



[@producciondegarbanzo](#)

El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es una leguminosa anual, con una distribución del área sembrada en regiones tropicales y mediterráneas del mundo, y se ubica en el 3^{er} lugar de las leguminosas comestibles cultivadas en el mundo. En Argentina particularmente tiene mejor adaptación en las zonas semiáridas, donde el **ciclo** del cultivo dura aproximadamente entre **5 a 6 meses**. En las últimas campañas agrícolas el garbanzo ha adquirido relevancia en Córdoba, principalmente en los departamentos Totoral, Colón, Tulumba y Río Primero, que concentran el 95% de la producción cordobesa. Volviendo al panorama mundial, el consumo se divide en:

- Como **poroto**: En los países de tradición cristiana -demanda estacional-. Se consume generalmente en invierno y durante las celebraciones de Pascua.
- Como **harina**: En la tradición musulmana, judía e hindú, la demanda es más estable en el año, ya que forma parte de la dieta diaria de la población.

GENOTIPOS

Se reconocen dos tipos comerciales, que se diferencian fundamentalmente por la morfología de las plantas, el tamaño de la semilla, la rusticidad y el comportamiento sanitario. Los de tipo **Kabuli** tienen semillas redondeadas y de color crema, con un peso de 100 granos mayor a **25 g**, las plantas pueden lograr hasta 1 m de altura, y los tallos, hojas y flores no contienen, en ningún caso, pigmentación antocianica; mientras que los de tipo **Desi** son de forma angular y los granos pueden ser de color verde, negro, amarillo, marrón o también crema, y cuyo peso de 100 granos es **menor a 25g**, las plantas son más bajas, y en general presentan este tipo de pigmentación. En **Argentina** se siembran los de **tipo Kabuli**.

El productor argentino dispone de una oferta limitada de cultivares de **tipo Kabuli**, con más de 20 años de inscripto se posiciona **Chañaritos S-156** y con más de 15 años **Norteño**, cuya característica principal es su calibre mayor, en comparación con el anterior. En el 2013 se inscribieron dos nuevos cultivares **Kiara UNC-INTA** y **Felipe UNC-INTA**.

DESARROLLO

A medida que transcurre el ciclo se van produciendo cambios graduales en las estructuras, y el funcionamiento de los distintos órganos. Para una mejor identificación se puede establecer dos etapas durante el ciclo:

- **Etapla Vegetativa (V)** (Tabla 1): En nuestro país esta etapa transcurre lentamente desde la siembra y hasta finales del invierno, donde la planta genera el área foliar, que es la encargada de la captura de luz solar para el proceso de la fotosíntesis.

Tabla 1: Escala fenológica de las etapas vegetativas

| Estado | Descripción |
|--------|--|
| VE | Emergencia de plántulas sobre el suelo. |
| V1 | 1 ^{er} nudo -sobre el suelo- Se despliega la 1 ^{er} hoja multifoliada. |
| V2 | 2 ^{do} nudo -sobre el suelo- Se despliega la 2 ^{da} hoja multifoliada. |
| V3 | 3 ^{er} nudo -sobre el suelo- Se despliega la 3 ^{er} hoja multifoliada. |
| Vn | "n" nudos -sobre el suelo- donde se insertan "n" hojas multifoliadas. |

- **Etapas Reproductivas (R)** (Tabla 2): comienza con el inicio de la floración, entre finales del invierno y comienzo de la primavera, y finaliza cuando el cultivo alcanza la madurez fisiológica a finales de la primavera. A partir del inicio de la floración, las estructuras reproductivas -flores, vainas y granos- se producen de manera simultánea con el crecimiento vegetativo hasta el final del ciclo de la planta.

Tabla 2: Escala fenológica de estados reproductivos

| Estado | Descripción |
|--------|---|
| R1 | Se inicia la floración y se observa una flor abierta en cualquier parte de la planta. |
| R2 | Más del 50% de las flores están abiertas. |
| R3 | Inicio de formación de vainas. |
| R4 | Más del 50% de las vainas se las visualiza aplanadas y han alcanzado su tamaño máximo. |
| R5 | Se inicia la formación del grano, que comienza a ocupar el lugar que le corresponde dentro de la cavidad de la vaina. |
| R6 | Más del 50% de las vainas se redondean, los granos ocupan las cavidades correspondientes dentro de las mismas. |
| R7 | Las hojas comienzan a virar de color y el 50% de las vainas se vuelven de color amarillo. |
| R8 | El 90 % de las vainas de la planta son de color amarillo-marrón. |

La planta tiene una germinación hipogea; pasada la **1^{er} semana** desde la siembra, se observa el epicótilo que se curva entre los pecíolos de los cotiledones, los tegumentos seminales cubren las láminas cotiledonares, dejando expuestos los pecíolos y aurículas de los cotiledones. En la **2^{da} semana** aparecen las raíces laterales, y en el nudo cotiledonar se observan los pecíolos notablemente desarrollados, en cuyas axilas se distinguen yemas laterales con diferente grado de desarrollo. La segmentación caulinar de la plántula incluye un 1^{er} nudo, que corresponde a la unión del eje de las dos hojas cotiledonares opuestas y sus yemas axilares, los dos siguientes están provistos de catáfilas tridentadas, alternas dísticas con yemas en sus axilas -estado VE y V1- y el 4^{to} nudo con la primera hoja estipulada -estado V2- (Tabla 1). Las ramas laterales crecen continuamente dando la estructura a la planta adulta.

Factores que influyen en el desarrollo de la planta

Considerando una adecuada disponibilidad hídrica y nutricional, la temperatura y el fotoperiodo regulan el desarrollo del cultivo, sin embargo, de los dos, es la temperatura el principal factor ambiental que regula la duración de las etapas del cultivo.

Temperatura

A medida que aumenta la temperatura, la tasa de desarrollo (inversa de la duración de la fase en días, d^{-1}) se acelera, reduciendo la duración de las etapas. **La temperatura base (T_b) de desarrollo es de 0 °C.** La tasa de desarrollo se incrementa a partir de 0 °C llegando a una tasa máxima con temperaturas óptima (T_o) de entre **20 y 30 °C** cuando los

valores superan a T_o , la tasa de desarrollo decrece hasta una temperatura máxima (T_m) de **40 °C** (Figura 1a). La relación lineal que existe entre la tasa de desarrollo y la temperatura, en el rango comprendido entre T_b y T_o , ha dado origen al concepto de Tiempo Térmico (TT). El TT es normalmente utilizado para cuantificar la duración de una fase en un ambiente determinado, y se calcula como la suma diaria de la temperatura media del aire sobre la T_b . De esta manera, el TT necesario para alcanzar un estado fenológico es menos variable, que la duración en días de la etapa, cuando hay cambios en la temperatura media.

- **Fotoperiodo**

Los cultivares con sensibilidad fotoperiódica exhiben una respuesta de “días largos”. Esto quiere decir que la tasa de desarrollo se incrementa (se reduce la duración de la fase) cuando el fotoperiodo aumenta. Diversos autores han establecido que la tasa de desarrollo se modifica en un rango que va desde **11 - 16 hs día⁻¹**, por encima de este valor de fotoperiodo la tasa de desarrollo es máxima y la duración de la fase es la menor (Figura 1b).

*Algunos genotipos pueden presentar sensibilidad al fotoperiodo en la etapa emergencia-floración, sin embargo, la **temperatura** es el principal factor ambiental que regula la duración de las etapas del cultivo.*

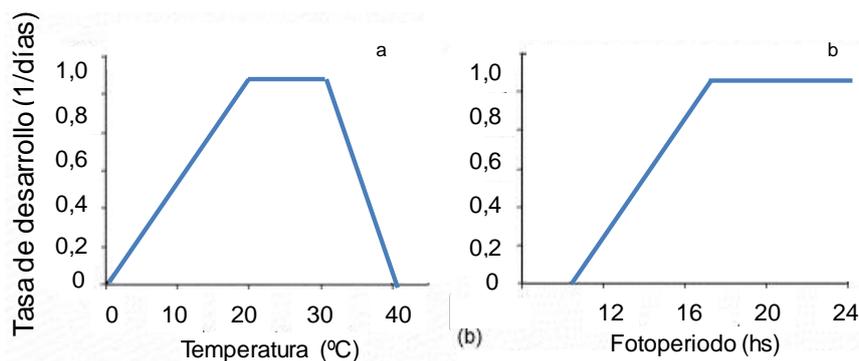


Figura 1: Efecto de la temperatura (a) y del fotoperiodo (b) sobre la tasa de desarrollo.

A modo de ejemplo en la Tabla 3 se observa, para un conjunto de variedades, la duración promedio del período siembra a emergencia, emergencia a floración y floración a madurez en una fecha de siembra típica del ambiente de estudio. Se observa un periodo prolongado para la emergencia sobre el suelo (unas dos semanas promedio), y una duración de etapa vegetativa y reproductiva similar (prácticamente 3 meses promedio)

En resumen, una siembra promedio del 13 de mayo, la emergencia sobre el suelo ocurrirá el 31 de mayo, la floración comenzará el 22 de agosto, y la madurez será el 13 de noviembre.

| Etapa | | FS 13 de mayo |
|-------|--------------------|------------------|
| S-VE | Duración (d) | 18 |
| | TT (°Cd; $T_b=0$) | 224,6 |
| | T_m (°C) | 15,0 |
| VE-R1 | Duración (d) | 83 |
| | TT (°Cd; $T_b=0$) | 960,8 |
| | T_m aire (°C) | 11,4 |
| | Fotoperiodo (hs) | 11,2 |
| R1-R8 | Duración (d) | 83 |
| | TT (°Cd; $T_b=0$) | 1422,4 |
| | T_m aire (°C) | 17,2 |
| | Fotoperiodo (hs) | 13,0 |

Tabla 3: Duración (en días y tiempo térmico, TT), temperatura media del aire (T_m aire) y fotoperiodo medio para las etapas siembra a emergencia (S-VE), emergencia a inicio de floración (VE-R1) y desde floración a madurez (R1-R8) promedio del conjunto de datos de los cultivares (Chañaritos S-156, Norteño, Kiara FCA-UNC, y Felipe FCA-UNC), sembrados en promedio el 13/05 Córdoba (31°19'LS, 64°13'LV) (Fuente: Toledo, 2018).

CRECIMIENTO

El crecimiento de un cultivo puede ser entendido como la acumulación de biomasa en el espacio y tiempo, y está directamente asociada con la cantidad de radiación solar incidente durante el ciclo (Rinc), la eficiencia con que esa radiación incidente es capturada (Eficiencia de intercepción, E_i) y la eficiencia con que la radiación interceptada es transformada en materia seca (Eficiencia de uso de la radiación, EUR). La E_i dependerá del índice de área foliar (IAF) en cada etapa del ciclo y del coeficiente de extinción del cultivo (K), mientras que La EUR está principalmente condicionada por el tipo de metabolismo de C, que en el caso de garbanzo corresponde a una especie de tipo C3. La producción de biomasa por parte de un cultivo puede entonces estimarse a partir del siguiente modelo:

$$\text{Biomasa} = \text{Rinc} \times E_i \times \text{EUR}$$

Debido a que la Rinc está regulada por la oferta del ambiente y la EUR depende de la fotosíntesis del cultivo, ambos factores relativamente poco controlables, se desprende que la cantidad de **biomasa** que un cultivo produce dependerá principalmente de la capacidad que el mismo tenga para capturar la radiación disponible. Esto se visualiza en la Figura 2 en la que se observa que la producción de biomasa sigue un patrón temporal que copia el modo en que el cultivo intercepta radiación durante su ciclo. Mientras más largo sea el tiempo en el que el cultivo es capaz de mantener un alto nivel de cobertura, mayor será la captación de radiación y por lo tanto la producción de biomasa. Es importante resaltar el largo período inicial de lento crecimiento (y por lo tanto de producción de materia seca), período que se extiende por unos 80 a 100 días hasta la aparición de las primeras flores (R1). A partir de este momento, el cultivo entra en una fase de rápido crecimiento, aspecto de gran importancia ya que esto coincide con el momento del ciclo en que comienza a crecer y desarrollarse los granos.

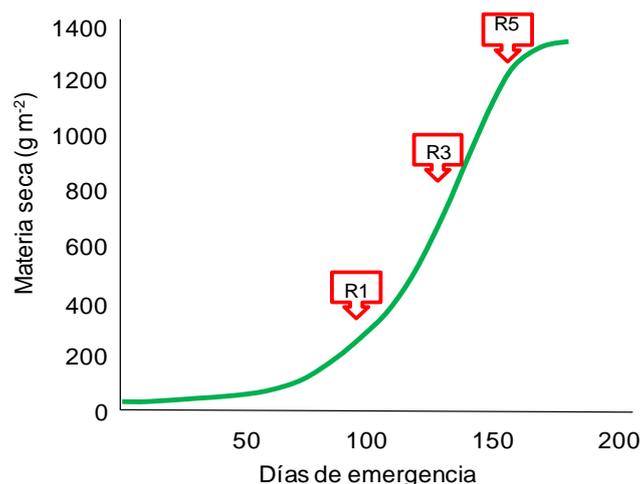


Figura 2: Materia seca en un cultivar de garbanzo conducido sin limitaciones hídricas en el norte de Córdoba. R1, R3, R5 y R8 se corresponden con los estados fenológico descritos en Tabla 2

Porte de la Planta

La planta adulta presenta una ramificación de tipo monopodial, dado que se origina de yemas axilares. Su número oscila entre 3-5 ramas principales, con ramificaciones

secundarias y terciarias que le dan un aspecto umbeliforme. Los patrones de ramificación están estrechamente relacionados con la aparición de los nudos en el tallo principal, con el TT y la humedad ambiental.

Considerando plantas en etapa vegetativa, se definen diferentes portes o hábitos de crecimiento basándose en el ángulo que forman las ramificaciones primarias con el eje vertical respecto a la línea del suelo: a) erecto (formando un ángulo entre 0-15°), b) semi-erecto (entre 15-25°), c) semi-rastrero (entre 25-60°), d) rastrero (entre 60-80°) y e) ramas apoyadas en el suelo. En nuestro país, para la inscripción de nuevos cultivares de garbanzo en el Anexo II del INASE solo se consideran cuatro tipos de porte: erecto (característico de plantas de tipo Mexicano), semierecto (de Sauco), semi-rastrero (de Chañarito S-156) y rastrero (de Criollo) (Figura 3).

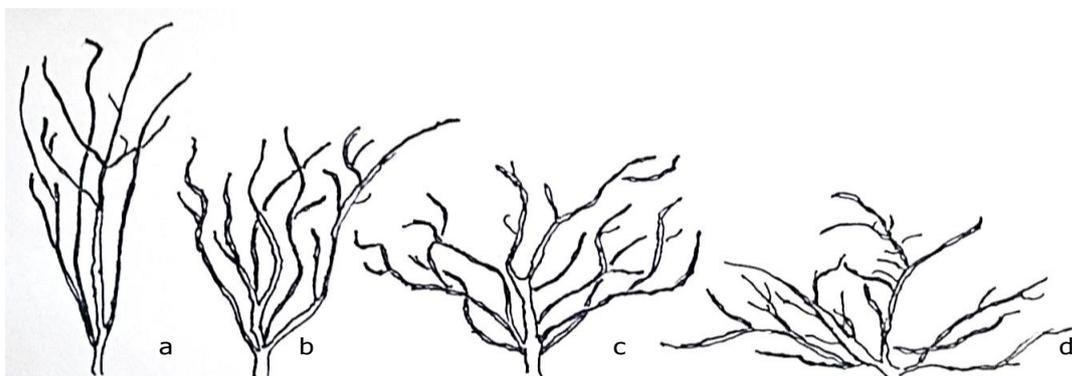


Figura 3: Esquema representando los diferentes hábitos de crecimiento a) erecto, b) semierecto, c) semirastrero y d) rastrero.

Los tipos erectos y semierectos son generalmente más altos, con menor número tallos, estructura de planta más cerrada, mayor despeje de las primeras vainas con respecto al nivel del suelo, y de buena adaptación para la corta trilla directa con cosechadoras de cereales. Es importante plantear que variedades comerciales utilizados en nuestro país, y bajo condiciones de manejo de alta densidad de plantas ha^{-1} , las que tienen un porte rastrero o semirastrero en etapa vegetativa, se presentan como semirastreros o casi semierectos a la cosecha.

Floración

Las primeras flores pueden ser imperfectas y se las denomina “pseudoflores”, abortan y no llegan a producir vainas o flores verdaderas; son pequeños botones florales que se marchitan y detienen su crecimiento en etapas tempranas del desarrollo floral. En relación a la formación de estas estructuras reproductivas, el riego durante la aparición de los capullos florales produciría mayor cantidad de flores imperfectas. En ambientes donde las temperaturas son relativamente más altas y con baja humedad, las flores falsas se desarrollan con menos frecuencia, de modo tal que la aparición de estas estructuras está relacionada a la temperatura y a la disponibilidad hídrica.

La primera flor verdadera -estado R1- se manifiesta en el tallo principal y luego continúa en las ramas secundarias y en menor medida en las terciarias. Dado el tipo de crecimiento indeterminado que presenta la especie, con el inicio de la etapa reproductiva en los ápices vegetativos de los vástagos comienzan a diferenciarse simultáneamente primordios foliares y florales. La planta produce un gran número de flores, pero el cuajado

de las mismas se reduce marcadamente, diversos autores manifiestan que el rango es de solo 20 al 50% de flores que forman vainas.

La temperatura media diaria para el aborto de las flores en la mayoría de las variedades debe ser inferior a 15°C; el aborto se produce por debajo de esta temperatura porque el polen se vuelve estéril, y las estructuras reproductivas no se desarrollan. Las flores pueden desarrollarse por debajo de esta temperatura, pero contienen polen infértil (pseudoflores). Una vez que se producen, un período de tiempo fresco puede causar aborto en grados variables. Si la floración comienza antes de que las temperaturas diarias promedio alcancen los 15°C, las flores seguirán abortando hasta que las temperaturas aumenten más allá de esta temperatura crítica. Por lo tanto, se puede mencionar que la magnitud del aborto floral depende del estado fisiológico del cultivo en el momento de la floración, las flores son las estructuras más sensibles ante un estrés hídrico, temperaturas extremas y heladas.

En la zona núcleo de cultivo en el país (Provincia de Córdoba), el adelantamiento de la fecha de siembra puede considerarse como una estrategia de manejo, para evitar los efectos negativos del estrés hídrico, sobre el número de estructuras reproductivas producidas al final de la etapa reproductiva, pero a su vez adelantar la fecha de siembra conlleva el riesgo de ocurrencia de helada en el momento de floración.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Ateca, N. y Beltramini, V. (2016) Estudio Morfológico. Capítulo 2. En: Carreras, J., V. Mazzuferi y M. Karlin. (eds). *El cultivo de garbanzo (Cicer arietinum L.) en Argentina*. Pp.: 39-56
- Carreras, J., Medina, S. Allende, M. Fekete, A. Cavallero J. y Pastrana C. 2010. Nuevos cultivares de garbanzo: Kiara INTA-UNC y Felipe INTA-UNC, tipo Kabuli. Resumen de la 3^{era} Jornada nacional de garbanzo. Recuperado de: <http://inta.gob.ar/documentos/adaptacion-del-cultivo-de-garbanzo-en-funcion-de-la-variabilidad-ambiental/>
- Cubero, J.I. (1987) Morphology of chickpea. In: The chickpea. CAB International, Wallingford, UK, pp. 35-66. Eds: Saxena, M. C.; Singh, K.B.
- Ganjeali, A., Parsa M. and Amiri deh Amadi, S. (2011) Determination of cardinal temperatures and thermal time requirement during germination and emergence of chickpea genotypes (*Cicer arietinum L.*). Iranian journal of pulses research; 2(2);97-108.
- Gordillo, E. (1991) Fases de desarrollo: Aspectos fisiológicos. En: El garbanzo. Una alternativa para el secano. Ed: Mundi-Prensa. Madrid.
- Muehlbauer, F., Short, R., Kaiser W. (1982) Description and Culture of Garbanzo Beans. Coop. Ext. Publ. EB 1112. Washington St. Univ., Pullman.
- Roberts, E. H., Hadley P. & Summerfield, R. J. (1985) Effects of temperature and photoperiod on flowering in chickpeas (*Cicer arietinum L.*). Annals of Botany, 55(6), 881-892.
- Saxena, N. P. (1984) Chickpea. In The Physiology of Tropical Field Crops. (Ed. P.R Goldsworthy and N.M. Fisher), pp. 419-452. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Singh, F. and Diwakar, B. (1995) Chickpea botany and production practices. Skill Development Series nº 16. Recuperado de: <http://oar.icrisat.org/2425/1/Chickpea-Botany-Production-Practices.pdf>
- Singh, K. B. (1997). Chickpea (*Cicer arietinum L.*). Field Crops Research, 53(1), 161-170. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429097000294>
- Singh, K. y Saxena, M. (1999) The chickpea plant. En: Coste, R. (ed.). *The tropical agriculturalist: Chickpea*. London. Pp.: 8-13.
- Toledo, R. (2016) Ecofisiología de Garbanzo. Capítulo 5. En: Carreras, J., V. Mazzuferi y M. Karlin. (eds). *El cultivo de garbanzo (Cicer arietinum L.) en Argentina*. Pp.: 89-114
- Toledo, R., Saluzzo, J., Cantarero, M. y F. Luque, S. (2018) Ecofisiología del cultivo de garbanzo. Colección Horticultura (en prensa)
- Van Der Maesen, L. (1972) *Cicer L.* a monograph of the genus, with special reference to the chickpea (*Cicer arietinum L.*), its ecology and cultivation. *Mededlingen landbouwhogeschool (Communication Agricultural University) Wageningen 72-10*. 342 p.

- Verghis, T. I., Mckenzie B. A. & Hill. G. D. (1999) Phenological development of chickpeas (*Cicer arietinum*) in Canterbury, New Zealand. *New Zealand journal of crop and horticultural science*, 27(3), 249-256. Recuperado de: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/01140671.1999.9514103>
- Wang, J., Y. Gan, T, Clarke, F. & McDonald, C. (2006) Response of chickpea yield to high temperature stress during reproductive development. *Crop Science*, 46(5), 2171-2178. Recuperado de: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/cs/abstracts/46/5/2171?access=0&view=pdf>



Algunos aportes de ecofisiología de Garbanzo (*Cicer arietinum* L.) del Ing. Agr. (Esp)

Rubén E. Toledo se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 2.5 Argentina](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/ar/)