



## Respuesta agronómica de variedades de *Cicer arietinum* L. en baja fertilidad\*

*Agronomic response of Cicer arietinum L. varieties in low fertility*

Marisel Ortega García, Tomás Shagarodsky Scull, Yoania Ríos Rocafull,  
Bernardo Dibut Álvarez y Luis Sáez Tonacca<sup>1</sup>

### Resumen

Los precios de los alimentos e insumos agrícolas aumentan en el mundo, por lo que Cuba desarrolla estrategias que permitan la producción de granos como el garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en agroecosistemas de baja fertilidad. Para ello es imprescindible conocer la respuesta agronómica de variedades de la especie vegetal en suelos con estas características. En este estudio se sembraron las variedades de garbanzo Nacional-24, Nacional-29, Nacional-30, Nacional-6 y JP-94, en un suelo con bajos valores de materia orgánica y niveles medios de fósforo y de potasio. Bajo estas condiciones, se destacó de entre todas las variedades la Nacional 29, al presentar mayor número y peso fresco de los nódulos, longitud de la raíz, ancho de la copa, número de vainas por planta, peso de 100 semillas y rendimiento por planta. Los resultados permiten proponer esta variedad para sembrar en Cuba en agroecosistemas con características similares y alcanzar buenos rendimientos.

**Palabras clave:** consumo alimentario, fertilidad del suelo, productividad, cultivos, nitrógeno.

### Abstract

The prices of the foods and agricultural inputs increase in the world, for what Cuba develops strategies that allow the production of grains like in chickpea (*Cicer arietinum* L.) in agroecosystem of low fertility. For it is indispensable to know the agronomic answer of the varieties of the vegetable species in soils with these characteristics. In this study the chickpea varieties National-24, National-29, National-30, National-6 and JP-94 was sowed in a soil with low values of organic matter and means values of phosphorus and potassium.

---

<sup>1</sup> Marisel Ortega García: Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro Humboldt” INIFAT de Cuba, La Habana, Cuba, ORCID 0000-0002-8076-2675, [subdircientifica@inifat.co.cu](mailto:subdircientifica@inifat.co.cu); Tomás Shagarodsky Scull: Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro Humboldt” INIFAT de Cuba, La Habana, Cuba, ORCID 0000-0003-4563-1490, [dpagrobiotec@inifat.co.cu](mailto:dpagrobiotec@inifat.co.cu); Yoania Ríos-Rocafull: Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro Humboldt” INIFAT de Cuba, La Habana, Cuba, ORCID 0000-0003-1774-0868, [dpagrobiotec@inifat.co.cu](mailto:dpagrobiotec@inifat.co.cu); Bernardo Dibut Álvarez: Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro Humboldt” INIFAT de Cuba, La Habana, Cuba, ORCID 0000-0002-5537-8591, [biofertilizantes@inifat.co.cu](mailto:biofertilizantes@inifat.co.cu); Luis Sáez Tonacca: Universidad de Santiago de Chile, Santiago de Chile, Chile, ORCID 0000-0002-6619-494X, [luis.saez@usach.cl](mailto:luis.saez@usach.cl)

Under these conditions was better the variety National 29 over the rest of them because presenting higher number and weight fresh of nodule, longitude of the root, wide of the glass, number of sheaths for plant, weight of 100 seeds and yield for plant. The results allow intending this to cultivate to sow in Cuba in agroecosystem with the same characteristic and to have good yields.

**Keywords:** agricultural crops, food consumption, soil fertility, productivity, crops, nitrogen.

RECIBIDO: 02/09/2021 · ACEPTADO: 26/04/2022 · PUBLICADO: 01/09/2022

## Introducción

Las leguminosas tienen importancia como alimento por su elevado contenido de proteínas y aminoácidos esenciales y por su aporte en nitrógeno a los suelos (Echevarría *et al.*, 2021). Además, existe una tendencia a nivel mundial al empleo de bebidas vegetales como productos de bajo costo que pueden considerarse como una alternativa factible para países con bajo desarrollo, en correspondencia con un estilo de vida saludable (Fuentes *et al.*, 2020). Dentro de ellas, el garbanzo (*Cicer arietinum* L.) se destaca por ser una especie vegetal de interés para el consumo humano y animal (Apáez *et al.*, 2020), con un contenido proteico de alrededor del 20%, elevada cantidad de carbohidratos (40%), alta digestibilidad, rico en ácidos grasos insaturados, y presenta pocos elementos antinutritivos (León *et al.*, 2019). Igualmente, se le confiere un efecto positivo en la prevención de algunas enfermedades crónicas como las cardiovasculares, diabetes, algunos tipos de cáncer y problemas digestivos (Camargo *et al.*, 2019).

Como respuesta al aumento de los precios de los insumos agrícolas y a la necesidad de mejorar la disponibilidad de alimentos en el país, en los últimos años Cuba desarrolla una estrategia basada en diversificar especies de importancia agrícola, en especial los granos. En este escenario, el garbanzo cobra cada vez mayor importancia, ya que además posee otros atributos favorables como tolerancia a la sequía y a altas temperaturas (León *et al.*, 2019), lo que lo convierte en un cultivo de interés para enfrentar los efectos provocados por el cambio climático en la producción de alimentos en el país (Cárdenas *et al.*, 2016) y como una solución práctica y económica para diseñar protocolos de desarrollo rural de los sistemas agroproductivos locales y nacionales (Vargas y Cárdenas, 2021). Su inclusión como complemento permitiría fortalecer y promover nuevos esquemas organizacionales y de comercialización que revaloricen y potencien las características productivas, sociales, económicas, culturales y ambientales en torno a su cultivo (Ospina *et al.*, 2020).

Aunque en los últimos 15 años se han evaluado por parte del Banco de Germoplasma del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT), más de 80 cultivares de garbanzo de diferentes orígenes (Shagardovsky *et al.*, 2001), los rendimientos de esta especie vegetal aún no son los esperados, a lo que se unen las condiciones actuales de producción, donde incide particularmente la degradación de los suelos, la sequía y las altas temperaturas. A partir de ello, se impone identificar variedades que muestren una buena respuesta agronómica en agroecosistemas de baja fertilidad para proponer su inserción en las campañas de siembra de dicha especie vegetal.

El objetivo de este estudio fue caracterizar la respuesta agronómica de cinco variedades de garbanzo en un agroecosistema de baja fertilidad, demostrándose que algunas de ellas alcanzan buenos rendimientos bajo estas condiciones.

## Materiales y métodos

Los experimentos se realizaron en el Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt”, INIFAT, en un suelo Ferralítico Rojo Compactado (Hernández *et al.*, 2015) caracterizado por una fertilidad baja, con bajos valores de materia orgánica (según lo establecido por la FAO, 2009), pH neutro, bajo contenido de sodio y alto de calcio, y niveles medios de fósforo y de potasio (Tabla 1).

**Tabla 1.** Propiedades químicas del suelo Ferralítico Rojo Compactado utilizado en la investigación  
*Table 1. chemical Properties of the soil Red Ferralítico Compactado used in the investigation*

Materia Orgánica (%)	pH KCL	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	K	Na	Mg	Ca
		mg kg <sup>-1</sup>		cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>			
2,07	7,45	22,95	28,81	1,34	0,040	1,30	20.33

Materia Orgánica: Walkley y Black; pH: Potenciometría; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> asimilable: extracción con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1N (Método de Oniani); cationes intercambiables por extracción con NH<sub>4</sub>Ac 1 mol L<sup>-1</sup> a pH 7 y determinación por fotometría de llama (Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup>) y por complejometría (Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup>). Fuente: elaboración propia. Organic matter: Walkley and Black; pH: Potenciometría; Assimilable P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: extraction with H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1N (Method of Oniani); interchangeable cationes for extraction with NH<sub>4</sub>Ac 1 mol L<sup>-1</sup> to pH 7 and determination for flame fotometría (Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup>) and for complejometría (Ca<sup>2+</sup> and Mg<sup>2+</sup>). Source: own elaboration.

Para la caracterización del suelo, se colectaron muestras aleatorias a una profundidad de 0-20 cm de la capa arable y se conformó una muestra compuesta. El porcentaje de materia orgánica se determinó por el método de Walkley y Black (NC 51, 1999) y el pH por el método potenciométrico con una relación suelo: solución de KCl 1:2,5 (NC ISO 10390, 1999). Para cuantificar el P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> asimilable (mg kg<sup>-1</sup>) se realizó una extracción con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 Mol L<sup>-1</sup> con una relación suelo: solución de 1:25 (NC 52, 1999) y para los cationes intercambiables (cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>) una extracción con NH<sub>4</sub>Ac 1 Mol L<sup>-1</sup> a pH 7 (NC 65, 2000). Los cationes se determinaron por complejometría (Ca y Mg) y por fotometría de llama (Na y K). El contenido de K<sub>2</sub>O (mg kg<sup>-1</sup>) se calculó a partir del K intercambiable.

Los ensayos se realizaron durante dos campañas. Se utilizaron cinco tratamientos correspondientes con igual número de variedades nacionales de garbanzo (MINAG, 2019), cuya semilla certificada procedió del Banco de Germoplasma del INIFAT (T1: variedad Nacional-6, T2: variedad Nacional-29, T3: variedad Nacional-30, T4: variedad Nacional 5-HA y T5: variedad JP-94). Las semillas, en todos los casos, se embebieron en agua durante 15 minutos y posteriormente se orearon. La siembra se realizó de forma manual y se colocaron dos semillas por nido. El ensayo contó con cuatro réplicas por tratamiento y un tamaño de parcela de 30 m<sup>2</sup>, con seis surcos de 5 m de largo por 6 m de ancho para cada tratamiento, y una distancia entre plantas de 0,20 m y de 0,70 m, entre surcos.

El cultivo se regó en el momento de la siembra y a los 25 días (etapa R1 de inicio de la floración) y 60 días después de esta (etapa R3 de formación de vainas). Las atenciones culturales fueron las recomendadas para el cultivo en las condiciones de Cuba (Shagardsky *et al.*, 2001).

A los 60 días después de la siembra se extrajeron 10 plantas por cada tratamiento, se lavaron las raíces y se separaron los nódulos para determinar su número (u) y masa seca (g) por planta, esto último después de mantener las raíces en una estufa (ED 56 AVANT-GARDE.LINE) a una temperatura de 70°C, durante 72 horas. En el momento de la cosecha, la que se realizó según el ciclo vegetativo de cada cultivar (Shagardsky *et al.*, 2001), se desecharon los bordes de cada parcela y se utilizaron 10 plantas por surco de cada variedad para determinar a cada una de ellas los siguientes indicadores: longitud de la raíz (cm), altura de la planta (cm), ancho de la copa (cm), número de ramas primarias (u), número de vainas (u), masa fresca de 100 semillas (g) y masa de los granos por planta (g). Las mediciones de la longitud de las raíces, altura y ancho de la copa de las plantas se realizaron con una regla graduada. La masa de los nódulos y de las 100 semillas se determinó con una balanza semi-analítica DS 3K0.01S (0,01 g de error). Para cuantificar el rendimiento por planta se utilizó una balanza de plataforma de precisión KERN DS (1g de error).

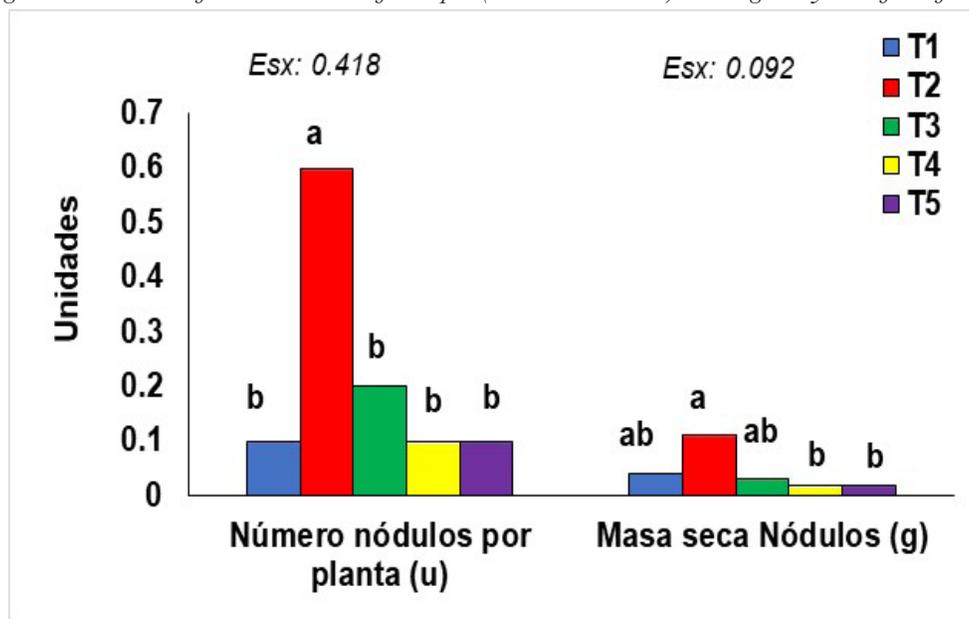
El ensayo se montó con un Diseño de Bloques al Azar, y se utilizó para el procesamiento la media de los datos de las dos campañas. Una vez obtenidos los resultados se comprobó la normalidad y homogeneidad de las varianzas (pruebas de Kolmogorov-Smirnov, Cochran C, Hartley y Bartlett) y, posteriormente, se realizó un Análisis de Varianza y se compararon las medias mediante la prueba de Rangos Múltiples de Duncan a un 5% de probabilidad de error, con el programa estadístico STATGRAPHICS *Plus* versión 5.0 (STATGRAPHICS, 2000).

## **Resultados y discusión**

Al sembrar las cinco variedades de garbanzo en un agroecosistema caracterizado por una baja fertilidad, se destacó la variedad Nacional 29 por presentar un mayor número de nódulos por plantas y peso de los nódulos, ya que superó a las restantes en ambos indicadores, mientras que las variedades Nacional-6, Nacional-30, Nacional 5-HA y JP-94 no mostraron diferencias estadísticas entre ellas (Figura 1).

**Figura 1.** Nodulación de variedades cubanas de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en un agroecosistema de baja fertilidad

Figure 1. Nodulation of Cuban varieties of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in an agroecosystem of low fertility



Letras iguales en la misma columna no difieren significativamente entre sí, según la prueba de Rangos Múltiples de Duncan,  $\alpha=0,05$ .  $n=10$ . T1: variedad Nacional-6, T2: variedad Nacional-29, T3: variedad Nacional-30, T4: variedad Nacional 5-HA, T5: variedad JP-94. Fuente: elaboración propia. Same letters in the same column don't differ significantly to each other, according to the test of Multiple Ranges of Duncan, 0,05.  $n=10$ . T1: variety National-6, T2: variety National-29, T3: variety National-30, T4: National variety 5-HAS, T5: variety JP-94. Source: own elaboration.

El hecho de que la variedad Nacional-29 superara al resto en el número de nódulos por planta y la masa seca de los nódulos puede deberse, entre otros aspectos, al suplemento de nitrógeno mediante la interacción planta-microorganismo y la fijación biológica del nitrógeno (FBN), así como al aporte de carbono desde la planta como energía para el proceso, lo que pudo contribuir a que presentara mayor rendimiento con respecto a las restantes. No obstante, se conoce que los microorganismos, y en especial los rizobios, no requieren de grandes concentraciones de nutrientes para su proliferación, ya que los mismos conjuntamente con su capacidad para obtener el nitrógeno del aire utilizan una amplia diversidad de compuestos para su multiplicación y sobrevivencia (Madigan *et al.*, 2019).

**Figura 2.** Presencia de nódulos de la variedad cubana de garbanzo Nacional-29  
*Figure 2. Presence of nodules of the Cuban variety of chickpea Nacional-29*



Fuente: Shagarodsky, 2015. Áreas agrícolas del INIFAT.  
Source: Shagarodsky, 2015. Agricultural areas of the INIFAT.

El número de nódulos fue mayor que en el resto de las variedades, lo que representa una elevada capacidad de formación de estas estructuras en esta variedad, y al mismo tiempo puede significar que la misma tiene mayor cantidad de sitios para realizar la FBN (Figura 2). No obstante, esta respuesta no es conclusiva, ya que este indicador no aporta elementos suficientes para considerar que existe un mayor aporte de N, sino que depende de su efectividad en el cultivo, de la cantidad de bacteroides instalados dentro de cada nódulo y de su eficiencia en el proceso de FBN.

Fernández (2020), manifestó que la nodulación en el garbanzo se debe a una asociación específica entre el hospedero y su microsimbionte, ya que solo se logra establecer cuando en el suelo existe el rizobio afín a la planta. Por lo tanto, la presencia de una mayor nodulación permite predecir la potencialidad de la variedad Nacional-29 en el proceso de fijación del nitrógeno (Pankievicz *et al.*, 2019) con respecto a las otras cuatro variedades en este agroecosistema con características especiales. Por su parte, la masa de los nódulos tiene una alta relación con el contenido de bacteroides y su efectividad (Argaw y Mnalku, 2017), por lo que esta misma variedad tendría un mayor número de bacteroides efectivos, lo que hace que se establezca una mejor interacción planta-microorganismo que puede contribuir a que se expresen en mayor medida los indicadores del crecimiento con respecto a las demás variedades utilizadas en el estudio, tal y como se aprecia en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Indicadores del crecimiento en variedades cubanas de garbanzo (*Cicer arietinum* L.)  
 Table 2. Chart II. Indicators of the growth in Cuban varieties of chickpea (*Cicer arietinum* L.)

Tratamientos	Variedades	Altura planta (cm)	Longitud de la raíz (cm)	Ancho copa (cm)	Número de ramas primarias (u)
T1	Nacional-6	39,77 b	4,9 b	32,6 b	2,5
T2	Nacional-29	40,57 b	6,5 a	37,0 a	2,8
T3	Nacional-30	39,9 b	5,0 b	33,5 b	2,35
T4	Nacional 5-HA	38,22 b	4,8 b	32,9 b	2,45
T5	JP-94	48,5 a	3,8 c	29,9 c	2,4
<b>Esx</b>		<b>6,088</b>	<b>1,178</b>	<b>2,715</b>	<b>0,578 ns</b>

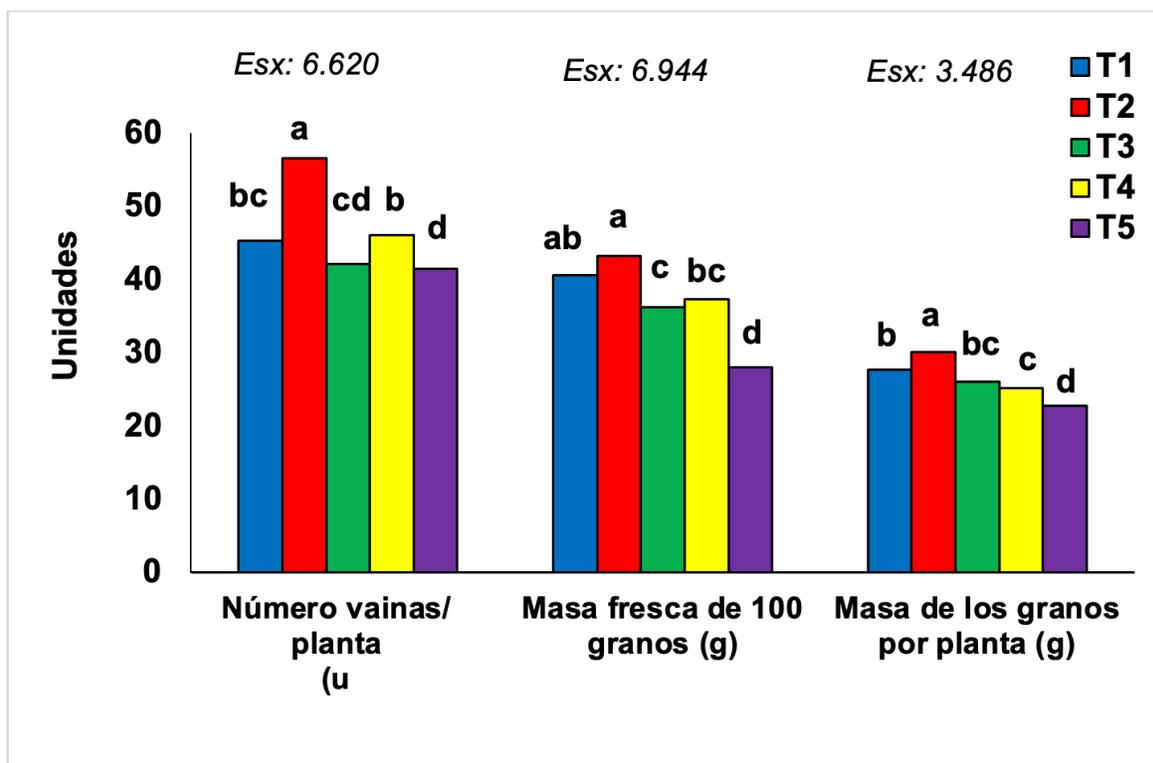
Letras iguales en la misma columna no difieren significativamente entre sí, según la prueba de Rangos Múltiples de Duncan,  $\alpha=0,05$ .  $n=10$ . Fuente: elaboración propia. Same letters in the same column don't differ significantly to each other, according to the test of Multiple Ranges of Duncan, 0,05.  $n=10$ . Source: own elaboration.

La longitud de la raíz se considera un indicador de gran importancia por influir directamente en el aprovechamiento de los nutrientes por parte de la planta al mejorar la capacidad de absorción del cultivo (Pankiewicz *et al.*, 2019); por su parte, el ancho de la copa se incluye dentro de las características que posibilitan a las plantas tolerar condiciones de estrés (Cárdenas *et al.*, 2016), por lo que su incremento podría representar una ventaja ante limitaciones abióticas, como las que se prefijaron en el ensayo (suelo con baja fertilidad y un riego limitado). Identificar variedades donde se muestren mayores valores de ambos indicadores aun cuando existan limitaciones abióticas para el desarrollo de la planta, es un resultado relevante para la extensión de este cultivo en el país, ya que incrementa la capacidad de la planta para tolerar efectos provocados por el cambio climático que conspiran con el adecuado desarrollo de los cultivos y, por ende, en sus rendimientos. Estos indicadores fueron superiores en la variedad Nacional-29 en comparación con las otras cuatro variedades, lo que la hace un material genético interesante para proponer en condiciones de producción ante condiciones limitantes.

La altura de la planta fue el único indicador donde la variedad Nacional-29 no mostró los mejores resultados. La altura se relaciona con características propias del cultivar (Cabrera, 2002). Una gran altura en el cultivo puede provocar problemas de acame en las plantas, aunque favorece el aislamiento de las vainas de la superficie del suelo, evita los daños provocados por enfermedades fungosas y facilita las actividades de mantenimiento y cosecha (Shagarodsky *et al.*, 2001). No obstante, se debe destacar que la altura de la variedad Nacional-29 en esta investigación no dificultó estas labores, ni potenció el ataque de enfermedades a las vainas, sino que le confirió a la variedad una mayor resistencia para enfrentar el embate de los vientos.

En los indicadores asociados al rendimiento (número de vainas por planta, masa de 100 semillas y rendimiento por planta) la variedad Nacional-29 también presentó los mejores resultados, con diferencias estadísticas con respecto al resto de las variedades. Valores intermedios mostraron las variedades Nacional 5-HA, Nacional-6 y Nacional-30, mientras que la JP-94 alcanzó los valores más bajos en la mayor parte de los casos (Figura 3).

**Figura 3.** Indicadores del rendimiento en variedades cubanas de garbanzo (*Cicer arietinum* L.)  
*Figure 3. Indicators of the yield in Cuban varieties of chickpea (Cicer arietinum L.)*



Letras iguales en la misma columna no difieren significativamente entre sí, según la prueba de Rangos Múltiples de Duncan,  $\alpha=0,05$ .  $n=10$ . T1: variedad Nacional-6, T2: variedad Nacional-29, T3: variedad Nacional-30, T4: variedad Nacional 5-HA, T5: variedad JP-94. Fuente: elaboración propia. Same Letters in the same column don't differ significantly to each other, according to the test of Multiple Ranges of Duncan, 0,05.  $n=10$ . T1: variety National-6, T2: variety National-29, T3: variety National-30, T4: National variety 5-HAS, T5: variety JP-94. Source: own elaboration.

Meriño *et al.* (2017) estudió las variedades Nacional-29 y Nacional 5-HA en condiciones de humedad semejantes a las impuestas en la presente investigación, aunque en distinto tipo de suelo, y demostró que es posible obtener una buena producción de vainas por planta aun con estas limitaciones. Por lo tanto, los resultados alcanzados en la presente investigación reafirman la potencialidad de la variedad Nacional-29 para ser utilizada en agroecosistemas con características especiales y lograr un buen rendimiento en esta especie vegetal.

Los valores para la masa seca de 100 semillas fueron similares a los discutidos por Meriño *et al.* (2017), donde se utilizaron las variedades Nacional-5HA y Nacional-29, mostraron una mejor respuesta en este indicador al ser sometidas a estrés hídrico, con valores que oscilaron desde 39 hasta 41,3 gramos respectivamente. En cuanto al rendimiento por planta, Delgado *et al.* (2000) en un suelo Ferralítico Cuarcítico amarillo lixiviado obtuvieron valores de  $1,9 \text{ t ha}^{-1}$  para la variedad Nacional-29, resultados muy alentadores para el desarrollo del cultivo en esta zona del país, aunque inferiores a los alcanzados en la presente investigación, aspecto dado probablemente por las condiciones agroclimáticas que se utilizaron. Sin embargo, tanto los resultados discutidos en estos estudios como los que aquí se presentan, reafirman la potencialidad de la variedad Nacional-29 para ser utilizada en Cuba en agroecosistemas con baja fertilidad y limitaciones hídricas (Figura 4).

**Figura 4.** Variedades cubanas de garbanzo en condiciones de campo  
*Figures 4. Cuban Varieties of chickpea under field conditions.*



Fuente: Shagarodsky, 2015. Áreas agrícolas del INIFAT. Source: Shagarodsky, 2015. Agricultural areas of the INIFAT.

Los valores superiores en la masa de los granos por planta, aspecto relevante para estimar el rendimiento por planta, fueron de la variedad Nacional-29, con diferencias estadísticas con respecto al resto de las estudiadas. Las variedades Nacional-30 y Nacional-6, mostraron rendimientos intermedios y los menores correspondieron a la variedad JP-94. Sin embargo, el trabajo de Meriño *et al.* (2017), alcanzaron rendimientos similares a los nuestros en condiciones tanto de riego como de secano. Por su parte, Meriño *et al.* (2017), en un suelo Pardo Mullido Carbonatado de la zona de Bayamo, plantearon que en condiciones similares a las de la presente investigación, las variedades JP-94 y Nacional-29, con limitaciones hídricas a todo lo largo del ciclo del cultivo mostraron mejores resultados que las variedades que recibieron todos los riegos establecidos, aspecto que refuerza los resultados obtenidos en este trabajo y, a su vez, permite corroborar las posibilidades de estas variedades para tolerar condiciones estresantes.

Resulta importante seleccionar variedades que expresen su potencial en condiciones adversas, al igual que la interacción de las mismas con aislados de rizobios sea efectiva. Mucho más si se conoce que solo una minoría de los microorganismos que viven en la rizosfera consiguen colonizar y establecerse en el interior del cultivo, ya que el nódulo actúa como un filtro selectivo de la microbiota y limita el nivel de asociación que tendrán con ella (Beghalem *et al.*, 2017) al igual que influye la respuesta de los genotipos en forma integrada con énfasis en la nodulación (Kumar y Sharma, 2016).

## Conclusiones

La variedad Nacional-29 de garbanzo destaca, entre las variedades Nacional-6, Nacional-30, Nacional 5-HA y JP-94, por su nodulación, crecimiento y rendimiento en un agroecosistema de baja fertilidad.

\*El presente trabajo forma parte de una tesis doctoral del primer autor, titulada “Selección de cultivares de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) y simbiontes. Propuesta de fertilización al cultivo”, la cual se encuentra respaldada y financiada por el proyecto Nacional Estudio de la diversidad de rizobios asociados a legumbres para la adaptación al cambio climático en agroecosistemas de Cuba.

## Bibliografía

- Apáez Barrio, M.; Escalante, J.A.; Apáez, P. y Álvarez, J.C. (2020). “Producción, crecimiento y calidad nutricional del garbanzo en función del nitrógeno y fósforo”. *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas* 11(6): 1273-1284. DOI <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i6.2226>
- Argaw, A. y Mnalku, A. (2017). “Symbiotic Effectiveness of *Rhizobium leguminosarum* bv. Viciae Isolated from Major Highland Pulses on Field Pea (*Pisum sativum* L.) in Soil with Abundant Rhizobial Population”. *Annals of Agrarian Science* 15(3): 410-419. DOI <https://doi.org/10.1016/j.aasci.2017.04.005>
- Beghalem, H.; Aliliche, K. y Ahmed, A. (2017). “Molecular and Phenotypic Characterization of Endophytic Bacteria Isolated from Sulla Nodules”. *Microbial Pathogenesis* 111: 252-231. DOI <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.08.049>
- Cabrera, M. (2022). “Determinación de la madurez fisiológica de los granos de garbanzo linea-24 en siembras tardías”. En *Congreso Científico del INCA. Memorias*. CDROM. Mayabeque, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 12 a 15 de noviembre de 2022: 13.
- Camargo, M.C.; Figueriredo, C. y Machado, J.C. (2019). “Review: Gastric Malignancies: Basic Aspects”. *Helicobacter* 24(1): e12642.
- Cárdenas, R.M.; de la Fé Montenegro, C.; Echevarría, A.; Ortiz, R. y Lamz, A. (2016). “Selección participativa de cultivares de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en feria de diversidad de San Antonio de los Baños, Artemisa, Cuba”. *Cultivos Tropicales* 37(2): 134-140.
- Echevarría, A.; Wong, F.J.; Borboa, J.; Rodríguez, F.; Del Toro, C.L.; García, J.L. y Rueda-Puente, E.O. (2021). “Sistemas de fertilización en garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en suelos de zonas áridas-desértica”. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 24: 1-26.
- FAO (2009). *Guía para la descripción de suelos*. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Fernández, M.V. (2020). *Factores determinantes de la nodulación*. Buenos Aires, Libro Digital.

- Fuentes Cuiñas, A.A.; Vailati, P.A. y Lazzatti, G. (2020). “Vegetarianismo y veganismo: percepciones en el consumo de bebidas de origen vegetal en el Área Metropolitana de Buenos Aires”. *Revista RIVAR* 7(21): 124-135.  
DOI <https://doi.org/10.35588/rivar.v7i21.4641>
- Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosch, D. y Castro, N. (2015). *Clasificación de los suelos de Cuba Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Instituto de Suelos*. San José de las Lajas, INCA.
- Kumar, G. y Sarma, B.K. (2016). “Eco-friendly Management of Soil-Borne Plant Pathogens through Plant Growth-Promoting Rhizobacteria”. *SATSA Mukhapatra-Annual Technical Issue* 20: 167-171.
- León de la Rocha, J.F.; Sariol, D.M. y Juárez, J.A. “Efecto de la fertilización nitrogenada y fechas de siembra en el cultivo de garbanzo (*Cicer Arietinum* L.) en Tehuacán, Puebla”. México. *Roca: Revista Científico-Educacional de la provincia Granma* 15(3): 25-34.
- MINAG (2019). *Lista Oficial de Variedades Comerciales 2019-2020*. La Habana, Dirección de Semillas y Recursos Fitogenéticos, Ministerio de la Agricultura.
- Madigan, M.T.; Martiniko, J.M. y Parker, J. (2019). *Brock Biology of Microorganisms*. 15va. edición. Nueva York, Pearson.
- Meriño, Y.; Boicet, T.; Boudet, A. y Cedeño, A. (2017). “Respuesta agronómica de dos cultivares de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) bajo diferentes condiciones de humedad del suelo en la provincia de Granma”. *Revista Centro Agrícola* 44(2): 22-28.
- NC 51 (1999). “Determinación del por ciento de material orgánica. Comité Técnico de Normalización. No. 3. Calidad del suelo. Análisis químico”. La Habana, Oficina Nacional de Normalización.
- NC 52 (1999). “Determinación de las formas móviles de fósforo y potasio. Comité Técnico de Normalización. No. 3. Calidad del suelo. Análisis químico”. La Habana, Oficina Nacional de Normalización.
- NC 65 (2000). “Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y de los cationes intercambiables del suelo. Comité de Normalización. No. 3. Calidad del suelo. Análisis químico”. La Habana, Oficina Nacional de Normalización.
- NC ISO 10390. (1999). “Determinación de pH. Comité Técnico de Normalización. No. 3. Calidad del suelo. Análisis químico”. La Habana, Oficina Nacional de Normalización.
- Ospina Parra, C.E.; Martínez Medrano, J.C.; Contreras Valencia, K. y Tautiva Merchan, L.A. (2020). “Análisis socioeconómico del cultivo de frijol en Cundinamarca (Colombia), para la identificación de un Sistema Agroalimentario Localizado (SIAL)”. *Revista RIVAR* 7(21): 13-32. DOI <https://doi.org/10.35588/rivar.v7i21.4622>
- Pankievicz, C.S.; Irving, T.; Maia, L. y Ané, J.M. (2019). “The Log Walk Towards the Development of Efficient Symbiotic Association's between Nitrogen-Fixing Bacterian and Non-leguminous Crops”. *BMC Biology* 17(1): 99.  
DOI <https://doi.org/10.1186/s12915-019-0710-0>

Shagarodsky, T.; Chiang, M.L. y López, Y. (2001). “Evaluación de cultivares de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en Cuba”. *Agronomía Mesoamericana* 12(1): 95-98.  
DOI <https://doi.org/10.15517/am.v12i1.17298>

STATGRAPHICS (2000). *Plus versión 5.0 Online Manual*. En [www.statgraphics.com](http://www.statgraphics.com) (consultado 10/08/2022).

Vargas Blandino, D. y Cárdenas, R.M. (2021). “Cultivo del garbanzo, una posible solución frente al cambio climático”. *Revista Cultivos Tropicales* 42(1): e09.