



Guías para la regeneración de germoplasma

Garbanzo

Kenneth Street, Natalya Rukhkyan y Ali Ismail

International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Alepo, Siria



Introducción

El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es una leguminosa de climas templados, cultivada en muchas partes del mundo principalmente por pequeños agricultores para el consumo humano. Es una fuente importante de proteína en las dietas de los pobres, y es muy importante en las dietas vegetarianas. Se está usando cada vez más para reemplazar la proteína animal. El garbanzo es una planta anual de 30 a 70 cm de altura; en algunas regiones de Rusia, se cultivan tipos altos,

de más de 1.0 m. La planta tiene un sistema radicular profundo y se considera que se adapta bien en zonas secas. Las vainas miden entre 8 y 41 mm de largo y entre 6 y 15 mm de ancho. Cada vaina normalmente contiene dos semillas. El peso de 100 semillas oscila entre 7.5 y 68 g. Se reconocen dos tipos de garbanzo con base en el tamaño y la forma de la semilla: los tipos Desi que tienen semillas pequeñas, de color marrón oscuro y cutícula rugosa, y los tipos Kabuli que tienen semillas más grandes, de color blanco crema y cutícula más lisa.

El garbanzo cultivado pertenece a la familia de las Fabaceae. Es principalmente autógamo, aunque a veces los insectos facilitan la polinización cruzada (Purseglove 1968). El género *Cicer* incluye nueve especies anuales, las cuales generalmente se clasifican en tres o cuatro grupos dependiendo de la distancia genética con respecto a *C. arietinum*. El acervo genético primario de *C. arietinum* incluye: *C. echinospermum* P. H. Davis, y *C. reticulatum* Ladiz., su progenitor putativo silvestre (Ladizinsky y Adler 1976). Algunos autores también incluyen en este mismo grupo una especie silvestre, *C. anatolicum* Alef. (Choumane y Baum 2000). El segundo grupo más cercano está compuesto por *C. bijugum* Rech. f., *C. judaicum* Boiss. y *C. pinnatifidum* Jaub. & Spach (Tayyar et al. 1996). Las especies anuales de relación más distante del género *Cicer* son: *C. yamashitae* Kitam., *C. chorassanicum* (Bunge) Popov y *C. cuneatum* Hochst. ex A. Rich.

Esta guía se refiere a la regeneración del garbanzo cultivado (*C. arietinum*) cuyas poblaciones pueden incluir material para programas de mejoramiento, líneas puras o razas. Se presentan también algunos lineamientos para la regeneración de parientes silvestres del garbanzo.

Garbanzo cultivado (*Cicer arietinum*)

Selección del ambiente y la época de siembra

Condiciones climáticas

- El garbanzo es una leguminosa comestible de clima templado que se puede cultivar en diferentes climas, desde los trópicos semiáridos hasta los ambientes templados. Se considera óptimo para la regeneración un ambiente similar al del sitio donde se colectó la accesión.

Época de siembra

- Regenerar el garbanzo durante el período lluvioso; en los climas tipo Mediterráneo, este período coincide con la estación de invierno. Siembra después del primer evento de lluvias sustanciales del período y cuando existe una alta probabilidad de que continúe lloviendo
- En los ambientes donde el período lluvioso coincide con un clima cálido y húmedo, siembra después del período lluvioso cuando bajen las temperaturas y disminuya la humedad. En India esta época se presenta entre octubre y noviembre. Esto reducirá la presión de plagas y enfermedades. Los días cortos del período posterior a la época lluviosa también inducen la floración en las accesiones fotosensibles, promoviendo así la producción de semilla.

Preparación para la regeneración

Cuándo regenerar

- Cuando se tienen menos de 1000 semillas
- Cuando la germinación desciende por debajo de 75% (en el ICARDA el estándar es 90%)
- Si más del 25% de las semillas están infectadas con uno o más de los siguientes hongos: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Fusarium*, *Macrophomina*, *Penicillium*, *Phoma*, *Rhizopus* spp.
- Cuando haya una demanda de semilla alta.

Preparación de la semilla para la siembra

1. Después de recibir las accesiones del banco de germoplasma, divida la semilla de cada accesión en subgrupos de 120 semillas, cada uno de los cuales se sembrará en una hilera de 4 m de largo en una parcela de cuatro hileras
2. Prepare un paquete para cada subgrupo de semilla y rotúlelo con el número de la accesión
3. Trate la semilla con el fungicida e insecticida apropiados.
4. Coloque cada subgrupo de semilla en un paquete rotulado, coloque encima el paquete original con la etiqueta proveniente del banco de germoplasma y coloque debajo los paquetes adicionales, grapándolos todos juntos: cuatro paquetes de 120 semillas cada uno para las cuatro hileras de cada parcela

5. Terminados los pasos anteriores, las semillas están listas para la siembra.

Selección de la parcela y preparación del suelo

- Siembre en un suelo bien drenado, libre de malezas para garantizar una buena reserva de humedad en el suelo. Se recomienda regar antes de la siembra para garantizar una buena germinación
- Para obtener mejores resultados, siembre en suelos normales, con un pH de 7.5
- Are profundo para invertir el suelo y luego pase dos o tres veces el rastrillo para crear una cama nivelada para la siembra con suelo ligeramente friable

Método para la regeneración

Distribución espacial de las parcelas, y densidad y distancia de siembra

- Para las accesiones de poblaciones de materiales genéticamente diversos, como las razas, siembre 480 semillas en las cuatro hileras (120 en cada hilera de 4 m de largo)
- Para las líneas puras genéticamente fijadas, como los materiales avanzados de mejoramiento, siembre cantidades adecuadas para recuperar la cantidad de semilla requerida (por lo menos 1 kg, o entre 8000 y 12,000 semillas)
- Deje por lo menos 45 cm entre hileras para que quede un espacio adecuado que permita el cultivo entre hileras
- Deje una distancia de 90 cm de aislamiento entre parcelas.

Método de siembra

- Si se utiliza maquinaria diseñada para parcelas experimentales pequeñas, siembre directamente en un semillero nivelado a una profundidad de 5 cm
- Valiéndose de una sembradora a golpes, siembre una semilla cada 4 cm
- Asegúrese de limpiar la sembradora exhaustivamente entre accesiones para que no quede semilla residual
- Si siembra a mano, abra surcos hasta una profundidad de aproximadamente 5 cm y coloque la semilla en el surco, separada 4 cm entre sí. Cuando haya terminado, cierre los surcos.

Rotulación

- Rotule cada parcela con el número de parcela y el número que identifica la accesión en el banco de germoplasma (en el ICARDA este número va precedido por el prefijo IG) escrito en una etiqueta plástica amarrada a una estaca de unos 50 a 70 cm de largo. Use etiquetas de plástico y marcadores resistentes a la intemperie.

Manejo del cultivo

Control de malezas

- Inmediatamente después de la siembra, aplique una mezcla de herbicidas de acción preemergente que ataquen tanto las malezas de hoja ancha como las de cereales. En el ICARDA por ejemplo, se usa una mezcla de propizamida y terbutrin
- Are entre hileras dos veces durante los estados iniciales de crecimiento de la planta, utilizando un arado mecánico
- Controle malezas manualmente en los estados finales del cultivo, si se requiere

- Elimine manualmente las plantas fuera de tipo o las plantas que estén creciendo por fuera de la hilera.

Fertilización

- Aplique una dosis basal de 100 kg/ha de fosfato diamónico.

Riego

- Riegue el campo inmediatamente después de la siembra, preferiblemente con un aspersor o por goteo si se sembró en seco
- Si no llueve, riegue nuevamente 10 días después de la siembra, para garantizar un rendimiento adecuado de semilla. Las plantas no deben sufrir estrés por sequía pues esto resultaría en el aborto de flores o vainas, o impediría el llenado de las vainas
- Evite el exceso de humedad en el suelo durante el ciclo de cultivo.

Plagas y enfermedades comunes

Contacte expertos en sanidad vegetal para que identifiquen los síntomas de posibles plagas y enfermedades y recomienden las medidas de control apropiadas. Algunas plagas y enfermedades comunes en el cultivo de garbanzo son:

Insectos

- Mosca del garbanzo
- Gorgojos de la hoja (*Sitona* spp.)
- *Sitona* weevil
- Gusanos cortadores
- Áfidos
- Minadores de la hoja
- Gusanos soldado
- Barrenadores de la vaina
- Oruga Plusia
- Brúquidos

Enfermedades fúngicas

- Ascoquitosis: *Ascochyta rabiei*, *Mycosphaerella rabiei* (= *Didymella rabiei*)
- Fusariosis (pudrición negra de la raíz): *Fusarium solani*
- Pudrición de raya negra de la raíz: *Thielaviopsis basicola*
- Pudrición gris: *Botrytis cinerea*
- Oidio o mildew velloso: *Peronospora* sp.
- Pudrición o marchitamiento de la raíz: *Macrophomina phaseolina* = *Rhizoctonia bataticola*
- Fusariosis (pudrición de la raíz): *Fusarium acuminatum*, *Fusarium arthrosporioides*, *Fusarium avenaceum*, *Fusarium equiseti*, *Fusarium solani* f.sp. *eumartii* = *Fusarium eumartii*
- Marchitamiento por *Fusarium*: *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris*
- Mancha foliar por *Myrothecium*: *Myrothecium roridum*
- Mancha foliar por *Mystrosporium* leaf spot: *Mystrosporium* sp.
- Pudrición de la raíz por *Neocosmospora*: *Neocosmospora vasinfecta*
- Pudrición de la raíz por *Phytophthora* : *Phytophthora citrophthora*, *Phytophthora cryptogea*, *Phytophthora drechsleri*, *Phytophthora megasperma*

- Oidio o mildew polvoso: *Leveillula taurica*, *Oidiopsis taurica* [anamorph], *Erysiphe* sp.
- Roya: *Uromyces ciceris-arietini*, *Uromyces striatus*
- Pudrición gris de la raíz (añublo): *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotinia trifoliorum*

Enfermedades virales

- Virus del enanismo arbustivo del garbanzo (*Chickpea bushy dwarf virus*, CpBDV)
- Virus asociado a la enfermedad del enanismo del garbanzo (*Chickpea stunt disease associated virus*, CpSDaV)
- Virus del mosaico distorsionado del garbanzo (*Chickpea distortion mosaic virus*, CpDMV)
- Virus filiforme del garbanzo (*Chickpea filiform virus*, CpFV)
- Virus del mosaico de la alfalfa (*Alfalfa mosaic virus*, AMV)
- Virus del mosaico amarillo del frijol (*Bean yellow mosaic virus*, BYMV)
- Virus necrótico del amarillamiento de la lechuga (*Lettuce necrotic yellows virus*, LNYV)
- Virus del rayado de la arveja (*Pea streak virus*, PeSV)
- Virus del mosaico del pepino (*Cucumber mosaic virus*, CMV)
- Virus del enrollamiento de la hoja de frijol (arveja) (*Bean (pea) leaf roll virus*, BLRV)
- Virus del mosaico de la ampolla de la arveja (*Pea enation mosaic virus*, PEMV-2)

Nematodos, parásitos

- Nematodo reniforme: *Rotylenchulus reniformis*
- Nematodo de los quistes: *Heterodera ciceri*, *Heterodera rosii*
- Nematodo de la agalla de la raíz: *Meloidogyne arenaria*, *Meloidogyne artiellia*, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica*
- Nematodo de la lesión de la raíz (nematodo de Thorne): *Pratylenchus brachyurus*, *Pratylenchus thornei*
- Pie negro criptogámico o marras de nascencia: *Pythium debaryanum*, *Pythium irregulare*, *Pythium ultimum*

Control de plagas y enfermedades

- Coordine inspecciones al campo con patólogos y virólogos durante el ciclo de cultivo
- Asperje los productos químicos apropiados cuando sea necesario
- Asperje los productos químicos apropiados como una medida preventiva si sabe que una enfermedad en particular es un riesgo alto en el área donde va a regenerar. Por ejemplo, en el ICARDA se asperja contra la ascoquitosis cada 3 semanas durante las fases vegetativa y de floración para prevenir brotes de esta enfermedad.

Cosecha

- Coseche cuando las vainas estén secas. Esto se puede verificar agitándolas y si suenan como una maraca están secas. Las hojas más viejas se tornan amarillas y caen, indicando la madurez de la planta
- La cosecha se puede hacer manual o con maquinaria diseñada para parcelas experimentales
- Coloque la semilla en una bolsa de tela junto con la etiqueta de la parcela y fije otra etiqueta en la parte de afuera de la bolsa
- Limpie meticulosamente la cosechadora después de cosechar cada accesión.
- Si el material no se presta para la cosecha mecánica debido a su porte bajo o por

haber sufrido volcamiento, coseche las parcelas a mano y coloque las plantas inmediatamente en la cosechadora para ser trilladas

Manejo poscosecha

- Retire la basura que pueda venir con la semilla utilizando una máquina limpiadora de semilla (del tipo de zaranda mecánica) inmediatamente después de la cosecha de manera que se le haga el menor daño posible a la muestra. De lo contrario, limpie la semilla manualmente o clasifíquela con las zarandas apropiadas
- Limpie meticulosamente la limpiadora de semilla al terminar el proceso con cada accesión
- Retire manualmente cualquier basura que haya quedado después del proceso anterior
- Si detecta señales de ataque de insectos, fumigue las semillas cosechadas con el insecticida apropiado. Sin embargo, tenga en cuenta que esto no se recomienda como práctica corriente, especialmente si la semilla se va a almacenar a largo plazo
- Determine el peso total de la semilla limpia
- Determine el peso de 100 semillas
- Seque las accesiones colocándolas en un sitio con una humedad baja y a temperatura ambiente durante 3 semanas. Si usa una cámara de secado controlado de semilla, utilice una temperatura de 15°C y una humedad relativa entre el 15 y el 20%. Si no se cuenta con una cámara de secado, seque las semillas con gel de sílice u otro desecante apropiado hasta que su contenido de humedad esté por debajo del 8%
- Determine el contenido de humedad, el cual debe estar entre el 3 y el 6% para el almacenamiento
- Envíe una submuestra de cada accesión para que se le hagan las pruebas de viabilidad
- Procese el material para el almacenamiento.

Monitoreo de la identidad de la accesión

Cómo mantener la identidad correcta de las accesiones

Durante todo el proceso de regeneración, desde la preparación de la semilla hasta la poscosecha, tome precauciones para garantizar que las semillas de determinada accesión mantengan su número de identidad correcto. Rotule siempre los paquetes de semilla, las parcelas y el material cosechado, indicando el número de identidad apropiado de manera que no se corra el riesgo de mezclar las accesiones o de perder la identidad de una accesión.

Cómo mantener la integridad de la población

Cuando se conservan accesiones de poblaciones genéticamente diversas, es importante mantener una cantidad adecuada de semilla para maximizar la diversidad de la muestra (como mínimo 1000 semillas). Cuando se regeneran estas accesiones, es igualmente importante sembrar una cantidad adecuada de semilla para captar la variabilidad original de la población, evitando así la deriva genética dentro de la población (ver el capítulo 'Introducción').

Comparaciones con el pasaporte anterior o con descriptores morfológicos

Compare cada accesión con las siguientes características de pasaporte registradas previamente para esa accesión:

- hábito de crecimiento
- color de la flor

- color de la semilla
- forma de la semilla

Si tiene dudas sobre la identidad de la accesión, compárela con su respectivo espécimen en el herbario. Descarte la accesión si su identidad no es la misma de la accesión original.

Garbanzo silvestre

Siembra y condiciones de cultivo

Siembre las accesiones en macetas en condiciones de invernadero, siguiendo el procedimiento descrito a continuación (foto 2):

1. Llene pequeñas macetas (de barro o plástico, de 30 cm de diámetro y 30 cm de profundidad) con una mezcla de suelo y arena (3:1) esterilizada en autoclave
2. Escarifique la semilla haciendo un corte pequeño en la testa para mejorar la absorción de agua y la germinación (foto 3)
3. Cubra las semillas con fungicidas e insecticidas
4. Siembre por lo menos 50 semillas por accesión; siembre dos semillas en cada maceta a una profundidad de 3 a 5 cm
5. Riegue las macetas inmediatamente después de la siembra; en adelante, riegue cada 3 días, dependiendo de la tasa de evaporación
6. A partir de la floración, valide cada accesión comparando las siguientes características con las que están registradas en la base de datos:
 - Longitud del pedúnculo
 - Longitud del pedículo
 - Longitud de las aristas
 - Pubescencia de las vainas
 - Forma de la estípula
 - Forma y color de la semilla al momento de la madurez.
7. Si duda de la identidad de la accesión, revísela comparándola con su respectivo espécimen de comprobación en el herbario y descártela si no es igual a la accesión original
8. Al inicio de la madurez de la semilla, cubra cada planta con una bolsa de muselina, amarrándola en la base de la planta para prevenir la pérdida de semilla debido al desgrane (foto 4)
9. Cuando la planta haya alcanzado su madurez fisiológica, coseche la planta entera intacta sin retirar la bolsa de malla
10. Extraiga las semillas del material seco de la planta
11. Mezcle las semillas de plantas de la misma accesión
12. Pese la producción de semillas de cada accesión
13. Para cada accesión, determine el peso de 100 semillas
14. Ponga a secar las semillas durante 3 semanas en un lugar a temperatura ambiente y con poca humedad
15. Determine el contenido de humedad, que para el almacenamiento debe estar entre el 3 y el 6%
16. Envíe una submuestra de cada accesión para que le hagan las pruebas de viabilidad
17. Procese el material para el almacenamiento.

Registro de la información durante la regeneración

Colecte la siguiente información durante la regeneración y regístrela en el centro de documentación del banco de germoplasma:

- Nombre y datos georreferenciados o mapa del sitio donde se realizó la regeneración
- Nombre del científico responsable de la regeneración
- Número de referencia del campo/la parcela/el vivero/el invernadero
- Número de la accesión: identificación de la población
- Fuente de la semilla
- Referencia de multiplicaciones o regeneraciones previas
- Preparación de los materiales de siembra (tratamientos previos)
- Fecha y densidad de siembra
- Distribución espacial de las parcelas en el campo
- Detalles sobre el manejo de campo (riego; fertilización; control de malezas, plagas y enfermedades; estreses registrados; y otras prácticas)
- Condiciones ambientales del sitio de regeneración (altitud, precipitación, tipo de suelo, otras características)
- Emergencia en el campo o invernadero (número de plantas germinadas)
- Número de plantas establecidas
- Número de días desde la siembra hasta la floración
- Fecha y método de cosecha
- Número de plantas cosechadas
- Cantidad de semilla cosechada (peso aproximado)
- Evaluación agronómica; características agromorfológicas
- Identificación taxonómica
- Poscosecha (uniformidad de la maduración, susceptibilidad al volcamiento).

Referencias y lecturas adicionales

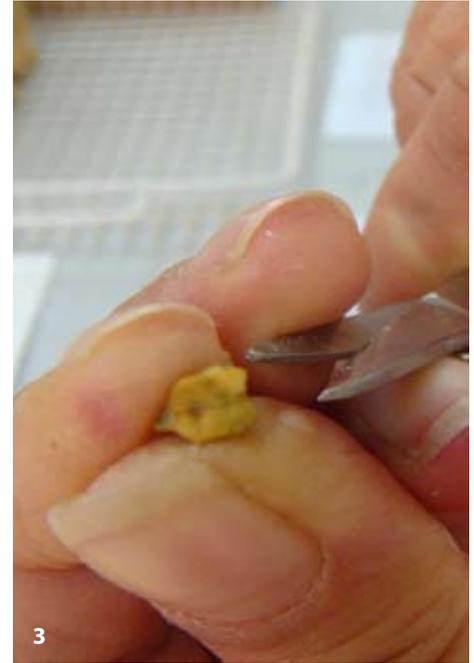
- Choumane W, Baum M. 2000. The use of RAPD markers for characterization of annual species of the genus *Cicer*. *Annals of Agricultural Science (Cairo)* Vol 2:809–820.
- Coyne CJ, Sharp-Vincent T, Cashman MJ, Watt CA, Chen W, Muehlbauer FJ, Mallikarjuna N. 2005. A method for germinating perennial *Cicer* species. *SAT eJournal* Vol 1, Issue 1. Disponible en: <http://www.icrisat.org/Journal/cropimprovement/v1i1/icpn12/v1i1amethod.pdf>. Vínculo activo el 29 de agosto de 2008.
- Ladizinsky G, Adler A. 1976. The origin of chickpea *Cicer arietinum* L. *Euphytica* 25(1):211–217.
- Purseglove 1968. *Cicer arietinum* L. In: *Tropical Crops. Dicotyledons*. Longman Group Limited, Londres. pp. 246-250.
- Tayyar R, Federici CV, Waines GJ. 1996. Natural Outcrossing In Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Crop Science* 36:203–205.
- Wellving AHA. 1984. Grain legumes. *Seed Production Handbook of Zambia*. Department of Agriculture. Lusaka. SIDA. pp. 226–254.

Reconocimientos

El contenido científico de esta guía fue revisado por S. S. Yadav, anteriormente vinculado al Indian Agricultural Research Institute, India, y N.K. Rao, International Center for Biosaline Agriculture (ICBA), Dubai, Emiratos Árabes Unidos.

Cómo citar esta publicación

Street K., Rukhkyan N. and Ismail A. 2008. Guías para la regeneración de germoplasma: garbanzo. En: Dulloo M.E., Thormann I., Jorge M.A. and Hanson J., editors. Crop specific regeneration guidelines [CD-ROM]. CGIAR System-wide Genetic Resource Programme (SGRP), Rome, Italy. 11 pp



1 Una planta de garbanzo.
ICARDA

2 Regeneración de garbanzo silvestre en invernadero. Cada maceta está rotulada con su número de identificación de la accesión.
ICARDA

3 Escarificación de semilla de garbanzo silvestre haciendo una pequeña incisión en la testa de la semilla para mejorar la absorción de agua y la germinación.
ICARDA

4 Al inicio de la maduración de la semilla, cada planta está cubierta con una bolsa de malla liviana, amarrada a la base de la planta. Una vez la planta alcanza su madurez fisiológica completa, se cosecha toda la planta, junto con la bolsa de malla.
ICARDA

