



Respuesta agronómica de cultivares de frijol caupí [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] en San Juan y Martínez, Cuba

Agronomic response of cowpea cultivars [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] in San Juan y Martínez, Cuba

 Yoerlandy Santana-Baños^{12*},  Sergio Carrodegua-Díaz¹,  Laureano Luis Sosa-Peña¹,
 Frank Leidis Rodríguez-Espinosa¹,  Carlos Manuel Lopetegui-Moreno³,  Maykel Díaz-Barrio⁴

¹Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saiz Montes de Oca", Avenida José Martí No. 270, Pinar del Río, Cuba. CP 20100

²Becario Fundación Carolina. Universidad Pública de Navarra, Campus de Arrosadía, Pamplona-Iruñea, España. CP 31006

³Instituto de Investigaciones de Fruticultura Tropical. Oficina Nacional de Proyectos. Coordinación Técnica Proyecto Agrociudades, Ave 7ma No. 3005 entre 30 y 32, Playa, La Habana, Cuba. CP 10500

⁴Ministerio de la Agricultura. Departamento de Protección de Plantas, Ave. Borrego y Calle Los Pinos, Rpto. Hermanos Cruz, Pinar del Río, Cuba. CP 20100

RESUMEN: El frijol caupí [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] es una importante leguminosa de grano con potencialidades agronómicas y productivas en condiciones edafoclimáticas de Cuba, pero poco conocido y estudiado en agroecosistemas de Pinar del Río. En la localidad "San Juan y Martínez", se establecieron cuatro cultivares de frijol caupí ('INIFAT 93', 'INIFAT 94', 'IPA 206' y 'TITÁN') con el objetivo de evaluar su crecimiento y rendimiento. La siembra se realizó en primavera (02/04/2019), a un marco de 0,60 x 0,15-0,20 m, en un suelo Ferralítico Amarillento Lixiviado dedicado al cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). Se empleó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro tratamientos (cultivares) y cuatro réplicas. Se obtuvo mayor productividad biológica y rendimiento agrícola en los cultivares 'TITÁN' e 'INIFAT 94', los que excedieron más de 32 % la producción del cultivar 'INIFAT 93', aunque este alcanzó un índice de cosecha superior a 50 % y todos expresaron índices de vainas vanas inferiores a 30 %. El incremento del número de vainas con menor longitud y mayor masa de granos por vaina favorecieron el rendimiento del cultivo. Los resultados sugieren la utilización de los cultivares 'INIFAT 94' y 'TITÁN' en la producción de granos en agroecosistemas tabacaleros de Pinar del Río, aunque se deben estudiar diferentes arreglos espaciales y temporales, el aporte de la biomasa al suelo, la incidencia de plagas, entre otros aspectos, con influencia en la productividad y sostenibilidad del cultivo.

Palabras clave: agroecosistema, biomasa, granos, productividad.

ABSTRACT: Cowpea bean [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] is an important grain legume with agronomic and productive potential under edaphoclimatic conditions in Cuba, but little known and studied in agroecosystems of Pinar del Río. In "San Juan y Martínez" municipality, four cowpea cultivars were established ('INIFAT 93', 'INIFAT 94', 'IPA 206' and 'TITÁN') with the aim of evaluating their growth and yield. The sowing was carried out in spring (04/02/2019), at a frame of 0.60 x 0.15-0.20 m, in a leached Yellowish Ferralitic soil dedicated to the cultivation of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). A randomized block experimental design with four treatments (cultivars) and four replicates was used. Higher biological productivity and agricultural yield were obtained in the cultivars 'TITÁN' and 'INIFAT 94', which exceeded more than 32 % the production of 'INIFAT 93', although this reached a harvest index higher than 50 % and all expressed indices of vain pods less than 30 %. The increase in the number of pods with shorter length and greater mass of grains per pod enhanced crop yield. The results suggest the use of 'INIFAT 94' and 'TITÁN' in the production of grains in tobacco agroecosystems of Pinar del Río, but different spatial and temporal arrangements must be studied, the contribution of biomass to the soil, the incidence of pests, among other aspects with influence on the productivity and sustainability of the crop.

Keywords: agroecosystem, biomass, grains, productivity.

*Autor para correspondencia: yoerlandy@upr.edu.cu

Recibido: 20/01/2021

Aceptado: 31/10/2021



INTRODUCCIÓN

El frijol caupí [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] es una importante leguminosa de grano, originaria de África y ampliamente cultivada y consumida en los países tropicales (1,2). Su importancia está relacionada con los contenidos de proteínas, minerales, carbohidratos y otros atributos nutricionales (3,4). También, justifican el empleo de este cultivo su elevada rusticidad y aceptable nivel de tolerancia a la sequía, anomalías de temperaturas, estrés salino, organismos nocivos, entre otras bondades.

La producción y superficie dedicada al cultivo del frijol caupí en el mundo aumenta en los últimos años, con valores que alcanzan los 7,2 millones de toneladas, en 12,5 millones de hectáreas y rendimiento promedio de 0,58 t ha⁻¹; mientras que, la región del Caribe alcanza unos 31,9 miles de toneladas con 43,3 miles de hectáreas cosechadas, para un rendimiento agrícola superior a 0,70 t ha⁻¹ (5,6). En Cuba, este cultivo puede alcanzar rendimientos agrícolas entre 0,5 y 2,0 t ha⁻¹ (7,8), en dependencia de las condiciones de desarrollo, el potencial de rendimiento de los cultivares y otros factores bióticos y abióticos.

Se plantea que este cultivo tiene potencialidades productivas y agronómicas bajo las condiciones climáticas y edáficas de Cuba (9,10), lo que unido a las afectaciones recientes en el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), se ha incrementado el interés por el cultivo de esta especie, pues constituye una alternativa promisoría para la producción de granos, dada la posibilidad de sembrarlo en primavera, sin competir con otros cultivos de importancia agrícola.

En este contexto, la respuesta de cultivares e caupí a condiciones edafoclimáticas locales es esencial en la selección de aquellos con mayor adaptación, debido a la influencia de la interacción genotipo ambiente (11); sin embargo, son limitados los estudios que demuestren el potencial productivo del frijol caupí en agroecosistemas de Pinar del Río, particularmente, en zonas tabacaleras, donde puede emplearse como alternancia de cultivo en su principal renglón económico.

Además, este cultivo constituye una opción alimentaria aceptable, poco aprovechada en el consumo social y otros destinos en la provincia, de ahí que conocer su respuesta en agroecosistemas locales de producción puede contribuir a la mayor disponibilidad del grano. Por ello, se planteó como objetivo evaluar el crecimiento y rendimiento de cuatro cultivares comerciales de caupí en las condiciones edafoclimáticas de San Juan y Martínez.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se desarrolló entre abril y julio de 2019 en un agroecosistema tabacalero de “San Juan y Martínez”, Pinar del Río, Cuba, localizado en los 22° 18' 13" latitud Norte y 83° 47' 39" longitud Oeste. El suelo se clasificó como Ferralítico Amarillento Lixiviado (12), con valores de pH (H₂O) = 5,98 y materia orgánica = 1,74 %. Las condiciones climáticas durante el ensayo se caracterizaron por una temperatura media de 27,1 °C y humedad relativa de 75,6 %, con precipitaciones acumuladas de 409,8 mm, según datos obtenidos en la Estación Meteorológica No. 314, del Centro Meteorológico provincial (Figura 1).

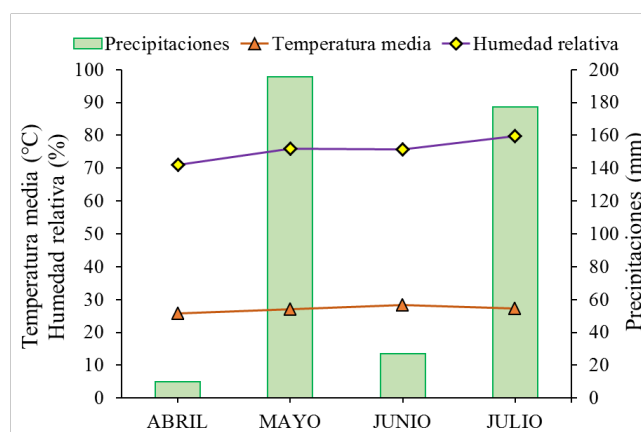


Figura 1. Valores promedio de temperatura media, humedad relativa y precipitaciones en “San Juan y Martínez”, Pinar del Río, Cuba, durante el experimento

Se utilizaron semillas certificadas de cuatro cultivares (tratamientos) comerciales de frijol caupí (Tabla 1) (10, 13, 14), distribuidos en un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas. La superficie total del ensayo fue de 450 m², con unidades experimentales en parcelas de 28 m². El cultivar ‘INIFAT 93’ se consideró como testigo de producción comercial.

La siembra se realizó de forma manual, en la primera decena de abril, a una distancia de 0,60 m entre surcos y de 0,15 a 0,20 m entre plantas, con alrededor de 12 plantas por metro lineal. Las prácticas culturales se realizaron según lo recomendado para este cultivo en Cuba (10-15). Durante el ensayo se presentó incidencia de organismos plagas como pulgones (*Aphis craccivora* Koch), salta hojas (*Empoasca kraemery* Ross y Moore) y minadores

Tabla 1. Características de los cultivares de frijol caupí utilizados en el experimento

Cultivar	Color del grano	Hábito de crecimiento	Ciclo económico (días)	Rendimiento (t ha ⁻¹)
‘INIFAT 93’	Rojo	Determinado	65 - 70	1,0
‘INIFAT 94’	Negro	Determinado	75 - 80	1,7
‘IPA 206’	Crema	Indeterminado	90 - 100	2,0
‘TITÁN’	Crema	Determinado	72 - 80	1,6

(*Liriomyza trifolii* Burgess), mismos que fueron regulados con los plaguicidas Nicosave (tabaquina), Unifate PS 75 (acefato) y/o Kospí SC 13 (imidacloprid 10,0 + bifentrina 3,0) (16). También, se efectuaron riegos mediante el método superficial por surco para cubrir las necesidades hídricas del cultivo, particularmente, en los meses de abril y junio donde fueron escasas las precipitaciones (15-17).

Las evaluaciones del rendimiento y sus componentes se realizaron al momento de la cosecha. Se seleccionaron 10 plantas al azar por parcela y en cada planta se analizaron las variables: *masa seca (g) de follaje, vainas y granos*, para lo cual se separaron cada una de las partes y se mantuvieron en estufa durante 72 h a una temperatura de 65°C hasta masa constante, *número de vainas (u)*, *número de granos por vaina (u)*, calculado como la división del total de granos entre el total de vainas por planta, *masa de 100 granos (g)*, *índice de vainas vanas (%)*, valorado como la proporción de vainas por planta con menos del 50 % de cuajado de granos, e *índice de cosecha (%)*, mediante el cociente de la masa seca de granos entre la masa seca de la parte aérea de la planta en la cosecha (18). Para calcular el *rendimiento agrícola (t ha⁻¹)* se cosecharon 6 m² del centro en cada parcela, se trillaron las plantas y se secaron los granos hasta el 14 % de humedad.

Con los datos obtenidos se comprobaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, mediante las pruebas Kolmogorov-Smirnov y Levene, respectivamente (19). Se aplicó análisis de varianza y prueba de Tukey para la comparación de medias, con un nivel de confianza del 95 % ($p \leq 0,05$), así como correlación de Pearson entre los componentes de rendimiento. Se empleó el software estadístico Minitab® versión 17.1.0 para Windows (20).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento agrícola, en todos los cultivares evaluados, arrojó valores superiores a 1,00 t ha⁻¹, destacándose los cultivares 'TITÁN' e 'INIFAT 94' con medias que expresaron diferencias significativas sobre los cultivares 'IPA 206' e 'INIFAT 93' y excedieron más del 32 % lo obtenido en este último (Tabla 2).

Se evidencia la posibilidad de fomentar este cultivo como alternativa para la cosecha de granos ante la creciente demanda de consumo y la necesidad de sustitución de

importaciones, con cultivares que llegan a superar las estadísticas de rendimiento promedio del frijol en el año 2018 (1,09 t ha⁻¹) en nuestro país (21), reafirmando como una leguminosa de grano con potencialidades productivas en condiciones climáticas y edáficas de Cuba (9,10).

En correspondencia con los resultados obtenidos, otros autores informan valores similares y superiores de rendimiento agrícola en frijol caupí (6,22). En Cuba, particularmente, estudios realizados en Villa Clara, donde incluyeron el cultivar 'IPA 206' plantean 0,52 t ha⁻¹, en igual fecha de siembra, aunque puede alcanzar 1,3 t ha⁻¹ cuando se siembra en el mes de junio (23). También, se destacan valores entre 0,84 y 1,72 t ha⁻¹ para resultados obtenidos con 12 cultivares en un suelo Fluvisol de dicha región (7).

Los resultados obtenidos constituyen, en agroecosistemas tabacaleros de Pinar del Río, Cuba, el primer informe sobre el rendimiento y sus componentes para cultivares de frijol caupí; sin embargo, la variabilidad entre estos y los informes de autores anteriormente señalados, demuestran la influencia de la interacción genotipo ambiente sobre la producción del grano (11), así como la importancia de la investigación para la selección de los cultivares por su potencial productivo en las condiciones agroclimáticas imperantes, sin descartar el desarrollo de nuevos ensayos que incluyan indicadores no evaluados y otras localidades de interés.

En cuanto a los componentes del rendimiento (Tabla 2), se encontraron variaciones entre los cultivares estudiados que guardan relación con la producción de granos, aunque se aprecia un carácter compensatorio entre determinados componentes de un mismo cultivar, elemento relacionado con las características del cultivo y las condiciones de desarrollo, las que influyen en la distribución de fotoasimilados durante la fase reproductiva (16,24).

Todos los componentes estudiados, con excepción de la masa de 100 granos, arrojaron correlaciones significativas con el rendimiento del cultivo (Tabla 3), destacándose que fueron altamente significativas ($p \leq 0,01$) la fuerte correlación (>0,70) positiva con el número de vainas por planta y negativa con la longitud de estas, lo que justifica las ventajas en el rendimiento agrícola de los cultivares con un mayor número de vainas de menor longitud; condición de vital importancia para disminuir las quiebras por el pedúnculo y reducir el contacto de las vainas con la

Tabla 2. Rendimiento agrícola y sus componentes en cultivares de frijol caupí cosechados en San Juan y Martínez, Pinar del Río, Cuba

Cultivar	RA (t ha ⁻¹)	VP (u)	LV (cm)	GV (u)	MV (g)	MGV (g)	M100G (g)
'INIFAT 93'*	1,04 b	19,69 c	19,82 a	12,53 b	2,35 b	1,53 c	14,49 b
'INIFAT 94'	1,40 a	25,38 b	15,54 c	13,12 b	2,77 a	2,08 a	18,09 a
'IPA 206'	1,12 b	24,33 b	17,74 b	10,16 c	2,20 b	1,58 c	19,03 a
'TITÁN'	1,55 a	32,42 a	15,20 c	14,76 a	2,32 b	1,80 b	14,41 b
Esx. ±	0,09	0,85	0,56	0,39	0,05	0,04	0,40

Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0,05$)

RA-rendimiento agrícola, VP-número de vainas por planta, LV-longitud de la vaina, GV-número de granos por vaina, MV-masa de la vaina, MGV-masa de granos por vaina, M100G-masa de cien granos, * testigo de producción comercial, Esx. -error estándar de la media

Tabla 3. Correlaciones entre los componentes del rendimiento del frijol caupí bajo condiciones edafoclimáticas de San Juan y Martínez, Pinar del Río, Cuba

Correlación de Pearson	VP	LV	GV	MV	MGV	M100G	RA
VP	1	-0,563**	0,080 ^{ns}	-0,041 ^{ns}	0,100 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,868**
LV		1	-0,283*	-0,075 ^{ns}	-0,439**	-0,064 ^{ns}	-0,531**
GV			1	0,286*	0,498**	-0,737**	0,327*
MV				1	0,756**	0,213 ^{ns}	0,304*
MGV					1	0,165 ^{ns}	0,565**
M100G						1	0,075 ^{ns}
RA							1

VP-número de vainas por planta, LV-longitud de la vaina, GV-número de granos por vaina, MV-masa de la vaina, MGV-masa de granos por vaina, M100G-masa de cien granos, RA-rendimiento agrícola. ^{ns} sin correlación significativa, * correlación significativa para $\leq 0,05$, ** correlación significativa para $p \leq 0,01$

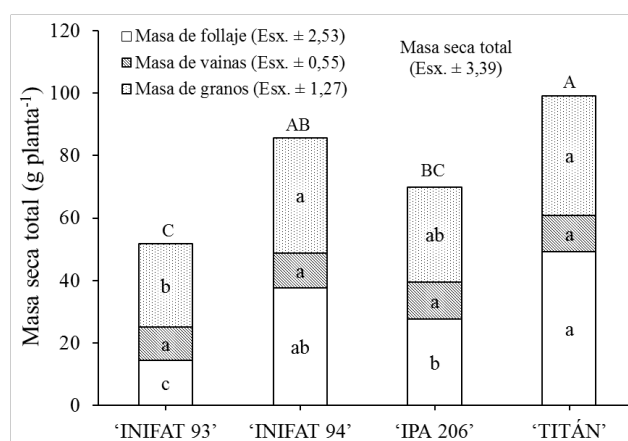
humedad del suelo, evitándose pudriciones en las mismas que afectan la producción de granos. La fuerte relación del número de vainas por planta con el rendimiento agrícola, en frijol caupí, ha sido señalada por varios autores (7,25). Los resultados obtenidos en este componente evidenciaron un incremento >27 % en el cultivar 'TITÁN', respecto a otros cultivares estudiados, aunque los valores promedio concuerdan con algunos informes, donde se destacan valores entre 19 y 30 vainas por planta (10); sin embargo, se pueden obtener más de 35 vainas por planta en este cultivo (24).

La longitud de la vaina arrojó correlaciones negativas, altamente significativas, con los componentes masa de granos por vaina y significativa con el número de granos por vaina, evidenciándose su relación con el tamaño del grano, lo que podría explicar la fuerte relación inversa y altamente significativa del número de granos por vaina con la masa de cien granos. Otros resultados demuestran relaciones similares e indican que la planta, al formar un mayor número de estructuras vegetativas y reproductivas, disminuye la masa de la semilla como expresión de un equilibrio dinámico en la relación fuente-vertedero (24,26).

Cabe destacar, que los cultivares con mayor longitud de vaina ('INIFAT 93' e 'IPA 206') pudieran aprovecharse para consumir como habichuela, sin necesidad de llevarlos hasta la producción del grano, debido a que mostraron rendimientos inferiores. Esta posibilidad permite la diversificación del cultivo, no solo en lo agronómico, sino como fuente de alimento humano en los escenarios locales de producción tabacalera.

La masa de granos por vaina presentó una correlación positiva y altamente significativa con el rendimiento agrícola y, a su vez, correlaciones altamente significativas con al número de granos por vaina y la masa de la vaina, componentes que también manifestaron correlaciones significativas y positivas con el rendimiento del cultivo. La relación altamente significativa y fuerte entre la masa de la vaina y la masa de granos por vaina justifica que, en todos los cultivares, la masa de granos representó más del 65 % de la masa de la vaina.

La producción de biomasa seca total, en el momento de la cosecha, fue superior en los cultivares que alcanzaron mayor rendimiento agrícola (Figura 2), los que a su vez



Letras distintas (mayúsculas y minúsculas) indican diferencias significativas entre cultivares (Tukey; $p \leq 0,05$)

Figura 2. Masa seca total (follaje + vainas + granos) de los cultivares de frijol caupí al momento de la cosecha en San Juan y Martínez, Pinar del Río, Cuba

expresaron mayores proporciones de masas de grano y follaje, aunque estas fueron desiguales entre cultivares; mientras que, la masa seca de vainas fue similar y alcanzó proporciones ≤ 21 %. Algunos estudios realizados en frijol caupí corroboran que la masa seca de la parte aérea es un componente relacionado con la productividad de granos (27).

Los valores de acumulación de biomasa seca obtenidos, en cualquiera de los cultivares, superan lo informado para el cultivo (42 g planta⁻¹) en condiciones edafoclimáticas de Villa Clara, Cuba. Estos autores aseguran que los cambios del ambiente pueden interferir en la producción de biomasa seca de una especie vegetal, aunque existen factores inherentes a la planta, la edad, la distribución de asimilados, la variedad y los contenidos hídricos y nutritivos (28).

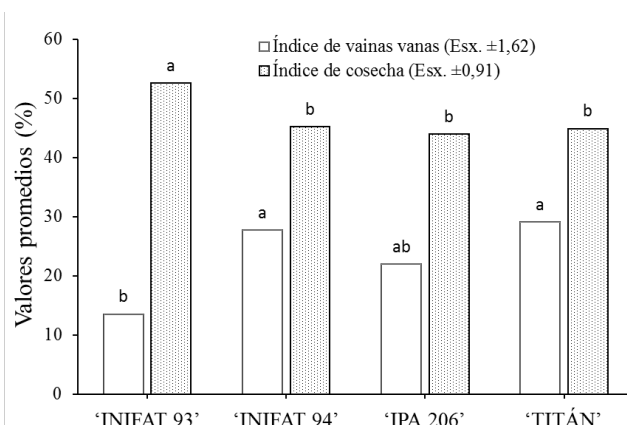
La masa seca de follaje, en el cultivar 'INIFAT 93', fue significativamente inferior a la obtenida en los demás cultivares, lo que le permitió alcanzar una mayor proporción de masa de granos respecto a la masa total, aspecto que puede estar relacionado con su crecimiento determinado erecto; sin embargo, el incremento significativo del follaje en el cultivar 'TITÁN' responde a un crecimiento ramificado

que le permite mayor desarrollo vegetativo. Estas diferencias de follaje pueden influir en la eficiencia fotosintética de los cultivares y, por tanto, en la producción de masa seca en estructuras reproductivas (29), lo que explicaría una mayor proporción de vainas vanas en los cultivares 'INIFAT 94' y 'TITÁN' (Figura 3) pues su elevada producción de tallos, hojas y vainas puede provocar competencia en la distribución y acumulación de fotoasimilados (26).

La producción de biomasa seca también cobra gran importancia, debido a que su incorporación al suelo, en el sistema sucesional, recicla nutrientes y favorece la nutrición del próximo cultivo, demostrándose que incrementa la materia orgánica y los valores de pH, nitrógeno, fósforo y potasio (30,31). Se estima que los valores obtenidos con los cultivares 'TITÁN' e 'INIFAT 94' superaron las 3,8 t ha⁻¹ de masa seca (solo follaje), resultado que sugiere desarrollar próximos ensayos donde se profundice en el aporte de los cultivares estudiados al mejoramiento del suelo, ya sea por el aporte de biomasa seca o como abono verde, con la finalidad de potenciar el cultivo entre las alternativas de alternancia en agroecosistemas tabacaleros con baja fertilidad.

Por primera vez, se informan índices de cosecha para el cultivo de frijol caupí en condiciones edafoclimáticas de Pinar del Río, Cuba, alcanzándose valores entre 44 % y 53 % (Figura 3), con una media superior en el cultivar 'INIFAT 93'. Estos resultados son similares a los obtenidos en frijol, que oscilan alrededor de 50 %, aunque pueden influir factores como la fecha y la distancia de siembra, las características genéticas de los cultivares y las condiciones climáticas prevalecientes en el desarrollo del cultivo (18,32), lo que sugiere evaluar diferentes arreglos espaciales y temporales para la selección de variantes que garanticen la mayor productividad de los cultivares estudiados en las condiciones edafoclimáticas de la localidad. No obstante, la temperatura media durante el ensayo estuvo entre 25 y 30 °C (Figura 1), considerada ideal para este cultivo (27). También, favorecieron el desarrollo de los cultivares las precipitaciones acumuladas en el mes de mayo, con una posible influencia sobre la eficiencia en la conversión de masa seca económicamente útil, la que pudo verse afectada en aquellos con incrementos significativos de follaje y, como consecuencia, mayor proporción de vainas vanas, debido al menor aprovechamiento de luz, agua y nutrientes en función de la formación de granos; sin embargo, el efecto negativo del índice de vainas vanas (Figura 3) parece acentuarse cuando supera el 20 %, aunque todos los cultivares expresaron valores inferiores a 30 %.

Los resultados anteriores sugieren desarrollar próximos ensayos que profundicen en la eficiencia de producción de biomasa, pues, si bien es importante la producción de masa seca total (productividad biológica) de la planta, también es necesario garantizar que parte de esa producción esté destinada a la biomasa económicamente útil de la planta (productividad agrícola), la que se expresa en el índice de cosecha (18).



Letras distintas en las barras de cada índice indican diferencias significativas (Tukey; $p \leq 0,05$)

Figura 3. Índices de vainas vanas y de cosecha en los cultivares de frijol caupí bajo condiciones edafoclimáticas de San Juan y Martínez, Pinar del Río, Cuba

CONCLUSIONES

- Los cultivares 'TITÁN' e 'INIFAT 94' expresan mayor productividad biológica y rendimiento agrícola en las condiciones edafoclimáticas de "San Juan y Martínez", los que exceden más de 32 % la producción del cultivar 'INIFAT 93'; sin embargo, este alcanza índice de cosecha superior a 50 % y todos expresan índices de vainas vanas inferiores a 30 %
- También, se corrobora que un incremento en el número de vainas con menor longitud y mayor masa de granos por vainas, favorece el rendimiento del cultivo.
- Los resultados sugieren la utilización de los cultivares 'INIFAT 94' y 'TITÁN' como alternativa para la producción de granos en agroecosistemas tabacaleros de Pinar del Río, pero se deben estudiar en el futuro diferentes arreglos espaciales y temporales
- El aporte de la biomasa al suelo, la incidencia de plagas, entre otros aspectos, influyen en la productividad y sostenibilidad del cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Boukar O, Belko N, Chamarthi S, Togola A, Batieno J, Owusu E, et al. Cowpea (*Vigna unguiculata*): Genetics, genomics and breeding. *Plant Breeding*. 2019;138(4):415-24. doi:<https://doi.org/10.1111/pbr.12589>
2. Farooq M, Rehman A, Al-Alawi AKM, Al-Busaidi WM, Lee D-J. Integrated use of seed priming and biochar improves salt tolerance in cowpea. *Scientia Horticulturae*. 2020;272:109-507. doi:[10.1016/j.scienta.2020.109507](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109507)
3. Hamid S, Muzaffar S, Wani IA, Masoodi FA, Bhat MohdM. Physical and cooking characteristics of two cowpea cultivars grown in temperate Indian climate. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2016;15(2):127-34. doi:[10.1016/j.jssas.2014.08.002](https://doi.org/10.1016/j.jssas.2014.08.002)
4. De Paula C, Jarma S, Aramendiz H. Caracterización nutricional y sensorial de frijol caupí (*Vigna unguiculata*)

- (L.) Walp.). Agronomía Colombiana. 2016;34(1Supl):S1131-4.
5. FAO. FAOSTAT [Internet]. 2018 [cited 06/11/2021]. Available from: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
 6. Martínez-Reina AM, Tordecilla-Zumaqué L, Martínez LMG, Rodríguez-Pinto M del V, Cordero-Cordero CC. Frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp): perspectiva socioeconómica y tecnológica en el Caribe colombiano. Ciencia y Agricultura. 2020;17(2):12-22.
 7. Gómez-Padilla EJ. Selección de combinaciones Bradyrizobios nativos - *Vigna unguiculata* (L.) walp., tolerantes a la salinidad. [Granma]; 2015. 160 p.
 8. Hernández-García LI, Santana Y, Carrodegua S. Efecto de diferentes dosis y momentos de aplicación del biopreparado FerKiASerT en el desarrollo de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Revista ECOVIDA. 2020;9(2):212-23.
 9. Quintero-Fernández E, Gil-Díaz VD, García-Hernández JC, Rodríguez-Valdés G, Fernández-Pérez L. Revista Centro Agrícola - Potencialidades del caupí para la rápida compensación de pérdidas de la producción de frijol por desastres naturales. 2010;37(3):5-9.
 10. Aguila YF, Martín J de la CV, Morales SR, Arredondo I, Quevedo JAL, Guerra JRG, et al. Caracterización de tres nuevas variedades de *Vigna unguiculata* ('IPA 206'e 'IPA 207'Y 'GUARIBA') en Cuba. Centro Agrícola. 2014;41(2):65-9.
 11. Olayemi-Odeseye A, Adetunji-Amusa N, Folunso-Ijagbone I, Ezekiel-Aladele S, Adebayo-Ogunkanmi L. Genotype by environment interactions of twenty accessions of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] across two locations in Nigeria. Annals of Agrarian Science. 2018;16(4):481-9. doi:10.1016/j.aasci.2018.03.001
 12. Hernández JA, Pérez JJM, Bosch ID, Castro SN. Clasificación de los suelos de Cuba 2015. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA. 2015;93:91.
 13. Fernández-Granda L, Shagarodsky-Scull T, Cristóbal-Suárez R, Muñoz-de Con L, Gil-Vidal JF, Sánchez-Rodríguez Y, et al. Catálogo de variedades. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, La Habana; 2014 p. 165.
 14. López-Cruz VA. Nueva metodología para la interpretación de la distribución espacial de "Rhizoctonia solani Kühn" en el cultivo de "Vigna unguiculata" L. Walp (frijol caupí), mediante la aplicación de técnicas geoestadísticas, en la provincia de Holguín, Cuba [Internet] [<http://purl.org/dc/dcmitype/Text>]. Universidade da Coruña; 2021 [cited 06/11/2021]. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=288130>
 15. Díaz M. Avances de las investigaciones en el cultivo del frijol carita. En 90 años de la Estación Agronómica de Santiago de las Vegas. La Habana, Cuba: Academia; 1994. 71-90 p.
 16. MINAG. Lista oficial de plaguicidas autorizados 2016 [Internet]. 2016 [cited 06/11/2021]. Available from: <https://www.yumpu.com/es/document/view/47662266/lista-oficial-de-plaguicidas-autorizados>
 17. Chavarría-Párraga JE, Ugando-Peñate M, Sabando-García ÁR, Muñoz-Parraga JP, Bravo-Ferrín RX, Villalón-Peñate A. Necesidades hídricas del frijol caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). calculadas con el coeficiente de cultivo utilizando lisímetro de drenaje. Ciencia y Agricultura. 2020;17(3):111-21.
 18. Maqueira-López LA, Rojan-Herrera O, Mesa SAP, Noval WT la. Crecimiento y rendimiento de cultivares de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) En la localidad de los palacios. Cultivos Tropicales. 2017;38(3):58-63.
 19. Miranda I. Estadística aplicada a la sanidad vegetal. Mayabeque, Cuba: Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). 2011;
 20. MINITAB. Minitab 17 Getting Started - MINITAB Ltd - PDF Catalogs | Technical Documentation | Brochure [Internet]. 2015 [cited 06/11/2021]. Available from: <https://pdf.directindustry.com/pdf/minitab-ltd/minitab-17-getting-started/13108-515383.html>
 21. ONEI. Anuario Estadístico de Cuba 2018. Capítulo 9: Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. 2019th ed. República de Cuba: Inst. Oficina nacional de Estadística e Información CUBA; 2018.
 22. de Souza-Santos L, Gomes-Filho A, Inácio-Leandro R, Martins-de Carvalho F, Leite-Gomes P, Siqueira-Soares A. Desempenho agrônomico de variedades de feijão-caupi produzidas em regime irrigado e sob déficit hídrico no semiárido mineiro. Revista Agri-Environmental Sciences. 2016;2(1):1-14.
 23. Baez-Hernandez A, Hernandez-Medina CA. Estudio del rendimiento de cultivares de frijol caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) en diferentes épocas de siembra en Camajuani, Cuba. Revista de Ciencia y Tecnología. 2016;18(1):11-8.
 24. Cardona-Ayala C, Araméndiz-Tatis H, Jarma-Orozco A. Variabilidad genética en líneas de frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. WALP). Revista Agronomía. 2013;21(2):7-18.
 25. Cardona-Ayala CE. Análisis morfo-fisiológico y bioquímico de la resistencia al déficit hídrico en frijol caupí (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.), en la región Caribe de Colombia [Internet]. [Instituto Tecnológico de Costa Rica, San Carlos]: Universidad Estatal a Distancia; 2014. 160 p. Available from: <https://docinade.ac.cr/wp-content/uploads/2020/11/Carlos-Cardona-Ayala-Tesis.pdf>
 26. Jonah PM. Phenotypic and genotypic correlation in bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc) in Mubi, Adamawa State, Nigeria. World Journal of Agricultural Sciences. 2011;7(3):298-303.
 27. Santana-Gonçalves I, da Silva RR, de Oliveira GM, Pinto-Santiago EJ, Alves -de Oliveira VE. Características fisiológicas e componentes de produção de feijão caupi sob diferentes lâminas de irrigação. Journal of Environmental Analysis and Progress. 2017;2(3):320-9. doi:10.24221/jeap.2.3.2017.1456.320-329
 28. González- Aguiar D, Álvarez-Hernández U, Lima-Orozco R. Acumulación de biomasa fresca y materia seca por planta en el cultivo intercalado caupí - sorgo. Centro Agrícola. 2018;45(2):77-82.

29. Barrios MB, Buján A, Debelis SP, Sokolowski AC, Blasón ÁD, Rodríguez HA, et al. Relación de raíz/biomasa total de Soja (*Glycine max*) en dos sistemas de labranza. *Terra Latinoamericana*. 2014;32(3):221-30.
30. García-Rubido M, Rodríguez-López N, León-González Y, Acosta-Aguia Y, García-Moinelo A. Influencia de la alternancia de cultivos en las propiedades agroquímicas de un suelo dedicado al tabaco negro en Pinar del Río. *CUBATABACO*. 2017;18(2):3-8.
31. Zayas-Infante S, Boeckx P, Vargas-Rodriguez H, Zayas-Infante S, Boeckx P, Vargas-Rodriguez H. Comportamiento productivo en agroecosistemas de intercalamiento yuca-frijol en el municipio "Calixto García", provincia Holguín. *Cultivos Tropicales*. 2019;40(1):a30-e30.
32. Romero-Félix CS, López-Castañeda C, Kohashi-Shibata J, Miranda-Colín S, Aguilar-Rincon VH, Martínez-Rueda CG, et al. Cambios en el rendimiento y sus componentes en frijol bajo riego y sequía. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 2019;10(2):351-64. doi:[10.29312/remexca.v10i2.1607](https://doi.org/10.29312/remexca.v10i2.1607)