

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE



Evaluación de un sistema de riego por cintilla en el campo experimental San Antonio de los Bravos en frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.) de la variedad pinto Saltillo al ser fertilizado con fuentes foliares a base de fósforo

Por:

Angel Jair Antonio Ramirez

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

Evaluación de un sistema de riego por cintilla en el campo experimental San Antonio de los Bravos en frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.) de la variedad pinto Saltillo al ser fertilizado con fuentes foliares a base de fósforo

Por:

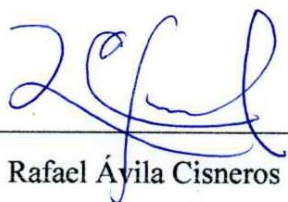
Angel Jair Antonio Ramirez

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Aprobada por:



M.C. Rafael Ávila Cisneros

Presidente



Dr. Juan Leonardo Rocha Quiñones

Vocal



M.C. Armando Nahle Martínez

Vocal



Dr. Anselmo González Torres

Vocal suplente



M.C. Rafael Ávila Cisneros

Coordinador de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
Unidad Laguna



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

Evaluación de un sistema de riego por cintilla en el campo experimental san Antonio de los Bravos en frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.) de la variedad pinto Saltillo al ser fertilizado con fuentes foliares a base de fósforo

Por:

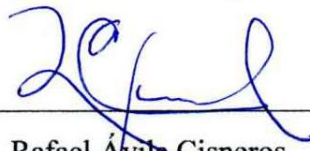
Angel Jair Antonio Ramirez

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Aprobada por el comité de asesoría:



M.C. Rafael Ávila Cisneros

Asesor Principal



Dr. Juan Leonardo Rocha Quiñones

Coasesor



M.C. Armando Nahle Martínez

Coasesor



Dr. Anselmo González Torres

Coasesor



M.C. Rafael Ávila Cisneros

Coordinador de la División de Carreras agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2025



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, quiero agradecer a Dios, por nunca dejarme solo y acompañarme este largo proceso, por darme las fuerzas y la sabiduría de enfrentar los retos día a día. Gracias a el termine esta gran etapa.

A mi asesor de tesis, el **M.C. Rafael Ávila Cisneros**, por su gran apoyo, orientación y conocimientos compartidos. Su apoyo a lo largo de la carrera y en este trabajo fueran de gran ayuda para poder terminarlo.

Expreso también mi profundo agradecimiento al **Departamento de Riego y Drenaje**, por darme las herramientas y el ambiente necesario para poder culminar esta bonita carrera y desarrollarme como profesional. Específicamente al **M.C. Armando Nahle Martínez, M.C. Braulio Duarte Moreno, M.C. Carlos Efrén Ramírez Contreras**, su apoyo, consejos y confianza brindada, durante la carrera, dentro y fuera de las aulas fueron de suma importancia, me las llevo conmigo siempre,

A mis grandes amigos, Omar García, Eduardo Franco, Albis Antonio, Pedro Rodríguez, Adrián Morales, gracias por su compañía, por sus consejos y apoyo durante la carrera fueron de gran ayuda para mí, los momentos compartidos hicieron que todo este camino fuera más agradable, la amistad que hicimos es algo que me llevare en el corazón toda la vida.

Finalmente, agradezco profundamente a la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna** mi alma mater, por ser mi segunda casa, donde crecí personal y académicamente. Es un honor formar parte de esta gran institución que tanto aporta al Agro de México y el mundo.

DEDICATORIAS

A mis padres, Inmelda Ramírez Ventura y Alejandro Antonio Vázquez, estaré eternamente agradecido con ustedes por apoyarme en todo este camino y no dejarme solo en ningún momento. Su amor y apoyo incondicional me han dado la fuerza y el coraje para terminar esto de gran manera. Este trabajo es dedicado a ustedes por ser mi inspiración y ejemplo a seguir.

A mis hermanos, Carlos Fidel, Juan Francisco y Alexis Antonio, este logro también es de ustedes, gracias por apoyarme en todo momento y motivarme a seguir adelante.

A mis tíos, Ricardo Antonio, Amílcar Antonio y Albis Antonio, gracias por ser mi inspiración y mi modelo a seguir, gracias por sus palabras de aliento, consejos y apoyo a lo largo de este proceso, fueron gran parte de este logro y estaré agradecido siempre con ustedes.

A mis abuelos, Filiberta y Fidel, gracias por su apoyo y su cariño, sus palabras de apoyo fueron motivo para siempre seguir adelante.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	i
INDICE GENERAL.....	iii
INDICE DE CUADROS	iv
RESÚMEN.....	vi
II. REVISIÓN DE LITERATURA.	3
2.1. Generalidades del cultivo.....	3
2.2. Origen el frijol.	3
2.4. Importancia del frijol.....	5
2.5. Clasificación del frijol.	6
2.6. Taxonomía del frijol.	6
2.7. Características morfológicas y fisiológicas del frijol.....	6
2.8. Principales plagas del cultivo de frijol.	7
2.9.- Principales enfermedades del cultivo de frijol.	7
2.10. Control mecánico.....	7
2.11. Control biológico y natural.	7
2.12. Importancia económica.....	8
2.13. Simbiosis del frijol en la agricultura tradicional.....	8
2.14. Riego localizado o por goteo.	8
2.15. Beneficios de un sistema de riego por goteo.....	9
III. METODOLOGÍA UTILIZADA.	11
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
V. CONCLUSIONES.....	17
VI. BILIOGRAFÍA UTILIZADA.....	18

INDICE DE CUADROS

Tabla 1 Variable analizada: área foliar en m ²	12
Tabla 2 No. de flores por tratamiento promedio por tratamiento.	12
Tabla 3 No. de ejotes promedio por planta.	12
Tabla 4 Producción de grano seco por cada cuadrante de 9 metros cuadrados.	13
Tabla 5 Medias / tratamiento de la producción de grano seco.....	14
Tabla 6 Anova completamente al azar de producción de grano seco de cada cuadrante de 9 metros cuadrados	14
Tabla 7 Producción promedio de grano seco en gramos/planta	15

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Producción promedio de ejote verde por tratamiento.	13
Figura 2 Producción promedio de grano seco en gramos por tratamiento.	15
Figura 3 Gráfica de comparación de medias de la producción promedio por planta en gramos.	16

RESÚMEN.

En el verano del año 2024 se estableció en el campo experimental San Antonio de los Bravos de la UAAAN Unidad Laguna un experimento con frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) de la variedad pinto Saltillo irrigado con un sistema de riego por cintilla superficial, se utilizó un diseño de experimentos bloques al azar con tres tratamientos (T1; cintilla y el foliar bayfoliar forte, T2; cintilla y el foliar Hortikem complement; y como control solo el T3 con solo riego por cintilla) con tres repeticiones por tratamiento, para el análisis de la información se ha utilizado la hoja electrónica de cálculo del office de Microsoft mejor conocido como Excel y la elaboración de cálculos propios. Cada repetición abarcó una superficie de 9 metros cuadrados para una superficie final de 81 metros cuadrados. La hipótesis H1 fue que no se presentaría diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, y supuesto Ho es que si se presentaría diferencia estadística entre los tratamientos. En los resultados finales no se detectó ninguna diferencia estadística entre los distintos tratamientos analizados al ser evaluado el cultivo en diferentes variables fenológicas.

Palabras clave: Frijol, Fertilización, Riego, Experimento

I. INTRODUCCIÓN.

El frijol (*Phaseolus vulgaris L*) tuvo su origen y proceso de domesticación en América Latina presentando dos centros geográficos (Mesoamérica y los Andes) los cuales muestran diferencias genéticas claras que provienen de un ancestro común con una antigüedad aproximada de 100,000 años. En México y América del Sur, su domesticación ocurrió de manera independiente hace alrededor de 8,000 años (Lara-flores; M. 2015). (González et al., 1995.) En el continente americano se reconocen dos principales centros de domesticación del frijol: Mesoamérica donde predominan genotipos de semilla con menor tamaño, y la región andina, caracterizada por variedades con semillas de mayor tamaño.

En México, el cultivo de frijol se posiciona como el segundo lugar por superficie cultivada y el sexto por valor de la económico; su relevancia se remonta a tiempos prehispánicos, pues ha sido el alimento base y una fuente importante de proteínas para la población (Celis-Velázquez *et al.*, 2010). En la actualidad sigue siendo uno de los alimentos básicos en la alimentación de la dieta mexicana y es cultivado principalmente en zonas semitropicales y planicies semiáridas (Chávez-Simental et al., 2012).

Se calcula que la producción nacional cubre alrededor del 89.24% de la demanda interna. Su consumo anual ronda la cantidad de 1,22 millones de toneladas anuales, mientras que la producción alcanza aproximadamente 1,08 millones de toneladas. Por ello, durante el periodo de 2020 se importaron 143 mil toneladas (Sagarpa, 2017).

El frijol ofrece gran cantidad de nutrientes como proteínas y carbohidratos, se destaca por su contenido en vitaminas del grupo B. Al igual que es rico en minerales como lo son el Fe, Cu, Zn, P, K, Mg y Ca, tiene también altos contenidos de fibra lo que lo hace imprescindible en la alimentación de la población mexicana, especialmente para aquellos en las condiciones más vulnerables, porque representa la mayor fuente de proteínas para este sector (José, H. 2025). También se ha observado que incluirlo de manera regular en la alimentación puede tener efectos positivos en la salud, ya que contribuye a mantener el colesterol bajo control y puede reducir el riesgo de padecer enfermedades como diabetes o ciertos tipos de cáncer (Fira, 2016).

A nivel nacional, el frijol es reconocido como uno de los cultivos más relevantes, tanto por la extensión de tierra destinada a su siembra como por el volumen que aporta a la producción agrícola, ya que tiene un gran impacto que mantiene tanto en el mercado nacional como en el internacional, debido al alto volumen de grano que demanda la población y el movimiento económico que su producción genera. En México, la extensión destinada a este cultivo supera los dos millones de hectáreas, aunque esta cifra ha mostrado fluctuaciones con el paso del tiempo a causa de las variaciones en los precios del mercado.

En nuestro país, el cultivo de frijol se lleva a cabo bajo una gran variedad de condiciones climáticas y, en su mayoría, se produce en terrenos de temporal (Magaña et al., 2018). La producción del frijol se ve muy reducida por ser plantado en zona de sequía, pues alrededor de una tercera parte de la tierra destinada a este cultivo en México es localizada en zonas con riegos a base de precipitación pluvial, donde suelen presentarse largos periodos de sequías intermitentes o tardías, y predominan suelos poco profundos, con escaso contenido de materia orgánica y una limitada capacidad para conservar la humedad.

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de los granos más importantes del mundo, tanto por su nivel de producción como por su consumo. Su alto contenido proteico lo convierte en un alimento clave en la dieta de la mayoría de países en desarrollo. Además, forma parte de la vida diaria en diversas presentaciones, se consume de manera fresca o seca. Desde tiempos prehispánicos, este grano ha desempeñado un papel esencial en los ámbitos alimentario, social y económico, tanto en México como a escala internacional (Cedrssa, 2020). El género *Phaseolus* incluye cinco especies domesticadas: *P. vulgaris* (frijol común), *P. lunatus* (frijol lima), *P. acutifolius* (frijol tépari), *P. coccineus* ssp. *coccineus* (frijol ayocote) y *P. dumosus* = *P. polyanthus* (= *P. coccineus* ssp. *darwinianus*) (frijol de año) (Freitag y Debouck, 2002). Los primeros estudios realizados sobre su origen y evolución, que fueron realizados por Miranda-Colín (1967) y Gentry (1969), señalaron que las formas silvestres del frijol se localizan en Mesoamérica. Investigaciones posteriores han propuesto distintos centros de origen y procesos de domesticación, los cuales han sido confirmados o replanteados conforme avanza los estudios (Kwak et al., 2009).

Las investigaciones sobre este grano dieron comienzo aproximadamente en el año de 1936, en el momento que los encargados de campos experimentales de la Dirección General de Agricultura y Fomento, recopilaron distintas variedades de diferentes regiones del país. Entre 1936 a 1939, se realizaron evaluaciones uniformes para analizar su adaptación, rendimiento y de crecimiento, creando así las bases científicas del cultivo (INIFAP. 2021)

A nivel mundial los países más destacados en la producción de frijol abarcan desde India, Brasil, México, Estados Unidos. En México, el cultivo se extiende aproximadamente 2.2 millones de hectáreas al año, siendo Zacatecas de lo más destacados, que contribuye con aproximadamente 300 mil toneladas anuales, lo que abarca casi un 25 por ciento del total nacional. En la región productora, las prácticas de producción más usuales incluyen el frijol de temporal fertilizado y automatizado, como también el cultivo bajo riego con insumos y mecanización completa. En nuestro país el frijol se siembra en diversos climas, la mayor parte de la producción se desarrolla en condiciones de temporal (Magaña et al., 2018).

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. Generalidades del cultivo.

En México, la siembra de frijol se estima que ocupa la segunda posición en cuanto a superficie sembrada y se sitúa en el sexto puesto por su valor de producción, lo que refleja la relevancia económica y social. Este grano posee una importancia ancestral, ya que constituye una base esencial en la dieta y una fuente primordial de nutrientes desde la época prehispánica. En el país, cada año se siembran alrededor de 2.2 millones de hectáreas, destacando Zacatecas como uno de los principales productores, con una aportación cercana a las 300 mil toneladas por año, equivalente a casi el 25 % de la producción nacional total. No obstante, diversos factores inciden en la producción, se ve afectada por diversos factores que restringen su rendimiento. (Voyssest, 1989).

Las variedades comerciales de frijol han sido objeto de amplias investigaciones en diversos países desarrollados. Aunque la tecnología ha avanzado, un gran parte de la población sigue dependiendo del frijol como fuente principal de proteínas y carbohidratos (Voyssest, 1989).

El frijol presenta una gran diversidad varietal, la cual se manifiesta en diferencias de tamaño, forma, color, tipo de crecimiento y grado de precocidad. Con base en estas características, se han propuesto diversas formas de clasificar la especie, organizándola en subespecies y variedades.

2.2. Origen el frijol.

De acuerdo con (José Ávila M., Jesús Ávila M. y Rivas. 2014), Se cree que el frijol se originó en una región que se extiende desde el norte de México a el norte de Argentina, basándose en diversas investigaciones arqueológicas realizadas en distintas regiones de América. Entre ellos destacan los sitios de Tehuacán, México (7000 a.C.), Huachichocana, Argentina (9000 a.C.) y Guitarrero, Perú (8000 a.C.), los cuales evidencian la presencia y uso temprano de esta leguminosa.

Asimismo, se han propuesto como posibles centros de origen las zonas sur y occidental de México, Honduras, Guatemala y la región Andina. En relación con esto, Miranda (1967), retomando estudios hechos por De Candolle (1886) y Vavílov (1949–1950), realizó investigaciones orientadas a identificar el lugar de origen de las plantas cultivadas. Dichos estudios señalan que esta variedad vegetal (*Phaseolus vulgaris L.*) presenta poblaciones silvestres distribuidas a lo largo de la Sierra Madre Occidental, dentro de una zona de transición ecológica situada dentro de los 500 y 1,800 metros sobre el nivel del mar, con una mayor concentración alrededor de los 1,200 metros (Celis, 2008).

Por su parte, (Sánchez-Rodríguez et al. 2001) mencionan que este grano comenzó a cultivarse hace aproximadamente 8,000 mil años. El Códice Mendocino documenta que los aztecas solicitaban esta semilla como tributo a otras comunidades, con una estimación anual de 5,280 toneladas.

Además, Bernal Díaz del Castillo, en *La verdadera historia de la conquista de la Nueva España*, describe que en el mercado de Tlatelolco los comerciantes se organizaban según el tipo de alimento, mencionando la venta de frijoles negros grandes semejantes a las habas, junto con diversas variedades de maíz (blanco, azul oscuro, negro, rojo y amarillo). Bernardino de Sahagún, en su *Historia general de las cosas de la Nueva España*, menciona además, que el frijol se consumía en tamales mezclados con maíz y que en las trojes de los señores se almacenaban grandes cantidades de este grano.

Finalmente, Ulloa (2011) indica que México es considerado como el centro con mayor probabilidad de origen del frijol, o al menos como su principal centro de diversificación genética. El cultivo de esta leguminosa es señalado como uno de los más antiguos del continente americano, respaldado por hallazgos arqueológicos en México y Sudamérica que evidencian su existencia desde aproximadamente 5,000 años antes de Cristo.

2.3.- Historia de la variedad de frijol Pinto Saltillo

Las variedades mejoradas de frijol, con resistencia a la sequía y a las principales enfermedades, representan una alternativa viable para que los productores de frijol de temporal aumenten sus rendimientos y mejoren su rentabilidad económica.

En los campos experimentales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) se han desarrollado diversas investigaciones orientadas a la selección y mejora genética del cultivo. Como resultado de estos trabajos, se obtuvo la variedad mejorada "Pinto Saltillo", la cual presenta resistencia al oscurecimiento acelerado del grano, tolerancia a enfermedades, alto potencial de rendimiento y amplia adaptación a las condiciones del Altiplano Semiárido de México (Sánchez et al., 2006). Además, Pinto Saltillo ha demostrado excelente desempeño bajo condiciones de riego, motivo por el cual fue liberada oficialmente en el año 2001. De acuerdo a datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2012), en el estado de Durango, durante el año 2010 se cosecharon 201 mil hectáreas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), obteniéndose una producción total de 96 mil toneladas, con un rendimiento promedio de 480 kg ha⁻¹. Los productores requieren variedades de frijol tipo Pinto Saltillo, con ciclo precoz (alrededor de 85 días a madurez), grano de mayor tamaño (entre 35 y 50 g por cada 100 semillas) y lento oscurecimiento de la cubierta externa (testa), características que permiten mejorar la competitividad del cultivo y aumentar su aceptación tanto en el mercado nacional como en el de exportación (Rosales et al. 2011a, 2011b; Herrera et al., 2010).

2.4. Importancia del frijol

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es considerado una de las legumbres más relevantes para el consumo humano directo, ya que cumple con aproximadamente el 30% de la ingesta diaria de proteínas en la mayoría de países en desarrollo. (Labastida et al., 2023).

Mientras que (Machiani et al., 2019) nos dice que el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) representa alrededor del 85% de la producción mundial de leguminosas, constituyéndose como el principal cultivo de este grupo vegetal. Su producción se concentra principalmente en agricultores de pequeña escala en regiones de América latina, África y Asia, donde los países en desarrollo aportan cerca del 77% de la producción global. En contraste, en naciones desarrolladas de América del norte, Europa y la región del Pacífico, el cultivo del frijol se caracteriza por el uso de tecnología avanzada y su orientación hacia la exportación, aportando aproximadamente el 23% de la producción mundial. (Pachico, 1989).

(Anaya et al., 2018) Menciona que el frijol común, además de su gran valor nutricional y contenido proteico, desempeña un papel fundamental en la economía, alimentación y cultura de gran parte de los países. Desde épocas prehispánicas, esta leguminosa ha tenido gran relevancia social y económica, siendo consumido tanto en forma fresca como seca, lo que deja claro su versatilidad y establecerse como el alimento básico a lo largo del tiempo.

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) constituye el 50% de las leguminosas de grano cultivadas para consumo humano en todo el mundo, una cifra que equivale a dos veces la producción del garbanzo que es vista como el segundo cultivo de mayor relevancia dentro de este grupo. El frijol es una de las fuentes más accesibles y económicas de proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales que millones de personas, especialmente para zonas rurales. Así mismo, posee una gran relevancia social significativa en comunidades de bajos recursos, al mismo tiempo que tiene una importancia económica considerable para los productores que se ganan la vida con este tipo de cultivos (Reyes, 2008).

En México, la producción de frijol se dirige de manera directa al consumo humano, representando una de las principales fuentes de proteína para amplios sectores de la población. Su consumo esta extendido en todos los niveles socioeconómicos, y su importancia nutricional y cultural sigue siendo de gran importancia en la dieta actual del país. Además, el frijol común ha sido denominado como un alimento funcional, debido a que posee una gran cantidad de propiedades terapéuticas que favorecen a la salud humana (Abdulrahman et al., 2020).

2.5. Clasificación del frijol.

Parsons (1981) nos dice que el frijol pertenece al género *Phaseolus*, el cual comprende una gran variedad de especies que incluyen hierbas anuales y perennes, de poste recto y volubles.

De acuerdo con Debouch (1986) nos dice que, el frijol es una planta anual, herbácea y sembrada desde zonas tropicales hasta climas templados. Los centros de diversificación primaria, basados en argumentos botánicos, ecológicos, arqueológicos, morfológicos y últimamente bioquímicos.

(Conabio, 2024) Comenta que las variedades de frijol se distribuyen según los siguientes criterios: Por su consumo: grano seco o grano y vaina verde, conocida como ejote; por la duración del periodo vegetativo: variedades precoces o tardías; según la reacción al fotoperiodo: variedades sensibles, insensibles o neutras; y por los factores limitantes de la producción: variedades resistentes y susceptibles.

2.6. Taxonomía del frijol.

El frijol corresponde al orden Fabales, a la familia Fabaceae (Leguminosae), subfamilia Faboideae (Papilionoidea), tribu Phaseoleae, subtribu Phaseolinae y al género *Phaseolus*, al cual se refieren 55 especies, de las cuales son parte las 5 especies cultivadas, cada una con sus propios ancestros y cincuenta verdaderas especies silvestres (Guzmán-Maldonado y Acosta-Gallegos, 2003)

Vilcapoma et al., (1994) nos dice que la taxonomía del frijol común está estructurada de la siguiente manera:

Reino: Rosidae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Subfamilia: Faboideae

Tribu: Phaseoleae

Subtribu: Phaseolinae

Género: Phaseolus

Especie: Phaseolus vulgaris L

2.7. Características morfológicas y fisiológicas del frijol.

(Freytag y Debouck, 2002) comentan que las características morfológicas realizan un papel fundamental; así mismo, son elementos básicos para ver y medir la variabilidad genética dentro de una población. Aunque cada especie de frijol (*Phaseolus* spp.) muestra características morfológicas únicas que la identifican, también tienen similitudes en algunos rasgos.

La planta es anual *P. coccineus* y *P. lunatus* puede haber plantas perenes, la raíz es de clase

fibrosa o tuberosa como *P. coccineus*, los tallos son herbáceos de crecimiento determinado o indeterminado, sus dos primeras hojas son sencillas, ya a partir de la tercer hoja pinnadas trifoliales; la inflorescencia es un racimo; las flores son pediceladas; la flor consta de 5 sépalos, 5 pétalos, 10 estambres y un pistilo; el cáliz es gamosépalo; los pétalos difieren morfológicamente y en conjunto forman la corola. (Morales, G. 2012).

2.8. Principales plagas del cultivo de frijol.

De acuerdo con (Danilo; 2005) los cultivos de frijol suelen enfrentar una serie de plagas que afectan su rendimiento. Entre las amenazas más habituales se encuentran problemas foliares como el marchitamiento y el oídio, además de diversas virosis que debilitan la planta. También destacan insectos como la chinilla del género *Epitrix*, las arrieras y los pulgones (*Aphis spp.*). A esto se suman los salta-hojas pertenecientes a la familia *Cicadellidae*, varias especies de chinches comunes de las familias *Coreidae* y *pentatomidae*, así como la presencia de señago. Finalmente, el gorgojo representa una de las plagas más serias, especialmente durante el almacenamiento del grano.

2.9.- Principales enfermedades del cultivo de frijol.

La investigación descrita por (Porfirio, M. 2025) señala que el frijol es susceptible a varias enfermedades de origen fúngico, bacteriano y viral. Entre estas destaca la antracnosis, provocada por *Colletotrichum lindemuthianum*, y la mancha angular, causada por *Phaeoisariopsis griseola*. También es muy común la roya, asociada al hongo *Uromyces phaseoli*. En el ámbito bacteriano, una de las afecciones más problemáticas es el tizón bacteriano común, generado por *Xanthomonas axonopodis* (antes conocida como *X. campestris* pv. *Campestris*). Además, el cultivo puede resultar seriamente afectado por el virus del Mosaico común del frijol (BCMV), que compromete la calidad del follaje y el desarrollo de la planta.

2.10. Control mecánico.

El control mecánico se basa en observar de manera continua la evolución de las plagas y enfermedades, verificando semanalmente si los brotes están disminuyendo o expandiéndose. Dentro de este método se incluyen acciones como instalar trampas para atrapar insectos voladores y retirar manualmente las hojas dañadas o con síntomas evidentes, con el fin de limitar la dispersión del problema (Pastor et al., 1994)

2.11. Control biológico y natural.

Las estrategias biológicas se apoyan en el uso de extractos elaborados a partir de plantas que poseen propiedades insecticidas o repelentes, los cuales deben aplicarse con precisión para evitar daños al cultivo. Además, es fundamental conservar la humedad del suelo, especialmente cuando se busca reducir la aparición de oídio. Complementariamente, las labores de cultivo deben

ejecutarse con regularidad, y es indispensable mantener limpias y desinfectadas las herramientas agrícolas para prevenir la propagación de patógenos (Schwartz et al 1980.).

2.12. Importancia económica.

El cultivo de frijol es denominado la leguminosa de grano al consumo humano directo de mayor importancia a nivel mundial. Los seis importantes países productores en el mundo son: Brasil, India, China, Myanmar, México y Estados Unidos de América, en ese orden. Desde 1999, Brasil es el primer país productor en el mundo. Según datos de la FAO, México en el año 2012 cubrió el sexto lugar, con India y Brasil a la cabeza (Miklas y Singh, 2007; Broughton et al., 2003).

El frijol es una de los cultivos de mayor importancia económica para México; aproximadamente al año se producen poco más de 1000 millones de toneladas de grano. (Ramírez y col., 2002).

En México, el frijol representa un cultivo de alto valor social y económico, pues junto con el maíz constituye uno de los alimentos esenciales en la alimentación cotidiana de la población. Durante décadas, especialmente antes de 1980, el país prácticamente no dependía del mercado externo para abastecerse, por lo que puede decirse que era autosuficiente. Sin embargo, esta situación ha cambiado con el tiempo y, en la actualidad, México requiere importar aproximadamente 150,000 toneladas anuales para cubrir su demanda interna (SIAP, 2023).

2.13. Simbiosis del frijol en la agricultura tradicional.

Además de su gran valor nutricional como alimento, el frijol cumple un papel clave debido a su capacidad de fijar nitrógeno en el suelo, al establecer vínculos simbióticos con microorganismo capaces de fijar nitrógeno del aire. Por esta razón, el frijol es un elemento clave en la milpa, un agroecosistema mesoamericano con raíces en la tradición maya, en el que los cultivos principales son maíz, frijol y calabaza, conocidos como “las tres hermanas” por la forma en que se complementan. El maíz proporciona soporte para que el frijol trepador crezca, mientras que el frijol enriquece el suelo con nitrógeno en sus raíces, beneficiando directamente el desarrollo del maíz (María Saburido Á, 2015).

2.14. Riego localizado o por goteo.

Se trata de un sistema presurizado en el que se transporta y se distribuye agua por tuberías cerradas en las cuales se requiere una cierta presión para el transporte de este fluido. Se les denomina riegos localizados por que se encargan de humedecer directamente la zona radicular del cultivo para que este tenga un buen desarrollo. (Liotta, M. 2015).

El riego localizado o por goteo es el sistema más adecuado para la mayor parte de cultivos,

ya que utilizan pequeños caudales a baja presión y alta frecuencia y no humedece la totalidad del suelo (Erazo-Mesa et al., 2021). En el riego por goteo se realiza una aplicación frecuente de agua filtrada al suelo en pequeñas cantidades. (Gurovich 1985).

2.15. Beneficios de un sistema de riego por goteo.

El riego por goteo es una técnica moderna que permite suministrar agua directamente a la zona de raíces de las plantas, en forma de gotas, utilizando goteros o tuberías de pequeño diámetro, e incluso mangueras con gotero integrado (Cadahia, 1998).

Yaqué (1994), nos dice que este sistema, ofrece varias ventajas importantes: permite aplicar solo el agua que la planta necesita, logrando una alta eficiencia de riego, que puede alcanzar entre 80% y 90% si se maneja adecuadamente. Además, requiere menos mano de obra que los métodos de aspersión o riego por gravedad, limitándose principalmente a tareas de mantenimiento como abrir y cerrar válvulas o limpiar filtros.

Otro de los beneficios destacados en el riego por goteo es que ayuda a mantener la humedad del suelo por más tiempo mediante el uso de pequeños volúmenes de agua con frecuencia, favoreciendo el crecimiento de las plantas. Esto resulta especialmente valioso en regiones semiáridas y áridas, donde la disponibilidad de agua es la principal limitante para la agricultura (Montemayor et al., 2006).

2.16.- Beneficios de la fertilización foliar.

En una investigación que se llevó a efecto en 2013 en la localidad de Ancash, Perú se utilizó un fertilizante foliar de nombre Kaliumax en el cultivo del frijol, fue un diseño de experimentos completamente al azar con 4 tratamientos con 3 periodos distintos: 37, 51 y 65 días como repeticiones. Los resultados fueron a favor del T3, este resultó en conteo de flores/ planta con 28,41 flores; conteo de vainas con madurez fisiológica de 18,07 vainas; promedio de vainas/ planta con 44,31 vainas; peso de vainas/ planta 112,45 g; rendimiento comercial con 2,79 tn/ha. En laboratorio resaltó el T4 con análisis foliar de 3,50 g/100 g materia seca, en cuanto al T3 destacó en longitud de vaina con 16,15 cm y peso de 100 granos (Legua-Cabrera; et al 2019).

Objetivo general.

Evaluar las variables fenológicas del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de la variedad pinto Saltillo en un sistema de producción irrigado por cintilla y fertilizado con foliares químicos.

Objetivos específicos.

Objetivo específico 1: Cuantificar el efecto del número de flores en el cultivo (*Phaseolus vulgaris* L.) de la variedad pinto Saltillo al aplicar los foliares bayfolan forte, hortikem complement al ser irrigados con cintilla.

Objetivo específico 2: Investigar en el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) el peso ejote verde de la variedad pinto Saltillo al abonar la planta con los foliares bayfolan forte, hortikem complement al ser irrigados con cintilla.

Objetivo específico 3: Obtener el peso de grano seco en el cultivo (*Phaseolus vulgaris* L.) de la variedad pinto Villa al fertilizar con los foliares bayfolan forte, hortikem complement al ser irrigados con cintilla.

Hipótesis

Hipótesis H1: No hay diferencia estadística entre los tratamientos comparados de frijol al irrigar con cintilla la variedad Pinto Saltillo y fertilizar con foliares bayfolan forte, y hortikem complement.

Ho: hay diferencia estadística entre los tratamientos comparados de frijol al irrigar con cintilla la variedad Pinto Saltillo y fertilizar con foliares bayfolan forte, y hortikem complement.

III. METODOLOGÍA UTILIZADA.

En el verano otoño de 2024 se estableció un experimento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de la variedad pinto Saltillo en el campo experimental San Antonio de los Bravos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Torreón Coahuila. El sistema de riego por cintilla fue aplicado Lunes y Martes de cada semana durante los meses de la mitad de julio, y los meses completos de agosto, septiembre, octubre y 10 días del mes de noviembre del año mencionado. Se estableció un diseño de experimental bloques al azar donde se establecieron 3 tratamientos (T1=A: riego por cintilla y fertilización bayfolan forte, T2=B: riego por cintilla y fertilización con hortikem complement, y T3=C: Tratamiento testigo con cintilla y sin nada de fertilizante) se realizaron 3 repeticiones por lo que fueron atendidos 9 cuadrantes cada uno de 9 metros cuadrados para una superficie total de 81 metros cuadrados. La densidad de siembra se realizó con la siembra de 8 a 10 semillas de frijol a una profundidad de 4 centímetros. La aplicación de los foliares fue aplicados al inicio de la floración y una segunda aplicación al momento de madurar los primeros ejotes, aproximadamente 3 semanas de distancia entre primera y segunda aplicación, la dosis utilizada fue de 15 mililitros para 15 litros de agua y aplicados mediante rociado con mochila de fumigación para tratamiento A y B. El corte de las matas para cada uno de los cuadrantes se realizó en la segunda semana de noviembre de 2024 para poder realizar la obtención de granos seco en la primera semana de Diciembre del año antes mencionado. Se realizó una aplicación de fósforo a inicios de agosto de 2024 por ferti irrigación de la marca ISASOA (marca registrada) de alta solubilidad utilizándose $\frac{1}{4}$ de saco de 25 kilogramos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Tabla 1 Variable analizada: área foliar en m²

ANALISIS DE VARIANZA PARA BLOQUES AL AZAR						
FV	g l	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1 %
Tratamiento	2	0.007755556	0.003877778	0.84096386	6.94	18
Bloques	2	0.043888889	0.021944444	4.75903614	6.94	18
Error	4	0.018444444	0.004611111			
Total	8	0.070088889				

Fc < Ft; Los tratamientos se han comportado igual

Cómo se puede observar en tabla 1; no hay diferencia estadística entre los tratamientos comparados, los tres presentaron un comportamiento similar en relación a la variable área foliar.

Tabla 2 No. de flores por tratamiento promedio por tratamiento.

ANALISIS DE VARIANZA PARA BLOQUES AL AZAR						
FV	g l	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1 %
Tratamiento	2	310.2222222	155.1111111	0.79771429	6.94	18
Bloques	2	133.5555556	66.77777778	0.34342857	6.94	18
Error	4	777.7777778	194.4444444			
Total	8	1221.555556				

Fc < Ft; Los tratamientos se han comportado igual

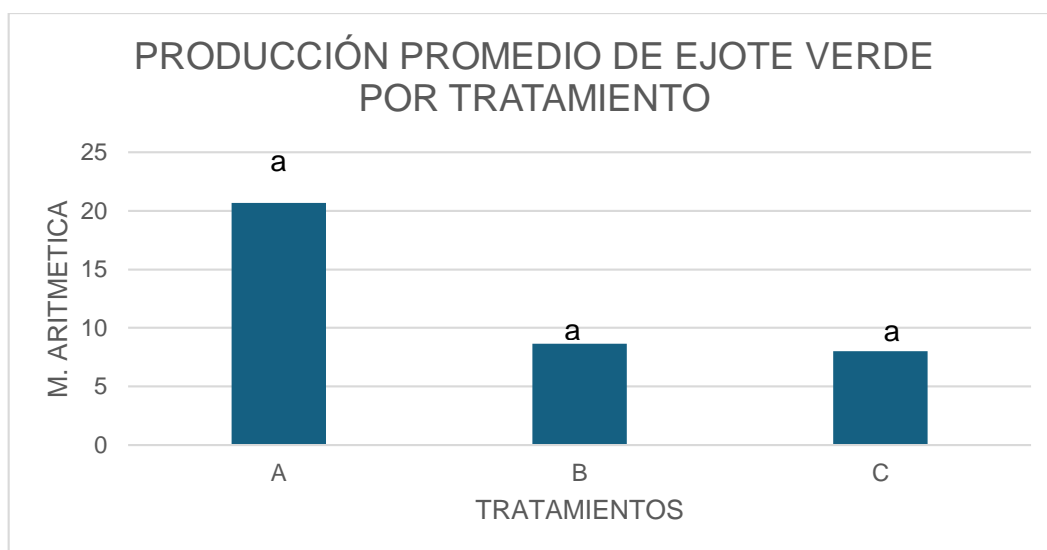
Cómo se puede ver en el análisis de varianza en relación a la variable de flores promedio por tratamiento; no se presentó diferencia estadística entre los tratamientos, es decir; todos se han comportado de manera similar.

Tabla 3 No. de ejotes promedio por planta.

ANALISIS DE VARIANZA PARA BLOQUES AL AZAR						
FV	gl	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1 %
Tratamiento	2	304.888889	152.444444	5.55465587	6.94	18
Bloques	2	81.5555556	40.7777778	1.48582996	6.94	18
Error	4	109.777778	27.4444444			
Total	8	496.222222				

Fc < Ft; No hay diferencia estadística entre los tratamientos

En la tabla 3 se puede observar el análisis de varianza para la variable número de ejotes por planta, en el mismo la Fc para tratamientos fue de 5.55, mientras que la Ft al 5% fue del 6.94 es decir casi se presenta la diferencia estadística, sin embargo, hay que ser objetivos el 5 es > que el 6 por lo tanto se debe decir que los tratamientos se presentaron igual.

Figura 1 Producción promedio de ejote verde por tratamiento.

Letras iguales en la parte superior de la columna indican la No diferencia estadística entre los tratamientos.

En la figura 1 se puede observar la gráfica de barras para comparar lo separado que estuvo el T1 (A) en la producción de ejotes verdes; es decir el T1 si generó mayor producción de Ejote Verde que T2 y T3.

Tabla 4 Producción de grano seco por cada cuadrante de 9 metros cuadrados.

DATOS:

REPETICIÓN	GRAMOS POR 9 ²
A1	383.8
A2	386.25
A3	420.81
B1	568.2
B2	611.49
B3	221.12
C1	1115.69
C2	263.27
C3	469.95

En la tabla 4 se puede observar la producción de grano seco para cada una de las repeticiones; mención especial merece la repetición C1 del tratamiento testigo con una producción de 1.11 Kg de grano seco, y como la producción más baja la repetición B3 con tan solo 221 gramos.

Tabla 5 Medias / tratamiento de la producción de grano seco.

TRATAM	MEDIAS Producción promedio en gramos
A	396.95
B	466.93
C	616.30

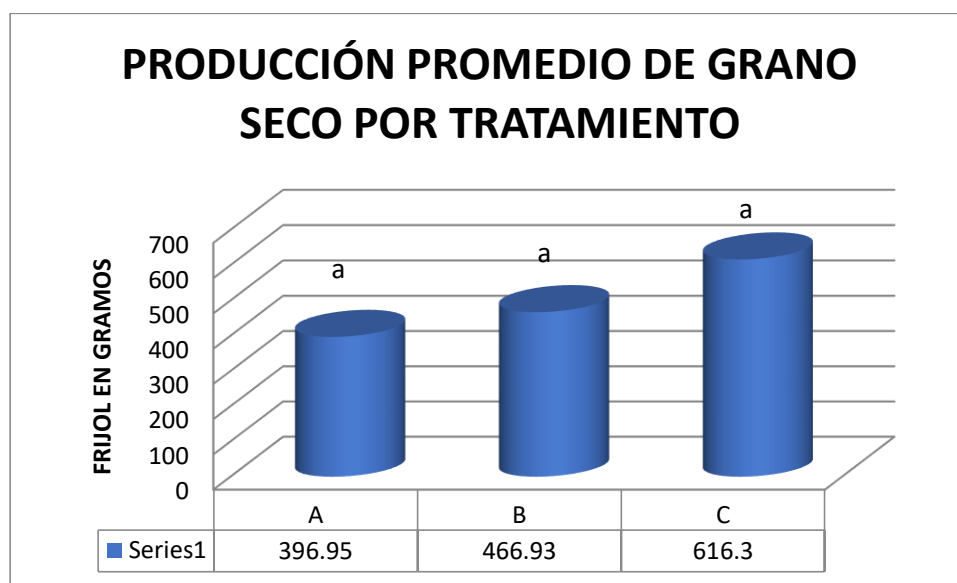
En la tabla 5 se presenta la comparación de medias en gramos de producción de grano seco promedio para cada uno de los tratamientos, fue el tratamiento C (testigo) el que más frijol logró producir, seguido por el tratamiento A.

Tabla 6 Anova completamente al azar de producción de grano seco de cada cuadrante de 9 metros cuadrados

FV	gl	SC	CM	Fc	Ft 5%
TRATAM	2	27789.71	13894.855	0.1736027	4.46
ERROR	8	640306.05	80038.256		
TOTAL	10	668095.76			

FC TRAT = 0.1736 < Ft 5% 4.46

En la tabla 6 se puede apreciar el análisis de varianza para la variable producción de grano seco en gramos, se da una reafirmación de la no diferencia estadística entre los tratamientos al ser la Fc menor a la Ft al 5%.

Figura 2 Producción promedio de grano seco en gramos por tratamiento.

En la figura 2; se presenta una comparación de medias para la producción de grano seco, en el eje de las X se tiene los tratamientos A=T1, B=T2 y C=T3, y en el eje de las Y están las medias aritméticas que representan la producción en gramos, hay una reafirmación entre la producción similar entre los tratamientos T1 y T2.

Tabla 7 Producción promedio de grano seco en gramos/planta

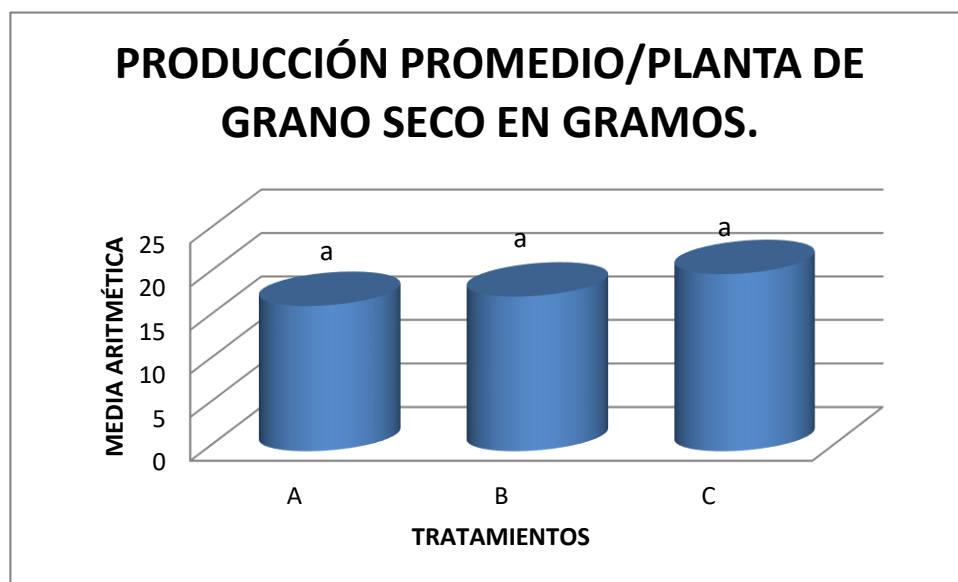
FV	gl	SC	CM	Fc	Ft=
TRATAM	2	21.39	10.695	0.28357417	6.94
BLOQUES	2	66.53	33.265	0.88200981	6.94
ERROR	4	150.86	37.715		
TOTAL	8	238.78			

$F_c \text{ TRAT} = 0.283 < F_c 5\% = 6.94$ NO hay diferencia estadística entre tratamientos

$F_c \text{ Bloques} = 0.88 < F_c 5\% = 6.94$ NO hay diferencia estadística entre bloques

En la tabla 7 se visualiza el ANOVA de la variable más importante para los cultivos básicos, se refiere a la producción de grano seco; en los mismos se presentó qué la F_c para tratamientos y bloques es MENOR que la F_t , por lo tanto, no se presentó diferencia estadística para estos 2 factores de variación.

Figura 3 Gráfica de comparación de medias de la producción promedio por planta en gramos.



Finalmente, en la figura 3 se puede observar el comportamiento similar en las alturas de las columnas, las tres con la misma letra que significa la no presencia de diferencia estadística entre los tratamientos; T1, T2, y T3 presentaron producción similar en granos seco, por lo que los ingresos proyectados por venta de grano seco para una hectárea se presentan a continuación:

V. CONCLUSIONES.

La experiencia investigativa cumplió con los objetivos planteados, es decir; se ha evaluado el riego por cintilla en la variedad de frijol pinto Saltillo, es un sistema de riego eficiente que logró el ahorro de agua a la UAAAN Unidad Laguna. Los resultados obtenidos para los efectos de los fertilizantes foliares T1, T2 y su control T3, no presentaron diferencia estadística entre los tratamientos comparados, sin embargo, fue el T3 el que mayor cosecha de grano seco logro en aproximadamente por cuadrante. El T1 arrojó 396.9 gramos, el T2 generó 466.9; y fue el T3 como testigo (solo cintilla) que se logró el más alto rendimiento con casi 617 gramos.

La producción total para la superficie del experimento de 81 metros cuadrados fue de 4.49 kilogramos, y con estos datos hacemos una producción estimada para una hectárea y su valoración en ingreso bruto para el productor que sería la siguiente: La producción para 81 metros cuadrados fue igual a 4.49 kg, para una hectárea: $10\ 000 \text{ metros cuadrados tendríamos } 4.49(10\ 000) / 81 = 554.32 \text{ Kgs/ha}$. Y el ingreso esperado tendríamos el que a continuación se presenta: Precio de garantía (año 2024= \$27.00; esto daría $554.32 (\$27) = \14966.64 pesos/hectárea de ingreso bruto. Se presenta una siguiente línea de investigación para comparar el gasto de agua por cintilla contra otros sistemas de riego.

VI. BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA.

- 1.-Acosta-Díaz E., M. D. Amador-Ramírez, y J. A. Acosta-Gallegos. 2003. Abscisión de estructuras reproductoras en frijol común bajo condiciones de secano. *Agric. Téc. Méx.* 29(2):155-168.
- 2.-Anaya, G. M. 1975. Captación y aprovechamiento de la lluvia para zonas temporales. V Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Medellín Colombia.
- 3.-Anaya-López, J. L.; Garrido-Ramírez, E. R.; Chiquito-Almanza, E.; Tosquy-Valle, O. H.; IbarraPérez, F. J. y López-Salinas, E. (2018). *Identification of opaque black bean recombinant lines resistant to BCMV, BCMNV and BGYMV using molecular markers*. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 9(3):601-614.
- 4.-Bitocchi E, E Bellucci, A Giardini, D Rau, M Rodriguez, E Biagetti, R Santilocchi, P S Zeuli, T Gioia, G Logozzo, G Attene, L Nanni, R Papa (2013) *Molecular analysis of the parallel domestication of the common bean (Phaseolus vulgaris) in Mesoamerica and the Andes*. *New Phytol.* 197:300-313.
- 5.-Blanco, M. G. y Ramírez, C. G. 1966. *La conservación del suelo y agua en México*. I.M.R.N.R. A.C. México. p. 113
- 6.-Celis-Velazquez, R., C. B. Peña-Valdivia, M. Luna-Cavazos, and J. R. Aguirre R. 2010. *Seed morphological characterization and reserves used during seedling emergency of wild and domesticated common bean (Phaseolus vulgaris L.)*. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 27:61-87
- 7.-CONABIO. (12 de Junio de 2024). *Frijoles, ayocotes, téparis, ibes*. Diversidad Natural y Cultural, págs. 15-17.
- 8.-Freytag F. and D. G. Debouck (2002) *Taxonomy, Distribution and Ecology of the Genus Phaseolus (Leguminosae-papilionoideae) in North America, Mexico and Central America*. BRIT. USA. 300 p. Internacional de agricultura tropical (CIAT).
- 9.-María de la Soledad Saburido Álvarez, A. H. (1 de Febrero de 2015). *Cultura, patrimonio y futuro del frijol en México. El frijol en la era genómica*. Estado de Mexico: Revista Digital Universitaria ISSN: 1607 - 6079.
- 10.-PACHICO D. 1989. En: *Bean Production Problems in the Tropics*. H. F. Schwartz y M. Pastor (eds.) 2da. Edición, CIAT, Cali, Colombia.
- 11.-Rosales-Serna, R., P. Ramírez-Vallejo, J. A. Acosta-Gallegos, F. Castillo-González, and J. D. Kelly. 2000. *Rendimiento de grano y tolerancia a la sequía del frijol común en condiciones de campo*. *Agrociencia* 34:153-165.

- 12.-Saburido, M.S. y Herrera, A. (2015). *El frijol en la era genómica*. Revista Digital Universitaria [en línea]. 16(2): 1-16. Recuperado el 03 de agosto de 2023 de:
<https://www.revista.unam.mx/vol.16/num2/art11/>.
- 13.-JOSE AVILA M. , JESUS AVILA M. Y RIVAS. S.F. (2014). *EL CULTIVO DEL FRIJOL*. Sonora: DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA.
- 14.-Dr. José Armando Ulloa, . M. (2011). *El frijol (Phaseolus vulgaris): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos*. Nayari t: ISSN 2007 - 0713.
- 15.-Cadahia, C. 1998. Fertirrigación. Cultivos Hortícolas y Ornamentales. 1º Edición. Madrid - España. Mundi - Prensa. 475 pp.
- 16.-Vilcapoma G., M. Flores. 1994. Botánica Sistemática. Guía de prácticas. UNALM. Lima - Perú.
- 17.-Ramírez, O.R., Ramírez, L.R.G., López, G.F. (2002). Factores estructurales de la pared celular del forraje que afectan su digestibilidad. Ciencia UANL 2, 180–189.
- 18.-Sánchez V., I., Acosta G., J. A., Ibarra P., F. J., Rosales S., R. y E. I. Cuellar R. 2006. Pinto Saltillo, nueva variedad de frijol para el Altiplano de México. Folleto Técnico Núm. 22. Campo Experimental Saltillo, CIRNE, INIFAP, SAGARPA. Coahuila, México. 24 p.
- 19.- Reyes, E. 2008. Historia, naturaleza y cualidades alimentarias del frijol. Investigación Científica. 4(3): 1870-8196.
- 20.- Debouck, D. 1986. La búsqueda de diversidad genética de *Phaseolus vulgaris*, en los tres centros americanos, como servicio de fitomejoramiento del cultivo de frijol. CIAT. Seminarios internos. Set 02/86. Cali - Colombia. 20 p
- 21.- Schoonhoven, A. VAN; Voysest, O.1989. Common beans in Latin America and their constraints . 2. ed . In: Schwartz, H.F.; Pastor-Corrales, M.A. (eds.). Bean production problems in the tropics . Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, CO. p. 33-57.
- 22.- Parsons, D.B. 1981. Manual de educación agropecuaria, frijol y chícharo. Primera Edición. Editorial SEP- Trillas, México. 58 p.
- 23.- MIKLAS, P.N., J.D. Kelly y S.P. Singh. “Registration of anthracnose-resistant pinto bean germplasm line USPT-ANT-1”, *Crop Sci*, 2003, 43, pp. 1889-1890.
- 24.- BROUGHTON, W.J. *et al.* “Beans (*Phaseolus* spp.)—model food legumes”, *Plant Soil*, 2003, 252, pp. 55-128.

- 25.- INIFAP. 2003. Frijol: Guía para la Asistencia Técnica agrícola para el Área de Influencia del Valle del Fuerte. Sexta edición. INIFAP-SAGARPA-CEVF
- 26.- Sánchez-Rodríguez, G.; Manríquez-Núñez, J. A.; Martínez-Mendoza, F. A. y López-Ibarra, L. A. 2001. El frijol en México competitividad y oportunidades de desarrollo. Boletín informativo FIRA, Número 36, Volumen XXXIII, México. 85 p.
- 27.- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2012. <http://www.siap.gob.mx/>. (consultado Septiembre, 2025)
- 28.- Rosales, S. R.; González, R. H. y Nava, B. C. A. 2011a. Consumer preferences for five new pinto bean cultivars in Durango, Mexico. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative 54:46-47.
- 29.- Rosales, S. R.; Acosta, G. J. A.; Ibarra, P. F. J. y Cuéllar, R. E. I. (2011). Pinto Bravo: nueva variedad de frijol para el Altiplano Semiárido de México. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 6:985-991.
- 30.- Herrera, M. D.; Jiménez, G. J. C.; Rosales S. R. y Jacinto, S. R. (2010). Seed yield of pinto slow darkening bred lines in Chihuahua State, México. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative. 53:238-239.
- 31.- Erazo-Mesa, E., Ramírez-Gil, J. G., & Sánchez, A. E. (2021). Avocado cv. Hassneeds water irrigation in tropical precipitation regime: Evidence from Colombia. Water, 13(14), 1942. <https://doi.org/10.3390/w13141942>
- 32.- Morales, G. (2012). *Crecimiento y produccion de del frijol a dos tonalidades de acolchado plastico con riego subterráneo*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro]. Repositorio Academico de UAAAN. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5655/>
- 33.- Montemayor, T. J. A., Gómez, M. A. O., Olague, R. J., Zermeño, G. A., Ruiz, C. E., Fortis, H. M., Salazar, S. E. y Aldaco, N. R. (2006). Efecto de tres profundidades de cinta de riego por goteo en la eficiencia de uso de agua y en el rendimiento de maíz forrajero. Téc. Pecu. Méx., 44, 359-364.
- 34.- Gurovich, L. 1985. Fundamentos y diseño de sistema de riego. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. p 397-398.
- 35.-Liotta, M. (2015). Manual de capacitación de riego por goteo. 1ED, edición especial, RIVADIA.
- 36.- Kwak M, P Gepts (2009) Structure of genetic diversity in the two major gene pools of common bean (*Phaseolus vulgaris* L., Fabaceae). Theor. Appl. Genet. 118:979-992.

- 37.- Freytag G F, D G Debouck (2002). Taxonomy, distribution, and ecology of the genus *Phaseolus* (Leguminosae-Papilionideae) in North-America, Mexico and Central America. SIDA, Botanical Miscellany 23. Botanical Research Institute of Texas. Fort Worth, USA. 300 p.
- 38.- Gentry H S (1969). Origin of the common bean, *Phaseolus vulgaris*. Econ. Bot. 23:55-69.
- 39.- Miranda-Colín S (1967). Origen de *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común). Agrociencia 1:99-104.
- 40.- Lara-Flores; M. 2015. El cultivo de frijol en México. Revista digital universitaria-UNAM. Vol.16 (2). ISSB:1607-6079. México, D.F.
- 41.- Danilo-Escoto; N. 2005. Manual técnico el cultivo de frijol. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Secretaria de Agricultura y Ganadería. Centro América, Col. Loma Linda Norte.
- 42.- FIRA, 2016. Frijol 2016. Panorama Agroalimentario. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. Fideicomiso Instituido en Relación con la Agricultura (FIRA). México.
- 43.- SAGARPA. 2017. Frijol Mexicano. Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Cd. De México
- 44.- José Herrera. 2024. Frijoles y quelites: tesoros nutritivos en riesgo de olvido. Revista digital universitaria-UNAM. Ciudad de México.
- 45.- Guzmán-Maldonado S.H., J.A. Acosta-Gallegos. 2003. El Frijol: Un Alimento Tradicional Redescubierto. Instituto Nacional De Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias INIFAP. México. Desplegable # 1
- 46.- Chávez-Simental J. A. y V. P. Álvarez-Reyna (2012). Eco fisiología de seis variedades de frijol bajo las condiciones climáticas de la Región Lagunera. *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas* 3:299-309.
- 47.- Magaña V., B. Méndez, C. Neri y G. Vázquez (2018) El riesgo ante la sequía meteorológica en México. *Realidad, Datos y Espacio. Revista Internacional de Estadística y Geografía* 9:35-48.
- 48.- CEDRSSA (2020) Mercado del frijol, situación y prospectiva.
<http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/53Mercado%20del%20frijol.pdf>.
- 49.- Abdulrahman B.O., Bala M., Bello O.M. (2020) Bioactive Compounds of Black Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: Bioactive Compounds in Underutilized Vegetables and Legumes. Murthy H.N., Paek K.Y. (eds) Reference Series in Phytochemistry. Springer, Cham.1-20

- 50.- Schwartz; H., Gálvez; E., Guillermo; E. 1980. Problemas de producción del frijol: enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris*. Repository of Agricultural ResearchOutputs. International Center for Tropical Agriculture. Colombia.
- 51.- Pastor-Corrales; M., Schwartz; H. 1994. Problemas de producción de frijol en los trópicos. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Colombia.
- 52.- Cuervo, M., Medina, C., Ramírez, J.L., Balcazar, S., Martínez, J., y Debouck, D. (2023). Virus del mosaico común del frijol. Base de conocimientos del banco de genes de cultivos. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia.
- 53.- Machiani, M. A., Rezaei-Chiyaneh, E., Javanmard, A., Maggi, F., y Morshedloo, M. R. (2019). Evaluación del rendimiento de semillas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y producción cuali-cuantitativa de aceites esenciales de hinojo (*Foeniculum vulgare* Mill.) y cabeza de dragón (*Dracocephalum moldavica* L.) en un sistema de cultivo intercalado con aplicación de ácido húmico. *Journal of Cleaner Production*, 235, 112122. Obtenido de: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.241>.
- 54.- Celis, V. (2008). Características morfológicas y fisiológicas de la semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) domesticado y silvestre y su relación con el desarrollo y establecimiento de la plántula. [Tesis de Doctorado, Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas]. Montecillo, Texcoco, Edo. De México.
- 55.- Peña-Valdivia, C.B.; J.R. Aguirre R.; E. del R. García H.; J.S. Muruaga M. 1995. Componentes del rendimiento de una semilla de una población silvestre y un cultivar de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Quaderni di Botanica Ambientale e Applicata* 6: 181-187.
- 56.- INIFAP. 2021.El Cultivo de Frijol Presente y Futuro de México. Primera edición. INIFAP-SAGARPA-CEVF- ISBN: 978-607-37-1318-4.
- 57.- Assefa T., Mahama, A.A., Brown, A.V., Cannon, E.K., Rubyogo, J.C., Rao, I. M., Blair, M. W., Cannon S.B. (2019). A review of breeding objectives, genomic resources, and marker- assisted methods in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Mol. Breeding*. 39(2):20.
- 58.-Flores D., A; M del C. Ibarra; J. Castillo M.; R. García N.; C.B. Peña-Valdivia; J.R. Aguirre R. 2002. Potencial agroindustrial del frijol silvestre (*Phaseolus vulgaris* L.); dureza de semilla y composición química. *Memorias del Primer Foro Internacional de mecanización y Agroindustrial*. Chapingo, Mexico, pp.1-15,"CD".

- 59.- Porfirio, M. (2025). Comportamiento Agronómico y Componentes de Rendimiento en Germoplasma de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). [Tesis de Licenciatura, Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro]. Repositorio Academico de UAAAN. Saltillo, Coahuila.
- 60.- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). (1984). Morfología de la planta de frijol común; guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido Científico. Debouck, Daniel G.; Hidalgo Rigoberto. Producción: Ospina O., Héctor.; Flor M., Carlos A. Cali, Colombia. 56 p. (Serie 04SB-09.01)
- 61.- Legua-Cardenas; J.A., Palomares-Román; J.Y., Cruz-Nieto; O., Espinoza-Montesinos;F., Ramírez-Maldonado;J. del C. (2019). Aplicación de diferentes dosis de fertilización del foliar Kaliumax en el cultivo del frijol Castilla (*Vigna unguicuta* L.) para mejorar los rendimientos. Revista Aporte Santiaguino, <https://orcid.org/0000-0002-4978-4980>. ISSN:2070 – 836X. Ancash, Perú.