

Artículo científico**DETERMINACIÓN DE LA MADUREZ FISIOLÓGICA DE LOS GRANOS DE GARBANZO (*CICER ARIETINUM* L.) VARIEDAD 'NACIONAL-24' EN SIEMBRAS ÓPTIMA Y TARDÍA.**

Melba Cabrera Lejardi, Tomás Shagarodsky Scull y María Julia Mendoza Estévez.

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo determinar la madurez fisiológica (MF) de los granos de garbanzo 'Nacional-24' en siembras óptima y tardía. Las investigaciones se llevaron a cabo bajo condiciones de campo, en áreas del INIFAT, en dos campañas de siembra, óptima para el cultivo (15 de noviembre - 15 de diciembre) y no óptima (tardía) enero 1 y enero 2. Para determinar cuándo se alcanza la madurez fisiológica se efectuaron los muestreos con una frecuencia entre 2-6 días desde el comienzo del llenado del grano hasta que alcanzaron la madurez de cosecha, en cada uno de ellos se tomaron 20 plantas aleatoriamente. Las vainas fueron separadas de las plantas y se contaron y clasificaron de acuerdo a su color, se observó también el color del follaje, así como el peso seco de los granos. El criterio que se utilizó para determinar cuándo se alcanzó la madurez fisiológica fue cuando ocurre la máxima acumulación de materia seca del grano, lo cual permite tener una medida exacta de la duración del periodo del llenado del mismo. Los principales resultados muestran, que la Madurez Fisiológica se alcanzó entre los 107-110 días a partir de la siembra, en las fechas de siembra óptimas de noviembre y diciembre respectivamente. En la fecha tardía fue entre 64 y 70 días. Se encontró una correlación entre el peso seco de los granos y el color del follaje y las vainas. En el momento que se alcanza la MF de los granos existe muy poca o ninguna presencia de vainas verdes, esto pudiera tenerse en cuenta como indicador para definir aproximadamente en condiciones de campo el momento óptimo de cosecha. La determinación de la MF de los granos permite determinar con mayor exactitud el momento óptimo de cosecha lo que posibilita la obtención de buenos rendimientos con la calidad requerida.

Palabras clave: granos, indicador visual, peso seco, rendimiento

Determination of the physiologic maturity of the grains of chickpea (*Cicer arietinum* L.) variety 'Nacional-24' in optimal and later sowing.

ABSTRACT

The aim of this paper was to determine the grain physiologic maturity (pm) in chickpea variety 'Nacional-24' during the optimal date and later sowing. The researches were carried out under field conditions, in INIFAT areas, for two sowing season, in optimal date management for this crop (November 15 - 15 December) and not good (late) January 1 and January 2. The samplings were performed in a frequency 2-6 days from the beginning of the grain filling until the crop maturity to determining when the grains reach the

Lic. Melba Cabrera Lejardi, Investigador Auxiliar del Departamento de Agricultura Urbana y Manejo Sostenible del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT), MINAG. Calle 188 no. 38754 e/ 397 y Linderos, Santiago de las Vegas, Boyeros. La Habana, Cuba. E-mail: rhfisiología@inifat.co.cu

physiologic maturity. For each one sample 20 plants were selected aleatorily. The pods were separated from the plants for counting and classification according to their color, including the foliage, as well as the dry weight of grains, for each sample. The criterion used to determine the grain physiologic maturity (pm), was in the maximum dry matter accumulation, so it allowed having an exact gauge of the duration period in the filling process. The results showed that the grains of the variety 'Nacional-24' reached the physiologic maturity during 107-110 days after sowing, for optimal date sowing in November and December respectively, while the late date was between 64 and 70 days. Positive correlation between grain dry weight with respect to the foliage and the pop color were found. In the moment when grains reach pm value, there are very little or no presence of green husks reason why it could be kept in mind as indicator to define approximately under field conditions the adequate moment for harvest. The determination of the PM of the grains allows us to determine with more accuracy the good moment of crop what facilitates the obtaining of good yields with the required quality.

Key words: grains, visual indicator, weight dry, yield

INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de alimentos, el aumento desmedido de los precios debido a la crisis económica y a las afectaciones que están ocurriendo en la agricultura de numerosos países del mundo, ya sea por sequía, inundaciones u otros fenómenos provocados por los cambios climáticos, conlleva a la necesidad de incrementar los rendimientos de las especies vegetales y en específico de los granos (FAO, 2017).

La producción de granos juega un importante papel para suplir parte de los alimentos requeridos por el hombre y las leguminosas, entre otras especies, son reconocidas por su influencia en el balance nutricional de la dieta. El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es una de las leguminosas de mayor consumo a nivel mundial y es producida en varios países de Latinoamérica, principalmente por su adaptabilidad a una gran diversidad de climas y al poco requerimiento de agua que necesita durante su ciclo de vida. Este cultivo además posee buenas propiedades nutricionales que representan una fuente alta en proteínas, carbohidratos, grasas, minerales y vitaminas (Meriño *et al.*, 2018).

En el cultivo del garbanzo el desarrollo de los granos, se produce lentamente a los pocos días de iniciado el desarrollo de las vainas, posteriormente la tasa de crecimiento de los granos aumenta en forma significativa hasta que éstos acumulan la mayor parte de su materia seca en las siguientes tres o cuatro semanas (Apaez *et al.*, 2020). Los granos se mantienen verdes hasta poco antes de alcanzar la madurez fisiológica y de ahí en adelante va ocurriendo un cambio gradual en la coloración, hasta que logran su color definitivo cuando alcanzan entre un 35 y 40 % de humedad.

Los términos madurez fisiológica (MF) de los granos y/o momento de cosecha son usados en muchos casos como sinónimos y en cierta manera lo son, pero para establecer la cosecha de los frutos (las vainas) se debe diferenciar la madurez fisiológica de la madurez comercial. La primera es aquella que se alcanza luego que se ha completado el desarrollo de los granos (se ha producido la máxima acumulación de materia seca de los mismos), mientras que la segunda se refiere al estado requerido por el mercado, de lo que se deriva que la cosecha de las plantas se debe realizar cuando el cultivo alcanza su madurez fisiológica y se debe proceder a la trilla

de las vainas cuando se alcanza la madurez comercial (O'Connor y Cardin, 2016).

Para obtener cosechas estables, con altos rendimientos y buena calidad, se hace necesario establecer con precisión el momento óptimo de la cosecha y para determinarlo es necesario distinguir cuándo se alcanza la madurez fisiológica de los granos del garbanzo, la cual se dificulta en nuestras condiciones ambientales, que con frecuencia no se produce una maduración uniforme.

La definición de este estado tiene gran importancia, ya que da una medida exacta de la duración del periodo del llenado del mismo, lo cual tiene implicaciones prácticas en cuanto al riego y la cosecha, lo que posibilita establecer una estrategia en los años con condiciones climáticas adversas y con ello, disminuir las pérdidas postcosecha (Cabrera *et al.*, 2005).

La época de siembra es un factor que influye en la madurez fisiológica, es importante, pues de ella depende el buen desarrollo de la planta, la obtención de óptimos rendimientos, la calidad del producto, así como la posibilidad de evitar las enfermedades y plagas.

Los cultivares difieren en la tasa de desarrollo de las vainas y el tiempo de máxima acumulación de la materia seca de los granos. El ciclo de cosecha puede acortarse o alargarse si se realizan siembras tardías o muy tempranas, con respecto a la óptima. Es por esto que este trabajo tuvo como objetivo determinar la Madurez Fisiológica de los granos de garbanzo variedad 'Nacional-24' en siembras óptimas y tardías.

MATERIALES Y METODOS

Las investigaciones se llevaron a cabo bajo condiciones de campo, en el lote No 2 del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT), con garbanzo var. 'Nacional-24' de

hábito de crecimiento 3, en dos campañas de siembra, fecha no óptima (tardía) enero (1)-enero (2) y fecha óptima para el cultivo (noviembre - diciembre). En ambas siembras (óptima y tardía), las labores culturales se efectuaron según el Instructivo técnico para el cultivo (Shagarodsky *et al.*, 2005).

Para determinar cuando los granos alcanzan la madurez fisiológica se tomaron 20 plantas aleatoriamente. Los muestreos se realizaron con una frecuencia entre 2 a 6 días desde el comienzo del llenado hasta que alcanzaron la madurez fisiológica.

Las vainas fueron separadas de las plantas y se contaron y clasificaron de acuerdo al color, se observó también el color del follaje, así como el de los granos, además del número y el peso seco de los mismos, determinado en una estufa a una temperatura de 70 °C durante 72 h.

El criterio que se utilizó para determinar el momento óptimo de cosecha fue el de la madurez fisiológica del grano (mf), el cual es empleado para definir el estado de desarrollo en el cual ocurre la máxima acumulación de materia seca del grano, lo cual permite tener una medida exacta de la duración del periodo del llenado del mismo.

Se estableció una escala de colores (Cabrera *et al.*, 2005), que abarcó siete tonalidades (desde el verde oscuro hasta al color beige) para poner conocer el color que presentaba el follaje de la planta y de las vainas, para así conocer el que predominaba en el momento que ocurre la máxima acumulación de la materia seca de los granos.

En la campaña de siembra óptima se realizó un análisis de correlación entre el color del follaje y las vainas con el peso seco de los granos, con el Programa Estadístico, Statgraphics, (versión 5.2, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Madurez fisiológica de los granos en fecha óptima de siembra (15 noviembre-15 diciembre)

En la época óptima de siembra del cultivo del garbanzo var. 'Nacional- 24' (Cabrera et

al.,2005), la máxima acumulación de la materia seca de los granos se alcanzó a los 107 días después de la siembra efectuada en el mes de noviembre y a los 110 días en la de diciembre (Figura 1).

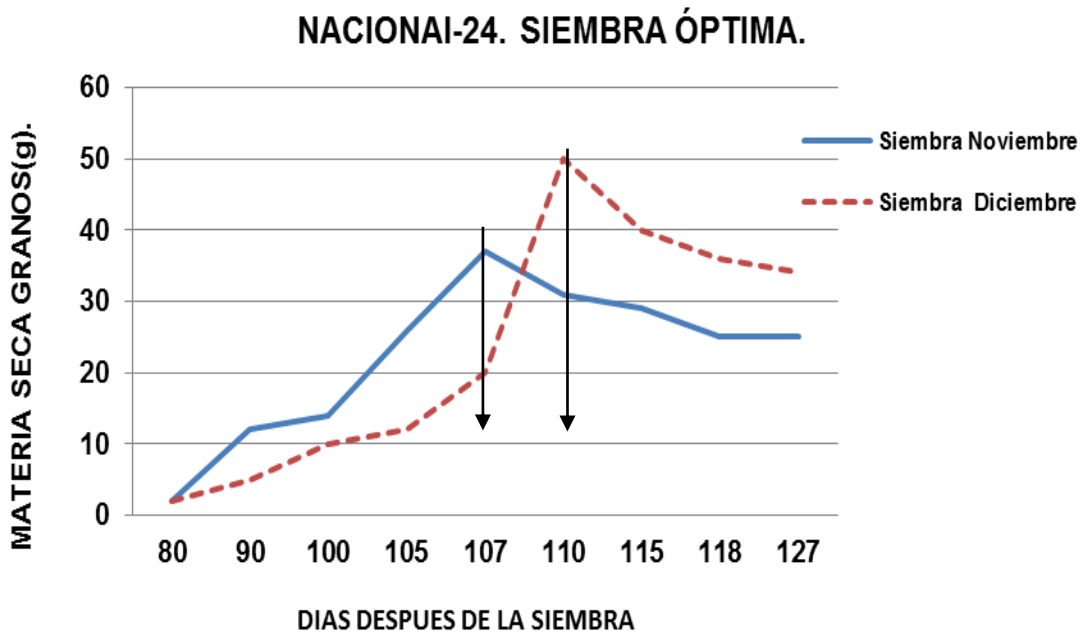


Figura 1. Madurez fisiológica de los granos de garbanzo var. 'Nacional-24' en fecha óptima de siembra.

A partir de aquí, se enmarca el momento de la madurez fisiológica de los granos, lo que permite seguir las estrategias requeridas para realizar la cosecha comercial, que es cuando la planta ya se ha secado y se puede realizar la misma, ya sea manual o mecanizada (Boto, 2018).

Cabrera (2017) en un estudio realizado con diferentes cultivares de garbanzo, consideró la madurez fisiológica de los granos contando los días desde que se realizó la siembra hasta el momento que la planta cambió a un color café o amarillo oscuro y cuando la mayoría de las vainas tuvieron un color café, momento en que se consideró que los granos de garbanzo alcanzaron su madurez fisiológica; sin embargo, no se determinó si estos habían alcanzado la máxima acumulación de la materia seca, que es

lo que indica que se completó el periodo de maduración de los mismos..

En este estudio se evidenció, que no hay que esperar a que el color del follaje y las vainas sea beige o café para decir que se alcanzó la madurez fisiológica, pues se demuestra que mucho antes de que suceda esto ya se alcanzó este momento.

Estudios realizados en Cuba por Shagarodsky et al. (2005) evidencian que el ciclo de cosecha de cultivares del garbanzo se enmarca entre los 100 y 130 días, existiendo líneas como la 'Nacional-27' con ciclo más corto (99-117 días) y otras como la 'Nacional-29' que presentan un ciclo de cosecha más prolongado (118 y 125 días). Tales consideraciones resultan válidas para el caso de siembras realizadas en la época

óptima, comprendida entre el 15 de noviembre al 15 de diciembre.

Otros autores, entre ellos De la Fe *et al.* (2011), encontraron cierta correspondencia en cuanto a la duración del ciclo de cosecha en seis líneas de garbanzo evaluadas, el cual estuvo en general entre los 100 y 115 días, con la excepción de una de ellas que mostró un ciclo de cosecha entre los 120-130 días.

Carreras *et al.* (2018) reportaron que la disminución de los rendimientos estuvo directamente relacionada con el llenado del grano, el cual pudo estar limitado por el suplemento de asimilados. Esto pone de manifiesto que es de fundamental importancia determinar cuando los granos han alcanzado la madurez fisiológica, pues certifica que se ha complementado el periodo de llenado del grano y con esto se garantizan la calidad y los rendimientos.

La época de siembra es un factor importante, pues de ella depende el buen desarrollo de la planta, la obtención de óptimos rendimientos, la

calidad del producto, así como la posibilidad de evitar las enfermedades y plagas. Los cultivares difieren en la tasa de desarrollo de las vainas y el tiempo de máxima acumulación de materia seca, por lo que el ciclo de cosecha puede acortarse o alargarse si se realizan siembras tardías o muy tempranas, con respecto a la óptima (Meriño *et al.*, 2018).

Madurez fisiológica de los granos en fecha de siembra no óptima (enero).

En estudios realizados en la siembra no óptima se encontró que la máxima acumulación de la materia seca de los granos se alcanzó a los 64 días después de la siembra en el primer año y a los 70 días en la siembra en el año siguiente (Figura 2), lo que permitió decir que los granos alcanzaron la máxima acumulación de la materia seca y no deben ocurrir incrementos posteriores. A partir de aquí se puede definir cuál será el momento óptimo para realizar la cosecha.

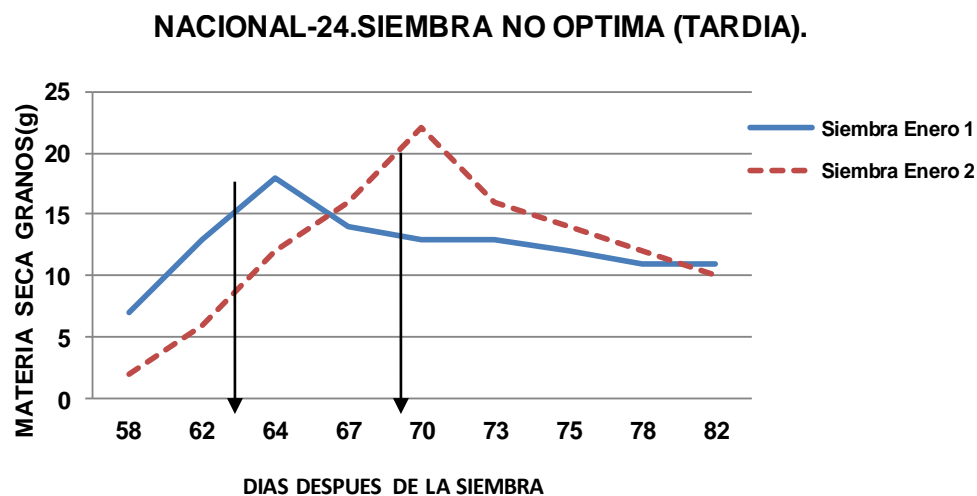


Figura 2. Madurez fisiológica de los granos de garbanzo de la variedad NACIONAL-24 en fecha de siembra no óptima (enero año 1 y año 2).

Se pone de manifiesto que para esta variedad 'Nacional-24' en siembras tardías, hubo un acortamiento del periodo del llenado del grano, que fue entre los 30-46 días, aproximadamente, respecto a las siembras realizadas en fecha óptima.

En la mayoría de las investigaciones realizadas con el cultivo del garbanzo, han tenido como criterio para definir el momento óptimo de la cosecha solo el color externo de las vainas. Cabrera (2017) definió el momento en el que el garbanzo alcanzó la madurez fisiológica contando los días a partir de la siembra hasta que la planta adquirió un color café o amarillo oscuro y la mayoría de las vainas eran de color café.

Es conveniente tener un índice visual de la madurez fisiológica de los granos, pues facilita el

trabajo en las condiciones de campo, pero no se debe tener solo en cuenta este criterio pues las condiciones climáticas pueden hacer variar este indicador.

El color de las vainas y el follaje va variando dentro de una gama de colores que va desde el verde oscuro al comienzo de los muestreos hasta el beige en el momento de la cosecha. Para la siembra en fecha óptima (noviembre y diciembre), el color del follaje y las vainas estuvo aproximadamente entre verde limón y amarillo. El análisis realizado mostró una correlación entre el color del follaje y el peso seco de los granos, con un coeficiente de determinación de $R^2 = 0,831$ (Figura 3). Se observó que existe una correlación muy significativa con 1 % de probabilidad de error, donde el 83 % de los valores de X determinan los valores de Y.

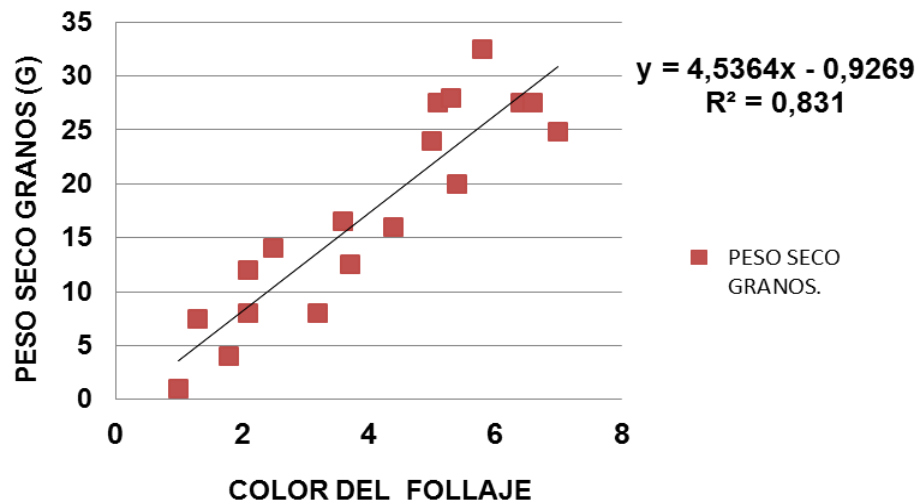


Figura 3. Correlación entre el color del follaje y el peso seco de los granos de garbanzo var. 'Nacional- 24' en fecha óptima de siembra. Nivel de significación $P < 0,01$.

En la Figura 4 se muestra la correlación existente entre el color de las vainas y el peso seco de los granos con coeficiente de determinación de $R^2 = 0,6667$.

Se muestra que también existe una correlación muy significativa con 1 % de probabilidad de

error, donde el 66 % de los valores de X determinan los valores de Y.

En las siembras tardías de enero, el color del follaje y las vainas varió entre el verde limón y el amarillo, aunque en las vainas predominaba el color amarillo más intenso. Después de

alcanzada la madurez fisiológica, el color del follaje y las vainas siguieron variando hasta alcanzar el color beige claro y después más

oscuro cuando la planta está más seca y lista para cosechar.

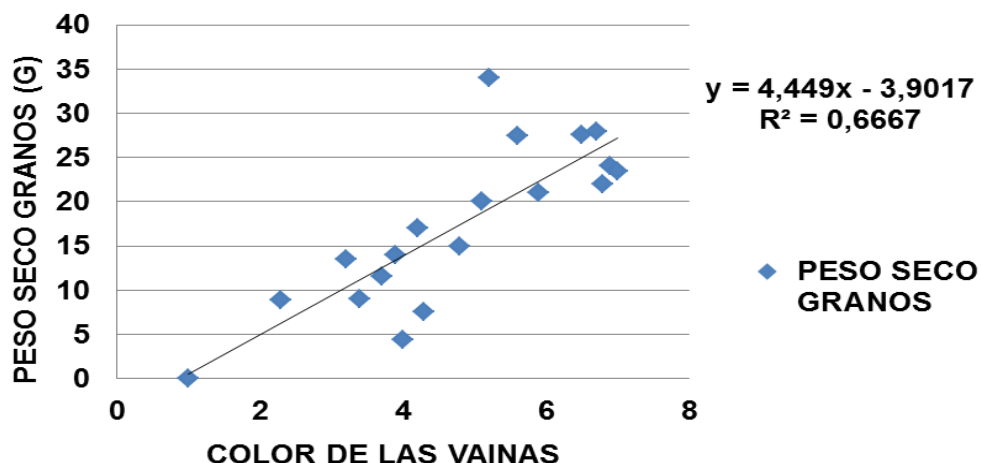


Figura 4. Correlación entre el color de las vainas y el peso seco de los granos de garbanzo var. ‘Nacional-24’ en fecha óptima de siembra. Nivel de significación $P < 0,01$.

Teniendo en cuenta la variedad (hábito de crecimiento 3) y la época de siembra (óptima, más temprana o tardía) los colores del follaje y las vainas varían y pueden proporcionar un criterio de cuando los granos están fisiológicamente en su máximo desarrollo, aspecto que pudiera contribuir a tomar

decisiones en cuanto a la aplicación del riego, el cual no sería necesario, pues no se observarían incrementos posteriores en la masa seca de los granos y a su vez permitirá el secado final de la planta para su posterior recolección, ya sea manual o mecanizada (Figura 5).



Figura 5. Campo de garbanzo apto para ser cosechado.

Otro aspecto a valorar, es que en el momento que se alcanza la madurez fisiológica de los granos existe muy poca o ninguna presencia de vainas verdes ubicadas en la parte superior de la planta, lo cual se considera un indicador para definir en condiciones de campo el momento óptimo de cosecha, siempre teniendo en cuenta el momento en que se alcanzó la misma y la fecha en que se sembró el cultivo.

CONCLUSIONES

- ✓ Los resultados muestran que la determinación de la madurez fisiológica de los granos permite determinar con mayor exactitud el momento óptimo de cosecha, lo que posibilita la obtención de buenos rendimientos con la calidad requerida y la disminución de las pérdidas postcosecha.
- ✓ La variedad 'Nacional- 24' se alcanza la madurez fisiológica en la fecha óptima de siembra de noviembre y diciembre entre los 107 y 110 días a partir de la siembra y en la tardía entre los 64 y 70 días.
- ✓ Existe una correlación positiva, entre el peso seco de los granos y el color del follaje y las vainas, así como la no presencia de vainas verdes en la planta, lo que indica que pueden utilizarse como indicadores visuales para realizar la cosecha en ambas siembras, en la óptima y la tardía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apáez, B.M.; Escalante, A.S.; Rodríguez, M.T.; Apáez, B.P. (2020). Rendimiento de garbanzo en función del tipo de suelo y niveles de nitrógeno. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(6): 295- 299. ISSN: 2007-0934.
- Boto, F.J.A. (2018). Las legumbres secas. alubias y garbanzos. *Análisis Global. Experiencias de varios años*. Bolsa de Cereales. Córdoba, 109 p. ISBN: 978-987-46403-3-8.
- Cabrera, M.; Cristóbal, R.; Shagarodsky, T. y Pérez, G. (2005). Determinación de la madurez fisiológica de los granos de garbanzo Linea-24. *Agrotecnia de Cuba*, 29(1). ISSN (versión impresa): 0568-3114. ISSN (versión digital): 2414-4673.
- Cabrera, W.E. (2017). Validación de variedades de garbanzo (*Cicer arietinum* L.). Campus de Quetzaltenango. Tesis de grado, 50 p.
- Carreras, J.; Reginatto, J.M.; Solfanelli, P. y Farias, R. (2018). La cadena de valor del garbanzo en Córdoba. *Bolsa de Cereales*. Córdoba, 104 p. ISBN: 978-987-46403-3-8.
- De la Fé, C.F.; Pérez, L.; Hernández, J. y Cárdenas, R.M. (2011). Descripción de seis nuevas líneas de garbanzos (*Cicer arietinum* L.) en fincas de productores. *Cultivos Tropicales*, 32(4): 44-48. ISSN (versión impresa): 0258-5936. ISSN (versión digital): 1819-4087.
- FAO (2017). Estudio para determinar las pérdidas en postcosecha en la cadena agroalimentaria de leguminosas. *Anuario de Producción*. Manrique Klinge, Kurt., 19-23. ISSN (versión impresa): 1564-2801. ISSN (versión digital): 0251-1541
- Meriño, Y.; Boicet, F.T. y Boudet, A. (2018). Efectividad del FitoMas-E en el cultivo del garbanzo bajo dos niveles de humedad del suelo. *Centro Agrícola*, 45(1):10-18. ISSN (versión impresa): 2072-2001. ISSN (versión digital): 0253-5785.
- O'Connor, E. y Cardin, R.B.M (2016). *Informes de cadenas de valor*, Buenos Aires. Secretaría de política económica y

planificación del desarrollo, Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas de la Nación. 25 p.

Shagarodsky, T.; Chiang, María L.; Cabrera, M.; Chaveco, O.; López, M.R.; Dibut, B.; Dueñas, M.; Vega M.; Permuy, N. y García, E. (2005). Manual de Instrucciones técnicas para el cultivo

del garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en las condiciones de Cuba. INIFAT-ETIAH-MINAG, Holguín; 23 p.

Fecha de recepción: 27 octubre 2021

Fecha de aceptación: 7 diciembre 2021

Agrotecnia de Cuba

ISSN impresa: 0568-3114

ISSN digital: 2414- 4673

<http://www.grupoagricoladecuba.gag.cu>

