



## Productividad de cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Parte II. Variabilidad del rendimiento en función del crecimiento

### Productivity of bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.). Part II. Yield variability as a function of growth

 Lázaro A. Maqueira López<sup>1\*</sup>,  Osmany Roján Herrera<sup>1</sup>,  Ana Isabel Izquierdo Collazo<sup>1</sup>,  
 Osvaldo García Roque<sup>2</sup>, Armin Páez López<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unidad Científico Tecnológica de Base “Los Palacios”. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), carretera San José-Tapaste, km 3½, Gaveta Postal 1, CP 32 700, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

<sup>2</sup>Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca (UPR), calle Martí # 300 e/ González Alcorta y 27 de noviembre, CP 20100, Pinar del Río, Cuba.

**RESUMEN:** La investigación se desarrolló en áreas de la Unidad Científico Tecnológica de Base, Los Palacios, Pinar del Río, perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. El objetivo fue evaluar la variabilidad del rendimiento en cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), asociados a variables del crecimiento en la etapa final de desarrollo del cultivo. Se utilizaron seis cultivares de frijol (Holguín 518, Tazumal, Tomeguín 93, Bat 304, Bat 832 y Cuba Cueto 25-9), los cuales se sembraron en cuatro fechas de siembra (octubre 2010, diciembre 2011, enero 2012 y octubre 2012), sobre un suelo Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso Petroférico. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres réplicas. En el momento de la cosecha se determinó, masa seca de vainas, granos, tallos y masa seca total de la parte aérea por sumatoria de la masa seca de órganos. Se determinó el Índice de cosecha y el Índice de cosecha de vainas. Se demostró que existe una relación positiva entre la masa de los granos y el rendimiento agrícola, independientemente del cultivar y la fecha de siembra, por lo que dicha variable constituye un componente fundamental en la formación de rendimiento en el cultivo del frijol. Incrementos en la masa seca de los tallos y vainas afectan el índice de cosecha y no se logra que la mayor cantidad de la producción total de biomasa llegue a formar parte de la productividad agrícola.

**Palabras clave:** rendimiento, granos, frijol.

**ABSTRACT:** The research was developed in areas of the Base Scientific Technological Unit, Los Palacios, Pinar del Río, belonging to the National Institute of Agricultural Sciences. The objective was to evaluate the variability of the yield in bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.), associated with growth variables in the final stage of crop development. Six bean cultivars were used (Holguín 518, Tazumal, Tomeguín 93, Bat 304, Bat 832 and Cuba Cueto 25-9), which were planted on four different sowing dates (October 2010, December 2011, January 2012 and October 2012), on a Hydromorphic Gley Nodular Ferruginous Petroferric soil. A randomized block experimental design with three replications was used. At the time of harvest, dry mass of pods, grains, stems and total dry mass of the aerial part were determined by adding the dry mass of organs. Harvest Index and pod harvest index were determined. It was shown that there is a positive relationship between the mass of the grains and the agricultural yield regardless of the cultivar and the sowing date, so that this variable constitutes a fundamental component in the formation of yield in the bean crop. Increases in the dry mass of the stems and pods affect the harvest index, so it is not possible that the greater amount of the total biomass production becomes part of the agricultural productivity.

**Key words:** yield, drought, beans.

\*Autor para correspondencia: [lalberto@inca.edu.cu](mailto:lalberto@inca.edu.cu), [maqueiralopez@gmail.com](mailto:maqueiralopez@gmail.com)

Recibido: 23/10/2022

Aceptado: 10/01/2023

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

**Contribución de los autores:** **Conceptualización-** Lázaro A Maquería López, Osmany Rojan Herrera. **Investigación-** Osmany Rojan Herrera, Osvaldo García Roque, Ana Isabel Izquierdo Collazo. **Metodología-** Lázaro A Maqueira López, Armin Páez López, Ana Isabel Izquierdo Collazo. **Escritura del borrador inicial-** Lázaro A Maqueira Lopez, Osmany Rojan Herrera, Osvaldo García Roque **Escritura y edición final-** Lázaro A Maqueira López, Armin Páez López.

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



## INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa de mayor importancia por su consumo en el mundo (1, 2). Su valor en la alimentación está dado por el alto contenido de proteínas, vitaminas y minerales (3). Estos elementos lo distinguen como un alimento necesario, ya que grandes segmentos de la población en los países en desarrollo, sufren de malnutrición proteica. Además, las proyecciones basadas en las tendencias actuales indican una brecha, cada vez mayor, entre la población humana y el suministro de proteínas (4). El frijol se cultiva en ambientes muy diversos y son los países de África Oriental y Occidental, Centroamérica y el Caribe donde se concentran grandes áreas productoras y las poblaciones que más lo consumen (5).

En Cuba, se importan alrededor de 110 mil toneladas de frijol por año para satisfacer la demanda interna y se destinan considerables sumas de dinero a su importación, debido a que representa uno de los platos principales dentro de la cultura alimentaria de la población. El comportamiento de los costos de importación de frijol, durante el periodo comprendido entre los años 2007 al 2015, estuvo entre 812 USD/t hasta los 1308 USD/t y con tasas de crecimiento promedio anual de 6,8 % (6). Los rendimientos agrícolas en el país se han mantenido entre 0,8 y 1,0 t ha<sup>-1</sup>, inferior al potencial de los cultivares utilizados y la variabilidad climática es uno de los aspectos que inciden en estos resultados. El cambio climático se ha convertido en un factor decisivo que impide la estabilidad de los mismos. En los últimos años son más evidentes los eventos meteorológicos extremos, se han modificado los patrones globales de precipitación, la intensidad de las sequías y el incremento de las temperaturas (7, 8).

En un análisis realizado con anterioridad, donde se determinó la variabilidad del rendimiento asociado con variables meteorológicas se señala que, el rendimiento se relaciona de manera positiva con la temperatura del aire en la fase de crecimiento de emergencia a floración, y de manera negativa, durante las fases de la floración a la cosecha. Esto evidencia los posibles cambios en la disponibilidad de asimilados en las etapas finales de crecimiento. Con este resultado se demuestra que, en las condiciones actuales, para alcanzar rendimientos estables en el tiempo, o bien incrementarlos, es necesario comprender mejor los procesos fisiológicos imperantes en el desarrollo del cultivo, donde el carácter más complejo resulta la producción de granos y la materia seca, como resultado del funcionamiento de la planta en el medio donde la semilla ha sido sembrada para desarrollarse. De esta manera, es posible analizar cuáles son los principales factores que contribuyen a determinar el rendimiento final del cultivo y crear las bases para proponer estrategias de manejo, con el fin de lograr una mayor productividad agrícola.

Por tanto, acorde con los criterios anteriores, el presente trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar la variabilidad del rendimiento en cultivares de frijol

(*Phaseolus vulgaris* L.), asociados a variables del crecimiento en la etapa final de desarrollo del cultivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se desarrollaron en la Unidad Científica Tecnológica de Base, Los Palacios (UCTB-LP), perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, situada en la llanura sur de la provincia Pinar del Río, a los 22°44' de latitud Norte y a los 83°45' de latitud Oeste, a 60 m s.n.m. con pendiente aproximada de 1 %. Se evaluaron seis cultivares de frijol negro (Holguín 518, Tazumal, Tomeguín 93, Bat 304, Bat 832 y Cuba Cueto 25-9), los cuales fueron sembrados en cuatro fechas de siembra diferentes; octubre 2010, diciembre 2011, enero 2012 y octubre 2012.

El suelo del área experimental se clasifica, según la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba, como Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso Petroférrico (9). En la [Tabla 1](#) se muestran los valores promedio de la temperatura máxima, mínima (T<sub>máx</sub>, T<sub>mín</sub>), la radiación solar global (RSG) y la humedad relativa (Hr), durante el periodo de duración los experimentos. Los datos fueron obtenidos de la Estación Meteorológica de Paso Real de San Diego, en Los Palacios.

**Tabla 1.** Valores promedio de variables agrometeorológicas, durante el periodo de duración de los experimentos

	T máx (°C)	T mín (°C)	RSG (MJm <sup>2</sup> día <sup>-1</sup> )	Hr (%)
octubre 2010	25,23	14,87	15,21	72,90
diciembre 2011	28,23	18,30	16,74	76,53
enero 2012	29,79	19,54	21,30	71,23
octubre 2012	27,82	17,65	14,90	80,21

Temperatura máxima (T<sub>máx</sub>), Temperatura mínima (T<sub>mín</sub>), Radiación solar global (RSG), Humedad relativa (Hr)

Las principales características de los cultivares en estudio se presentan en la [Tabla 2](#) (6), los que se sembraron por siembra directa a distancia (manual) de 0,70m entre surco y 0,05m entre plantas, con una norma de 54 kg ha<sup>-1</sup> de semillas. Las labores fitotécnicas se realizaron según lo recomendado en el Manual Técnico del Cultivo de frijol (6). Se empleó un diseño experimental de bloques al azar con seis tratamientos (los cultivares) y tres réplicas. Las parcelas experimentales contaron con un área total de 30 m<sup>2</sup>.

En el momento de la cosecha se tomaron diez plantas representativas al azar, siempre se tuvo en cuenta el área de borde, y en cada planta se evaluaron las siguientes variables:

- Masa seca de las vainas (P vainas)
- Masa seca de granos (P granos)
- Masa seca total de la parte aérea (P total)
- Masa seca de los tallos (P tallos)

**Tabla 2.** Principales características de los cultivares de frijol estudiados en los experimentos

	Holguín 518	Tazumal	Tomeguín 93	Bat 304	Bat 832	CC-25-9
Rend (t ha <sup>-1</sup> )	2,9	3,0	2,9	2,9	3,2	3,3
Fecha de S.	sept-ene	sept-ene	sept-enero	sept-ene	sept-ene	oct-nov
Tipo de hábito de crecimiento	Indeterminado tipo II	Indeterminado tipo II	Indeterminado tipo II	Indeterminado tipo III	Indeterminado tipo III	Indeterminado tipo III

Rend: rendimiento, Fecha de S.: fecha de siembra recomendada

A partir de las variables anteriores se determinó:

- Índice de Cosecha (IC) (10)

Índice de cosecha

$$IC = \frac{P_{total}}{P_{grano}} * 100$$

Índice de cosecha de vainas

$$IC = \frac{P_{grano}}{P_{vainas}} * 100$$

Se determinó, además, el rendimiento agrícola, para lo cual se cosecharon 8 m<sup>2</sup> del centro en cada parcela, se trillaron las plantas y se secaron los granos hasta el 14 % de humedad del grano. Para la masa seca de las partes de la planta (P vainas, P granos, P tallos), se separaron cada una de las partes y se mantuvieron en estufa durante 72 horas, a una temperatura de 70 °C hasta masa constante. La masa total de la planta (P total), se calculó por sumatoria de la masa seca de cada órgano individual (11).

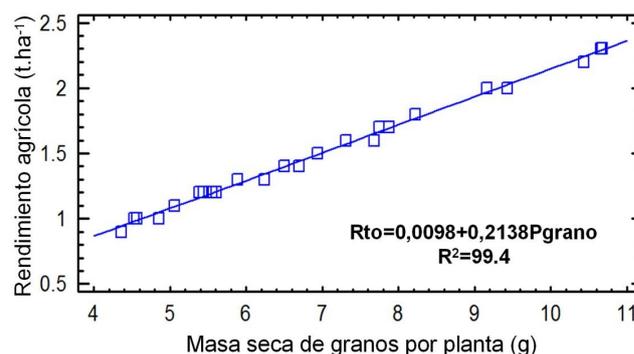
Para una misma fecha de siembra, a cada variable se le realizó un análisis de varianza y las diferencias significativas entre las medias de los diferentes tratamientos (cultivares) se determinaron por la prueba de Tukey al 95 %, ya partir del error experimental, se calculó el intervalo de confianza (12). Los datos fueron graficados para su análisis en función de lograr una comparación entre fechas.

Se realizó un análisis de regresión entre el rendimiento agrícola y la masa seca de los granos por planta para establecer la relación entre estas dos variables. Se construyó también, una matriz de datos; cultivares por fecha de siembra; masa seca de las vainas; masa seca de los granos; masa seca de los tallos; masa seca total; índice de cosecha e índice de cosecha de las vainas. Estas se procesaron por la técnica multivariada de Componentes Principales, mediante la representación de un Biplot para establecer el grado de asociación entre las variables determinadas y la masa de los granos, para las condiciones de la época de siembra. Para todos los análisis se utilizó el paquete estadístico Statgraphics 5,1 (13).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto al rendimiento agrícola se observó que no se puede definir un patrón de comportamiento específico, lo que puede estar relacionado con el papel fundamental que juegan los factores externos con el clima. Sin embargo, los factores internos, como la masa de los granos, influyen en la formación del rendimiento. Esto se demuestra en la Figura 1, donde aparece la relación que existe entre el

rendimiento agrícola en t ha<sup>-1</sup> y la masa seca de los granos por planta en gramos.



Cultivares: Holguín 518, Tazumal, Tomeguín 93, BAT 304, BAT 832, CC-25-9

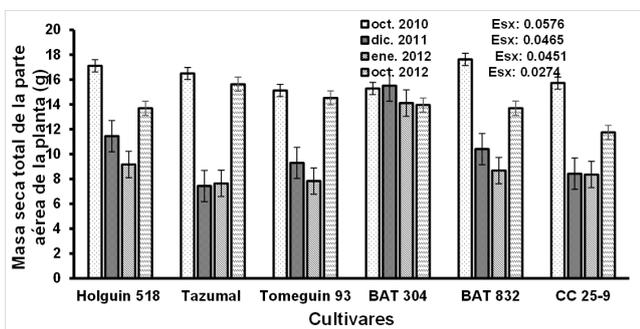
Fechas de siembra: octubre 2010, diciembre 2011, enero 2012 y octubre 2012N=24

**Figura 1.** Relación entre el rendimiento agrícola (t ha<sup>-1</sup>) y la masa seca de los granos por planta (g) de cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en diferentes fechas de siembra

Aunque no todos los autores son del criterio que la masa de los granos es el componente más relacionado con el rendimiento, ya que lo consideran como un carácter varietal relacionado con el tamaño del grano (14), en algunas investigaciones se ha llegado a la conclusión que el incremento en el rendimiento puede atribuirse al considerable aumento en el número de vainas por planta y la masa de los granos (15). A pesar de que cada componente es afectado con distinta intensidad por el ambiente, en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo y dentro de ciertos límites; en las plantas existe la capacidad de compensar las reducciones en un componente con el aumento de otro (16). En este sentido, en estudios desarrollados en un amplio rango de condiciones agronómicas, se demostró que el número de granos como componente principal del rendimiento, solo puede ser compensado por la masa de los mismos (17). Otros estudios realizados en Cuba con el cultivo del frijol, demostraron la relación del rendimiento con las variables de legumbres por planta y masa seca de 100 granos (18). Es por ello que, con el resultado alcanzado en este trabajo se corrobora el criterio de que la masa de los granos por planta es una de las variables de mayor influencia sobre el rendimiento agrícola del cultivo (19); por tanto, esta puede contribuir a un criterio de selección en el programa de mejoramiento genético del cultivo, en Cuba, en las

condiciones actuales, donde se identifican líneas con tolerancia a estrés biótico y abiótico pero con alto potencial de rendimiento.

En cuanto al comportamiento de la masa seca de vainas, tallos y la masa seca de la parte aérea, existió una amplia variabilidad en los resultados para los cultivares en las diferentes fechas de siembra; aunque en todos los casos se encontró un mismo patrón de comportamiento, por lo que en la **Figura 2** se muestran los valores de la masa seca total de la parte aérea de las plantas. De manera general, se aprecia la influencia de las fechas de siembra en los valores de esta variable, ya que en la mayoría de los cultivares los mayores valores se alcanzaron en octubre de 2010 y 2012. Solo en el cultivar BAT 304 se muestra una similitud entre los valores para cada fecha de siembra estudiada.



Cultivares: Holguín 518, Tazumal, Tomeguín 93, BAT 304, BAT 832, CC-25-9

Fechas de siembra: octubre 2010, diciembre 2011, enero 2012 y octubre 2012

Las barras representan intervalos de confianza a  $p \leq 0,05$

**Figura 2.** Valores de masa seca total de la parte aérea de la planta de seis cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en cuatro fechas de siembra

La acumulación de la masa seca en el cultivo del frijol, que es una planta de tipo C3, es producto del balance del metabolismo del carbono donde a pesar de la producción de fotoasimilados, debido a la actividad fotosintética, existen pérdidas por respiración y fotorespiración, fundamentalmente, en etapas del cultivo donde variables como la temperatura del aire puedan tener valores elevados (superiores a los 30 °C). Aunque, si bien es importante lograr en los cultivares altos valores de productividad biológica, también es necesario garantizar que gran parte de esa producción total de biomasa pase a formar parte de la productividad agrícola, o sea el rendimiento en granos.

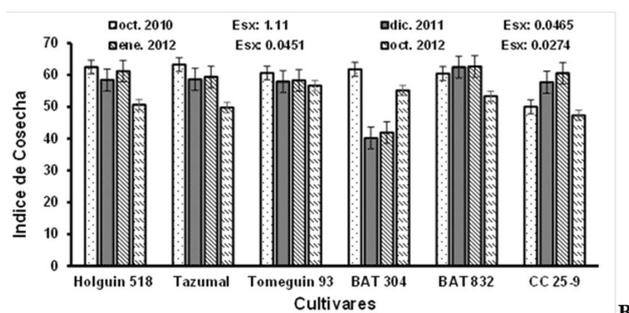
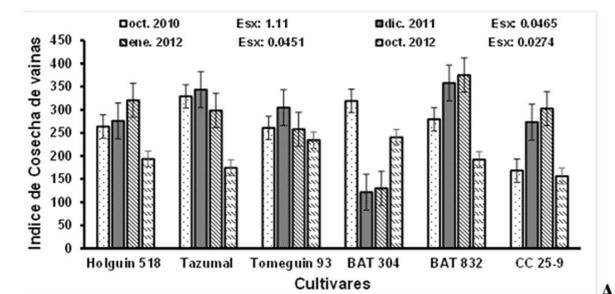
Al analizar el ICV (**Figura 3A**) se pudo constatar que existen diferencias entre cultivares y fechas de siembra. Por tanto, no es posible establecer un patrón general de comportamiento en esta variable. Los menores valores para el caso de las fechas de siembra estudiadas se apreciaron en octubre 2012. En el caso de los cultivares, es el BAT-304 quien alcanza los valores más bajos. Todo esto

puede estar relacionado con que, en el cultivo del frijol, se afecta el desarrollo de las vainas y, por consiguiente, se provocan malformaciones que llegan a perjudicar el desarrollo del grano, lo que trae como consecuencia lo conocido en la literatura como vainas vanas. Esto puede ser provocado por las condiciones climáticas imperantes y propicias para la aparición de enfermedades fungosas y bacterianas que persisten en periodos donde se combinan altas temperaturas, alta humedad relativa y alta pluviometría (20). Sin embargo, al analizar el IC (**Figura 3B**) se observó que para la mayoría de los cultivares y fechas de siembra, los valores de este índice se encontraban entre 55 y 60. Solo el cultivar BAT-304 obtuvo valores de aproximadamente 40 en dos fechas de siembra. Existen autores que plantean que normalmente los valores de este índice en el cultivo del frijol se encuentran en un rango de 50 y 60, ya que índices más bajos indican una pobre formación de las vainas o semillas, en relación al desarrollo del cultivo (15). Con estos resultados se evidencian la alta eficiencia en la conversión de masa seca económicamente útil en los cultivares de frijol estudiados. Esto puede estar relacionado con las características genéticas y la respuesta del cultivar a las condiciones imperantes durante el desarrollo del mismo. En estudios realizados en el cultivo del frijol, se evidencia las diferencias encontradas entre cultivares en cuanto al IC, y por lo general, donde se alcanzó mayor valor de esta variable se encontraron los mayores rendimientos (21).

A partir del análisis de componentes principales se puede obtener un número de combinaciones lineales de las seis variables estudiadas, que mejor explican la variabilidad de los datos. Los resultados del análisis mostraron que la mayor parte de la variabilidad estuvo asociada a las dos primeras componentes, por lo que seis variables fueron reducidas a dos componentes y estas aportan en su conjunto el 83,9% de la varianza total del experimento (**Tabla 3**).

Las variables que aportaron una mayor variación positiva a la componente principal 1 fueron la masa de las vainas, la masa de los tallos y la masa total, este componente estuvo relacionado con la masa de las vainas. En el componente 2 la variable más efectiva fue el índice de cosecha de vainas.

Una representación bidimensional (Biplot) de las variables de crecimiento y la distribución espacial de los cultivares por cada fecha de siembra en las dos primeras componentes, se muestran en la **Figura 4**, para una mejor explicación de los resultados anteriores y poder hacer una comparación de todos los elementos. En la **Figura 4** se observa que el índice de cosecha y el índice de cosecha de vainas presentaron una asociación positiva, al igual que la masa de las vainas y la masa total, lo cual está evidenciado por la separación angular entre estas. Sin embargo, existe una relación negativa entre los índices de cosecha (IC, ICV) y la masa de las vainas y tallos. Esto demuestra que una mayor masa seca de tallos y vainas puede llegar a disminuir el índice de cosecha y, por lo tanto, mayor



Cultivares: Holguín 518, Tazumal, Tomeguín 93, BAT 304, BAT 832, CC-25-9

Fechas de siembra: octubre 2010, diciembre 2011, enero 2012 y octubre 2012

Las barras representan intervalos de confianza a  $p \leq 0,05$

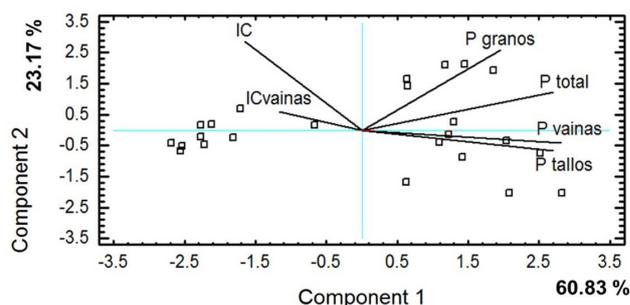
**Figura 3.** Índice de cosecha de vainas (ICV) (A) e índice de cosecha (IC) (B) de cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en diferentes fechas de siembra

**Tabla 3.** Componentes principales de las variables de crecimiento utilizadas

Variable de crecimiento	Componentes	
	1	2
Índice de cosecha	-0,2991	-0,1442
Índice de cosecha de vainas	-0,2116	0,9634
Masa de granos	0,3547	-0,0231
Masa de tallos	0,4903	0,2005
Masa total	0,4897	0,0580
Masa de vainas	0,5096	0,0828
<b>Valores propios</b>	<b>3,65</b>	<b>1,39</b>
<b>Contribución a la varianza total</b>	<b>60,83</b>	<b>23,17</b>
<b>% de acumulado</b>	<b>60,83</b>	<b>83,99</b>

probabilidad de que la masa seca producida y almacenada en los diferentes órganos de la planta no llegue a formar parte de la productividad agrícola (masa de los granos).

Estos resultados explican que puede llegar a existir una baja eficiencia en la conversión de la masa seca económicamente útil, lo que puede estar relacionado con las características genéticas de los cultivares y la respuesta de estos ante las condiciones climáticas imperantes durante el desarrollo del cultivo. En la literatura se resalta la importancia del IC para tener una medida de eficiencia de la planta ante determinadas condiciones del clima, como el uso de la luz, el agua y los nutrientes, en función de la producción de granos (16).



Cultivares: Holguín 518, Tazumal, Tomeguín 93, BAT 304, BAT 832, CC-25-9

Fechas de siembra: octubre 2010, diciembre 2011, enero 2012 y octubre 2012)

ICvainas: índice de cosecha de vainas, IC: índice de cosecha, Pgrano: masa seca de los granos, Ptotal: masa seca total de la parte aérea, Pvainas: masa seca de las vainas, Ptallos: masa seca de los tallos

**Figura 4.** Asociación de la masa seca de los granos con la masa seca de vainas, tallo, total, índice de cosecha e índice de cosecha de vainas, de cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en diferentes fechas de siembra

## CONCLUSIONES

- Se demostró que existe una relación positiva entre la masa de los granos y el rendimiento agrícola, independientemente del cultivar y la fecha de siembra, por lo que dicha variable constituye un componente fundamental en la formación de rendimiento en el cultivo del frijol.
- Incrementos en la masa seca de los tallos y vainas afectan el índice de cosecha y no se logra que la mayor cantidad de la producción total de biomasa llegue a formar parte de la productividad agrícola.

## BIBLIOGRAFÍA

- Estrada Prado W, Chávez Suárez L, Jerez Mompie E, Nápoles García MC, Sosa Rodríguez A, Cordoví Domínguez C, Celeiro Rodríguez F. Efecto del Azofert® en el rendimiento de variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) en condiciones de déficit hídrico. Centro Agrícola. 2017 Sep;44(3):36-42. ISSN 0253-5785. [Consultado: 14 de noviembre de 2023]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0253-57852017000300005&lng=es&nrm=iso&tlang=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-57852017000300005&lng=es&nrm=iso&tlang=pt).
- González-Cueto O, Abreu-Ceballos B, Herrera-Suárez M, López-Bravo E. Uso del agua durante el riego del frijol en suelos Eutric cambisol. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 2017 Mar;26(1):71-77. ISSN 2071-0054. [Consultado: 14 de noviembre de 2023]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2071-00542017000100009&lng=es&nrm=iso&tlang=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2071-00542017000100009&lng=es&nrm=iso&tlang=es).
- Ngho Siri B, Bogweh Nchanji E, Roger Tchouamo I. A Gender Analysis on the Participation and Choice of Improved and Local Haricot Bean (*Phaseolus vulgaris*) by

- Farmers in Cameroon. *Agricultural Sciences*. 2020;11:1199-1216. ISSN Online: 2156-8561 Print: 2156-8553. Disponible en: [https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/110775/Siri\\_2020.pdf?sequence=1](https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/110775/Siri_2020.pdf?sequence=1).
4. De-Paula CD, Jarma-Arroyo S, Aramendiz-Tatis H. Caracterización nutricional y determinación de ácido fítico como factor antinutricional del frijol caupí. *Agronomía Mesoamericana*. 2018 Apr;29(1):30-41. ISSN 1659-1321. DOI [10.15517/ma.v29i1.27941](https://doi.org/10.15517/ma.v29i1.27941). [Consultado: 14 de noviembre de 2023]. Disponible en: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1659-13212018000100030&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1659-13212018000100030&lng=en&nrm=iso&tlng=es).
  5. Martirena-Ramírez A, Veitía N, Torres D, Rivero L, García LR, Collado R, Ramírez-López M. Longitud de la raíz: indicador morfológico de la respuesta al estrés hídrico en *Phaseolus vulgaris* en casa de cultivo. *Biociencia Vegetal*. 2019 Sep;19(3):225-233. ISSN 2074-8647. [Consultado: 14 de noviembre de 2023]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2074-86472019000300225&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2074-86472019000300225&lng=es&nrm=iso&tlng=es).
  6. Dávila Hernández GR, Mirabales Rodríguez PD, Pérez Lara A, Hernández Beltrán Y. Cadena productiva del frijol común en cooperativas agropecuarias: propuesta de intervención del proyecto AGROCADENAS. *Cooperativismo y Desarrollo*. 2019 Aug;7(2):275-285. ISSN 2310-340X. [Consultado: 14 de noviembre de 2023]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2310-340X2019000200275&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2310-340X2019000200275&lng=es&nrm=iso&tlng=es).
  7. Urbina I, Sardans J, Beierkuhnlein C, Jentsch A, Backhaus S, Grant K, Kreyling J, Peñuelas J. Shifts in the elemental composition of plants during a very severe drought. *Environmental and Experimental Botany*. 2015 Mar 1;111:63-73. ISSN 0098-8472. DOI [10.1016/j.envexpbot.2014.10.005](https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2014.10.005). [Consultado: 14 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098847214002494>.
  8. Beleggia R, Fragasso M, Miglietta F, Cattivelli L, Menga V, Nigro F, Pecchioni N, Fares C. Mineral composition of durum wheat grain and pasta under increasing atmospheric CO<sub>2</sub>. *Food Chemistry*. 2018 Mar 1;242:53-61. ISSN 0308-8146. DOI [10.1016/j.foodchem.2017.09.012](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.09.012). [Consultado: 14 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814617314772>.
  9. Hernández A, Pérez J, Bosch D, Rivero L. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. *AGRINFOR*. 1999. Disponible en: <https://isbn.cloud/9789592460225/nueva-version-de-clasificacion-genetica-de-los-suelos-de-cuba/>.
  10. Chaves-Barrantes NF, Polanía JA, Muñoz-Perea CG, Rao IM, Beebe SE. Caracterización fenotípica por resistencia a sequía terminal de germoplasma de frijol común. *Agronomía Mesoamericana*. 2018 Jan 1;29(1):1. ISSN 2215-3608. DOI [10.15517/ma.v29i1.27618](https://doi.org/10.15517/ma.v29i1.27618). [Consultado: 14 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://revista.s.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/27618>.
  11. Maqueira-López LA, Rojan-Herrera O, Mesa SAP, Noval WT la. Crecimiento y rendimiento de cultivares de frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) en la localidad de los palacios. *Cultivos Tropicales*. 2017 Sep;38(3):58-63. ISSN 0258-5936. [Consultado: 14 de noviembre de 2023]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0258-59362017000300008&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362017000300008&lng=es&nrm=iso&tlng=es).
  12. Roján-Herrera O, Maqueira-López LA, Solano-Flores J, Núñez-Vázquez M, Robaina-Gil HC. Variabilidad del rendimiento en cultivares de soya (*Glycine max* Merrill). Parte II. Época de primavera. *Cultivos Tropicales*. 2020 Sep;41(3). ISSN 0258-5936. [Consultado: 14 de noviembre de 2023]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0258-5936202000030004&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-5936202000030004&lng=es&nrm=iso&tlng=es).
  13. Inc ST. STATGRAPHICS | Data Analysis Solutions [en línea]. [Consultado: 14 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.statgraphics.com>.
  14. Moya C, Elena-Mesa M, Vizcaino M, León M, Guevara S. Comparación de seis variedades de frijol en el rendimiento y sus componentes en Chaltura, Imbabura, Ecuador. *Cultivos Tropicales*. 2019 Dec;40(4). ISSN 0258-5936. [Consultado: 14 de noviembre de 2023]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0258-59362019000400001&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362019000400001&lng=es&nrm=iso&tlng=es).
  15. Informe del Centro Nacional de Agricultura Tropical [en línea]. Cali, Colombia; 1988. p. 130. Disponible en: [https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/89083/CIAT50\\_SIEMPRE\\_PIONEROS-RESUMEN.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/89083/CIAT50_SIEMPRE_PIONEROS-RESUMEN.pdf?sequence=2&isAllowed=y).
  16. Morales-Rosales E, Escalante-Estrada J, López-Sandoval J. Crecimiento, índice de cosecha y rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en unicultivo y asociado con girasol (*Helianthus annuus* L.). *Universidad y ciencia*. 2008;24(1):1-10. [Consultado: 14 de noviembre de 2023]. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-29792008000400001](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792008000400001).
  17. Izquierdo Martínez M, Santana Baños Y, García Cabañas A, Carrodegua Díaz S, Aguiar González I, Ruiz Sanchez M, et al. Respuesta agronómica de cinco cultivares de frijol común en un agroecosistema del municipio Consolación del Sur. *Centro Agrícola*. 2018 Sep;45(3):11-16. ISSN 0253-5785. [Consultado: 14 de noviembre de 2023]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0253-57852018000300011&lng=es&nrm=iso&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-57852018000300011&lng=es&nrm=iso&tlng=en).
  18. Iznaga AC, Pérez RA, Valdés AB, Sánchez AC, Valdés GR, Romero SC. Variabilidad de los indicadores del rendimiento agrícola de cultivares de soya (*Glycine max* (L.) Merr.) en dos épocas de siembra. *Centro Agrícola*. 2008;35(3). Disponible en: [http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V35-Numero\\_3/cag083081621.pdf](http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V35-Numero_3/cag083081621.pdf).
  19. Lamz-Piedra A, Cárdenas-Travieso RM, Ortiz-Pérez R, Eladio-Alfonzo L, Sandrino-Himely A. Evaluación preliminar de líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) promisorios para siembras tempranas en Melena del Sur. *Cultivos Tropicales*. 2017 Dec;38(4):111-118. ISSN

0258-5936. [Consultado: 14 de noviembre de 2023]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0258-59362017000400016&lng=es&nrm=iso&tling=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362017000400016&lng=es&nrm=iso&tling=es).

20. Lamz Piedra A, Cárdenas Travieso RM, Ortiz Pérez R, Montero Tavera V, Martínez Coca B, de la Fé Montenegro CF, et al. Evaluación del comportamiento agro-morfológico a partir de la caracterización de la variabilidad en líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) sembradas en época tardía. *Cultivos Tropicales*. 2016 Jun;37(2):108-114. ISSN

0258-5936. [Consultado: 14 de noviembre de 2023]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0258-59362016000200013&lng=es&nrm=iso&tling=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362016000200013&lng=es&nrm=iso&tling=es).

21. Iznaga AC, Romero SC, Valdés AB, Sánchez AC, Pérez RA, Valdés GR. Acumulación de materia seca, rendimiento biológico, económico e índice de cosecha de dos cultivares de soya [*Glycine max* (L.) Merr.] en diferentes espaciamientos entre surcos. *Centro Agrícola*. 2011;38(2):5-10.