

CALIDAD NUTRICIONAL Y POTENCIAL PRODUCTIVO DE GENOTIPOS DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L.) KABULI Y DESI EN AMBIENTES DE ARGENTINA

Balbo, R.^{1*}; Carreras, J.¹; Martínez, M.J.³; Karlin, M.¹; Allende, M.J.¹; Silva, M.³; Aguilar, R.³; Avendaño, M.C.²; Cuello, P.A.²; Giusto, Y.²; Inga, C.M.²; Badini, R.²; Balzarini, M.¹; Alvarez, C.³.

¹ Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Córdoba, Argentina.

² Ministerio de Ciencia y Tecnología. Provincia de Córdoba-CEPROCOR, Santa María de Punilla, Córdoba, Argentina.

³ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA EEA Manfredi, Manfredi, Córdoba, Argentina.

*E-mail: raquelbalbo@agro.unc.edu.ar

INTRODUCCIÓN

Cicer arietinum L. es una leguminosa de ciclo anual que desarrolla su fenología durante la época invernal en el hemisferio sur (Maesen, 1972). Posee una gama de beneficios nutricionales debido a su composición química que favorecen a la seguridad alimentaria y se destaca por su rol en la biodiversidad y mitigación del cambio climático (FAO, 2016). Es fuente de proteína, hidratos de carbono, fibra dietética, vitaminas y minerales; posee alta digestibilidad proteica in vitro y bajas propiedades hipoalérgicas. Debido a su alto valor nutricional, la demanda de este grano se ha incrementado en los últimos años (Jukanti et al., 2012; Kaur & Prasad, 2021). Dicha demanda se ve reflejada en el mercado internacional, el cual incentivó a incorporar al cultivo dentro del sistema productivo argentino (Garzón, 2016). La producción de garbanzo tiene un perfil exportador, situando a Argentina entre los primeros países en términos de volumen comercializado, junto con Australia y Canadá (Merga & Haji, 2019).

La producción mundial de garbanzo está dominada por el tipo Desi (alrededor del 80%), mientras que el 20% restante corresponde a Kabuli (Garzón, 2021). Argentina produce garbanzo Kabuli. La notable expansión y la aceptación a nivel mundial, impulsa la necesidad de ampliar la base genética del cultivo, sobre el fondo genético logrado en los actuales cultivares argentinos. Los cultivares comerciales han sido desarrollados por el Programa de Mejoramiento Genético de Garbanzo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba (Córdoba, Argentina) junto con el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) (Marioli et al., 2013).

La zona de producción del cultivo en Argentina (de 20° a 33° S) es semiárida a árida (Saluzo, 2016). Cuando se cultiva a campo diferentes variedades de garbanzo se expresa el fenotipo, definido por genotipo más la acción

del ambiente. La composición química del grano depende, en primera instancia del genotipo. El ambiente realiza modificaciones en las proporciones de esta composición, y los hace variar según condiciones climáticas y edáficas presentes durante el ciclo fenológico. (Berger et al., 2007). Los ensayos multi-ambientales (MET) son herramientas útiles para estudiar los efectos del genotipo, el ambiente y la interacción genotipo × ambiente sobre el rendimiento y la calidad del grano (Balzarini et al., 2005).

Los efectos del medio ambiente sobre el valor nutritivo de esta leguminosa han sido poco explorados. El mejoramiento genético del garbanzo en Argentina se centra en el rendimiento y la adaptación ambiental (variables edafoclimáticas) (Carreras et al., 2006; 2010; Pastor et al., 2022). Los beneficios nutricionales de esta legumbre lo hacen una importante fuente de alimento para millones de personas (Martínez et al., 2016).

La hipótesis de esta investigación es que las características agronómicas y la composición química-nutricional del grano de garbanzo son afectadas por los genotipos, el ambiente y su interacción en los sitios donde se desarrolla este cultivo.

Por lo tanto, los objetivos de este trabajo fueron i) evaluar las variables agronómicas de los nuevos genotipos de garbanzo y la calidad nutricional, ii) determinar el efecto de las variables ambientales, durante el ciclo del cultivo y en llenado de grano, sobre la composición química, nutricional y elemental de los genotipos de garbanzo iii) establecer la relación entre la composición de elementos minerales del grano de los genotipos y del suelo de cada localidad. Este estudio proporciona información para el cultivo de semillas de garbanzo con calidad comercial y nutricional deseada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se diseñaron ensayos multiambientales a campo utilizando 10 genotipos de garbanzo, los precomerciales LP1, LP2, J22, J77, J95 (Kabuli) y J75 (Desi), y los cultivares comerciales: Norteño, Kiara UNC-INTA y Felipe UNC-INTA del tipo Kabuli y el nuevo Desi Chañarito-UNC. Los genotipos fueron provistos por el programa de mejoramiento de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Los ensayos se sembraron en cuatro localidades del norte de Córdoba (Chañaritos (CH), Cañada de Luque (CL), Córdoba (CO) y Tuclame (TC)), y del noreste de San Luis (Candelaria (SL), Argentina, entre 30° 23'y 32° 3'S, y 63°41'y 65°45'O, durante 3 años (2017 a 2019). Se utilizaron diferentes campos cada año, generando así 15 ambientes de evaluación. Se sembró entre mayo y junio, con un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones por sitio. La unidad experimental consistió en tres surcos de 2 m de largo, con un espaciamiento de 0,52 m y una densidad de siembra de 15 plantas por m. La cosecha se realizó entre octubre y diciembre.

Para los análisis de suelo se tomaron muestras compuestas a 0-20 cm de profundidad y se analizaron pH, salinidad, materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico (Bremner, 1965). Se recolectaron datos climáticos diarios (temperatura mínima, máxima y media, radiación solar y precipitación) de estaciones meteorológicas cercanas a los ensayos. La evapotranspiración potencial se calculó mediante el método de Penman (Penman, 1948). Los estados del cultivo durante los periodos de siembra a cosecha (S-R8) y llenado de semillas (R5-R8) se calcularon utilizando la escala fenológica de Toledo (2016). Las variables climáticas se ajustaron para cada G y E en los diferentes periodos fenológicos.

En la madurez, se tomaron muestras al azar de cinco plantas individuales por parcela para determinar en laboratorio la altura de la planta (AP) (cm), altura de inserción de 1° vaina (AIV) (cm), número de semillas por planta (NP), el peso de las semillas por planta (PP) (g) y el peso de 100 semillas (P100) (g). Se cosecharon a mano todas las plantas de cada parcela de 3,12 m² (2 m de largo x 0,52 m de separación x 3 filas), con tres repeticiones de cada G y E. Las muestras se trillaron con una trilladora estática experimental. Los datos de rendimiento por parcela (g) se convirtieron a kg ha⁻¹ para rendimiento del grano.

Las determinaciones químicas de los granos se realizaron en el Laboratorio de Calidad de Granos del INTA EEA Manfredi. Se analizó la humedad según los métodos 44-17.01 (AACC, 2010). Las cenizas (contenido mineral) se determinaron siguiendo el método 08-16.01 (AACC, 2010). El contenido de aceite se extrajo utilizando un

equipo Twisselman, según lo especificado por AOCs (2017) Aj 4-89 y el porcentaje de grasa se calculó por diferencia de peso. El contenido de proteínas (N x 6,25) se determinó mediante el método Kjeldahl, por el método 46-12.01 de la AACC (AACC, 2010). Los carbohidratos totales se calcularon por diferencia. El aceite se extrajo siguiendo el método AOCs (2017). Los ésteres metílicos de ácidos grasos, se prepararon mediante el método AOCs Ce 2-66 (AOCs, 2017). Los ácidos grasos se analizaron con un cromatógrafo de gases. La determinación de tocoferoles se realizó a partir del aceite previamente extraído, siguiendo el método Ce 8-89 de la AOCs (AOCs, 2017), con cromatografía líquida de alto rendimiento.

Para la medición de elementos minerales de grano y suelo, las muestras previamente digeridas, se analizaron mediante un equipo de plasma-masa acoplado inductivamente espectrometría (ICP-MS). Se obtuvieron las concentraciones de 51 elementos en las muestras de garbanzo y de suelo. Las concentraciones de K y Na se determinaron por espectroscopia de absorción atómica de llama (FAAS).

Para el tratamiento de los datos se utilizó análisis de la varianza (ANAVA) a través de diferencias mínimas significativas (DMS) con un nivel de significancia de 0,05 y con un test a posteriori DGC (Di Rienzo et al., 2002). Con el objeto de estimar componentes de varianza se utilizó un modelo lineal mixto. Se realizó un análisis de componentes principales (ACP). Se utilizó la regresión multivariante por mínimos cuadrados parciales (PLS) (Balzarini et al., 2015) para explorar las relaciones entre las variables ambientales y la composición química del grano. Todos los análisis estadísticos se realizaron con Infostat (Di Rienzo et al., 2021) y SPSS Statistics Software Versión 25.0 (IBM, New York, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables agronómicas

Rendimiento medio obtenido para este estudio fue de 1228 kg ha⁻¹, mientras que a nivel mundial Rawal y Bansal (2019) informaron rendimientos de 957 kg ha⁻¹. En Argentina, para la misma área de cultivo bajo estudio, Britos (2022) reportó un promedio de 2170 kg ha⁻¹. Se encontraron diferencias significativas en altura de planta (AP), peso de 100 semillas (P100) y rendimiento ($p < 0,05$). El genotipo J95 fue el más alto, seguido por Ch-UNC y LP1 y LP2 (**Figura 1-a**). Kiara, Norteño y LP2 tuvieron el mayor P100 entre los tipos Kabuli. Los genotipos Ch-UNC y J95 tuvieron el menor P100 (**Figura 1-b**). El rendimiento en grano de J95 fue significativamente inferior al de los otros genotipos (**Figura 1-c**).

Además del rendimiento se busca mayor altura de la planta para una cosecha mecánica eficiente. El mayor peso de la semilla 100 sirve como indicador del tamaño del grano y es un componente de la estrategia de precios para la comercialización. Los resultados de nuestro estudio fueron similares a los obtenidos por Carreras (2013).

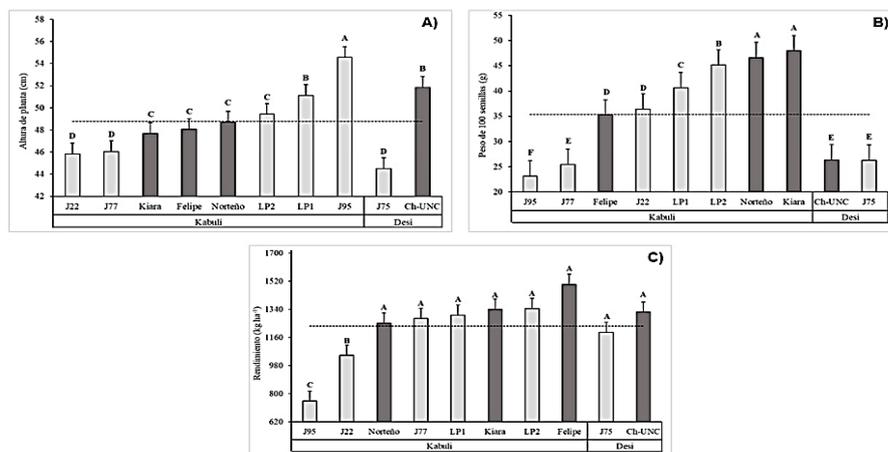


Figura 1. Variables fenotípicas agronómicas promedio de 3 años de ensayos y 5 localidades: a) altura de planta (cm), b) peso de 100 semillas (g) y c) Rendimiento (kg ha^{-1}). Letras distintas indican diferencias significativas entre genotipos ($p < 0,05$).

Al analizar las variables y los genotipos (**Figura 2-a**), Kiara, Norteño y LP2 expresan mayor P100, que se relaciona con tamaño de grano. El genotipo Felipe tiene mayor relación con peso de semilla por planta (PP), relacionada con el rendimiento. En cambio, Ch M-6 manifiesta mayor valor para las variables de altura: AP Y AIV. En la CP2 las líneas

J75 y J77 muestran mayor número de semilla por planta (NS). El análisis de las variables y localidades, TC posee relación estrecha con AP, debida a la mayor radiación solar del lugar. La localidad CH muestra mayor relación con el P100. En la CP2, SL tiene una alta relación con PP.

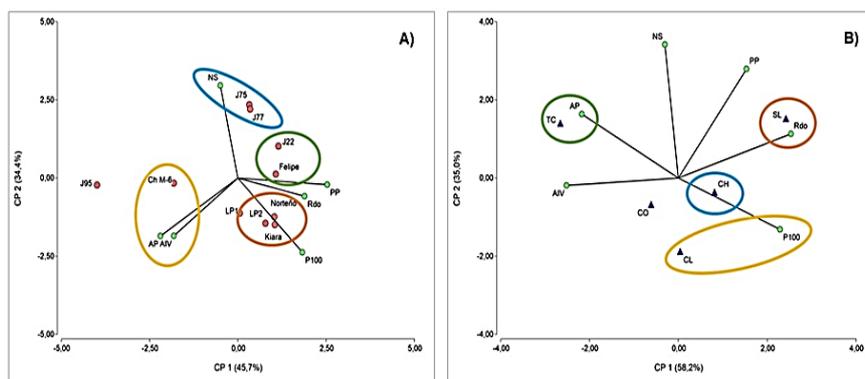


Figura 2: Análisis de componentes principales de variables agronómicas para genotipos (a) y localidades (b). Referencias: AP: altura de planta (cm), AIV: altura de inserción de primera vaina (cm), NS: número de semillas por planta, PP: peso de semillas por planta (gr), P100: peso de 100 semillas (gr), Rdo: rendimiento de parcela en kg ha^{-1} .

Calidad nutricional

Los genotipos en estudio mostraron diferencias significativas en el contenido de aceite con un CV de 12,8% indicando con este valor que la fracción oleosa es la que más varía de los componentes del grano. Para proteína existen valores de 13,9 - 27,9 %. Marioli et al. (2013) reportaron 21,5% de proteína en semillas de

garbanzo argentino. Estos resultados demuestran el alto contenido proteico y su potencial como fuente proteica vegetal de bajo costo para la población. En el caso de los carbohidratos (CHO) no presentó demasiada variabilidad entre genotipos (CV 3,9%), siendo el componente más estable. El contenido de CHO en esta investigación fue similar al notificado por De Falco et al. (2010), con una fracción de 57,0%.

Efectos del genotipo, el ambiente y su interacción en las variables fenotípicas

El análisis de componentes de la varianza mostró contribuciones estadísticamente significativas ($p < 0,05$) de los efectos G y E sobre el rendimiento y la calidad nutricional. Las variables altura de planta y rendimiento en grano se vieron afectadas por el ambiente. Además, el peso de 100 semillas depende del genotipo. Estos resultados coinciden con ALwawi et al. (2010) para el peso de 100 semillas y Desai et al. (2016) el rendimiento de grano.

El contenido de proteínas, carbohidratos y minerales tiene efecto principalmente de E, mientras que el aceite por G. Resultados similares fueron encontrados por Cobos et al. (2016) para proteína y CHO con un efecto mayor de E, y para contenido de aceite en genotipos de garbanzo.

Efecto ambiental sobre la composición química-nutricional

En la **Figura 3** se observan varias relaciones entre las variables ambientales y la definición de composición nutricional del grano. Las altas temperaturas diarias durante el período del llenado de granos tuvieron un efecto negativo sobre los carbohidratos, en concordancia con Nayyar et al. (2005). Nuestro estudio reveló que a mayor temperatura se incrementaron los contenidos de proteínas y minerales. Piper & Boote (1999) reportaron esta asociación en términos de temperatura media y proteína en soja. En nuestra investigación se encontró que la humedad relativa ambiental (%) incrementa la proteína del garbanzo.

Relación grano-suelo para la composición elemental

Respecto a la composición de macroelementos en orden decreciente, K es el de mayor concentración, seguido de P, Ca y Mg. Estos resultados son similares a los reportados por Tortuaeva et al. (2014). No se encontraron diferencias significativas entre los tipos de garbanzo kabuli y desi. El perfil elemental de los garbanzos está más influenciado por la composición elemental del suelo en la zona geográfica específica donde se cultivan. Por lo tanto, para explorar la relación entre el perfil elemental del suelo y del grano se realizó un análisis de correlación y Procrustes Generalizado (APG) para investigar más a fondo la posible correspondencia entre el garbanzo y el suelo. Los resultados revelaron un consenso entre el contenido mineral del grano de garbanzo y el suelo.

CONCLUSIONES

La caracterización agronómica y nutricional del garbanzo proporciona conocimientos útiles para los programas de

investigación destinados a trabajar en el país, posee un rol clave en la mejora genética respecto a la introducción de genotipos y adaptación de los mismos, contribuye con información valiosa para la población en general sobre la existencia de diversidad en la oferta de alimentos nutritivos; brinda datos a los productores de este cultivo, otorga mayor valor agregado a este agroalimento y consecuentemente genera la oportunidad de abrir nuevos mercados, tanto para el consumo interno como para la exportación.

AGRADECIMIENTOS

SeCyT-UNC y FCA-UNC por la beca otorgada para desarrollar esta investigación. Proyectos que subsidiaron este trabajo: Consolidar SeCyT UNC – 2018-2022, PİODO y PE Red Garbanzo 2017-2019; MinCyT Córdoba PE-E6-1132001-INTA, Desarrollo de legumbres adaptadas a los territorios y diferenciados por calidad comercial, nutrición. Proyecto estructural E7 517 INTA 2019-2022. EEA INTA Manfredi: Laboratorio de Calidad de Granos, Forrajes y Pasturas y Suelos y Aguas. CEPROCOR – MinCyT Córdoba: unidad de espectroscopía. Productores y empresas: Fernando Orecchia, Daniel Albiñana, Escuela de la Familia Agrícola Tuclame, Gastón López y Julieta Reginatto, Silvina Criado (Granaria S.A.), Tomás Pace.

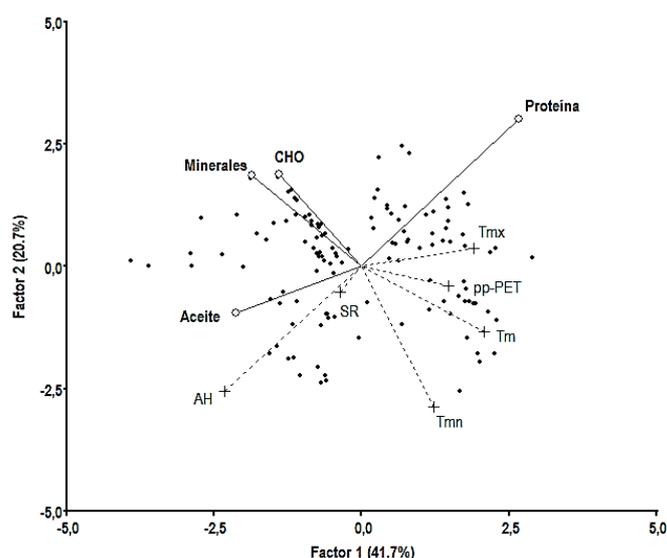


Figura 3. Representación ortogonal de las relaciones entre el clima y la composición porcentual de garbanzo durante el período de llenado de grano. (R5-R8). Variables predictoras: precipitación acumulada y evapotranspiración potencial (pp-PET), temperatura media (Tm), temperatura mínima (Tmn), temperatura máxima (Tmx), radiación solar acumulada (SR), humedad relativa ambiente (AH). Variables dependientes: contenido de aceite (%) (Aceite), contenido de proteína (%) (Proteína), contenido mineral (%) (Minerales), carbohidratos (%) (CHO).

BIBLIOGRAFÍA

- AACC International. 2010. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 11th ed. St. Paul, MN, USA.
- ALwawi, H., Moulla, M., & Choumane, W. 2010. Genotype-environment interaction and genetic parameters in chickpea (*Cicer arietinum* L.) landraces. *Journal of Agricultural Science*, 2(1), 154.
- AOCS 2017. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS, 7th Ed, 2nd Print. (Urbana Eds.) American oil Chemists society. 2710 S. Boulder Urbana, IL USA.
- Balzarini, M., Bruno C., Arroyo A. 2005. Analysis of multi-environmental agricultural trials. Examples with Info-Gen: Software for statistical analysis of genetic data. National University of Córdoba. Argentina.
- Balzarini, M., Teich, I., Bruno, C., & Peña, A. 2015. Making genetic biodiversity measurable: a review of statistical multivariate methods to study variability at gene level. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 43(1), 261-275.
- Bremner JM (1965) Inorganic forms of nitrogen. In: Black CA, Evans DD, Ensminger LE, Dinauer RC (Eds) *Methods of soil analysis, Part 2* (pp 1179–1237) American Society of Agronomy, Madison, WI, USA, Agronomy No 9.
- Britos, L. (2022). Evolution of chickpea. 17 crop seasons. CREA Norte Group - Cañada de Luque-Sitón, Córdoba, Argentina. <https://creacordobanorte.org.ar/>
- Carreras, J. 2013. Establecimiento de bases genéticas para la mejora del garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en Argentina. Doctoral Thesis UCO-España. <http://hdl.handle.net/10396>
- Carreras, J., Allende, M., Avalos, S., Ateca, N., Mazzuferi, V., García, S. and Rubbio, J. 2010 The importance of chickpea breeding programs for the local economies of semiarid Chaco of Argentina. *Proceedings of the 1st Plant Breeding Congress of Peru, Lima*, 106-108.
- Carreras, J., Allende, M., García, S., Panadero, C., Millán, T. and Gil, J. 2006. Selections of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes for direct threshing. *Proceedings of the 29th Argentine Congress of Horticulture, Catamarca*, 88.
- Cobos, M. J., Izquierdo, I., Sanz, M. A., Tomás, A., Gil, J., Flores, F., & Rubio, J. 2016. Genotype and environment effects on sensory, nutritional, and physical traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Spanish journal of agricultural research*, 14(4). <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2016144-8719>
- De Falco, E., Imperato, R., Landi, G., Nicolais, V., Piccinelli, A. L. & Rastrelli, L. 2010. Nutritional characterization of *Cicer arietinum* L. cultivars with respect to morphological and agronomic parameters. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 377-387.
- Desai, K., Tank, C. J., Gami, R. A., & Patel, A. M. (2016). GXE Interaction and stability analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, 9(4), 479-484.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. 2021 Software Statistical InfoStat. Agronomy Sciences Faculty, National University of Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations-Statistics Division (2019). <http://faostat.fao.org/>
- Garzón, J. 2016. World chickpea market. In M. Carreras, J.; Mazzuferi, V.E.; Karlin (Ed.), *Chickpea (Cicer arietinum L.) cultivation in Argentina* (pp. 321-342.), National University of Córdoba. <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/6010>
- Garzón, Juan Manuel. 2021. Estrategias privadas y públicas para el éxito en los mercados agroalimentarios modernos – El caso de la Cadena del Contenido. 1–114.
- Jukanti, A.K., Gaur, P.M., Gowda, L.L.C. & Chibbar, R. N. 2012. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): review. *British Journal of Nutrition*, 108, 11–26. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1017/S0007114512000797>
- Kaur, R., & Prasad, K. 2021. Technological, processing and nutritional aspects of chickpea (*Cicer arietinum*)-A review. *Trends in Food Science and Technology*, 109, 448–463. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.044>
- Marioli Nobile, C. G., Carreras, J., Grosso, R., Inga, M., Silva, M., Aguilar, R., Allende, M. J., Badini, R., & Martinez, M. J. 2013. Proximate composition and seed lipid components of “Kabuli”-type chickpea (*Cicer arietinum* L.) from Argentina. *Agricultural Sciences*, 04(12), 729–737. <https://doi.org/10.4236/as.2013.412099>
- Martinez, M.J, Marioli, C., Silva, M., Aguilar, R., Badini, R., Inga, M., Fili, M. & Allende, M.J. Grain quality, nutritional value and cooking options. In Carreras, J., Mazzuferi, V., Karlin, M. (Eds.) *Chickpea (Cicer arietinum L.) cultivation in Argentina*, (pp. 439-456). National University of Córdoba. <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/6010>
- Merga, B., & Haji, J. 2019. Economic importance of chickpea: Production, value, and world trade. *Cogent Food & Agriculture*, 5(1), 1615718. <https://doi.org/10.1080/23311932.2019.1615718>
- Pastor, S., Crociara, C., Valetti, L., Peña Malavera, A., Fekete, A., Allende, M. J. & Carreras, J. 2022. Screening of chickpea germplasm for Ascochyta blight resistance

- under controlled environment. *Euphytica*, 218(2), 1-11. <https://doi.org/10.1007/s10681-021-02963-0>
- Penman, H. L. 1948. Natural evaporation from open water, bare soil, and grass. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*, 193(1032), 120–145. <https://doi.org/10.1098/rspa.1948.0037>
- Piper, E. L., & Boote, K. I. 1999. Temperature and cultivar effects on soybean seed oil and protein concentrations. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76(10), 1233-1241. <https://doi.org/10.1007/s11746-999-0099-y>
- Rawal, V. & Bansal, P. 2019. Chickpea: transformation in production conditions. In Rawal, V. & Navarro, D. K. (Eds) *The Global Economy of Pulses* (pp. 21-36). Food and Agriculture Organization. Rome, Italy. <http://www.fao.org/3/i7108en/i7108EN.pdf>.
- Saluzzo, J. 2016. Chickpea cultivation and environmental factors. In Carreras, J., Mazzuferi, V., Karlin, M. (Eds.) *Chickpea (Cicer arietinum L.) cultivation in Argentina*, (pp. 77-88). National University of Córdoba. <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/6010>
- Toledo, R.E. 2016. Ecophysiology of Chickpea. In Carreras, J., Mazzuferi, V., Karlin, M. (Eds.) *Chickpea (Cicer arietinum L.) cultivation in Argentina*, (pp. 77-88). National University of Córdoba. <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/6010>
- van der Maesen L.J.G. (1972). *Cicer L., a monograph of the genus, with special reference to the chickpea (Cicer arietinum L.) its ecology and distribution*. Mendeligen Landbouwhoghe school Wageningen, pp 1-341.
- Berger, J.D.; Speijers, J.; Sapa, R.L.; Sood, U.C. 2007. *Genotype by Environment Interaction and Chickpea Improvement*. En: Yadav, S.S., Redden, B., Chen, W. and Sharma, B., Eds., *Chickpea Breeding and Management*, CAB International, Wallingford, pp. 619 – 629.
- Torutaeva, E.; Asanaliev, A.; Prieto-Linde, M. L.; Zborowska, A.; Ortiz, R.; Bryngelsson, T.; Garkava-Gustavsson, L. 2014. Evaluation of Microsatellite-Based Genetic Diversity, Protein and Mineral Content in Chickpea Accessions Grown in Kyrgyzstan. *Hereditas*, 151 (4–5), 81–90. <https://doi.org/10.1111/hrd2.00042>.