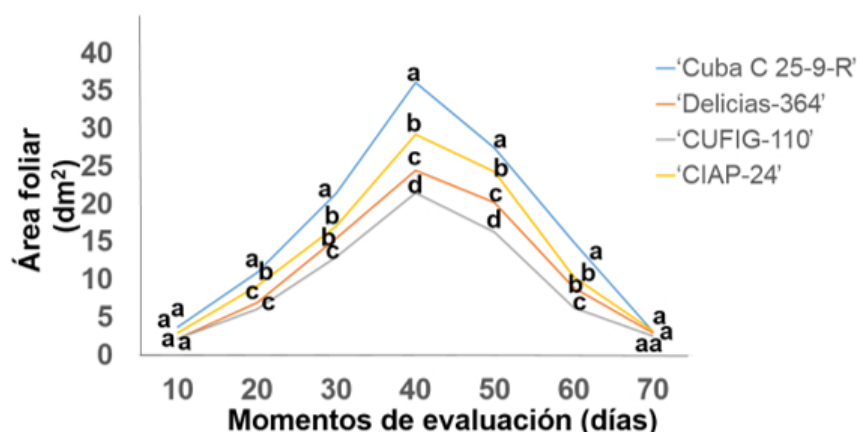


Figura 2. Área foliar por planta de cuatro cultivares comerciales en los diferentes momentos de evaluación

Medias con letras diferentes sobre la línea de cada cultivar indican diferencias significativas entre los cultivares según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) ($n = 30$)

Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC) y Tasa de Asimilación Neta (TAN)

Los valores más bajos de TAC en todos los cultivares se obtienen en el periodo entre los 10 y 20 días DDG. A partir de este momento se produce un incremento de este indicador fisiológico y se alcanzaron los máximos valores entre los 30 y 40 DDG. La TAC en el cultivar 'Cuba C-25-9-R' fue significativamente superiores respecto al resto de los cultivares en estudio (Tabla 4).

La TAN constituye una medida de la actividad fotosintética neta de la planta. La TAN de todos los cultivares presentó una tendencia a disminuir al pasar de la etapa vegetativa a la reproductiva.

En todos los momentos de evaluación los mayores valores de esta variable correspondieron a 'Delicias-364' ($0,08, 0,060, 0,040 \text{ g dm}^{-2} \text{ d}^{-1}$), con diferencias significativas con el resto de los cultivares en estudio. Los valores promedios mayores en los cuatro cultivares se presentaron entre los 10-20 DDG (etapas V3-V4) correspondiendo en este momento al cultivar 'Delicias-364' en valor más elevado ($0,08 \text{ g dm}^{-2} \text{ d}^{-1}$). Los valores más bajos se presentaron en las últimas evaluaciones que se realizaron en el periodo comprendido entre los 30 y 40 DDG (correspondiente a la etapa reproductiva).

Los valores de la TAC en este estudio variaron entre los cultivares. El cultivar 'Guama-23' de

Tabla 4. Tasa Absoluta de Crecimiento y Tasa de Asimilación Neta de las plantas de cuatro cultivares comerciales en los diferentes momentos de evaluación

Cultivar	Tasa absoluta de crecimiento (TAC) (g/día)			Tasa de asimilación neta (TAN) (g/dm ² /día)		
	Momento de evaluación (Días)					
	10-20	20-30	30-40	10-20	20-30	30-40
'Cuba C 25-9-R'	0,18 a	0,27 a	0,30 a	0,065 c	0,040 c	0,030 b
'Delicias-364'	0,15 b	0,17 c	0,20 c	0,080 a	0,060 a	0,040 a
'CUFIG-110'	0,16 b	0,17 c	0,19 c	0,075 b	0,050 b	0,030 b
'CIAP-24'	0,18 a	0,21 b	0,28 b	0,070 b	0,050 b	0,030 b
ES (\pm) X	0,10	0,15	0,20	0,04	0,02	0,03
CV (%)	9,50	15,61	17,55	15,80	14,75	13,55

Medias con letras diferentes sobre las columnas indican diferencias significativas entre los cultivares según la prueba de comparación de medias Tukey ($p \leq 0,05$) ($n=30$)

hábito de crecimiento determinado arbustivo presentó valores de la TAC inferiores al resto de los cultivares de hábito de crecimiento indeterminado arbustivo. En este sentido Maldonado y Corchuelo (1993) determinaron que la TAC puede variar entre diferentes genotipos de frijol común y aseguraron que los cultivares de porte arbustivo tienen una menor TAC en relación con los cultivares de crecimiento indeterminado.

En el presente trabajo en todos los cultivares, los mayores valores de la TAN se alcanzaron entre los 10-20 DDG (etapa vegetativa V3-V4) y los más bajos se presentaron el periodo comprendido entre los 30-40 DDG. Estos resultados coinciden con Maldonado y Corchuelo (1993) quienes refirieron la tendencia de la TAN en *P. vulgaris* a presentar los valores más altos a inicios de la fase vegetativa y los más bajos en las últimas evaluaciones de esta fase e inicio de la reproductiva.

Razón de área foliar (RAF)

Los máximos valores de la proporción de área foliar por cada unidad de peso seco total se alcanzaron en todos los cultivares en el periodo comprendido entre los 30 y 40 DDG (Figura 3). A partir de este momento la RAF comenzó a disminuir en todos los cultivares hasta la madurez fisiológica a los 70 DDG, etapa en la se producen cambios de coloración de las legumbres, continuo amarillamiento y caída de las hojas y todas las partes de la planta se secan.

La RAF durante todas las etapas fenológicas del cultivo alcanzó valores significativamente superiores en 'Cuba C 25-9-R' con respecto al resto de los tres cultivares que se estudiaron. Los valores alcanzados por este cultivar reflejan una menor eficiencia, dada la mayor competencia intraespecífica, al producirse mayor sombreo mutuo entre plantas. Una RAF alta denota menor eficiencia fotosintética por unidad de área de hojas, pero al tener mayor superficie foliar, su rendimiento total es mayor (White y Montes, 2005). En el presente estudio la RAF alcanza sus mayores valores en el periodo comprendido entre los 30 y 40 días, momento el cual las plantas alcanzaron su mayor crecimiento foliar y el desarrollo de sus estructuras reproductivas. Estos resultados coinciden con Ligarreto (2013) quien encontró en los dos acervos genéticos de frijol andino y mesoamericano, que la RAF presentó tendencia creciente a través del tiempo, con picos altos entre prefloración (R_6) y floración (R_7). Además, refirió que Los puntos máximos de incremento de la RAF en las dos accesiones 'L-34400' y 'Cauca 34', obedecen a puntos de inflexión en el peso seco total de la planta, atribuidos al comienzo de la translocación de fotoasimilados y a la remoción de elementos constituyentes del tejido foliar de las plantas hacia las vainas y contribuir al llenado de las semillas.

Índice de cosecha (IC)

El índice de cosecha varió en todos los cultivares que se estudiaron, con rangos de

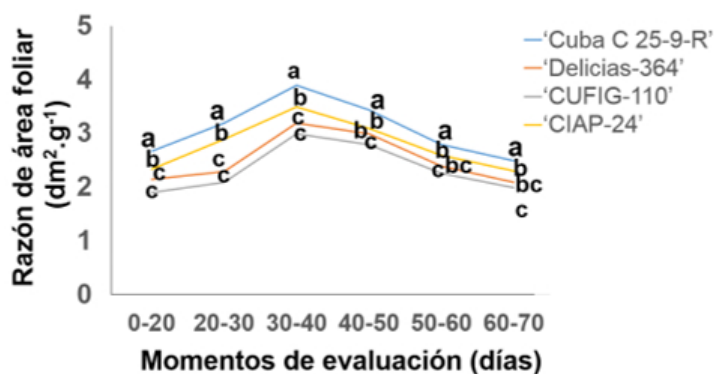


Figura 3. Razón de área foliar por planta en cuatro cultivares comerciales en los diferentes momentos de evaluación

Medias con letras diferentes sobre la línea de cada cultivar indican diferencias significativas entre los cultivares según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) ($n = 30$)

oscilación entre 0,69 y 0,79. El mayor IC lo logró el cultivar ‘Cuba C 25-9-R’ (0,79) con diferencias significativamente superiores con respecto al resto de los cultivares (Figura 4).

Los cultivares en estudiados presentaron un índice de cosecha superior a 0,69 lo cual indico hicieron una alta utilización de la materia seca total formada por la planta. Estos fueron superiores a los referidos por Maqueira *et al.* (2017), quien encontró valores de IC en frijol común entre 50 y 60. También Rodríguez (2019) en el cultivar ‘CUFIG 110’ de semillas de color rojo hace referencia a IC entre 0,56 y 0,60 en suelos ferralíticos rojo compactado y pardo mullido carbonatado respectivamente. La diferencia entre los valores del IC alcanzados en presente trabajo al compararlos con los de la literatura científica evidencian que la eficiencia en la conversión de masa seca económicamente útil en los diferentes cultivares de frijol común dependen fundamentalmente de la respuesta en las diferentes condiciones edafoclimáticas imperantes durante el desarrollo de los mismos.

Estimación del Rendimiento Agrícola

Todos los cultivares alcanzaron altos valores en el rendimiento agrícola (Figura 5). El cultivar ‘Cuba C-25-9-R’ alcanzó el mayor rendimiento agrícola (2,50 t ha⁻¹) con valores significativamente superiores al resto de los cultivares. Entre ‘CIAP-24’ (2,25 t ha⁻¹) y ‘CUFIG-110’ (2,0 t ha⁻¹) no existieron diferencias significativas, pero ambos fueron

significativamente superiores al cultivar ‘Delicias-364’ (1,5 t ha⁻¹).

A pesar de que todos presentaron altos valores en el rendimiento agrícola ninguno de los cultivares lograron alcanzar el potencial de rendimiento agrícola estimado según lo referido por Martínez *et al.* (2019 b).

En la provincia de Villa Clara existen referencias de la respuesta del rendimiento agrícola y sus componentes en los diferentes a partir de los estudios de regionalización de cultivares comerciales de frijol común. En la misma época de siembra y el tipo de suelo en que se realizó el presente estudio, Martínez *et al.* (2020) hacen referencia en la campaña 2017-2018 de rendimientos agrícolas en los cultivares ‘Cuba C-25-9-R’ (2,15 t ha⁻¹) ‘CIAP 24’ (1,67 t ha⁻¹), ‘CUFIG 110’ (2,72 t ha⁻¹) y ‘Delicias-364’ (2,40 t ha⁻¹). Los resultados del presente trabajo con respecto a esta variable no coinciden con los referidos por los autores anteriormente citados al alcanzar solo en los cultivares ‘C-25-9-R’ (2,5 t ha⁻¹) y ‘CIAP 24’ (2,24 t ha⁻¹), rendimientos superiores, mientras en ‘CUFIG 110’ (2,00 t ha⁻¹) y ‘Delicias-364’ (1,50 t ha⁻¹) fueron inferiores.

Existen diferencias en los rendimientos agrícolas encontrados por otros autores, al compararlos con los referidos en el presente trabajo y los de Martínez *et al.* (2019 b) en campañas precedentes en las mismas localidades. Por ejemplo: Hernández (2016) en la Granja Agropecuaria “Liberación de

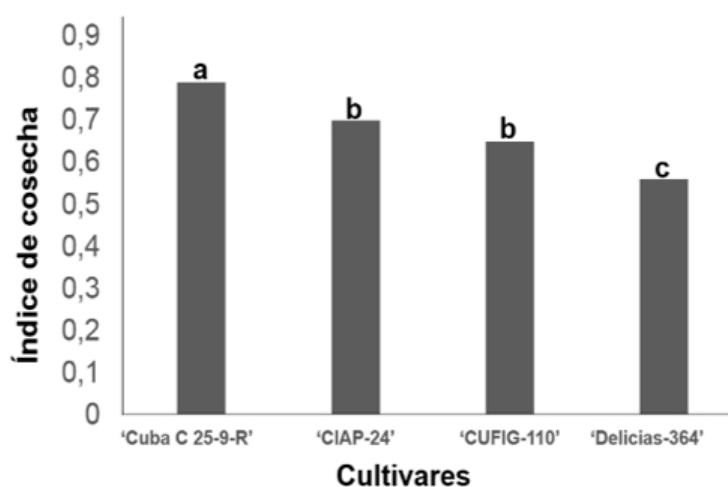


Figura 4. Índice de cosecha (IC) de cuatro cultivares comerciales
Medias con letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre los cultivares según la prueba de comparación de medias Tukey ($p \leq 0,05$) ($n=30$)

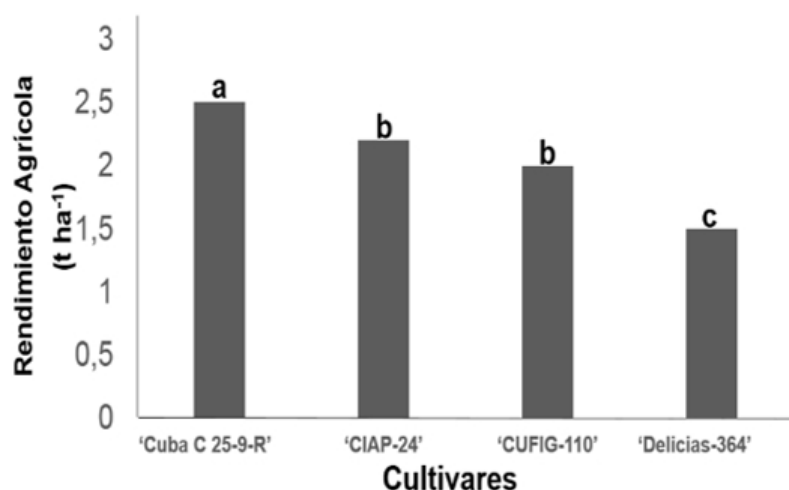


Figura 10. Rendimiento agrícola en seis cultivares comerciales de *P. vulgaris* en un suelo pardo mullido medianamente lavado

Medias con letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre los cultivares según la prueba de comparación de medias Tukey ($p \leq 0,05$) ($n=30$)

Remedios”, Rodríguez (2017) en la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) “Celestino Gutiérrez” en la localidad de “General Carrillo” y Rodríguez (2019) en las dos zonas edafoclimáticas anteriormente mencionadas, cuyos rendimientos agrícolas informados variaron en relación a lo expresado por Martínez *et al.* (2019).

CONCLUSIONES

La respuesta fisiológica dependió de los cultivares y de la fase fenológica del cultivo. Los máximos valores del área foliar y masa seca se alcanzaron a los 40 días después de la germinación. La Tasa Absoluta de Crecimiento en todos los cultivares presentaron una tendencia a aumentar desde el periodo entre los 10 y 20 hasta los 30-40 días después de la germinación, mientras la Tasa de Asimilación Neta disminuyó en el periodo anteriormente referido. Los máximos valores de la razón de área foliar se alcanzaron entre los 30 y 40 días después de la germinación. Todos los cultivares presentaron alto índice de cosecha y rendimiento agrícola, alcanzando los mayores valores ‘Cuba C 25-9-R’.

CONTRIBUCIÓN DE CADA AUTOR

Silvio de Jesús Martínez Medina: Diseño, conducción del experimento y escritura del manuscrito.

Maikel Rodríguez Egido: Evaluación del experimento en campo y cálculo de índices fisiológicos.

Lesly Díaz Suarez: Evaluación del experimento en campo, revisión de literatura científica.

Gudelia Rodríguez Valdés: Evaluación del experimento en el laboratorio y revisión de literatura científica.

Victor Daniel Gil Díaz: Participó en el cálculo de índices fisiológicos y escritura en manuscrito.

Edilio Quintero Fernández: Revisión crítica y corrección del manuscrito final.

BIBLIOGRAFÍA

ANUARIO ESTADÍSTICO DE CUBA (ONEI). 2019. 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%20.pdf>.

FAOSTAT (BASE DE DATOS DE ESTADÍSTICA DE LA ORGANIZACIÓN DE

- LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA). 2018. Hoja de balance de FAOSTAT. Disponible en: <http://www.scielo.org/ve/scielo.php?pid=S0798-0752204000100008&script=sci.Arttx> Consultado 30 de octubre 2020.
- CEPAL (COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE). 2014. Evolución del sector agropecuario en Centro América y la República Dominicana, 1990-2014. México D.F, LC/MEX/L.1175.
- CAIRO, P. y QUINTERO, G. 1980. Suelos. Pueblo y Educación, La Habana, Cuba, 368 p.
- CORZO, M., RIVERO, D., ZAMORA, L., et al. 2015. Detección e identificación de nuevos aislados de *Xanthomonas axonopodis* pv. phaseoli en cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en la provincia Mayabeque, Cuba. *Rev. Protección Veg.*, 30 (2): 97-103. ISSN 2224-4697.
- FERNÁNDEZ, A. F. y SÁNCHEZ, E. 2017. Estudio de las propiedades físico químicas y calidad nutricional en distintas variedades de frijol consumidas en México. *Nova Scientia*, 9 (18): 133-148. E-ISSN: 2007-0705.
- GÓMEZ, M. D., RINCÓN, L., 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.
- HERNÁNDEZ, A., PÉREZ, J.M., BOSCH, D., et al. 2015. Clasificación de los Suelos de Cuba. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Cuba, 93 p.
- 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, Santa Clara, Cuba, 38 p.
- LIGARRETO, G. A. 2013. Componentes de variancia en variables de crecimiento y fotosíntesis en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev. U.D.C.A Acta y División Científica*, 16(1): 87 - 96.
- MALDONADO, G. y CORCHUELO, G. 1993. Dinámica de crecimiento de dos variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agronomía Colombiana*, 10 (2):14 - 12.
- MAQUEIRA, L.A., ROJAN-HERRERA, O., SAMUEL, A., et al. 2017. Crecimiento y rendimiento de cultivares de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) en la localidad de Los Palacios. *Cultivos Tropicales*, 38(3): 58-63.
- 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.
- MARTÍNEZ, S.J., VALDÉS, G., CÁRDENAS, M., et al. 2019. Respuesta morfofisiológica de cuatro cultivares comerciales de *Phaseolus vulgaris* L. en dos tipos de suelo. *Centro Agrícola*, 46 (2): 46-57.
- MARTÍNEZ, S.J., GIL, V.D., RODRÍGUEZ, G., et al. 2020. Regionalización de cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) en la provincia Villa Clara. *Centro Agrícola*, 47 (4):5-11.
- MINAGRI (MINISTERIO DE LA AGRICULTURA). 2017. Instructivo técnico del frijol común. La Habana, Cuba, 10 p.
- QUINTERO, E. 1998. Manejo de algunos factores fitotécnicos en frijol común en condiciones de una agricultura sostenible. Tesis en opción al grado de Máster en Ciencias Agrícolas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central “Marta

Abreu” de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, 77 p.

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, Santa Clara, Cuba, 38 p.

RODRÍGUEZ, G. 2019. Respuesta morfofisiológica y productiva de cuatro

cultivares comerciales de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en dos tipos de suelos. Tesis en opción al Título Académico de Master en Agricultura Sostenible Mención “Fitotecnia”, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, 56 p.

WHITE, J.W. y MONTES, C. 2005. Variation in parameters related to leaf thickness in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Res.*, 91:7-21.



Artículo de libre acceso bajo los términos de una *Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional*. Se permite, sin restricciones, el uso, distribución, traducción y reproducción del documento, siempre que la obra sea debidamente citada.