

UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA

**“RESPUESTA DEL GARBANZO (*Cicer arietinum* L.) A
PROFUNDIDADES DE COLOCACIÓN DE LAS CINTAS DE RIEGO
POR GOTEIO EN LA COSTA DE HERMOSILLO”**

TESIS

JULIETA VARGAS MUÑOZ

AGOSTO DE 2018

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA

**“RESPUESTA DEL GARBANZO (*Cicer arietinum* L.) A
PROFUNDIDADES DE COLOCACIÓN DE LAS CINTAS DE RIEGO
POR GOTEO EN LA COSTA DE HERMOSILLO”**

TESIS

JULIETA VARGAS MUÑOZ

AGOSTO DE 2018

“RESPUESTA DEL GARBANZO (*Cicer arietinum L.*) A PROFUNDIDADES DE COLOCACIÓN DE LAS CINTAS DE RIEGO POR GOTEO EN LA COSTA DE HERMOSILLO”

TESIS

Sometida a la consideración del
Departamento de Agricultura y Ganadería

De la

Universidad de Sonora

Por

Julieta Vargas Muñoz

Como requisito parcial para obtener
el título de Ingeniero Agrónomo

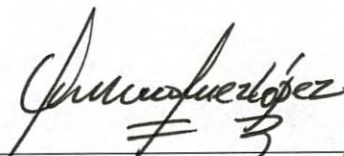
Agosto de 2018

Esta tesis fue realizada bajo la Dirección del Consejo Particular, aprobada y aceptada como requisito parcial para obtención del grado de:

INGENIERO AGRÓNOMO


CONSEJO PARTICULAR:

DIRECTOR:



DR. MARCO ANTONIO HUEZ LÓPEZ

ASESOR:



DR. JESÚS LÓPEZ ELÍAS

ASESOR:



DR. JOSÉ JIMÉNEZ LEÓN

AGRADECIMIENTOS

A Dios principalmente por darme la oportunidad de vivir y permitir disfrutar cada momento de mi vida y guiarme por el camino que ha trazado para mí.

A mis maestros José Jiménez León, Jesús López Elías y Marco Antonio Huez López por darme la gran oportunidad de ser parte de este trabajo, por confiar en mí, estar siempre pendiente y siempre mostrarse positivos.

A mis demás profesores por brindarme sus conocimientos y enseñanzas para mi formación profesional.

A los Ingenieros por darme la oportunidad de aprender de sus conocimientos en campo, y brindarme todo el apoyo.

A mis padres por darme la vida,

En especial a mi madre por ser ese pilar que me sostiene y que me guía siempre.

A Mi hermana que siempre ha estado ahí para mí en brindarme su mano, y no dejarme caer.

A mi hijo por ser el motor que me motiva a seguir adelante, en prepararme para tener un futuro mejor.

A cada persona que formó parte de mi vida, familiares, compañeros de clases, amigos, a todas las personas que estuvieron ahí para mí y que me dijeron tu puedes.

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo el amor a mi Madre, por todo el esfuerzo y sacrificio, en darme una carrera universitaria, este logro sin duda lleva gran parte de ella.

A mi Hermana, por brindarme todo su apoyo incondicional.

A mi Amado Hijo por ser mi fuente de motivación para poder superarme día con día, para luchar por un futuro mejor.

A Dios por concederme lo mejor, la vida, salud y trabajo.

CONTENIDO

	Pag.
ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS	<i>vi</i>
RESUMEN	<i>vii</i>
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	4
LITERATURA REVISADA	5
Taxonomía del garbanzo	5
Origen y distribución geográfica	5
Composición química	6
Descripción de la planta	9
Producción del cultivo de garbanzo	13
Riego en el cultivo de garbanzo	16
MATERIALES Y MÉTODOS	19
Descripción del área del estudio	19
Material vegetal	19
Instalación del sistema de riego y diseño experimental	19
Variables evaluadas	20
Germinación	20
Coeficiente de velocidad de germinación (CVG)	20
Rendimiento	20
Calibre	20
Humedad del grano	21
Contenido de proteína	21
Análisis estadístico	21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
Germinación	22
Rendimiento de grano	24
Calibre de grano	26
Humedad y Contenido de Proteína del grano	27
CONCLUSIONES	29
LITERATURA CITADA	30

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1.	Clasificación taxonómica del garbanzo <i>Cicer arietinum</i> L.	6
Cuadro 2.	Perfil nutricional de garbanzo y humus	8
Cuadro 3	Producción media anual global de cultivos de leguminosas 2004-2013	14
Cuadro 4	Área cosechada (ha), rendimiento (kg ha ⁻¹) y producción total (toneladas) de garbanzo en México durante 2014, 2015 y 2016	16
Cuadro 5.	Porcentaje de emergencia final a los 20 días y Coeficiente de Velocidad de Germinación (CVG) de semillas de garbanzo en función de la profundidad de colocación de la cinta de riego	23
Cuadro 6	Calibre, contenidos de humedad y proteína de semillas de garbanzo en función de la profundidad de colocación de la cinta de riego	27
Figura 1	Planta de garbanzo después de 30 días de sembrada	9
Figura 2	Tipos de garbanzo de acuerdo al tamaño y color del grano	11
Figura 3	Figura 3. Estado de desarrollo del garbanzo en la Fase 1 (Imagen 1) -entre siembra y emergencia- Los procesos involucrados son: imbibición, germinación, crecimiento de plántula y diferenciación de hojas	12
Figura 4	Estado de desarrollo del garbanzo en la Fase 2 (Imagen 2 y 3) -entre emergencia y floración- Los procesos involucrados son: aparición y crecimiento de raíces, hojas y tallos, diferenciación de flores	12
Figura 5	Estado de desarrollo del garbanzo en la Fase 3 (Imagen 4) -entre floración y llenado de granos- Los procesos involucrados son: aparición de flores, fecundación y fertilización de las mismas, formación de cubiertas seminales y diferenciación de embrión	13
Figura 6	Estado de desarrollo del garbanzo en la Fase 4 (Imagen 5) -entre llenado de granos y madurez- Donde se produce el crecimiento y acumulación de sustancias de reservas en los granos	13
Figura 7	Superficie y producción de garbanzo en USA y Canadá	15
Figura 8	Porcentaje de plántulas de garbanzo emergidas en función de la colocación de la cinta de riego por goteo durante un período de 12 días (Fecha de siembra: 26 de Diciembre, 2012)	23
Figura 9	Rendimiento de grano de garbanzo en un suelo franco arenoso bajo riego por goteo en tres diferentes profundidades de colocación de la cinta de riego	25

RESUMEN

El garbanzo (*Cicer arietinum* L.), leguminosa de grano seco, es uno de los cultivos más importantes del mundo. México produce garbanzos de dos tipos, el *desi* (garbanzo porquero) y el *kabuli* (garbanzo blanco). El noroeste de México, que incluye los estados de Sinaloa, Sonora y Baja California Sur, se distingue por ser el área productora de garbanzo blanco para exportación, y es la región donde se produce el grano de mejor calidad en México y en el mundo. Se realizó un experimento de campo en el noroeste de México a fin de evaluar el comportamiento del riego por goteo subsuperficial en garbanzo. El objetivo de este estudio fue examinar los efectos de la profundidad de colocación de la línea de goteros en la germinación, rendimiento y tamaño de grano. Adicionalmente, se determinó el contenido de proteína en el grano. El cultivo de garbanzo fue establecido en un suelo franco arenoso bajo riego por goteo subsuperficial con tres profundidades de colocación de la cinta de goteros como tratamientos: (i) superficial, (ii) a 0.15 m, y (iii) a 0.25 m. Dentro de cada tratamiento, se tomaron cinco muestras (repeticiones) en un diseño completamente aleatorizado. Hubo diferencias significantes en los primeros cinco días de germinación de semillas. Sin embargo, la germinación final no fue afectada por la profundidad de la cinta de goteo. Aunque la germinación de las semillas fue más rápida en los primeros cinco días con la cinta de riego superficial, el coeficiente de velocidad de germinación fue significativamente más alto conforme la colocación de la cinta fue más profunda. El rendimiento total de grano en el tratamiento 0.25 m de profundidad de la cinta de goteros fue significativamente la más grande (2435.6 kg ha⁻¹), seguido por el de 0.15 m (1702.1 kg ha⁻¹) y del superficial (872.4 kg ha⁻¹). Similarmente, de acuerdo con el tamaño de grano, cintas de riego colocadas más profundas produjeron granos de garbanzo más grandes (46.6 granos/30 g de muestra). El contenido de proteína fue más alto en granos de garbanzo producidos con cintas de goteros colocadas en la superficie del suelo.

Palabras claves: *Cicer arietinum*, riego por goteo subsuperficial, germinación, rendimiento, proteína

INTRODUCCIÓN

El garbanzo (*Cicer arietinum* L.), leguminosa de grano seco, es uno de los cultivos más importantes del mundo. A nivel mundial, en 2013 se produjeron más de 13 millones de toneladas de garbanzos, el volumen de producción más alto del período 2012-2014 (Statista, 2017). El garbanzo es una especie del grupo de las leguminosas de “invierno” y basado en la morfología de la semilla, este se divide en dos tipos: *desi* y *kabuli*. El tipo de garbanzo *desi* consiste de semillas con un interior amarillo, pero con una cubierta gruesa, arrugada y oscura de aproximadamente 6 a 7 mm de tamaño. Mientras que el tipo *kabuli* de garbanzo son más claro en color, con cubierta no rugosa y de 8 a 9 mm de tamaño. Este tipo de garbanzo es el más común encontrado en América (Rasool y col., 2015).

México produce ambos tipos de garbanzos, el *desi* (garbanzo porquero) y *kabuli* (garbanzo blanco), siendo este último exportado a países como España, Portugal, Italia, Brasil, Cuba, Venezuela y Puerto Rico (Auckland y Singh, 1997). El noroeste de México, que incluye los estados de Sinaloa, Sonora y Baja California Sur, se distingue por ser el área productora de garbanzo blanco para exportación, y es la región donde se produce el grano de mejor calidad en México y en el mundo. En promedio de los ciclos 2007 al 2013, se cosecharon con garbanzo en esta región 75320 ha, con rendimiento promedio de 1,927 kg ha⁻¹ (Ortega-Murrieta y col., 2013b). Variedades originadas en México, como la denominada Blanco Sinaloa-92, han permitido que la producción de garbanzo mexicano se exporte a más de 40 países, siendo España, Argelia e Italia los principales compradores del garbanzo sinaloense (Valenzuela-Herrera, 2014).

Debido a algunas características agronómicas ventajosas, esta leguminosa de invierno se ha convertido en pilar de la economía de esta zona, ya que combina bajo requerimiento de agua, buena adaptación al clima del desierto y buenos precios en el mercado, presentándose como una alternativa viable al cultivo del trigo (Morales-Gómez y col., 2004). Además, el garbanzo por sus propiedades nutricionales, con un contenido

(en 100 g) de 387 calorías, 22.4 g proteína, 6.7 g grasa, 57.8 g carbohidratos totales, 10.8 g fibra dietética, 2.8 g cenizas, 45 mg Ca, 318 mg P, 4.9 mg Fe, 64.0 mg Na, 0.1 mg riboflavina, 1.8 mg niacina, 0.5 mg tiamina (Duke, 1981), es un cultivo extremadamente importante en la dieta humana.

Actualmente, la escasez de agua y la sequía (déficit de agua de la planta) aumentan el riesgo la sustentabilidad de la agricultura. La sequía es el estrés abiótico más importante en la producción de garbanzo. El déficit de humedad en la etapa terminal puede reducir el rendimiento de grano de 58-96% comparado con un cultivo irrigado (Leport y col., 1999; Leport y col., 2006). El déficit de humedad o de riego ha sido ampliamente investigado como una estrategia en las regiones áridas donde el agua es el factor limitante de la producción de cultivos. Geerts y Raes (2009) definen el déficit de riego como una estrategia de optimización en la cual el riego es aplicado durante las etapas de desarrollo del cultivo sensibles a la sequía. Fuera de estos períodos, el riego es limitado o innecesario si la lluvia proporciona un abastecimiento mínimo de agua. La restricción de agua es limitada a etapas fenológicas tolerantes a la sequía, normalmente a las etapas vegetativas y al periodo final de maduración. Para el caso de garbanzo, Hirich y col. (2014) observaron que el estrés hídrico durante la etapa de desarrollo vegetativo mejoró el rendimiento y consecuentemente incrementó significativamente la productividad del agua del cultivo debido a una reducción de la cantidad de agua aplicada (16%) mientras que cuando fue aplicado en la etapa de llenado el rendimiento fue grandemente afectado. Soltani y col. (2001) encontraron que este estrés de sequía entre la floración y comienzo del desarrollo del grano redujo en 67% el rendimiento de grano.

En la región noroeste de México, se han introducido y adoptado nuevas estrategias que intentan mejorar la eficiencia en el uso de los recursos hídricos basados en la sustentabilidad y reducir riesgos para evitar el fracaso de los cultivos. El riego suplementario puede ser una de estas estrategias para mejorar la productividad de los cultivos en esta región. Sin embargo, este riego solo asegura un régimen de riego temporal o discontinuo en aquellas regiones donde la contribución natural de la lluvia o aguas

subterráneas son insuficientes para satisfacer el requerimiento total de agua de los cultivos (Caliandro y Boari, 1996).

La reconversión de los sistemas tradicionales de riego existentes a riego por goteo es una de las principales estrategias utilizada desde esa década a la fecha, como forma de ahorrar agua y aplicarla de forma eficaz (Valdéz y Durón, 2004). El riego por goteo subsuperficial tiene algunas ventajas sobre sistemas de riego tradicionales. Su principal ventaja es su potencial para mejorar el rendimiento y el uso eficiente del agua (Ayars y col., 1999). Mejoramientos del 20-30% son posible por la distribución del agua y fertilizantes directa a las raíces (Solomon, 1993) y por la reducida evaporación de la superficie del suelo (Camp, 1998). El principal parámetro de diseño en el riego por goteo subsuperficial es la profundidad de instalación de la cinta de riego. La profundidad de instalación de las cintas de riego es en función del cultivo y tipo de suelo (Lamm y col., 2003); la colocación a grandes profundidades evita el daño mecánico de ellas por las prácticas culturales y se reducen las pérdidas de humedad del suelo mientras que colocadas a poca profundidad son un factor limitante para la germinación y establecimiento del cultivo (Lamm y Camp, 2007). Generalmente las leguminosas de grano pueden extraer agua de los 0-90 cm del suelo. Sin embargo, la mayoría del agua usada por un cultivo proviene de los 0-30 cm del perfil del suelo (Silim y Saxena, 1993). Anwar y col. (2000) encontraron que el patrón de extracción del agua del suelo para garbanzo tipo Kabuli fue confinado a los 80 cm superiores del suelo y encontraron una mayor proliferación de raíces en la capa superior (0-30 cm). Fan y col. (2016) encontraron que el 95% de las raíces de la planta de garbanzo estaban entre los 64 y 85 cm.

Se ha demostrado que el riego subsuperficial ahorra agua y mejora los rendimientos eliminando la evaporación del agua superficial y reduciendo la incidencia de malezas y enfermedades. El agua es aplicada directamente a la zona radicular del cultivo y no en la superficie del suelo donde muchas semillas de malezas germinan después del cultivo. Sin embargo, el uso del riego por goteo subsuperficial no proporciona condiciones de humedad del suelo adecuadas para la germinación de semillas (Payero y col., 2013).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

El presente trabajo tuvo como objetivo general determinar si la profundidad de colocación de la cinta de riego afecta la productividad del cultivo de garbanzo en la Costa de Hermosillo, México.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos se evaluaron el efecto de la profundidad de colocación de la cinta de riego por goteo en (1) la emergencia de la semilla, (2) el rendimiento y calidad de grano y (3) el contenido de humedad y proteína en el grano.

LITERATURA REVISADA

Se conoce como garbanzo (chickpea en inglés) a las semillas secas (< 14% de humedad) procedentes de plantas de la especie *Cicer arietinum* L. El garbanzo y todas las variedades de frijoles, habichuelas, guisantes y lentejas son cosechadas por su grano seco y son reconocidas por su alto valor nutritivo, importante fuentes de proteínas y aminoácidos, y su importancia en la diversificación y complementación de otros en la canasta básica de los alimentos (ICRISAT, 2016). Además, son altamente eficientes en el uso del agua, mejoran la fertilidad del suelo y contribuyen positivamente en reducir la liberación de gases de efecto invernadero.

De acuerdo con la FAO (2015), estas leguminosas son esenciales por varias razones: contienen un alto contenido de proteínas y nutrientes; bajas en grasas y ricas en fibra soluble, lo cual pueden bajar el colesterol y ayudar en el control del azúcar en la sangre, y; son recomendadas por muchas organizaciones de la salud en el manejo de enfermedades como la diabetes y del corazón. También ayudan a combatir la obesidad.

Taxonomía del garbanzo

Inicialmente, el garbanzo fue parte de la tribu *Viciae* pero debido a sus caracteres distintivos, fue después incluido en la nueva tribu mono genérica *Cicereae* (Kupicha, 1977). De acuerdo con el Servicio de Conservación de Recursos Naturales del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (<http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=CIAR5>), el Cuadro 1 presenta la clasificación taxonómica detallada del garbanzo.

Origen y distribución geográfica

El garbanzo es uno de los cultivos de leguminosas de grano más antiguamente producidos en el viejo mundo, como Siria y Turquía. Mientras que Ladizinski (1975)

reporta que el origen es el sureste de Turquía, Van der Maesen (1987) reconoce al sureste de Turquía colindante con Siria como el posible centro de origen del garbanzo.

Este cultivo se extendió hacia el oeste y al sur a través de la Ruta de la Seda con la migración humana (Singh y col., 1997). El Mediterráneo, Asia central, el Medio Oriente y la India han identificado como los cuatro centros de diversidad, mientras un centro de origen secundario ha sido reportado en Etiopia (Vavilov, 1951). Fue traído al Nuevo Mundo y ahora es un importante cultivo en México, Argentina, Chile, Perú, Canadá, USA y Australia (Duke, 1981).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del garbanzo *Cicer arietinum* L.

Rango	Nombre Científico y Nombre Común
Reino	Plantae – Plantas
Subreino	Tracheobionta – Plantas vasculares
Superdivisión	Spermatophyta – Plantas con semillas
División	Magnoliophyta – Plantas con flores
Clase	Magnoliopsida – Dicotiledóneas
Subclase	Rosidae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae / Leguminosae – Familia de los chicharos
Género	<i>Cicer</i> L. – cicer
Especie	<i>Cicer arietinum</i> L. – garbanzo

Composición química

El garbanzo es una leguminosa de grano sembrada principalmente en áreas con clima templado y semiárido. Es caracterizado por un alto contenido de proteína, grasa, vitaminas, fibra y un contenido de carbohidratos más bajo que la harina de trigo (Rachwat y col., 2013). Globalmente, el garbanzo es mayormente consumido como grano en diferentes formas y preparaciones de acuerdo con factores étnicos y regionales. En México, las formas en que se consume el garbanzo son en fresco, frito con chile como aperitivo o secado al sol. Para alimentos tradicionales se utiliza en sopas, cremas, harina para la preparación de atole y mondongo (Utrilla-Coello y col., 2007). El incremento en la alimentación con garbanzo ha sido motivado por el consumo de humus, alimento cuyo origen es el Medio Oriente y que se ha vuelto popular en otras áreas del mundo. El humus es una salsa (dip) o pasta unttable hecha de garbanzo cocido y molido mezclada con pasta

de ajonjolí, aceite de olivo, jugo de limón y especias (Bradford, 2016). Mientras que el garbanzo (seco o cocido) y el humus comparten un perfil de nutrientes similar, de acuerdo con el Cuadro 2, estos no son nutricionalmente equivalentes (Wallace y col., 2016).

Cuadro 2. Perfil nutricional de garbanzo y humus

Nutriente	Unidad	Valor diario ^b	Valor por 100 g ^a		
			Garbanzo, seco (16056) ^c	Garbanzo, Cocido (16057) ^c	Humus (16158) ^c
Macronutrientes					
Energía	Kcal	2000	378	164	166
Proteína	G	50	20.47	8.86	7.9
Grasa	G	78	6.04	2.59	9.6
Carbohidratos	G	275	62.95	27.42	14.29
Fibra	G	28	12.2	7.6	6
Azúcar	G		10.7	4.8	NR
Minerales					
Calcio	Mg	1300	57	49	38
Hierro	Mg	18	4.31	2.89	2.44
Magnesio	Mg	0	79	48	71
Fosforo	Mg	1000	252	168	176
Potasio	Mg	4700	718	291	228
Sodio	Mg	2300	24	7	379
Zinc	Mg	15	2.76	1.53	1.83
Cobre	Mg	2	0.656	0.352	0.527
Manganeso	Mg	2	21.306	1.03	0.773
Selenio		70	0	3.7	2.6
Vitaminas					
Vitamina C	Mg	60	4	1.3	0
Tiamina	Mg	1.5	0.477	1.116	0.18
Riboflavina	Mg	1.7	1.212	0.063	0.064
Niacina	Mg	20	1.541	0.526	0.582
Acido pantoténico	Mg	10	1.588	0.286	0.132
Vitamina B6	Mg	2	1.535	0.139	0.2
Folato	µg	400	557	172	83
Colina	Mg	550	99.3	42.8	NR
Vitamina B12	µg	6	0	0	0
Vitamina A	IU	5000	67	27	30
Vitamina D	µg	20	0	0	0
Vitamina K	µg	80	9	4	NR
Vitamina E	Mg	30	0.82	0.35	NR
Lípidos					
Saturados	G	20	0.603	0.269	1.437
Monoinsaturados	G	ND	1.377	0.583	4.039
Poliinsaturados	G	ND	2.731	1.156	3.613

^aDatos obtenidos de USDA National Nutrient for Standard Reference; ^bBasado en un consumo calórico de 2000 kcal, para adultos y niños mayores de cuatro años; Número de nutriente de la base de datos (NND No.) en la USDA Food Composition Databases (<https://nbd.nal.usda.gov/ndb/>). NR= no reportado; ND= no datos

Descripción de la planta

La planta de garbanzo es una hierba anual, alcanzando una altura de no más de un metro y dependiendo del ángulo de las ramas y de la superficie del suelo, la planta adopta hábitos de crecimiento (porte) ya sea erecta, semi-erecta, extenso o semi-extenso y rastreras (postradas). La ramificación comienza desde la base a nivel del suelo dando a la planta una apariencia de arbusto frondoso (Figura 1.)

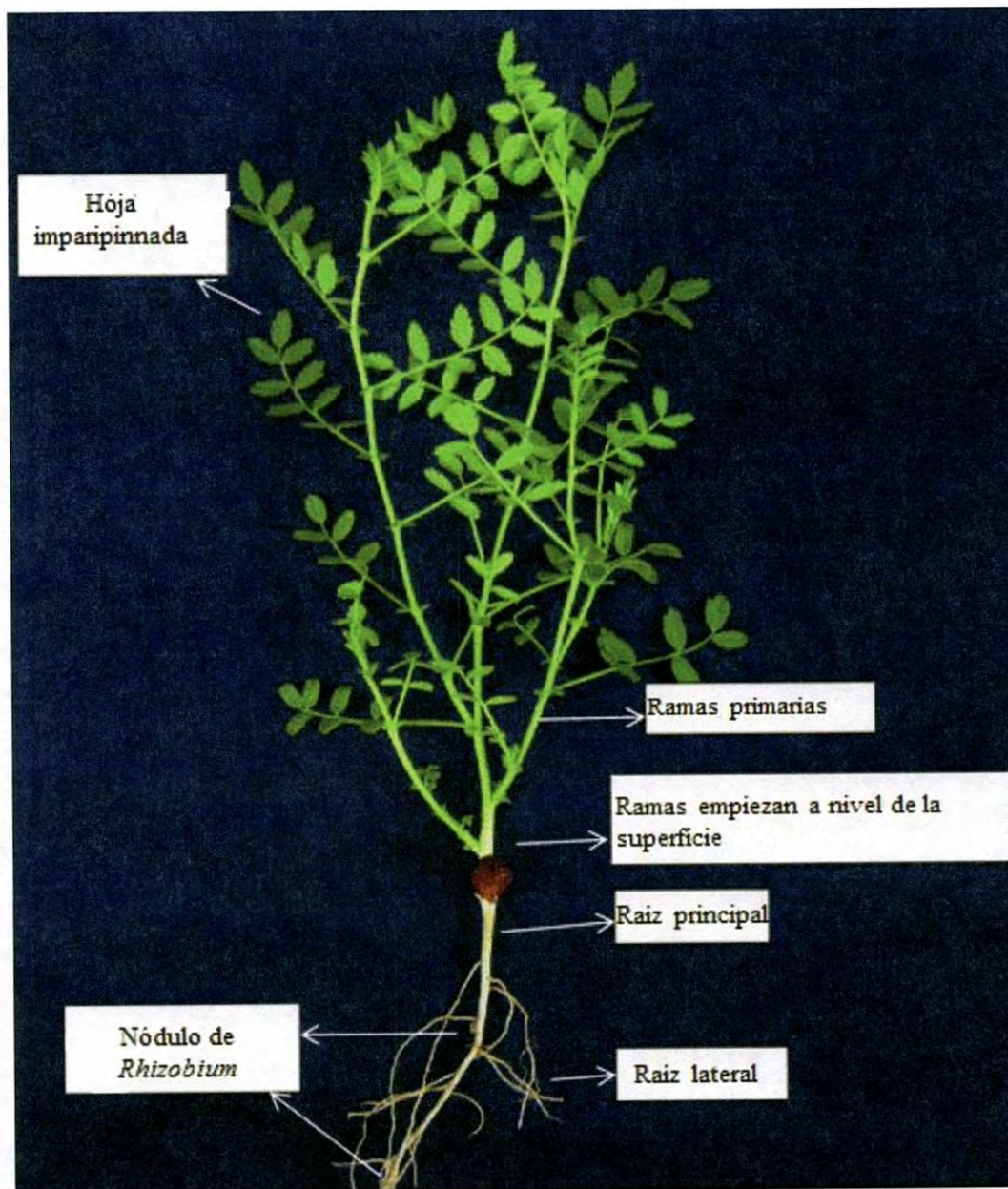


Figura 1. Planta de garbanzo después de 30 días de sembrada.
Fuente: Sajja y col., 2017.

Las hojas compuestas, con 10-16 folíolos con los márgenes aserrados, están cubiertas con finos pelos que limitan la pérdida de agua por evapotranspiración y algunos de ellos segregan un ácido que protege a la planta contra el ataque de insectos. Los folíolos también pueden doblarse ligeramente durante el clima seco y cálido limitando la pérdida de agua (ARC, s.f.).

Las plantas de garbanzo tienen un fuerte sistema de raíces primarias con tres o cuatro raíces laterales. Los tejidos parenquimatosos de la raíz son ricos en almidón. Todos los tejidos periféricos desaparecen cuando la planta madura y son sustituidos por una capa de corcho. Las raíces crecen de 1.5-2.0 m de profundidad. Las raíces de garbanzo tienen nódulos de *Rhizobium* del tipo carotenoide, ramificado con ramificaciones lateralmente aplastadas, algunas veces formando lóbulos en forma de abanico (<http://isu.icrisat.org/Training/sds.16.pdf>).

Las flores son solitarias, algunas veces dos por inflorescencia, axilares; pedúnculos de 0.6-3.0 cm de longitud, pedicelos de 0.5-1.3 cm de longitud, brácteas triangular o tripartitas; cáliz de 7-10 mm de longitud; corola blanca, rosa, púrpura (rayando a azul), o azul, de 0.8-1.2 cm de longitud. La columna estaminal es diadelfa (dos grupos) y el ovario es inmóvil, inflado y pubescente (Muehlbauer y Tullu, 1997).

La vaina es típicamente inflada, terminando en forma de punta y algunas veces como una espina. Su formación comienza de 5-6 días después de la polinización y fertilización. El número de vainas por planta varía entre 30 y 150, dependiendo de las condiciones ambientales y del genotipo. El número de granos por vaina varía de uno a dos, con un máximo de tres. Su forma se asemeja a una cabeza de carnero o de búho, y la superficie puede ser lisa o rugosa. El color varía de blanquizco y crema a negro, aunque se pueden encontrar colores como rojo, anaranjado, café, verde y amarillo (Singh y Diwakar, 1995).

De acuerdo con Cubero (1975) y en base en el tamaño y color de la semilla, el garbanzo cultivado son de dos tipos (Fig. 2):

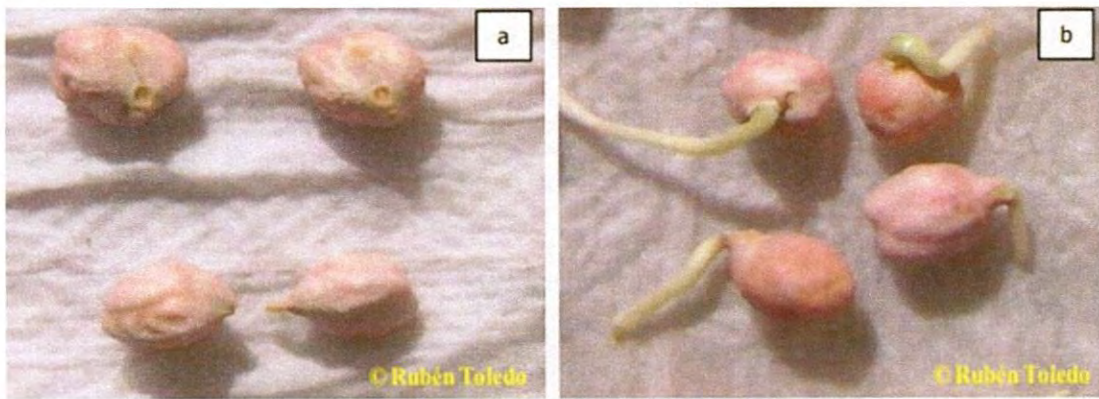
1. Macrosperma (tipo kabuli): las semillas de este tipo son grandes (masa de 100 semillas > 25 g), redondas y color crema. La planta es de altura media a alta con grandes folíolos y flores blancas, y no contienen antocianina.
2. Microsperma (tipo desi). Las semillas de este tipo son pequeñas y en forma angular. El color de la semilla varía desde crema, negra, café amarilla a verde. Tiene de 2-3 óvulos por vaina pero en promedio son producidas 1-2 semillas por vaina. Las plantas son cortas con folíolos pequeños y flores purpura, y contienen antocianinas.



Figura 2. Tipos de garbanzo de acuerdo al tamaño y color del grano.

Fuente: <https://myfavouritepastime.com/2017/08/24/chickpeas/>

Morfológicamente, antes de llegar a ser una planta adulta, Toledo (2017) menciona cinco estados de desarrollo de acuerdo a la apariencia externa de la planta de garbanzo: 1) siembra; 2) emergencia; 3) floración; 4) llenado de grano y madurez. Durante cada uno de estos estados se desarrollan cambios graduales (procesos) en el tiempo dando origen a los distintos órganos de la planta. Al tiempo que transcurre entre estados se lo denomina fase, y dentro de cada fase se desarrollan los siguientes procesos:

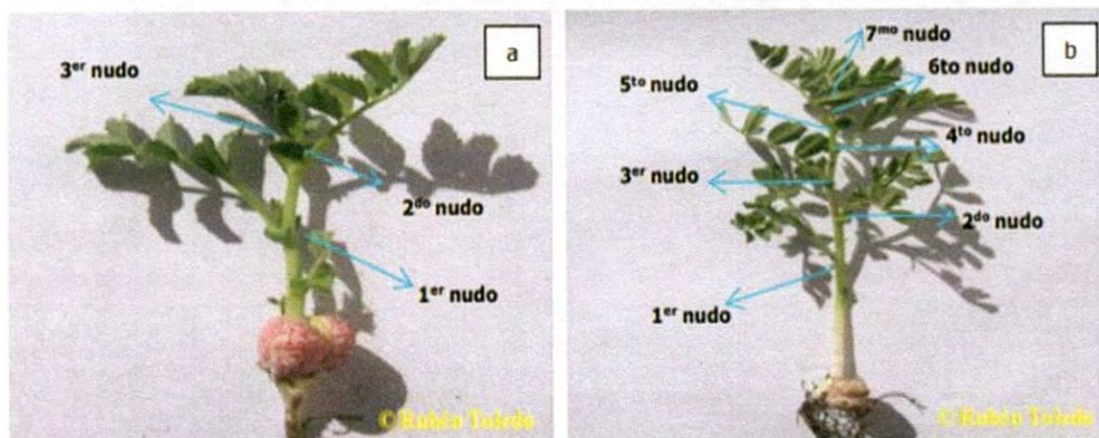


a) Imbibición, b) Emergencia de radícula.

Figura 3. Estado de desarrollo del garbanzo en la Fase 1 (Imagen 1) -entre siembra y emergencia- Los procesos involucrados son: imbibición, germinación, crecimiento de plántula y diferenciación de hojas. **Fuente:** Toledo, 2017.



a) Emergencia sobre el suelo (VE), b) Plántula con 2 nudos visibles sobre el suelo (V2)



a) Plántula con 3 nudos visibles sobre el suelo (V3), b) Plántula con 7 nudos visibles sobre el suelo (V7).

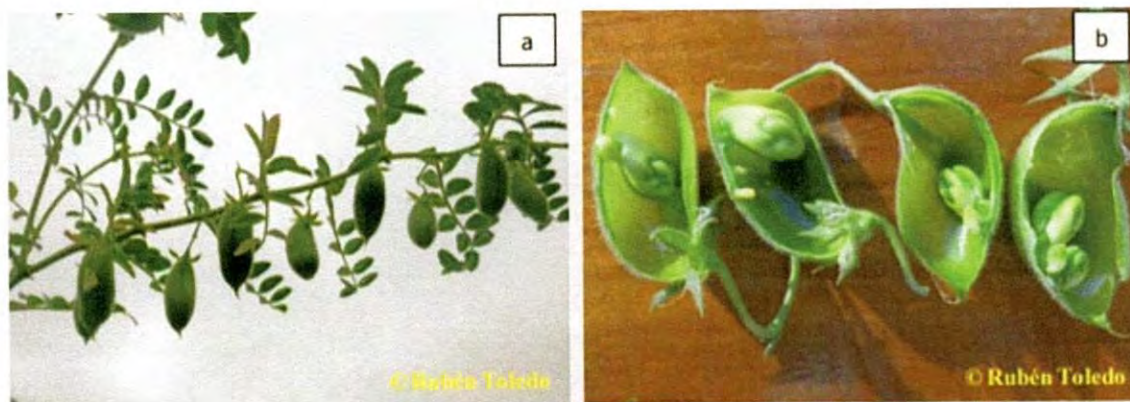
Figura 4. Estado de desarrollo del garbanzo en la Fase 2 (Imagen 2 y 3) -entre emergencia y floración- Los procesos involucrados son: aparición y crecimiento de raíces, hojas y tallos, diferenciación de flores. **Fuente:** Toledo, 2017.



a) Inicio de floración (R1), b) Inicio de formación de vainas (R3).

Figura 5. Estado de desarrollo del garbanzo en la Fase 3 (Imagen 4) -entre floración y llenado de granos- Los procesos involucrados son: aparición de flores, fecundación y fertilización de las mismas, formación de cubiertas seminales y diferenciación de embrión.

Fuente: Toledo, 2017.



a y b) Llenado de granos.

Figura 6. Estado de desarrollo del garbanzo en la Fase 4 (Imagen 5) -entre llenado de granos y madurez- Donde se produce el crecimiento y acumulación de sustancias de reservas en los granos. **Fuente:** Toledo, 2017.

Producción del cultivo de garbanzo

A nivel mundial, el garbanzo está colocado en tercer lugar entre los cultivos de las leguminosas de grano aportando un promedio anual de 10.1 millones de toneladas en el período del 2004 al 2013 (Cuadro 3). Durante este periodo (2004-2013), el garbanzo fue producido en más de 50 países, teniendo India la mayor producción sumando más del 70% del total de la producción mundial. Otros países productores son Malawi, Marruecos, Siria y México.

Cuadro 3. Producción media anual global de cultivos de leguminosas 2004-2013.

Cultivo	Producción 1000 t
Frijol	21,556
Chícharo	10,427
Garbanzo	10,160
Alubias	5,374
Habas	4,156
Lenteja	3,982
Guisantes	3,949
Otras	5,936
Total	59,606

Fuente: FAOSTAT, 2015

Exceptuando a México, estos países tienen bajos rendimientos, promediando de 500 a 600 kg ha⁻¹, contrastando con los altos rendimientos que se obtienen en Etiopía y México. Los altos rendimientos en México son grandemente debido al hecho de que la mayoría del cultivo es producido bajo condiciones de riego (Muehlbauer y Sarke, 2017).

Por otra parte, en los Estados Unidos de América, en 2017 se sembró una superficie record de 604,000 acres comparado a 325,000 acres sembrados en 2016. Sin embargo, debido a las condiciones de sequía en las planicies del norte, la producción decreció cerca del 20%, con una producción de 371,000 toneladas. Contrariamente, en Canadá, la superficie disminuyó cerca de 16% en 2017 (Figura 7). Sin embargo, para abastecer la demanda doméstica, USA importó cerca de 54,000 toneladas en el 2016/17, siendo México el importador número uno (Turner, 2017).

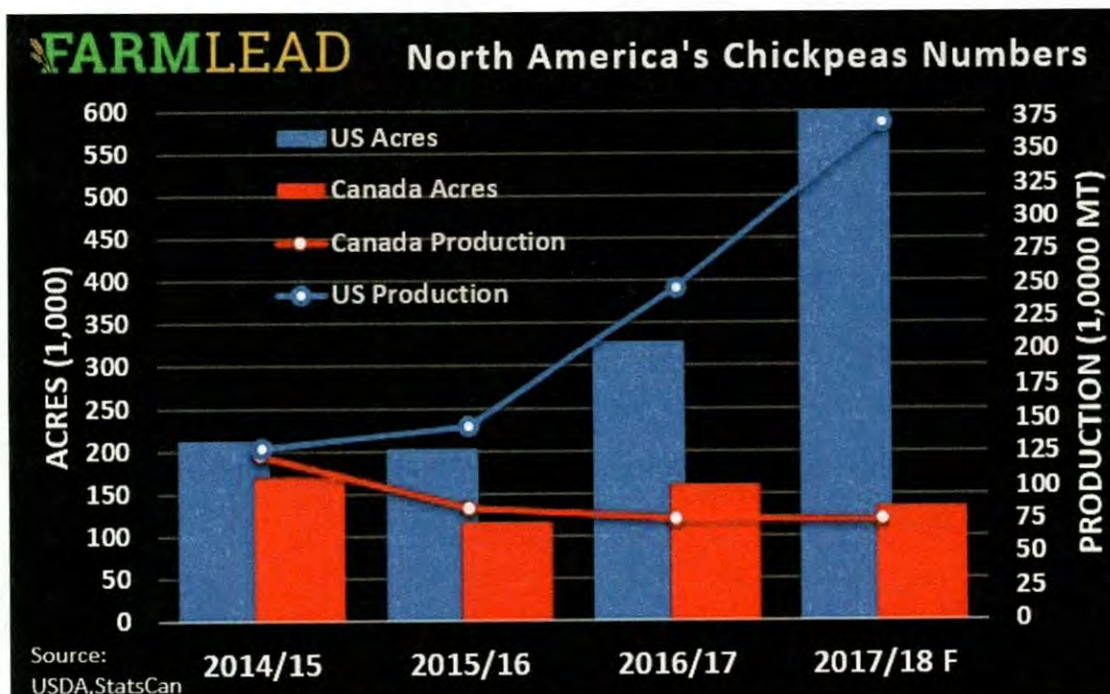


Figura 7. Superficie y producción de garbanzo en USA y Canadá.

Fuente: <https://farmlead.com/blog/insights/2017-18-chickpeas-markets/>

En el período 2012-2013 México ocupó el sexto lugar a nivel mundial en producción de garbanzo, con 108,799 toneladas. En cuanto a exportación de garbanzo en el mismo periodo, México ocupó el tercer lugar a nivel mundial superado solo por Turquía y Australia (FAOSTAT, 2013). En el siguiente periodo de 2014 a 2016, a pesar de disminuir drásticamente la superficie cosechada, el rendimiento promedio de grano por ha tuvo un ligero incremento (Cuadro 4).

El Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2017), publicó que en el 2016, Sinaloa, Sonora y Michoacán aportaron 87.4% de la producción nacional de garbanzo en grano. Con información del avance al mes de agosto 2017, la producción de esta leguminosa se ubicó en 179.9 mil toneladas, 48.0% más de lo obtenido en 2016 (121.5 mil toneladas). Sinaloa obtuvo un aumento de 65.7% al registrar 85 mil 487 toneladas respecto a las 51 mil 601 de 2016, mientras que Sonora alcanzó un incremento de 57.3% al obtener 56 mil 353 toneladas respecto a las 35 mil 824 de 2016 (SAGARHPA, 2017).

Cuadro 4. Área cosechada (ha), rendimiento (kg ha⁻¹) y producción total (toneladas) de garbanzo en México durante 2014, 2015 y 2016.

Elemento	Año	
Área cosechada	2014	106,434 ha
Área cosechada	2015	80,386 ha
Área cosechada	2016	66,316 ha
Rendimiento	2014	1,612.9 kg ha ⁻¹
Rendimiento	2015	1,714.3 kg ha ⁻¹
Rendimiento	2016	1,833.2 kg ha ⁻¹
Producción	2014	171,665 ton
Producción	2015	137,809 ton
Producción	2016	121,567 ton

Fuente: FAOSTAT: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

En Sonora los distritos productores de garbanzo son Hermosillo, Cajeme, Navojoa y Guaymas. El garbanzo se mantiene dentro del patrón de cultivos extensivos de la Costa de Hermosillo y sur de Sonora debido a que el mercado ha mantenido buenos precios y la superficie se ha incrementado. Se pueden sembrar las variedades Blanco Sinaloa 92, Costa 2004 y Blanoro en las regiones de la Costa de Hermosillo, Valle del Yaqui y Valle del Mayo. La variedad Tequi 98 se puede sembrar solo en la Costa de Hermosillo ya que es de ciclo tardío (Ortega y col., sf).

Riego en el cultivo de garbanzo

El cultivo de garbanzo es altamente susceptible al cambio climático, donde la sequía y el calor pueden limitar severamente su productividad. Estos estreses se han vuelto unos de los factores limitantes más importantes para la productividad de los cultivos y consecuentemente para la seguridad alimentaria. El estrés por sequía, después de las enfermedades, es uno de los factores más importantes que restringen el rendimiento en el cultivo de garbanzo (Singh y col., 1994). El estrés por sequía comúnmente afecta la producción del cultivo de garbanzo ya que este es mayormente producido en ambientes áridos y semiáridos del mundo bajo condiciones de temporal o utilizando la humedad residual del suelo (Gaur y col., 2008). Bajo estas condiciones, una sequía severa causa un importante decremento en los rendimientos debido a los efectos negativos en la reproducción, fisiología y desarrollo de la planta. Estos efectos negativos pueden ser

contrarrestado a través del mejoramiento genético de los cultivares y con buenas prácticas de manejo del cultivo (McPhee y Muehlbauer, 2001).

En el cultivo de garbanzo, el riego es una de las prácticas de manejo más importantes para una producción segura. Uno de los factores clave para resolver el problema de productividad es un apropiado esquema del riego (Ilhe y col., 2009), ya que al ser un cultivo que requiere pequeñas cantidades de agua, responde inmediatamente al sobre-riego y a la no disponibilidad de agua durante etapas críticas de desarrollo del cultivo.

Para superar las reducciones en el rendimiento debido a estos estreses por sequía y altas temperaturas, el cultivo de garbanzo es producido con riego suplementario en algunas regiones del mundo. El riego suplementario es la aplicación parcial de agua a los cultivos, cuando la humedad del suelo es baja y durante las etapas críticas de desarrollo con la finalidad de incrementar el desarrollo del cultivo y productividad del agua (Oweis y Hachum, 2003). Algunos estudios han demostrado que se pueden alcanzar rendimientos óptimos en garbanzo aplicando riego suplementario durante las etapas de ramificación, floración y formación de vainas (Prihar y Sandhu, 1968).

Hay varias maneras de aplicar el riego suplementario. La mejor elección del método de riego dependerá de la naturaleza del suelo, la topografía, el clima, el agua disponible y el cultivo en particular. Bajo ciertas condiciones, los métodos de riego superficial pueden ser eficientes, pero requieren de una nivelación precisa de la topografía, gastos instantáneos altos y niveles altos de automatización y manejo, mientras que la microrriregación que incluye al riego por goteo superficial y subsuperficial, al aplicar el agua a bajos caudales y en forma lenta en lugares discretos (directamente a la planta) y a baja presión. Cuidadosamente manejado, el riego por goteo subsuperficial (enterrado) probablemente proporciona el más grande potencial en la conservación del agua debido a las reducidas pérdidas potenciales (Evans y Sadler, 2008).

En la Costa de Hermosillo, una gran parte de los cultivos cuenta con sistema de riego por goteo. Su establecimiento empezó en la década de los 70's como forma de

mejorar el aprovechamiento del agua utilizada, la cual es un recurso extremadamente escaso en la región (Vieira de Figueiredo y col., 2013). En esta zona, las siembras de garbanzo se llevan a cabo en dos sistemas de producción; siembras en plano con riego por goteo separadas a 1.6 m y en plano en hileras a 50 cm de separación con solo riego de presiembra (Durón y col., 2004).

Bajo riego por goteo, la siembra se puede realizar en seco o húmedo, donde se aplican de presiembra alrededor de 7 centímetros de lámina si la siembra es en seco y 10 a 12 centímetros si es en húmedo. Los riegos posteriores y previos a floración se aplican cada 12 a 15 días, con lámina de 3 a 4 centímetros, y los riegos después de floración y en desarrollo de grano son semanales con aplicación de 3 centímetros por vez (SAGARPA, 2015).

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área del estudio

El experimento se realizó en el módulo de riego por goteo del Campo Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora (coordenadas 29° 00'47" latitud norte y 110°08' 00" longitud oeste). El clima de esta región de acuerdo con Köppen es un clima desértico cálido (BWh) caracterizado con precipitaciones en el verano con un promedio anual de 200 mm, temperatura media anual de 24° C (temperaturas extremas de -3° C y 46° C), y una evapotranspiración potencial de 2560 mm. El suelo es un franco arenoso con contenidos de arena de 70.66 %, limo de 19.0% y de arcilla de 10.34 %, pH de 7.6 y CE de 0.59 dS m⁻¹.

Material vegetal

El material utilizado fue garbanzo de la variedad Blanco Sinaloa-92, planta que posee hojas compuestas y tamaño de grano generalmente clasificado con calibres entre 42 a 46 semillas por 30 gramos, con forma media-alargada y es la variedad con mayor comercialización en el mercado internacional. La siembra fue realizada el 26 de Diciembre del 2012, a doble hilera, con una separación de 0.10 m entre plantas y 0.4 m entre hileras de plantas. La profundidad de siembra fue de aproximadamente 5 cm.

Instalación del sistema de riego y diseño experimental

El tamaño de la parcela experimental fue de 24 m. x 30 m. Antes de la siembra, la cinta de riego (Aqua-Traxx, 6 mil con goteros espaciados cada 0.30 m y gasto unitario de 1.0 L h⁻¹) fue colocada a tres profundidades: superficialmente, a 0.15 m y 0.25 m de

profundidad. La separación entre cintas fue de 1.0 m. Cada tratamiento constó de 8 surcos de 30 m de longitud. Se tomaron muestras de los tres tratamientos (profundidad de la cinta) repetidas cinco veces arreglados en un diseño experimental completamente al azar.

VARIABLES EVALUADAS

Germinación. Se realizaron conteos de las plántulas emergidas cada dos días hasta los 12 días y un conteo final a los 20 días. Se determinó el porcentaje de emergencia (*PE*) utilizando la fórmula:

$$PE = \frac{SG}{M} \times 100$$

donde:

SG = semillas emergidas y *M* = tamaño de la muestra

Para evaluar el período de emergencia se contó el número de días desde que apareció la primera plántula hasta que se detuvo el proceso.

Coefficiente de velocidad de germinación (CVG). se determinó de acuerdo con Kader (2005) mediante la siguiente ecuación:

$$CVG = \frac{NSG_1 + NSG_2 + \dots + NSG_x}{NSG_1 T_1 + NSG_2 T_2 + \dots + NSG_x T_x} * 100$$

Donde NSG es el número de semillas germinadas cada conteo y T es el número de días desde la emergencia correspondiente a cada conteo.

Rendimiento. Se evaluó el rendimiento de grano para lo cual se cosecharon las plantas de 3.0 m de los dos surcos centrales con cinco repeticiones.

Calibre. El calibre de los granos se determinó contando el número de granos contenidos en 30 gramos de muestra y se clasificaron de acuerdo con la tabla de

conversiones de calibres de garbanzo de la empresa Sonorense productora de garbanzo blanco Campo Nuevo (<http://www.garbanzocamponuevo.com/productos.php#calibres>).

Humedad del grano. El método de referencia usado se basó en la determinación del contenido de humedad de la muestra por secado en un horno de ventilación forzada, a una temperatura de 105°C y tiempo de 38 horas (ASAE S352.2). Las muestras fueron de 10 gramos aproximadamente, con tres repeticiones por muestra. Las pesadas se realizaron por una balanza Mettler AE 160 de alta precisión, tomando tres decimales más allá del gramo (miligramos).

Contenido de proteína. El contenido de proteína fue determinado en base al contenido de nitrógeno determinado por el método Kjeldahl usando un factor de conversión de 6.25 (AOAC, 1980).

Análisis estadístico

Cada una de las variables fue sometida a un análisis de varianza (ANOVA) y cuando se presentaron diferencias significativas se utilizó la prueba de Tukey para el análisis de diferencias de medias. El análisis se realizó con el paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Germinación

El conteo de la emergencia de plántulas de garbanzo para los tres tratamientos está representado en la Fig. 8. La emergencia de las plántulas de garbanzo comenzó aproximadamente a los cinco días después de la siembra, con un período de duración de 20 días. El ANOVA mostró diferencia significativa ($P = 0.0140$) en el primer conteo de emergencia por efecto de la profundidad de colocación de la cinta de riego. A los 5 días, la emergencia fue 56% cuando se colocó la cinta de riego superficialmente, significativamente mayor a emergencias de 28% y 41% cuando se enterró a 0.25 y 0.15 m de profundidad. Sin embargo, la colocación de la cinta de riego en las tres profundidades no afectó estadísticamente el conteo final de germinación ($P = 0.3176$) después de los 20 días. La germinación final fue del 95% cuando la cinta se colocó superficialmente comparada a 81% en ambas profundidades de cinta enterradas a 0.25 y 0.15 m de profundidad (Cuadro 5). Charlesworth y Muirhead (2003) sugieren que la colocación de las cintas de riego sea no mayor de 0.2 m cuando el riego por goteo subsuperficial es utilizado durante la germinación. Ya que la cinta de riego está enterrada, el abastecimiento de condiciones de humedad del suelo adecuadas para la germinación de la semilla puede ser un problema, especialmente en suelos arenosos (Schwankl y col., 1991; Payero y col., 2013).

Por otra parte, valores del CVG de semillas de garbanzo son mostrados en el Cuadro 1. Se presentaron diferencias significativas ($P = 0.0240$), donde el CVG fue más bajo en aquellas semillas irrigadas con las cintas de riego colocadas superficialmente (25.9%) y aumentó cuando las cintas se colocaron a mayor profundidad hasta 32.6%. El coeficiente de velocidad de emergencia o de germinación (CVG), es un indicador de la rapidez de germinación, y este incrementa cuando el número de semillas emergidas aumenta y el tiempo requerido para la emergencia disminuye (Jones and Sanders, 1985).

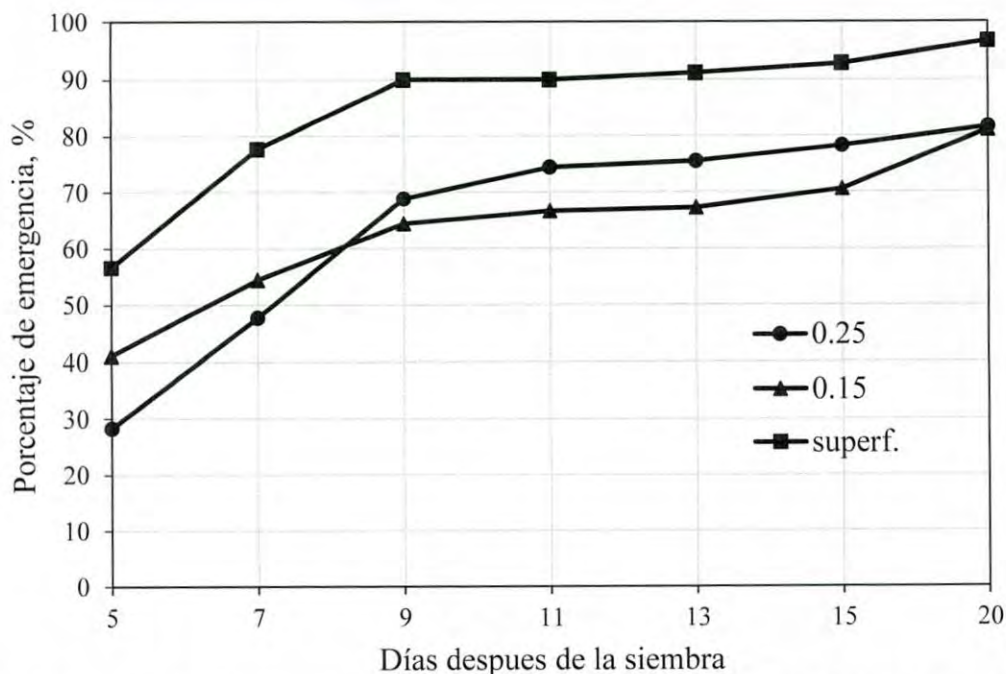


Figura 8. Porcentaje de plántulas de garbanzo emergidas en función de la colocación de la cinta de riego por goteo durante un período de 12 días (Fecha de siembra: 26 de Diciembre, 2012).

La profundidad de instalación de las cintas de riego es determinada por el cultivo, tipo de suelo y prácticas culturales. Uno de los retos más enfrentados en el uso de sistemas de riego por goteo subsuperficial en el establecimiento de un cultivo es el de proporcionar suficiente agua para la germinación de la semilla (Charlesworth y Muirhead, 2003). La germinación y el establecimiento son aspectos importantes para todos los cultivos y pueden ser fuertemente afectados por la profundidad de la cinta de riego.

Cuadro 5. Porcentaje de emergencia final a los 20 días y Coeficiente de velocidad de emergencia (CVG) de semillas de garbanzo en función de la profundidad de colocación de la cinta de riego.

Profundidad cinta de riego	Porcentaje de emergencia final	Período de Emergencia (días)	CVG (%)
Superficial	95.0 a	20	25.9 b
0.15 m	81.1 a	20	27.9 ab
0.25 m	81.6 a	20	32.6 a

Por regla general, la velocidad de emergencia se reduce conforme el suelo pierde humedad. La instalación de cintas de riego relativamente profundas, reduce la evaporación del agua en el suelo y permite un rango más amplio de prácticas culturales. Sin embargo, a estas profundidades, se puede limitar la efectividad del riego por goteo subsuperficial en la germinación de las semillas/establecimiento del cultivo, requiriendo mayor cantidad de agua de riego para la germinación lo que reduce el uso eficiente del agua (Goyal, 2015). Schawankl y col. (1990) observaron que semillas de tomate colocadas por encima de las líneas de goteo instaladas entre 0.15 y 0.23 m obtuvo mejor germinación que en aquellas colocadas a 0.3 m. Similares resultados fueron encontrados por Mali y col. (2016) en pepino donde el porcentaje de germinación también resultó más alto (92.8%) cuando las cintas de riego fueron colocadas superficialmente. Por otra parte, Bordovsky y col. (2012) establecen que las instalaciones superficiales originan un mayor humedecimiento de la superficie del suelo comparada con aquellas de cintas instaladas más profundas, lo cual puede resultar en una germinación más uniforme. Cuando la cinta de goteros se coloca en la superficie o enterrada a 0.05 m. el movimiento de la humedad hacia arriba toma lugar mientras que cuando esta es enterrada a 0.10, 0.15 y 0.20 m. por debajo de la superficie del suelo, el movimiento del agua hacia arriba debido a las fuerzas de capilaridad no es suficiente y la superficie del suelo permanece relativamente seca (Patel y Rajput, 2007). McKay y col. (2002) proponen que la semilla de garbanzo puede ser colocada a una profundidad de 0.10 m para utilizar la humedad disponible del suelo para la germinación.

Rendimiento de grano

En la Fig. 9 se puede observar que la colocación de la cinta de riego con respecto a su profundidad influyó estadísticamente en el rendimiento de grano ($P < 0.0001$). Cuando se colocó la cinta de riego superficialmente, se obtuvo un rendimiento de 872.4 kg ha⁻¹, mientras que la cinta de riego enterrada a 0.15 m produjo 1702.1 kg ha⁻¹ y enterrada a 0.25 el rendimiento se incrementó significativamente a 2435.6 kg ha⁻¹. Ortega y col. (2013 a) reportan un rendimiento similar a este último (2424 kg ha⁻¹) de garbanzo de la variedad Blanco Sinaloa 92 bajo riego por goteo en la Costa de Hermosillo, México. Comparado

con estos rendimientos obtenidos bajo riego por goteo, Padilla y col. (2008) obtuvieron 1724 kg ha^{-1} de la misma variedad pero regada con riego por gravedad.

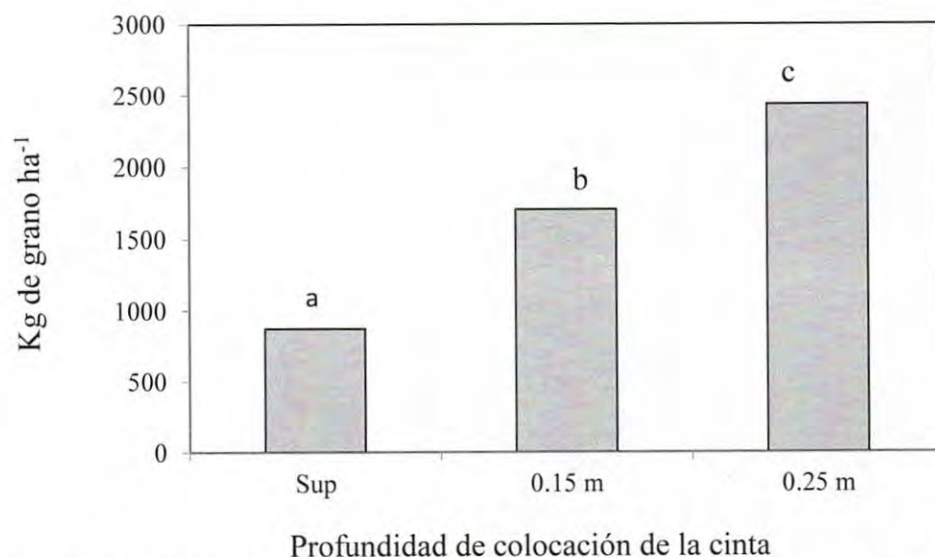


Figura 9. Rendimiento de grano de garbanzo en un suelo franco arenoso bajo riego por goteo en tres diferentes profundidades de colocación de la cinta de riego.

El riego por goteo subsuperficial ahorra agua y mejora los rendimientos eliminando la evaporación del agua superficial y reduciendo la incidencia de malezas y enfermedades y el agua es aplicada directamente en la zona radicular del cultivo (Reich y col., 2014). Badr y Abuarab (2013) recomiendan instalar las cintas de riego a 0.30 m. por debajo de la superficie del suelo ya que esta representa la zona de raíces más activa de la mayoría de los cultivos hortícolas lo que permite un mejor ahorro de agua en suelos arenosos comparada a cintas de riego colocadas a 0.15 m. (del Amor F. y del Amor M., 2007) demostraron que el contenido hídrico del suelo en la zona de raíces fue más alto con riego por goteo subsuperficial y el rendimiento de tomate fue 66.5% superior que con riego por goteo superficial. Rendimientos de otros cultivos con respecto a la profundidad de cintas de riego son altamente variables. Por ejemplo, en papa, Patel y Rajput (2007) reportan que el rendimiento máximo fue obtenido cuando la cinta de riego fue enterrada a 0.10 y 0.15 m de profundidad. Por otra parte, Al-Harbi y col. (2008) encontraron resultados similares en okra donde el rendimiento fue mayor cuando el cultivo fue irrigado con cintas colocadas a 0.35 m comparada a aquel rendimiento obtenido con cintas colocadas en la superficie y a menor profundidad. Sin embargo, Lamm y col. (2010) no encontraron

diferencias significantes en los rendimientos de girasol, soya y sorgo de grano por efecto de la profundidad de la cinta de riego enterradas de 0.2 a 0.6 m. Camp (1998) reporta que la colocación de las líneas de goteo varía de 0.25 a 0.71 m, determinada principalmente por el cultivo y las características del suelo. Cultivos como girasol, soya y sorgo de grano tienen un sistema extensivo de raíces (Lamm y col., 2010), mientras que los cultivos hortícolas son de raíces someras y la colocación de las cintas de riego varía de 0.05 m a 0.20 m de profundidad (Devasirvatham, 2009).

Calibre de grano

Similar al rendimiento, hubo diferencias significativas ($P = 0.0002$) con respecto al calibre de grano (Cuadro 6). El cultivo de garbanzo establecido con la cinta de riego enterrada a 0.25 m produjo mayor número de granos (46.6 granos/30 g), los cuales fueron estadísticamente iguales a los obtenidos a los cosechados del tratamiento de cinta enterrada a 0.15 m (50 granos/30 g) y ambos, inferiores de aquellos cosechados cuando se colocó la cinta de riego superficialmente (57.2 granos/30 g). En los Estados Unidos de América, el garbanzo tipo *Kabuli* es comercializado basado en el color y tamaño. Los grados por tamaño varían de colosal (42-48 granos/oz), grandes (48-52 granos/oz), medianos (54-58 granos/oz) a pequeños (arriba de 60 granos/oz; Stallknecht y col., 1995). En México la producción de garbanzo se destina para consumo humano destinado casi en su totalidad al mercado de exportación el cual requiere granos de color crema o blanco, rugosidad con bordes bien definidos, calibre grande de 40 a 50 semillas en 30 g (Padilla y col., 2008). En un ensayo de variedades de garbanzo bajo riego por goteo realizado en el ciclo 2011/2012 en diferentes localidades del Noroeste de México, Fierros y col. (2016) encontraron que la variedad Blanco Sinaloa 92 produjo 45.5 granos en 30 g. Similar a este ensayo, pero en el ciclo 2013/2014, Rodríguez y col. (2014) encontraron que la variedad Blanco Sinaloa 92 produjo granos de garbanzo de calibre 50 en la región de la Costa de Hermosillo bajo riego por goteo.

Los precios del garbanzo tipo *kabuli* varían de acuerdo con el tamaño de grano (de tamaño mediano a grande). Por ejemplo, en enero del 2013, el garbanzo Mexicano tipo *kabuli* calibre 12 mm (42/44 granos/30 g) estuvo a \$1200 Dlls la tonelada, mientras que el garbanzo Canadiense de 9 mm (54/56 granos/30 g) estuvo a \$1150 Dlls por tonelada (Tomar, 2013).

Cuadro 6. Calibre, contenidos de humedad y proteína de semillas de garbanzo en función de la profundidad de colocación de la cinta de riego.

Profundidad cinta de riego	Calibre (granos/30 g)	Humedad (%)	Proteína (%)
Superficial	57.2 a	5.48 a	20.59 a
0.15	50.0 b	6.55 b	18.63 b
0.25	46.6 b	6.40 b	19.47 b

Humedad y Contenido de Proteína del grano

El Cuadro 6 también muestra los resultados de humedad de los granos de garbanzo para los diferentes tratamientos. El contenido de humedad fue significativamente más alto en aquellos granos cosechados de plantas de garbanzo irrigadas superficialmente (5.48%) comparado con aquellos irrigados con cintas enterradas. En este estudio, el contenido de proteína varió significativamente ($P = 0.0166$) de 18.63 a 20.59%. El grano de garbanzo que acumuló el valor más alto de contenido de proteína (20.59%) fue aquel irrigado con la cinta de riego colocado superficialmente (Cuadro 6). Chandana y Patrima (2013) encontraron que el contenido de proteína en el grano de algunas variedades de garbanzo fue más alto en aquellas que se desarrollaron bajo condiciones de estrés hídrico. Badr y Abuarab (2013) encontraron que la pérdida de agua de la superficie bajo riego por goteo subsuperficial es mayor en aquellos suelos donde la cinta de riego es colocada a 0.15 m de profundidad comparada con la colocada a 0.30 m de profundidad. Esto es debido a que la humedad del suelo en el primero es casi el doble que aquella donde la cinta es colocada a mayor profundidad y es de esperarse una mayor pérdida de humedad en la superficie del suelo.

De acuerdo con Nel (2001), el contenido de humedad de la semilla juega un papel importante en todas las relaciones encontradas entre los parámetros de calidad de la semilla y sus características medibles. El encontró que una disminución en el contenido de humedad del 10.0 a 6.0% en semillas de girasol incrementa en menos de 1.8% el contenido de aceite y menos de 0.8% el contenido de proteína. Aguilar y Vélez, (2013), encontraron que el contenido de proteína en el grano de garbanzo varía considerablemente cuando se considera la masa total de grano seco (17-22%) y cuando esta sin cascara incrementa (25.3-28.9%). En un estudio realizado por Kahraman y col. (2015) en garbanzo sometido a estrés hídrico, observaron que el contenido de proteína fue mayor en aquellos granos que contenían menor contenido de humedad. Con respecto al riego, Bicer y col. (2004) encontraron que el porcentaje de proteína fue menor en garbanzo producido bajo riego que en condiciones de temporal. Behboudian y col. (2001) y Kassab y col. (2012) mencionan que el contenido total de proteína en el grano de garbanzo aumenta significativamente en condiciones de estrés hídrico. Otros estudios reportan que el contenido de proteína no es afectado significativamente cuando el cultivo es producido bajo diferentes condiciones de riego, como intervalos y láminas de riego (Rinaldi y col., 2008; Mudalagiriappa y col., 2017).

CONCLUSIONES

Este estudio ha demostrado que la producción de garbanzo mediante el uso de riego por goteo subsuperficial fue significativamente afectada por la profundidad de colocación de la cinta de riego en términos de rendimiento y calidad (calibre y contenido de proteína) de grano. Sin embargo, la germinación final y el establecimiento inicial del cultivo no fueron afectados significativamente por la profundidad de colocación de la cinta de riego. Sin embargo, el rendimiento de grano fue fuerte y significativamente afectado por la profundidad de colocación de la cinta con mayores rendimientos a mayor profundidad de la cinta de riego. Efectos contradictorios fueron observados en el tamaño y contenido de proteína de grano: cintas de riego enterradas produjeron granos de garbanzo de mayor tamaño pero con menor contenido de proteína.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, V.G. and J.F. Vélez. 2013. Propiedades nutricionales y funcionales del garbanzo (*Cicer arietinum* L.). Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos 7:25-34. Disponible en: <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Aguilar-Raymundo-et-al-2013.pdf>
- Al-Harbi, A.R., A.M. Al-Omran, F.I. El-Adgham. 2008. Effect of drip irrigation levels and emitters depth on okra (*Abelmoschus esculentus*) growth. Journal of Applied Sciences. 8:2764-2769.
- Anwar, M.R., B.A. McKenzie and G.D. Hill. 2000. Water extraction patterns and water use efficiency of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars in Canterbury. Agronomy N.Z. 30:109-120.
- AOAC. 1980. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. Horwitz, W. (Ed.). Washington D.C., USA.
- ARC. s.f. ARC Centre of Excellence for Integrated Legume Research. Chickpea. Disponible en: <http://www.cilr.uq.edu.au/UserImages/Image/Factsheets/Chickpea%20S8.pdf>
- ASAE S352.2. 2000. Moisture relationships of plant-based agricultural products. S352.2: Moisture measurement—Unground grain and seeds. S448: Thinlayer drying of grains and crops. St. Joseph, Mich.: ASAE Standards, 47th ed.
- Auckland A.K. and K.B. Singh. 1997. The exploitation of natural genetic variability for the improvement of chickpea (*Cicer arietinum* L.). In: Genetic Diversity in plants. (eds). Amir Muhammed. Rustem Aksel and Von Borstel, R.C. 258 Proceedings of an International Symposium on Genetic control of Diversity in Plants. Lahore. Pakistan. p.85.
- Ayars, J.E., C.J. Phene, R.B. Hutmacher, K.R. Davis, R.A. Schoneman, S.S. Vail and R.M. Mead. 1999. Subsurface drip irrigation of row crops: a review of 15 years of research at the Water Management Research Laboratory. Agric. Water Manage. 42: 1-27.

- Badr, A.E., and M.E. Abuarab. 2013. Soil moisture distribution patterns under surface and subsurface drip irrigation systems in sandy soil using neutron scattering technique. *Irrig. Sci.* 31:317-332. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/257391871_Soil_moisture_distribution_patterns_under_surface_and_subsurface_drip_irrigation_systems_in_sandy_soil_using_neutron_scattering_technique
- Behboudian, M.H., Q. Ma, C.C. Turner and J.A. Palta. 2001. Reactions of chickpea to water stress: yield and seed composition. *Sci. Food Agriculture*. 81:1288-1291.
- Bicer, B.T., A.N. Kalender and D. Sakar. 2004. The effect of irrigation on spring-sown chickpea. *Journal of Agronomy*, 3:154-158.
- Bordovsky, J.P., P.D. Colaizzi, S. R. Evett, A.M. Cranmer, F.R. Lamm and T.A. Howell. 2012. Investigating strategies to improve crop germination when using SDI. Proceedings of the 24th Annual Central Plains Irrigation Conference, Colby, KS, February 21-22, 2012 Available from CPIA, 760 N. Thompson, Colby, Kansas 117. Disponible en: <https://www.ksre.kstate.edu/sdi/reports/2012/Bordovsky12.pdf>
- Bradford, A. 2016. Hummus: Nutrition Facts & Health Benefits. Live Science. Disponible en: <https://www.livescience.com/55817-hummus-nutrition.html>
- Caliandro A. and F. Boari. 1996. Supplementary irrigation in arid and semiarid regions. *MEDIT* 1:24-27. Disponible en: http://www.iamb.it/share/img_new_medit_articoli/808_24caliandro.pdf
- Camp, C.R. 1998. Subsurface drip irrigation: a review. *Trans. ASAE* 41:1353-1367.
- Chandana, J. and J. Pratima. 2013. Chemical Composition of Kabuli Chickpea Collections under Water Stress and Non-stress. *Research Journal of Chemical Sciences*. Vol. 3:25-28.
- Charlesworth, P.B. and W.A. Muirhead. 2003. Crop establishment using subsurface drip irrigation: a comparison of point and area sources. *Irrigation Science*. 22:171-176.
- Cubero, J.I. 1975. The research on chickpea (*Cicer arietinum*) in Spain. Pages 117-122 in Proceedings of the International Workshop on Grain Legumes, 13-16 Jan 1975, ICRIAT, Hyderabad, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. del Amor, M., F. del Amor. 2007. Response of tomato plants to deficit irrigation under surface or subsurface drip irrigation. *Journal of Applied Horticulture*. 9:97-100.

- Devasirvatham, V. 2009. A review of subsurface drip Irrigation in vegetable production. University of Western Sydney. CRC for Irrigation Futures. Disponible en: <https://www.irrigationaustralia.com.au/documents/item/277>
- Duke, J. A. 1981. Handbook of legumes of world economic importance. Food and Agric., Organization of the United Nations, pp. 52-57.
- Durón, N. L. J., B. Valdéz G., J.A. Morales. 2004. Manejo del agua *In*: El cultivo de garbanzo blanco en Sonora. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Editores: Morales, G. J. A.; Durón, N. L. J.; Martínez, D. G.; Núñez, M. J. H. y Fú, C. A. A. Libro técnico núm. 6. 117-120 pp.
- Evans R.G., E. J. Sadler. 2008. Methods and technologies to improve efficiency of water use. Water Resources Research. 44:1-15.
- FAOSTAT. 2015. Food and Agriculture Organization. Statistical Database of the United Nation Food and Agriculture Organization. Statistical Division. Rome. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>
- FAO. 2015. 2016 International Year of Pulses. Nutritious seeds for a sustainable future. Disponible en: <http://www.fao.org/pulses-2016/news/news-detail/en/c/337107/>
- Fan, J., B. McConkey, H. Wang, H. Janzen. 2016. Root distribution by depth for temperate agricultural crops Field Crops Research. 189:68–74.
- Fierros, G. A., P.F. Ortega, J.A. Acosta, J. A. Valenzuela, I. Padilla, S. Velarde, E. Gutierrez. 2016. Interacción genotipo-ambiente en garbanzo blanco de semilla extra grande en el noroeste de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263145554003>
- Gaur, P.M., L. Krishnamurthy and J. Kashiwagi. 2008. Improving drought-avoidance Root Traits in Chickpea (*Cicer arietinum* L.) -Current Status of Research at ICRISAT. Plant Prod. Sci. 11:3-11.
- Geerts S., and D. Raes. 2009. Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. Agricultural Water Management. 96:1275–1284.
- Goyal, M.R. 2015. Sustainable practices in surface and subsurface micro irrigation. Apple Academic Press Inc. Canada.

- Hirich A. , R. Choukr-Allah, H. Fahmi, A. Rami, K. Laajaj, S. Jacobsen and H. El Omari. 2014. Using deficit irrigation to improve crop water productivity of sweet corn, chickpea, faba bean and quinoa: a synthesis of several field trials. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* 2:15-22.
- ICRISAT. 2016. Catch the Pulse. Patancheru 502 324, Telangana, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 36 pp
- Ilhe, S.S., H.M. Patil and R.J. Macharekar. 2009. Water production function for chickpea under sprinkler method of irrigation. *International Journal of Agricultural Sciences.* 5: 221-225.
- Kader, M.A. 2005. A Comparison of Seed Germination Calculation Formulae and the Associated Interpretation of Resulting Data. *Journal & Proceedings of the Royal Society of New South Wales.* 138:65–75.
- Kahraman A., E. Ceyhan and M. Harmankaya. 2015. Nutritional variation and drought tolerance in chickpeas (*Cicer arietinum* L.). *J. Elem.* 20:331-341.
- Kassab, O.M., A.A. Abo Ellil, E.F. Abdallah and M.M. Ibrahim. 2012. Performance of some chickpea cultivars under sprinkler irrigation treatments in sandy soil. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences.* 6:618-625.
- Kupicha, F.K. 1977. The delimitation of the tribe Viciae (Leguminosae) and relationships of Cicer L. *Bot. J. Linn. Soc.* 74:131–162.
- Lamm, F.R., A.A. Abou Kheira and T.P. Trooien. 2010. Sunflower, soybean, and grain sorghum crop production as affected by dripline depth. *Applied Engineering in Agriculture.* 26:873-882.
- Lamm, F.R. and R.C. Camp. 2007) Subsurface drip irrigation. In: Lamm, F.R., Ayars, J.E. and Nakayama, F.S., Eds., *Microirrigation for Crop Production, Design, Operation, and Management*, Elsevier, Amsterdam, 473-551. doi:10.1016/S0167-4137(07)80016-3.
- Lamm F.R., D.H. Rogers, M. Alam and G.A. Clark., 2003. Design Considerations for Subsurface Drip Irrigation (SDI) Systems. Irrigation Management Series. Kansas State University. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. MF-2578. Disponible en: <http://fyi.uwex.edu/cropirrigation/files/2015/12/Design-considerations-for-SDI-KS-mf2578.pdf>

- Ladizinsky, G. 1975. A new *Cicer* from Turkey. Notes of the Royal Botanic Garden Edinburgh. 34:201-202.
- Leport, L.N.C., Turner, S.L. Davies and K.H.M. Siddique. 2006. Variation in pod production and abortion among chickpea cultivars under terminal drought. European Journal of Agronomy. 24:236–246.
- Leport, L.N.C. Turner, R.J. French, M.D. Barr, R. Duda, S.L. Davies, D. Tennant and K.H.M. Siddique. 1999. Physiological responses of chickpea genotypes to terminal drought in a Mediterranean-type environment. European Journal of Agronomy 11:279–291.
- Mali, S.S., R. Singh, A.K. Singh and M. Meena. 2016. Influence of drip lateral placement depth and fertigation level on germination, yield and water-use efficiency of cucumber (*Cucumis sativus*). Indian Journal of Agricultural Sciences. 86:178–85.
- McKay, K., P. Miller, B. Jenks, J. Riesselman, K. Neill, D. Buschena and A.J. Bussan. 2002. Growing chickpea in the northern great plains. North Dakota State University of Agriculture and Applied Science. A-1236. Disponible en: <https://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/crops/a1236.pdf>
- McPhee, K.E. and F.J. Muehlbauer. 2001. Biomass Production and Related Characters in the Core Collection of *Pisum* Germplasm. Genetic Resources and Crop Evaluation. 48:195-203.
- Morales-Gómez, J.A., L.J. Durón-Noriega., G. Martínez-Díaz, J.H. Núñez-Moreno and A.A. Fu-Castillo. 2004. El cultivo de garbanzo blanco en Sonora. SAGARPA, INIFAP, CIRNE. Libro técnico No. 6. Hermosillo, Sonora, México. 290 p.
- Mudalagiriappa, M., G.K. Halesh, B.K. Ramachandrappa and A. Sathish. 2017. Growth parameters, yield attributes, yield and quality of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as influenced by depth and interval of drip irrigation. Global Journal of Bio-science and Biotechnology. 6:229-233.
- Muehlbauer, F.J. and A. Sarke. 2017. Economic Importance of Chickpea: Production, Value, and World Trade. In: The Chickpea Genome. R.K. Varshney *et al.* (eds.). Springer International Publishing AG.
- Muehlbauer F.J. and A. Tullu. 1997. *Cicer arietinum* L. NewCROP FactSHEET. Purdue University. Center for news crops & plant products. Disponible en: <https://www.hort.purdue.edu/newcrop/CropFactSheets/Chickpea.html#Taxonom>

- Nel, A.A. 2001. Determinants of sunflower seed quality for processing. Ph.D. Diss. Univ. of Pretoria, Pretoria, Republic of South Africa. Disponible en: <http://upetd.up.ac.za/thesis/available/etd-09012001-132144/>
- Ortega. P.F., G. A. Fierros, A.A. Fú, G. Martínez, I. Padilla. Sf. Garbanzo. Disponible en: <http://oiapes.sagarhpa.sonora.gob.mx/paq-tec/paq-garbanzo.pdf>
- Ortega-Murrieta P.F., G. A. Fierros-Leyva, P. Manjarrez-Sandoval., R. A. Salinas P. I. Padilla-Valenzuela, E. Gutiérrez-Pérez, N. Castillo-Torres. 2013a. Blanoro: Nueva Variedad de Garbanzo Blanco para Exportación. INIFAP Campo Experimental Costa de Hermosillo. Sonora, México. 22 p. (Folleto Técnico Núm. 45.).
- Ortega-Murrieta P.F., P. Manjarrez-Sandoval., G. A. Fierros-Leyva, P. I. Padilla-Valenzuela, S. Velarde, H. Valenzuela-Herrera, J. Acosta-Gallegos and E. Gutiérrez-Pérez. 2013b. Evaluación de siete métodos de siembra con cuatro variedades de garbanzo y su efecto en la productividad. Memorias del XVI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. ICA-UABC. Mexicali, B.C. México. Disponible en: http://sistemanodalsinaloa.gob.mx/archivoscomprobatorios/_15_memoriaextenso/10316.pdf
- Oweis, T. and A. Hachum. 2003. Improving water productivity in the dry areas of West Asia and North Africa. In: Kijne WJ, Barker R, Molden D (Eds). Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement. CABI Publishing, Wallingford, UK pp 179-198.
- Padilla, I., R. I. Valenzuela, C. M. Armenta, R. A. Salinas and E. Sánchez. 2008. Comportamiento agronómico de genotipos de garbanzo en siembra tardía en el valle del Mayo, Sonora, México. Rev. Fitotec. Mex. 31:43-49.
- Payero, J., A. Khalilian and G. Miller. 2013. Subsurface Drip Irrigation (SDI) for Row Crops: An Introduction. AGRONOMIC CROPS Irrigation Water Management Guide (IWMG: 1-13) www.clemson.edu/extension/rowcrops.
- Patel, N. and T.B.S. Rajput. 2007. Effect of drip tape placement depth and irrigation level on yield of potato. Agricultural Water Management. 88:209-223.
- Prihar, S.S. and B.S. Sandhu. 1968. Irrigation of field crops, Indian Council of Agric. Res New Delhi 142.
- Rachwat, D., E. Nebesny and G.Y. Budryn. 2013. Chickpeas - composition, nutritional value, health benefits, application to bread and snacks: A review. Critical reviews in food science and nutrition. 55:1137-1145.

- Rasool, S., A. A. Hamed Abdel Latef and P. Ahmad. 2015. Chickpea role and responses under abiotic and biotic stress. *In: Legumes under Environmental Stress: Yield, Improvement and Adaptations*. Edited by M. M. Azooz and P. Ahmad. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK.
- Reich, D., R. Godin, J.L. Chávez and I. Broner. 2014. Subsurface Drip Irrigation (SDI). Fact Sheet No. 4.716. Colorado State University. Extension. Disponible en: <http://extension.colostate.edu/docs/pubs/crops/04716.pdf>
- Rinaldi, M., A. V. Vonella, P. Soldo, G. Debiase and P. Garofalo. 2008. Yield and canopy response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to different irrigation regimes. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*. 112:123-132.
- Rodríguez, F., R. H. Saucedo, V. Valenzuela, I. Padilla, G. Fierros, E. Gutiérrez, P. Ortega, S. Velarde and J. Acosta. 2014. Validación de líneas y variedades de garbanzo blanco en el noroeste de México. 2do Simposio nacional de Garbanzo. Disponible en: http://sistemanodalsinaloa.gob.mx/archivoscomprobatorios/_15_memoriaextenso/10324.pdf
- SAGARPA. 2015. Agenda Técnica Agrícola Sonora. Disponible en: https://extensionismo.sagarpa.gob.mx/web2/documentos/agenda_tecnica/F26_Sonora.pdf
- SAGARHPA. 2017. Sonora y Sinaloa líderes en la producción nacional de garbanzo grano 2017. Disponible en: <http://oiapes.sagarhpa.sonora.gob.mx/notas/econo/prod-garbanzo.pdf>
- Sajja, S.B., S. Samineni and P.M. Gaur. 2017. Botany of Chickpea. *In: Varshney R., Thudi M., Muehlbauer F. (eds) The Chickpea Genome. Compendium of Plant Genomes*. Springer, Cham
- Schwankl, L. J., S. R. Grattan and E. M. Miyao. 1991. Drip system design, management promote seed emergence. *California Agriculture*. 45:21-23.
- SIAP. 2017. El garbanzo grano: alimento con mucha riqueza nutrimental y producción en constante crecimiento. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/articulos/el-garbanzo-grano-alimento-con-mucha-riqueza-nutrimental-y-produccion-en-constante-crecimiento?idiom=es>

- Singh, K.B., R.S. Malhotra, M.H. Halila, E.J. Knights and M.M. Verma. 1995. Current Status and Future Strategy in Breeding Chickpea for Resistance to Biotic and Abiotic Stresses, in Expanding the Production and Use of Cool Season Food Legumes, Eds. F.J. Muehlbauer and W.J. Kaiser, Kluwer Academic Pub., printed the Netherlands. p:572-591.
- Singh, K.B., R.P.S. Pundir, L.D. Robertson, H.A. van Rheene, U. Singh, T.J. Kelley, P.P. Rao, C. Johansen and N.P. Saxena. 1997. Chickpea. *In: Biodiversity in Trust* (Fuccillo, D., Sears, L. and Stapleton, P., eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK. pp. 100-113.
- Silim, S.N. and M.C. Saxena. 1993. Adaptation of springsown chickpea to the Mediterranean basin. I. Response to moisture supply. *Field Crops Research*. 34:121-136.
- Solomon, K. 1993. Subsurface drip irrigation: product selection and performance. In: Jorsengen, G.S., Norum, K.N. (Eds.), *Subsurface Drip Irrigation: Theory, Practices and Applications*. CATI Publication No. 9211001.
- Soltani, A., F.R. Khoorie, K. Ghassemi-Golezani and M. Moghaddam. 2001. A simulation study of chickpea crop response to limited irrigation in a semiarid environment. *Agric. Water Manage.* 49:225–237.
- Stallknecht, G., K.M. Gilbertson, G.R. Carlson, J.L. Eckhoff, G.D. Kushnak, J.R. Sims, M.P. Westcott and D.M. Wichman. 1995. Production of chickpeas in Montana. *Montana AgResearch Fall 1995*. 46.50. Disponible en: <http://agresearch.montana.edu/carc/Articles/Production%20of%20Chickpeas%20in%20Montana%201995.pdf>
- Statista. 2017. Producción mundial de garbanzos entre 2012 y 2014. Disponible en: <https://es.statista.com/estadisticas/521836/produccion-mundial-de-garbanzos/>
- Toledo, R.E. 2017. Desarrollo y crecimiento de garbanzo (*Cicer arietinum* L.). Disponible en: <https://www.buscagro.com/biblioteca/Ruben-Toledo/Desarrollo-y-crecimiento-en-garbanzo.pdf>
- Tomar, S. 2013. “Pulses Global Supply & Demand Outlook Changing Face of Global Agriculture Emerging Trends: International Year of Pulses –2016 What is in it for Ethiopia?” Presented at the 3rd International Conference on Pulses, Oilseeds and Spices, Addis Ababa, Ethiopia, November 13–14.
- Turner, B. 2017. Chickpeas: They’re more than just hummus. Disponible en: <https://farmland.com/blog/insights/2017-18-chickpeas-markets/>

- Utrilla-Coello, R.G., P. Osorio-Díaz and L.A. Bello-Pérez. 2017. Alternative use of chickpea flour in breadmaking: chemical composition and starch digestibility of bread. *Food Science and Technology International*. 13:323-327.
- Valdéz, G.B. and L.J. Durón. 2004. Manejo de riego en vid de mesa. Presentado en Seminario de Viticultura 2004. INIFAP-CIRNO-CECH. Publicación Especial n° 18. p. 47-54.
- Valenzuela-Herrera V. 2014. Generación de variedades de garbanzo blanco, hábito erecto, resistentes a rabia y con adaptación a las regiones productoras de garbanzo de Sinaloa. Avances de investigación CEVACU-INIFAP 2014. Fundación PRODUCE-Sinaloa. Disponible en:
http://siproduce.sifupro.org.mx/seguimiento/archivero/25/2013/anuales/anu_1636-6-2014-05-2.pdf
- Van der Maesen, L.J.G. 1987. Cicer L. Origin, history and taxonomy of chickpea. *In: The Chickpea* (Saxena, M.C. and Singh, K.B., eds.). CABI, Wallingford, Oxon, UK. pp.11-34.
- Vavilov, N.I. 1951. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. *Chronica Botanica*. 13:1-366.
- Vieira de Figueiredo, F., B. Valdez Gascón, P. Ortega Murrieta and G. Fierros Leyva. 2013. Riego Restringido y su Efecto en el Cultivo de Garbanzo Blanco y Tequi Blanco 98. *INVURNUS*. 8:3-10.
- Wallace, T.C., R. Murray and K.M. Zelman. 2016. The Nutritional Value and Health Benefits of Chickpeas and Hummus. *Nutrients* 8:766