

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE



Adaptabilidad y rendimiento de frijol Barretón (*Phaseolus vulgaris* L.) endémico de Chiapas bajo condiciones de estrés hídrico.

Por:

TOMAS GUADALUPE GÓMEZ CRUZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

Adaptabilidad y Rendimiento de frijol Barretón (*Phaseolus vulgaris* L.) endémico de Chiapas bajo condiciones de estrés hídrico.

Por:


TOMAS GUADALUPE GÓMEZ CRUZ

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:


Ph D. Vicente De Paul Alvarez Reyna
Presidente


M.C Ricardo Israel Ramirez Gottfried
Vocal


M.C. Edgardo Cervantes Alvarez
Vocal


M.C. Armando Nahle Martínez
Vocal Suplente
Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO


Dr. Isaias de la Cruz Alvarez
Coordinador de la División Regional de Ciencias Agrícolas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.


DICIEMBRE 2021
COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

Adaptabilidad y rendimiento de frijol Barretón (*Phaseolus vulgaris* L.) endémico de Chiapas bajo condiciones de estrés hídrico.

Por:

TOMAS GUADALUPE GÓMEZ CRUZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Ph.D. Vicente de Paul Álvarez Reyna

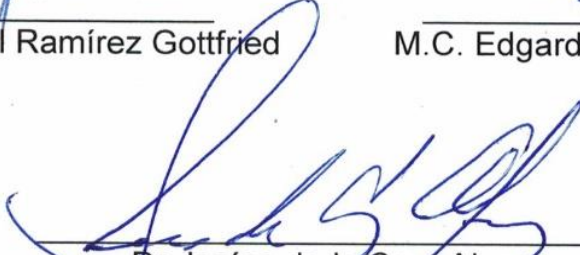
Asesor Principal


M.C. Ricardo Israel Ramírez Gottfried

Coasesor


M.C. Edgardo Cervantes Alvarez

Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO
Coasesor


Dr. Isaías de la Cruz Álvarez
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.


COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DICIEMBRE 2021

AGRADECIMIENTOS

A Dios por prestarme vida, salud, familia, amor, todas las bendiciones que me ha regalado a lo largo de mi vida, agradecido por la oportunidad de permitirme alcanzar uno de los sueños más anhelados para mí y mis seres queridos.

A mi ALMA TERRA MATER por la oportunidad que me ha dado de formarme como profesionista, ser una mejor persona día con día, darme un espacio entre sus filas, nobleza de conocimientos que me ha brindado, tener el gran privilegio de ser parte de esta noble institución.

Al Ph. D. Vicente de Paul Alvarez Reyna por el invaluable apoyo que me ha brindado a lo largo de la carrera y en la realización de este trabajo de investigación, sin él no habría sido posible.

Al Ph. D. Ricardo Israel Ramírez Gottfried por el apoyo y contribución a este trabajo, formar parte de mi formación profesional y ser un ejemplo a seguir.

Al personal docente del departamento de Riego y Drenaje de la UAAAN UL, por la formación académica que he recibido y aún estoy recibiendo, transmitirme valores invaluable, empeño y dedicación para conmigo.

A mi FAMILIA entera que a pesar de no tenerlos aquí conmigo físicamente, habitan en mi corazón desde siempre, a los mejores **PADRES** que Dios me ha dado, que han estado conmigo en cada paso de mi vida, sus consejos y el amor que siempre me han dado, les agradezco con todo mi corazón todo el esfuerzo que han hecho por mí.

A mi **hermano Vicente** que ha estado conmigo en las buenas y malas, hemos tenido el privilegio de poder compartir y vivir esta etapa de nuestras vidas juntos, le doy gracias por haber sabido comprenderme en los momentos oscuros en los que he pasado y alentarme a lograr mis metas y sacar lo mejor de mí como persona.

A mi novia que ha formado parte de esta etapa de mi vida, ha estado conmigo en los buenos y malos momentos, me ha enseñado a crecer como persona. Ser una maravillosa mujer, que me inspira a dar lo mejor de mí cada día, tener el privilegio de formar parte de su vida y ser esa persona por la que doy gracias a Dios por conocerla.

A **mis amigos** con los que he compartido un sinnúmero de experiencias a lo largo de estos años que ha durado la carrera y que se han convertido en una segunda familia para mí.

DEDICATORIAS

A mis **padres:**

Sra. Antonia Cruz Aguilar

Sr. Isabel Gómez Cruz

Por todo su amor y cariño, su apoyo, sus consejos, luchar con todo y contra todo para brindarme la educación que he recibido a lo largo de mi vida y llegar hasta este punto, bendecir cada paso que he dado y guiar mi camino en todo momento, haberme educado con buenos valores y principios, apoyar mi decisión cuando se presentó la oportunidad de retomar mis estudios, creer en mí siempre, por eso y más le pido a Dios que me los cuide en todo momento y me permita devolverles un poco de lo mucho que me han dado.

A mis **hermanos (as):**

Armando, Aurora, Fulvia, Vicente, Sofía, Dan, Alex y Rosy

Por ser los mejores hermanos que pudiese haber deseado, apoyarme en todos los aspectos, brindarme su cariño, comprensión y consejos en todo momento y darme el privilegio de aprender mucho de todos y cada uno de ustedes.

A mis **Sobrinos (as):**

Jhoselin, Rihana, William, Cielo, Dalila, Ryan, Kilian y Johan

Que con la llegada de cada uno (a) han traído alegría y amor a nuestra familia.

A mis **abuelos y abuelas, tíos y tías:**

Por los consejos que me han brindado, su cariño y preocupación hacia mí persona.

A mi padrino, el Ing. **Mario Alberto Camacho Torres:**

Por brindarme su confianza, sus consejos, su cariño y haber estado ahí para mí cuando más lo necesité, ser como un segundo padre para mí y enseñarme muchas cosas buenas de la vida.

A mi gran amigo y uno de mis mejores profesores que he tenido, el Lic. **Marco Antonio Gómez Morales:**

Por ser un ejemplo a seguir, ser una persona maravillosa, que llegó a mi vida no solo para aportar conocimiento y sabiduría sino también a enseñarme a enfrentar mis problemas y a disfrutar de la vida.

A todas y a cada una de las personas que han creído en mí:

Familiares, amigos de la infancia, mis profesores de bachillerato, excompañeros de escuela...

Que han confiado en mí y han dejado huella en mi camino para lograr este sueño tan anhelado.

RESUMEN

En el ejido Saltillo municipio de las Margaritas, Chiapas, México, se cultiva el frijol Barretón, tipo pinto; variedad típica de la región que presenta problemas de rendimiento y producción por la falta de manejo agronómico y condiciones climáticas desfavorables que han provocado la disminución del área de cultivo en la zona y el riesgo de que la variedad desaparezca.

Esta investigación se realizó en terrenos del campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Torreón, Coahuila. El experimento fue conducido durante el ciclo primavera – verano de 2021, bajo condiciones de campo. El objetivo fue estudiar la adaptabilidad del cultivo frijol Barretón a las condiciones de la región, así como su respuesta a cuatro tratamientos de riego (T) en base a la aplicación de diferentes porcentajes de la evapotranspiración de referencia (T1:65%, T2:80%, T3: 95% y T4:100%) bajo sistema de riego por goteo. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con cuatro repeticiones en una superficie de 165 m². La parcela experimental constó de 4 surcos espaciados a 75 cm y 3.6 m de largo. La parcela útil fueron tres hileras de dos surcos centrales de un metro de largo. Las variables evaluadas fueron altura de planta, temperatura de follaje, número de hojas, número de vainas, peso de semilla y rendimiento. La aplicación del 100% de la evapotranspiración de referencia presentó la mayor altura, mientras que en temperatura de follaje presentó el valor más bajo, mayor número de vainas, peso de semilla y rendimiento (3.56 Ton ha⁻¹).

Palabras clave: frijol Barretón, variedad típica, adaptabilidad, tratamientos de riego, diseño experimental.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	1
DEDICATORIAS	3
RESUMEN.....	5
ÍNDICE DE CUADROS.....	9
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II.- OBJETIVO GENERAL	12
III.- HIPÓTESIS:	12
IV.- REVISIÓN DE LITERATURA.	13
4.1. Importancia del agua en la comarca lagunera.....	14
4.2. Taxonomía	15
4.3. Características morfológicas	16
4.3.1. Raíz:	16
4.3.2. Tallo:.....	17
4.3.3. Hojas:	17
4.3.4. Flor:	17
4.3.5. Fruto:	18
4.4. Etapas de desarrollo de la planta	18
4.4.1. Etapa V0 Germinación:.....	18
4.4.2. Etapa V1 Emergencia:	18
4.4.3. Etapa V2 Hojas Primarias:.....	18
4.4.4. Etapa V3 Primera hoja trifoliada:	19

4.4.5. Etapa V4 Tercera hoja trifoliada:	19
4.4.6. Etapa R5 Prefloración:.....	20
4.4.7. Etapa R6 Floración:	20
4.4.9. Etapa R8 Llenado de vainas:.....	20
4.4.10. Etapa R9 Maduración:	21
4.5. Requerimientos edafoclimáticos	21
4.5.1. Clima	21
4.5.2. Suelo	21
4.5.3. Requerimientos de agua.....	22
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
5.1. Sitio de investigación	23
5.2. Características del clima	24
5.3. Variedad utilizada.....	24
.....	25
.....	25
5.4. Diseño experimental	25
5.5. Descripción de tratamientos	25
5.6. Prácticas Culturales.....	26
5.6.1 Preparación del terreno	26
5.6.2. Instalación del sistema de riego.....	27
5.6.3. Siembra	28
5.6.4. Fertilización.....	29
5.6.5. Control de Maleza.....	30

5.6.6. Control de Plagas	30
5.6.7. Riego	30
5.7. Cosecha	31
5.8. Variables evaluadas	32
5.8.1. Altura de la planta (cm).....	32
5.8.2. Número de hojas	32
5.8.3. Temperatura de hoja	32
5.8.4. Numero de vainas.....	32
5.8.5. Peso de semilla	32
5.8.6. Rendimiento.....	32
VI.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO	33
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
7.1. Altura de planta	33
7.2. Temperatura de follaje	33
7.3. Número de hojas	33
6.4. Número de vainas	34
7.5. Peso de semilla	34
7.6. Rendimiento.....	35
VIII. CONCLUSIONES.....	36
IX. FUENTES DE INFORMACIÓN	37

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1. Tratamientos evaluados	25
Tabla 2.- Altura de planta, temperatura de follaje, número de hoja y número de vaina, bajo diferentes regímenes de riego. UAAAN UL 2021.....	34
Tabla 3. Peso de semilla, rendimiento en toneladas por hectárea y lamina de riego total aplicada bajo cada tratamiento. UAAAN UL. 2021.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Primera hoja trifoliada, UAAAN-UL	19
FIGURA 2. Tercera hoja trifoliada, UAAAN-UL	20
FIGURA 3. Ubicación de la parcela experimental.	23
FIGURA 4.- Semilla de frijol Barretón.....	25
FIGURA 5. Preparación del terreno	27
FIGURA 6. Instalación del sistema de riego.....	27
FIGURA 7. Riego de pre-siembra	28
FIGURA 8. Siembra de frijol Barretón	28
FIGURA 9. Dosificación de fertilizante Bayfolan	29
FIGURA 10. Dosificación de fertilizante Green top	29
FIGURA 11. Báscula digital marca OHAUS, UAAAN-UL	31

I. INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de alimentos que existe actualmente nos obliga a buscar mejores alternativas de producción, que nos impulse a ser eficientes y efectivos con respecto a la generación de nuevas tecnologías que vayan enfocadas al cuidado y uso racional de los recursos naturales, en este caso el agua, recurso indispensable en casi todas las actividades del ser humano, vital para todos los seres vivos. El sistema de riego por goteo es uno de los más eficientes en el manejo y uso del agua, esta tecnología permite ahorrar una gran cantidad del vital líquido en el sector agrícola.

El déficit hídrico en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), afecta directamente el rendimiento de grano, bajo estas condiciones se reduce la producción de número de vainas y semilla por planta, disminuyendo el rendimiento hasta un 70 % dependiendo de la duración e intensidad del periodo de estrés.

Existe una constante búsqueda de adaptabilidad de esta variedad de frijol en zonas ajenas a la de la variedad para aumentar la escala de producción y obtener mejores rendimientos, en el entendido de que en la comarca lagunera existe mejor aprovechamiento agrícola, más capital de inversión en el sector agropecuario y mayor avance en cuanto a tecnologías de riego que mejoran la calidad y aumentan la producción.

En virtud de lo cual y considerando la importancia del agua en la región lagunera, el objetivo de este trabajo fue evaluar la adaptación y producción del frijol Barretón bajo las condiciones de la comarca lagunera y su respuesta a diferentes condiciones de riego.

II.- OBJETIVO GENERAL

Evaluar la adaptabilidad y producción de frijol Barretón bajo la aplicación de diferentes láminas de riego en base a la evapotranspiración de referencia.

III.- HIPÓTESIS:

El frijol Barretón se adapta a las condiciones de la comarca lagunera y su desarrollo y producción no es afectada por la lámina de riego aplicada.

IV.- REVISIÓN DE LITERATURA.

El frijol forma parte de la familia de las leguminosas que se encuentran distribuidas en casi todo el mundo; junto con el maíz forman parte esencial en la dieta básica de la población de México, es una de las leguminosas de grano más importante para el ser humano. Se cultiva prácticamente en casi todo el mundo; varios estudios indican que el frijol común (*Phaseolus Vulgaris* L.) es originario de América Latina de algunas regiones de México, Estados Unidos y Perú con una antigüedad de 5000 a 8000 años. A nivel nacional se siembran 1, 711,962.51 ha, con una producción de 1, 056,070.61 millones de toneladas en el año agrícola de 2020. En el estado de Chiapas se siembran un total de 115,168.56 ha con una producción de 67,599.56 toneladas de las cuales 1,052.66 ha son de riego con una producción de 1,010.78 toneladas (SIAP, 2020).

Las leguminosas después de los cereales, son principal de alimentos de origen vegetal y principales fuentes proteicas. El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) también es conocido con diferentes nombres en distintas partes del mundo, considerada como la leguminosa alimenticia más importante en varias partes del trópico de América Latina, África oriental y meridional. Cultivada tradicionalmente a través del tiempo por pequeños agricultores, colocándolo entre los cultivos fundamentales no sólo por su alto valor nutricional que representa sino por su alto consumo en la mayoría de la población, pero su cultivo y producción generalmente se lleva a cabo en condiciones no favorables y con déficit de insumos (Dell'Amico *et al.*, 2016).

Representa menor costo en relación con la proteína de origen animal, de ahí su importancia económica, es por eso que este cultivo continúa siendo, junto con el maíz, la base de la alimentación en muchas regiones del mundo. El aporte nutricional que representa el frijol es más importante económicamente hablando cuando se tiene un descenso económico en la sociedad (Rodriguez, 2018).

Uno de los factores más limitante en el cultivo del frijol que influye de manera directa en el rendimiento de grano (RG) es la sequía que al igual que en otros cultivos en ambientes de secano repercute en su rendimiento y producción. Los

efectos del déficit hídrico en la planta dependen de la variedad, etapa fenológica, duración y severidad del estrés, tipo de suelo y clima. El RG está directamente relacionado con la producción de biomasa del cultivo (Romero, 2019).

4.1. Importancia del agua en la comarca lagunera

El agua es uno de los recursos más importantes para el desarrollo económico de la Comarca Lagunera, sin embargo, a lo largo de los años, ese desarrollo ha generado recíprocamente una demanda hídrica cada vez mayor y la derrama económica de las actividades productivas no ha ayudado a ordenar el consumo de este recurso, cuyas reservas aun mal estimadas y poco seguras, parecen disminuir hasta agotarse. La sobreexplotación de agua subterránea, por ejemplo, se ha mantenido durante los últimos sesenta años, provocando un abatimiento sostenido de casi 1.5 m por año y un deterioro gradual de la calidad del agua. Los escenarios futuros con un consumo hídrico igual, son insostenibles para esta región desértica que requiere urgentemente de un ordenamiento en el uso y manejo del agua (Barrios *et al.*, 2019)

Un balance global de la cantidad de agua que se consume actualmente en la Comarca Lagunera arroja resultados deficitarios en relación a la cantidad de agua que recibe de las presas regionales. La cantidad de agua consumida por año es muy superior, desde hace más de 60 años, a la del agua renovable de lluvia almacenada por año. Es urgente encontrar alternativas para reducir las necesidades de agua de los principales consumidores que son: la actividad agropecuaria (92%), uso público urbano (6%) e industria (2%). Esto va desde la adopción de sistemas más especializados para el uso y transformación del agua hasta el cambio de la actividad productiva. La Comarca Lagunera utiliza la mayor parte del agua de escurrimiento superficial que se produce en la región hidrológica y la destina generalmente para el riego agrícola (Barrios *et al.*, 2019).

Las medidas a sugerir para evitar el alza en el consumo de agua en los años futuros son las siguientes:

1. Tecnificación del riego, con sistemas de riego por goteo, fertirrigación y otras técnicas ya probadas experimentalmente en la Comarca Lagunera; su generalización podría permitir economizar 30% del volumen del agua utilizada.

2. Regreso a la producción diversificada; hoy día 80% de la superficie útil está sembrada con forrajes como la alfalfa, el maíz y la avena, destinados a la alimentación del ganado lechero seleccionado y estabulado, lo cual, a pesar de los buenos rendimientos (más de 30 litros por día por vaca) no es rentable en agua; ya que se requieren al menos 1000 litros de agua para producir un litro de leche (Jasso et al., 2005). La adopción de cultivos y de forrajes de invierno permitiría limitar la evaporación, de 30 a 40% en todo el año, pero con una ligera disminución de la calidad de los forrajes (Barrios *et al.*, 2019).

En el distrito de riego 017 perteneciente a la Comarca Lagunera la actividad económica principal reside en el sector agropecuario con un total de 38000 productores en el sector privado y ejidal, la existencia de este distrito hace del sector agrícola el mayor consumidor de agua y como principal productor de insumos para la industrialización de lácteos y varios productos agropecuarios (Schott, 2017). La comarca lagunera presenta problemas de escasez y sobreexplotación del agua en los mantos acuíferos. Entre los factores que agudizan cada vez más este problema se encuentra el deficiente control de extracción, presencia recurrente de sequía, creciente demanda por parte de la población, sector agropecuario y la competencia entre otros sectores usuarios del recurso (Barraza, 2020).

4.2. Taxonomía

Nombre común: Frijol

Reino: Metaphyta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Rosales

Familia: Fabaceae

Subfamilia: Lotoideae

Tribu: Phaseoleae

Sub-tribu: Phaseolinae

Género: Phaseolus

Especie: Vulgaris (Dosquebradas, 2019)

4.3. Características morfológicas

La variedad Barretón del tipo pinto es herbácea con crecimiento determinado, fotoperiodo de día corto y madurez temprana, con grano de tamaño grande en comparación a otras variedades similares y una capacidad de hidratación alta (Hernández, 2018). La descripción morfológica de esta variedad se presenta a continuación.

4.3.1. Raíz: el sistema radical comienza con la radícula del embrión después de la siembra de la semilla, la cual se convierte posteriormente en la raíz principal o primaria. Varios días después se desarrollan las raíces secundarias en la parte superior de la raíz principal al igual que en otras variedades de este cultivo. En las raíces secundarias se desarrollan las raíces terciarias y lo último son los pelos absorbentes, los cuales se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz. En general se puede distinguir la raíz principal de todo el sistema radical que tiende a ser fasciculado y fibroso, pero presenta ciertas diferencias incluso dentro de la misma variedad (Centa, 2018).

En las raíces laterales del género *Phaseolus vulgaris* L. presenta nódulos distribuidos en la parte superior y en medio del sistema radical. En esta variedad tiende a desarrollar nódulos con forma poliédrica de 2 a 5 milímetros de diámetro. En la familia de las leguminosas comúnmente son colonizados por la bacteria del

género *Rhizobium*, bacterias que fijan nitrógeno atmosférico en la zona radicular, el cual satisface los requerimientos de este elemento en la planta (Centa, 2018).

4.3.2. Tallo: en la mayoría de las variedades de crecimiento determinado se identifica el eje central de la planta, compuesta por una sucesión de nudos y entrenudos; el tallo de esta variedad es herbáceo, con forma cilíndrica o puede ser levemente angular; con porte erecto (Centa, 2018). El tallo por lo general es de mayor diámetro que las ramas y empieza desde el punto de inserción radicular que distingue el tallo del sistema radicular (Vigliola, 2007).

4.3.3. Hojas: en cuanto a las hojas de esta variedad, no presentan mucha diferencia en comparación con otras variedades, se sabe que en este cultivo el primer par de hojas lo constituyen los cotiledones que son los encargados de proveer a la planta las sustancias de reserva que necesita en su etapa de germinación y emergencia, sus primeras hojas verdaderas se dan en el segundo nudo y en el tercer nudo se presenta hojas compuestas trifoliadas en forma alterna con folíolos de forma triangular con una leve curvatura en la punta de las mismas, desarrolla dos estípulas en la base del peciolo y también en la base de los folíolos, presenta un color verde claro con nervaduras visibles en todas las hojas, este color puede variar según el tipo de suelo, clima y grado de fertilización que tenga la planta. Las hojas empiezan a caer pasando la etapa de madurez de las vainas a los 70 a 80 días, aunque esto varía de acuerdo al contenido de humedad en el suelo (Centa, 2018).

4.3.4. Flor: al igual que en la gran mayoría de las plantas, en la flor se encuentran los órganos sexuales (en las flores masculinas llamados estambres y en las femeninas llamados pistilos), cuando el polen que se produce en los estambres cae en los pistilos se origina el grano o semilla. La flor de esta variedad es de color blanca desarrollada en la parte axilar en una inflorescencia (racimo), lo que significa que primero se desarrolla un racimo floral y después la vaina. Esta inflorescencia se compone de tres partes principales: el eje compuesto por el pedúnculo y raquis, las brácteas primarias y el botón floral. Durante el inicio de desarrollo de la flor se pueden considerar dos estados el botón floral y la flor en su forma completamente abierta (Dobouci, 2017).

4.3.5. Fruto: es el ovario desarrollado en forma de vaina, las vainas de la variedad Barretón son planas de color verde claro, en su punto de madurez de la vaina pasa a un color amarillo claro con pequeñas manchas rojizas hasta llegar a su punto máximo de madurez que es donde se empieza a secar y se torna en un color café crema (Cruz, 2003). Pueden contener de 3 a 6 semillas por vaina, su semilla es de tamaño grande de color crema con manchas rojizas y en algunos casos puede salir mezclados con un color violeta con pequeñas manchas blancas.

4.4. Etapas de desarrollo de la planta

El proceso de desarrollo de la planta de frijol en forma generalizada se divide en dos fases importantes: vegetativa y reproductiva. La fase vegetativa inicia prácticamente cuando la semilla tiene las condiciones favorables para germinar y se termina cuando aparecen los primeros botones florales de la planta, en esta fase se divide en cinco estadios que se conocen como etapas de desarrollo (Idefonso, 2020) y se describen a continuación:

4.4.1. Etapa V0 Germinación: proceso fisiológico en el cual se desarrollan las estructuras esenciales para la formación de una planta, dichas estructuras emergen y se desarrollan a través de una serie de actividades anabólicas y catabólicas; entre ellas están la respiración, síntesis de proteínas y movilización de reservas que actúan después de la absorción de agua (Santos, 2017).

4.4.2. Etapa V1 Emergencia: etapa que inicia cuando los cotiledones de dicha planta sobresalen a nivel de suelo (SIAP, Aptitud agroclimática , 2019). El hipocótilo (parte subterránea del tallo principal de la planta) se endereza y crece conduciendo a los cotiledones hacia arriba posicionándolos sobre el nivel del suelo y estos empiezan a separarse y desplegarse en hojas primarias (FAO, 2014). Para la emergencia de las plantas evaluadas tomando en consideración las condiciones de humedad proporcionadas en la siembra de las mismas emergieron a los tres días en su mayoría y en su totalidad al día 5 después de la siembra.

4.4.3. Etapa V2 Hojas Primarias: etapa que se observa inmediatamente tras terminada la etapa de emergencia (a pocas horas después de que la planta emerge

a nivel del suelo) aquí las hojas primarias llevan a cabo el proceso de expansión y crecimiento (Cruz, 2003). Las primeras hojas de esta variedad aparecieron en el cuarto y quinto día después de la siembra, cabe mencionar que no todas las plantas presentaron la uniformidad de desarrollo de las primeras hojas.

4.4.4. Etapa V3 Primera hoja trifoliada: etapa en que se desarrollan las hojas típicas del frijol, se componen de tres folíolos, de un peciolo y el raquis (UNAD, 2020). Las primeras hojas trifoliadas de este experimento se desarrollaron a los 28 días después de la siembra (Figura 1).



FIGURA 1. Primera hoja trifoliada, UAAAN-UL

4.4.5. Etapa V4 Tercera hoja trifoliada: etapa en que se desarrollan las hojas se formas las ramas que se originan en los inferiores (López, 2012). Cuando aparece la tercera hoja trifoliada se halla desplegada y se puede observar que dicha forma se forma debajo de la primera y segunda hoja trifoliada (MINAGRI, 2019). En

este punto del desarrollo de la planta es donde concluye la fase vegetativa de esta variedad y empieza la fase reproductiva de la planta (Figura 2).



FIGURA 2. Tercera hoja trifoliada, UAAAN-UL

4.4.6. Etapa R5 Prefloración: etapa en que se origina el tallo floral desde la axila, con el primer botón o racimo floral donde se desarrolla la floración tanto hacia abajo como arriba (Ramírez, 2020). En este cultivo se considera que llega a esta etapa cuando el 50% de las plantas desarrollan esta característica.

4.4.7. Etapa R6 Floración: etapa consistente en la apertura de los primeros botones florales desarrollados en la prefloración, puede presentarse de manera simultánea con otras etapas de la fase reproductiva, ya que en general la floración alcanza un máximo de 5 a 7 días después de la apertura del primer botón floral (Cruz, 2003). El color de la flor para esta variedad es blanco, permanecen frescas y turgentes en los primeros días de la etapa de floración.

4.4.8. Etapa R7 Formación de vainas: etapa que inicia cuando la planta presenta la primera vaina con la corola de la flor desprendida (SIAP, 2019). Las primeras vainas se presentaron a los 45 días después de la siembra.

4.4.9. Etapa R8 Llenado de vainas: etapa que comienza cuando se empieza a llenar la primera vaina, este proceso se da con el crecimiento acelerado de la semilla y finaliza hasta que alcanza su máximo peso (Cruz, 2003). Al inicio de esta

etapa, en el caso de esta variedad la vaina conserva el color verde claro con manchas violetas y la semilla conserva el color blanco con machas rojizas hasta el punto de madurez.

4.4.10. Etapa R9 Maduración: etapa se caracterizada por la decoloración y el secado de las vainas, varias de las hojas quedan adheridas a la planta al igual que algunas vainas que son indehiscentes (Cruz *et al.*,2003). En la variedad estudiada las vainas presentaron un color marrón claro al momento de secarse, estas vainas tienden a abrirse cuando ocurren cambios bruscos de humedad en el ambiente y tiran su semilla.

4.5. Requerimientos edafoclimáticos

Los factores ambientales de mayor impacto que intervienen en el crecimiento de un cultivo son la precipitación pluvial, la radiación solar y la temperatura. Estos factores climáticos influyen en el desarrollo y rendimiento de un cultivo (Chilo, 2021).

4.5.1. Clima

La planta de frijol se desarrolla bien entre temperaturas promedio de 15 a 27 °C, con elevaciones que generalmente predominan de 200 a 1,500 msnm, sin embargo, es importante reconocer que existe un gran rango de tolerancia entre diferentes variedades (Icabalceta *et al.*, 2014).

4.5.2. Suelo

Los suelos óptimos para el cultivo de frijol son los de textura ligera como los franco-arcillosos y franco-arenosos, aunque prefiere suelos sueltos y ligeros de textura franca o franca limosa que presenten buen drenaje. La planta de frijol prospera en suelos delgados, aunque para la obtención de máximos rendimientos requiere de un mínimo de 60 cm de profundidad y suelos profundos. La absorción de agua se produce en los primeros 50 o 70 cm de profundidad. Se considera un cultivo sensible a la salinidad, por lo que requiere suelos libres de sales (Navarro *et al.*, 2008)

4.5.3. Requerimientos de agua

El cultivo necesita entre 300 a 450 mm de agua. La falta de agua durante las etapas de floración, formación y llenado de vainas afecta seriamente el rendimiento. El exceso de humedad afecta el desarrollo de la planta y favorece el ataque de gran número de enfermedades (Icabalceta *et al.*, 2014).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Sitio de investigación

La presente investigación se realizó en terrenos del campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en periférico Raúl López Sánchez 27054, Torreón, Coahuila y carretera Santa Fe con coordenadas $25^{\circ}23'36''\text{N}$ $101^{\circ}00'02''\text{O}$ y $25^{\circ}23'36''\text{N}$ $101^{\circ}00'02''\text{O}$. El experimento fue conducido durante el ciclo primavera – verano de 2021, bajo condiciones de campo (Figura 3).

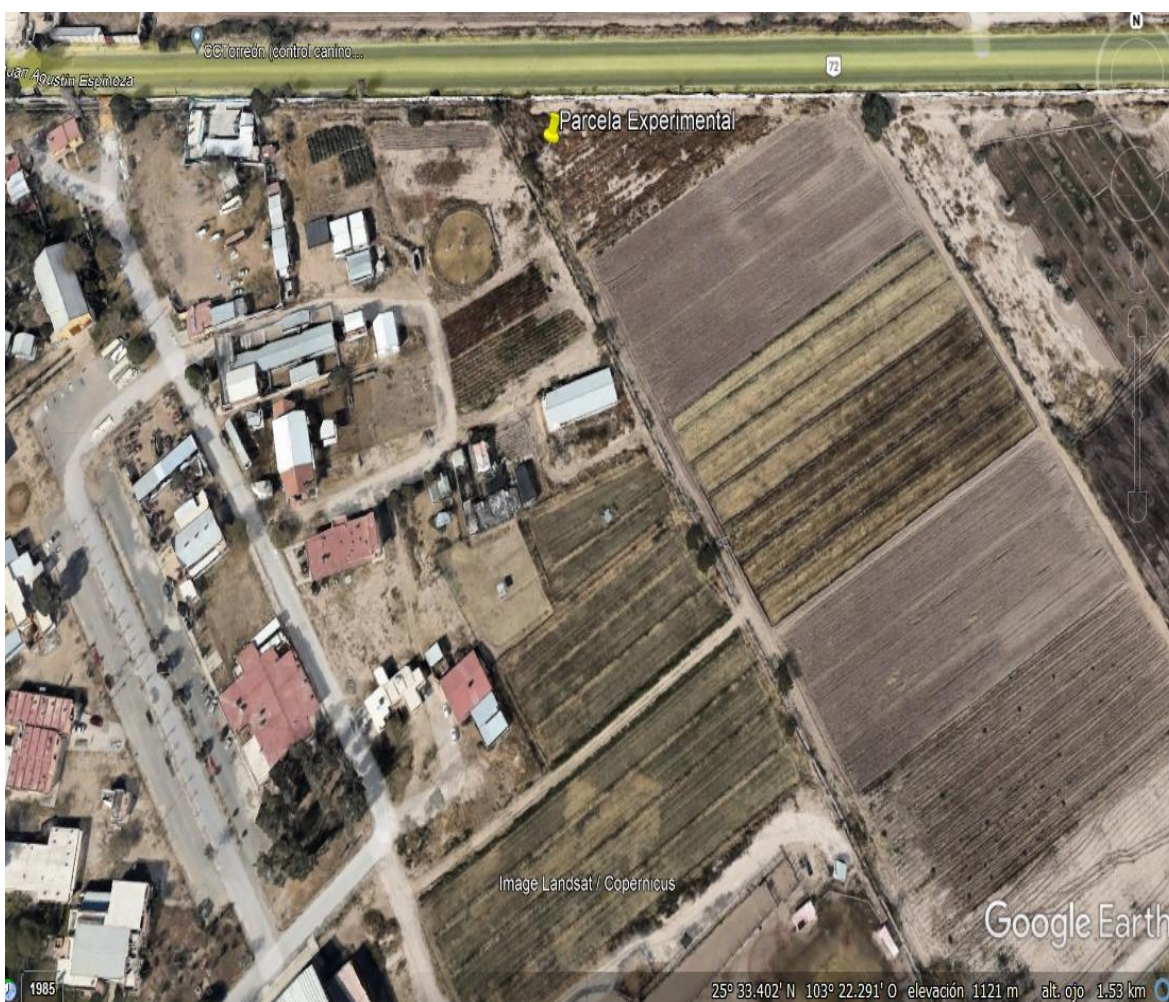


FIGURA 3. Ubicación de la parcela experimental.

5.2. Características del clima

El municipio de Torreón se localiza en la parte suroeste del estado de Coahuila, a una altura de 1,120 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte y al este con el municipio de Matamoros; al sur y al oeste con el estado de Durango. Física y geográficamente está conformado por una planicie semidesértica con un clima caluroso y un alto grado de aridez. Planicie con grandes llanuras resacas, bolsones y valles muy extensos. El clima en el municipio es de subtipos secos semicálidos; la temperatura media anual es de 20 a 22°C y la precipitación media anual se encuentra en el rango de 100 a 200 milímetros en la parte noreste, este y suroeste, y de 200 a 300 en la parte centro-norte y noroeste, con régimen de lluvia en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y escasa en noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo; los vientos predominantes tienen dirección sur con velocidades de 27 a 44 km/h. La temporada fresca dura 2.3 meses, del 26 de noviembre al 7 de febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 24 °C. El mes más frío del año en Torreón es enero, con una temperatura mínima promedio de 8 °C y máxima de 22 °C, (Weatherspark, 2020). La frecuencia de heladas se presenta en este mes con un periodo de 0 a 20 días y granizadas de 0 a 1 día en la parte norte-noroeste, sur-oeste, y de uno a dos días en la parte sureste (INAFED, 2018).

5.3. Variedad utilizada

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) utilizado fue la variedad Barretón pinto con ciclo vegetativo de 70-80 días, la menos sembrada en la región de origen, semilla de color crema con manchas color violeta y en la cosecha del cultivo se obtiene semilla de color violeta con manchas blancas, tiene forma elíptica en su corte transversal. Las vainas son planas de color verde claro, con cuatro a seis semillas y antes de llegar a su madurez fisiológica presentan en algunas ocasiones manchas de color rojizo (Figura 4).



FIGURA 4.- Semilla de frijol Barretón

5.4. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron 4 porcentajes de riego de acuerdo a la evapotranspiración de referencia. La superficie total del área experimental constó de 165 m². La parcela experimental constó de 4 surcos espaciados a 75 cm y 3.6 m de largo. La parcela útil fueron tres hileras de los surcos centrales (surco y medio) de un metro de largo.

5.5. Descripción de tratamientos

Se evaluaron cuatro tratamientos de riego, los cuales se basaron en diferentes porcentajes de la evapotranspiración de referencia (ET_r), (Tabla 1).

Tabla 1. Tratamientos evaluados

Tratamiento	ET_r (%)
T1	65

T2	80
T3	95
T4	100

5.6. Prácticas Culturales

5.6.1 Preparación del terreno

Limpieza del terreno: consistió en quitar maleza y restos de cosecha, cintilla y plásticos presentes en el terreno.

Barbecho: se realizó el barbecho del terreno con tractor con arado de discos a una profundidad de 40 cm.

Rastra: se utilizó tractor con rastra para desterronar el terreno y acondicionar el terreno para las labores posteriores.

Emparejamiento del terreno: para uniformizar la superficie del terreno se emparejó con niveladora.

Trazado de surcos: se trazaron surcos en el terreno con separación de 0.75 cm entre surco y surco utilizando una cultivadora (Figura 5).

Terminación de cabeceras de surcos con azadón: de forma manual con el azadón se emparejaron los surcos por donde pasaron las llantas del tractor y las partes donde no se pudo meter los implementos.



FIGURA 5. Preparación del terreno

5.6.2. Instalación del sistema de riego

Se llevó a cabo la instalación del sistema de riego por goteo, se inició con tubo de PVC de 1 ½ pulgadas. Se realizó la perforación de la tubería a cada 70 cm de separación para la inserción de salidas de cintilla y colocación de la misma para cada surco (Figura 6).



FIGURA 6. Instalación del sistema de riego

5.6.3. Siembra

Previamente la semilla se remojo en agua por un periodo de 12 horas antes de la siembra. Se aplicó un riego de pre-siembra por dos horas antes con el fin de tener una buena humedad para la germinación de la semilla (Figura 7).



FIGURA 7. Riego de pre-siembra

La siembra se realizó de forma manual a una distancia de 30 centímetros entre planta y planta. Se colocaron dos semillas por orificio (Fig.8). El establecimiento del experimento tuvo lugar en el ciclo primavera – verano del año 2021, bajo condiciones de campo.



FIGURA 8. Siembra de frijol Barretón

5.6.4. Fertilización

La fertilización del cultivo se llevó foliarmente, la aplicación se realizó utilizando mochila fumigadora manual, se aplicaron dos fertilizantes (Bayfolan y Green top) ricos en N, P, K y Zn, la preparación consistió en 48 ml de Bayfolan por 15 litros de agua (Figura 9).



FIGURA 9. Dosificación de fertilizante Bayfolan

Se realizaron 3 aplicaciones de acuerdo a la etapa de desarrollo del cultivo (primera etapa trifoliada, fase reproductiva o prefloración y formación de vainas). La dosis suministrada del fertilizante Green top fue de 60 ml por 15 litros de agua de acuerdo al área a fertilizar tomando como referencia las indicaciones del producto (fertilizante) para la dosificación en ml/ha, (Figura 10).



FIGURA 10. Dosificación de fertilizante Green top

5.6.5. Control de Maleza

En el lote experimental se tuvo problema con maleza, como trompillo (*Solanum elaeagnifolium*) y zacate chino (*Cynodon dactylon*), el cual fue controlado manualmente utilizando azadón para evitar la competencia entre cultivo y maleza.

5.6.6. Control de Plagas

En la etapa vegetativa del cultivo se detectó la presencia de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), fue controlada con dos aplicaciones de Muralla max con dosis de 0.45 l/ha, en el resto del ciclo del cultivo no se presentó otra plaga.

5.6.7. Riego

El riego se aplicó de acuerdo al porcentaje de evapotranspiración de referencia establecido para cada tratamiento. En la determinación de la evapotranspiración de referencia fueron utilizados los datos de evaporación diarios registrados en la estación meteorológica del departamento de riego de la universidad.

Eva: evaporación diaria

ETr: evapotranspiración de referencia

Ktanque: Coeficiente del tanque evaporímetro (K)

Lámina de riego en milímetros (mm)

Pasos:

- Se midió la distancia entre surcos: 70cm = 0.75 m
- Longitud del surco: 15 m
- Numero de emisores por surco: a cada 20 cm = 0.2 m : 15 m/ 0.2= 75 emisores por surco
- Gasto por emisor= 1.01 litros por hora (lph)
- Gasto total por linea (Qt) = 1.01 lph x 75emisores= 75.75 lph

Para el cálculo del volumen (V) de riego se aplicó la fórmula: $V= A \times Lr$

Donde:

A= área del terreno

Lr= Lamina de riego que se necesita aplicar

El tiempo de riego (Tr) se calculó con la fórmula: $Tr = \frac{V}{Qt}$ donde:

V= volumen de agua que se necesita aplicar

Qt= gasto total por línea.

En base a estos datos y cálculos realizados se aplicaron los riegos en los cuatro tratamientos.

5.7. Cosecha

La cosecha se llevó a cabo a madurez fisiológica, cuando se observó el marchitamiento de las hojas y caída de las mismas, se dejó que todas las plantas se secaran y que las vainas perdieran su coloración. Se cosechó la parcela útil utilizando bolsas de plástico tomando 7 muestras por tratamiento. Posteriormente fueron pesadas en una báscula digital marca OHAUS No. 61010A-1 en el laboratorio del departamento de riego y drenaje (Figura 11).

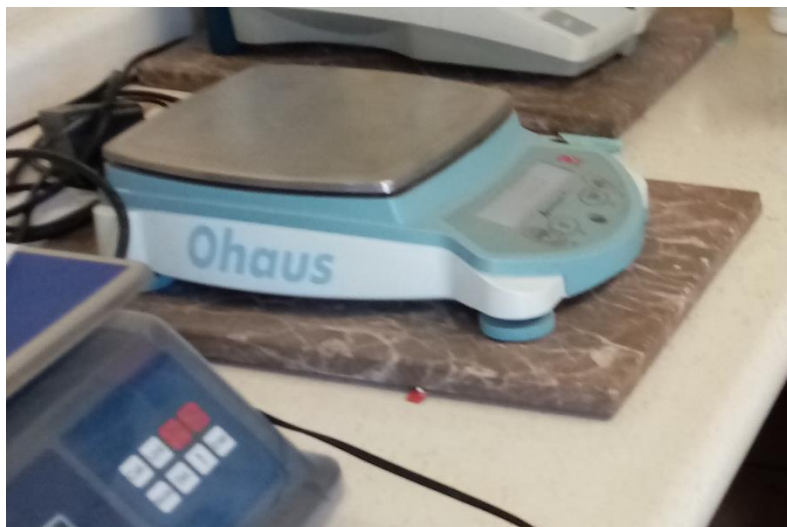


FIGURA 11. Báscula digital marca OHAUS, UAAAN-UL

5.8. Variables evaluadas

5.8.1. Altura de la planta (cm)

La altura de planta se determinó utilizando un flexómetro. La medición se determinó a partir de la superficie del suelo hasta la parte más alta de la planta.

5.8.2. Número de hojas

Se contabilizó el número de hojas por planta en cada tratamiento.

5.8.3. Temperatura de hoja

La temperatura de la hoja se tomó utilizando una pistola infrarroja entre las 12 y 14 horas del día.

5.8.4. Numero de vainas

Se contabilizó el número de vainas por planta.

5.8.5. Peso de semilla

De la semilla cosechada en cada parcela útil se tomó una muestra de 25 semillas por tratamiento se pesaron y se determinó el peso promedio de semilla.

5.8.6. Rendimiento

En la determinación del rendimiento se cosechó 1 m² por tratamiento por repetición, el cual fue utilizado para estimar el rendimiento.

VI.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el programa SAS versión 9.0.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Altura de planta

El tratamiento 4 presentó la mayor altura con un valor de 32.47 cm superando al resto de los tratamientos en los cuales la altura de planta fue similar, resultados similares a los reportados por Sandoval, 2016, quien obtuvo mayor altura de planta en las últimas fechas de muestreo en tres variedades de frijol (pinto Centauro, pinto Americano y pinto Saltillo) sometidas a diferentes tratamientos de riego, registrando la mejor altura de 30.9 cm la variedad pinto Centauro.

7.2. Temperatura de follaje

En temperatura del follaje se encontró diferencia significativa entre tratamientos (Tabla 2). El T3 presentó la mayor temperatura registrando un valor de 34.75°C, la menor fue en el T4 con 32.20°C, Romero *et al.*, 2019, reportan resultados similares con una temperatura máxima de 33°C en la etapa de antesis del cultivo de frijol bajo condiciones de riego y sequía, registrándose la temperatura máxima en este último.

7.3. Número de hojas

En número de hoja no se encontró diferencia entre tratamientos (Tabla 2). Sin embargo, Ortíz (2020), reporta 18.9 hojas por planta con una aplicación de 489 mm de lámina de riego. Cabe hacer mención que en este trabajo la máxima lamina aplicada fue de 36.42 cm.

6.4. Número de vainas

El mayor número de vainas se presentó en los tratamientos T2, T3y T4 con 8.62, 8.31 y 13.25 vainas planta, la menor cantidad se presentó en el T1 con 7.25, sin embargo, fue similar a T2 y T3 con 8.62 y 8.31 vainas por planta (Tabla 2).

Ramírez (2015), también reporta diferencia en número de vainas por planta aplicando diferentes láminas de riego (T1=100%, T=80%, T3=60%). El mayor número de vainas por planta aplicando el riego al 100 %, con 14.1 vainas por planta.

Tabla 2.- Altura de planta, temperatura de follaje, número de hoja y número de vaina, bajo diferentes regímenes de riego. UAAAN UL 2021.

Tratamiento	Altura de Planta (cm)	Temperatura de Follaje (°C)	Número de hoja	Número de Vainas
T1	23.40 b	32.62 ab	29.81	7.25 b
T2	27.25 b	33.09 ab	32.50	8.62 ab
T3	27.75 b	34.75 a	31.37	8.31 ab
T4	32.47 a	32.20 b	35.25	13.25 a

Valores con la misma letra son estadísticamente iguales.

Tukey $\alpha \leq 0.05$).

7.5. Peso de semilla

El mayor peso de semilla se obtuvo en el T4 con 9.37 gr., los T1, T2 y T3 no presentaron diferencia y sus valores fueron de 8.15, 8.28 y 7.89 respectivamente

(Tabla 3). Ramírez (2015) no encontró diferencia en peso de semilla bajo tres tratamientos de riego, el tratamiento aplicado al 100% obtuvo 6.87 gr. siendo este un valor inferior al obtenido en este trabajo.

7.6. Rendimiento

El rendimiento del cultivo bajo los diferentes tratamientos de riego se presenta en la (Tabla 3). El análisis de esta variable detectó diferencia entre tratamientos de riego. El menor rendimiento se obtuvo en el tratamiento T3 que fue similar a T1 y T2 pero diferente a T4. Resultados inferiores fueron obtenidos por Ortíz (2020) quien reportó 0.78 ton/ha⁻¹ aplicando la lámina de riego 489 mm.

Tabla 3. Peso de semilla, rendimiento en toneladas por hectárea y lamina de riego total aplicada bajo cada tratamiento. UAAAN UL. 2021.

Tratamiento	Peso de Semilla		Lámina de riego aplicada (cm)
	(gr)	Rendimiento (ton/ha ⁻¹)	
T1	8.15 b	2.59 ab	23.7
T2	8.28 b	3.13 ab	29.12
T3	7.89 b	2.11 b	34.65
T4	9.37 a	3.56 a	36.47

Valores con la misma letra son estadísticamente iguales.

Tukey $\alpha \leq 0.05$).

VIII. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos, se concluye:

El frijol Barretón pinto se adaptó a las condiciones agroclimáticas de la comarca lagunera lo cual representa una alternativa para los productores de la región.

El rendimiento obtenido es similar a los que se tiene en su región de origen con un promedio de 2.84 ton/ha.

Las láminas de riego aplicadas influenciaron el rendimiento de grano.

IX. FUENTES DE INFORMACIÓN

- AHUMADA, L. A. (04 de 2000). <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle>. Recuperado el 02 de 10 de 2020, de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle>: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle>
- Barraza, B. A. (30 de 03 de 2020). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342019000300539&script=sci_arttext. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342019000300539&script=sci_arttext: <http://www.scielo.org.mx/s>
- Barrios, J. L. (11 de 06 de 2019). <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02174022/document>. Obtenido de <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02174022/document>: <https://hal.archives-ouvertes>
- CAKMAK, I. Y. (24 de FEBRERO de 2015). *INTAGRI*. Recuperado el 11 de SEPTIEMBRE de 2020, de Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/magnesio-nutriente-olvidado-salvar-cultivo>
- Centa. (01 de 2018). http://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa_Frijol%202019.pdf. Recuperado el 16 de 10 de 2021, de http://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa_Frijol%202019.pdf: <http://centa.gob.sv/doc>

Chilo, J. L. (02 de 2021).

<http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5656>. Obtenido de

<http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5656>:

<http://repositorio.unsaac.edu>.

Cruz, A. O. (01 de 2003). <https://cibnor.repositorioinstitucional.mx> › *bitstreamPDF*.

Recuperado el 02 de 11 de 2021, de <https://cibnor.repositorioinstitucional.mx>

› *bitstreamPDF*: <https://cibnor.repositorioinstitucional.mx>

Dobouci, D. G. (05 de 2017). <https://core.ac.uk/download/pdf/132690837.pdf>.

Recuperado el 26 de 10 de 2021, de

<https://core.ac.uk/download/pdf/132690837.pdf>:

<https://core.ac.uk/download/pdf>

Dosquebradas. (2019).

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/35367/jordonez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Recuperado el 02 de 10 de 2021, de

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/35367/jordonez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>:

<https://repository.unad.edu.co>

FAO. (03 de 2014). <https://www.fao.org/3/a1359s/a1359s02.pdf>. Recuperado el 02

de 11 de 2021, de <https://www.fao.org/3/a1359s/a1359s02.pdf>:

<https://www.fao.org>

Gaucin, D. O. (04 de 2018).

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-899X2018000100077)

[899X2018000100077](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-899X2018000100077). Obtenido de

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-899X2018000100077)

[899X2018000100077: http://www.scielo.org.mx/scielo](http://www.scielo.org.mx/scielo)

Hernández, Y. J. (27 de 09 de 2018).

<http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v9n6/2007-0934-remexca-9-06-1295.pdf>. doi:10.29312

Icabalceta, E. D. (03 de 2014). <https://repositorio.unan.edu.ni/7001/1/6537.pdf>.

Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/7001/1/6537.pdf>:
<https://repositorio.unan.edu>

INAFED. (02 de 2018).

<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM05coahuila/municipios/05035a.html>. Recuperado el 07 de 10 de 2021, de
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM05coahuila/municipios/05035a.html>: <http://www.inafed.gob.mx>

INFORURAL. (15 de 07 de 2012). <https://www.inforural.com.mx/frijol-caracteristicas-generales/>.

Recuperado el 25 de 09 de 2020, de
<https://www.inforural.com.mx/frijol-caracteristicas-generales/>:
<https://www.inforural.com.mx>

Jose Dell'Amico et al. (11 de 01 de 2016). <http://www.redalyc.org/journal/1932>.

Obtenido de <http://www.redalyc.org/journal/1932>: <http://www.redalyc.org>

Idefonso, R. L. (30 de 09 de 2020).

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802018000300275&lng=es&nrm=iso. Recuperado el 01 de 11 de 2021, de
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802018000300275&lng=es&nrm=iso: <http://www.scielo.org.mx/scielo>

López, L. (04 de 2012). <https://vsip.info/fenologia-del-frijol-pdf-free.html#Laura+L%C3%B3pez>.

Recuperado el 04 de 11 de 2021, de

<https://vsip.info/fenologia-del-frijol-pdf-free.html#Laura+L%C3%B3pez>:

<https://vsip>

MARCIAL, P. (05 de 1994). http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Digital/SB327.P76_Problemas_de_produccion_del_frijol_en_los_tropic.pdf. (M. P.-C. Schwartz, Ed.) Recuperado el 21 de 09 de 2020, de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Digital/SB327.P76_Problemas_de_produccion_del_frijol_en_los_tropic.pdf: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Digital/SB327.P76

MINAGRI. (06 de 2019). <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/419899/ficha-tecnica-06-cultivo-frijol.pdf>. Recuperado el 04 de 11 de 2021, de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/419899/ficha-tecnica-06-cultivo-frijol.pdf>: <https://cdn.www.gob>.

Navarro, L. A. (2008). <https://campotabasco.gob.mx/wp-content/uploads/2021/04/FRIJOL.pdf>. Obtenido de <https://campotabasco.gob.mx/wp-content/uploads/2021/04/FRIJOL.pdf>: <https://campotabasco.gob.mx>

Ramírez, D. A. (01 de 2020). https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1198&context=ingenieria_agronomica. Recuperado el 07 de 11 de 2021, de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1198&context=ingenieria_agronomica: <https://ciencia.lasalle.edu.co>

RIZO, E. (03 de 12 de 2010). <https://www.hortalizas.com/nutricion-vegetal/sintomas-visuales-de-deficiencia-de-nutrientes-magnesio>. (P. D. HORTALIZAS, Ed.)

Recuperado el 18 de 09 de 2020, de <https://www.hortalizas.com/>

Romero, C. S. (02 de 2019).

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pids2007-](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pids2007-0934201900020035)

[0934201900020035](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pids2007-0934201900020035). doi:10.29312

ROYALQUEENSEEDS. (08 de 08 de 2017). [https://www.royalqueenseeds.es/blog-](https://www.royalqueenseeds.es/blog-deficiencia-de-magnesio-en-plantas-de-marihuana-n590)

[deficiencia-de-magnesio-en-plantas-de-marihuana-n590](https://www.royalqueenseeds.es/blog-deficiencia-de-magnesio-en-plantas-de-marihuana-n590). Recuperado el 15

de 09 de 2020, de <https://www.royalqueenseeds.es/blog->

Santos, M. e. (02 de 2017).

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000100043)

[31952017000100043](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000100043). (Agrociencia, Ed.) Recuperado el 01 de 11 de 2021,

de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000100043)

[31952017000100043](http://www.scielo.org.mx/scielo): <http://www.scielo.org.mx/scielo>

Schott, C. P. (25 de 10 de 2017). [http://www.trcimplan.gob.mx/blog/problematICA-](http://www.trcimplan.gob.mx/blog/problematICA-del-agua-en-la-comarca-lagunera.html)

[del-agua-en-la-comarca-lagunera.html](http://www.trcimplan.gob.mx/blog/problematICA-del-agua-en-la-comarca-lagunera.html). Obtenido de

[http://www.trcimplan.gob.mx/blog/problematICA-del-agua-en-la-comarca-](http://www.trcimplan.gob.mx/blog/problematICA-del-agua-en-la-comarca-lagunera.html)

[lagunera.html](http://www.trcimplan.gob.mx/): <http://www.trcimplan.gob.mx/>

SIAP. (09 de 2019). Obtenido de <https://www.gob.mx>

SIAP. (09 de 2019).

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/495087/Reporte_de_Aptitu](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/495087/Reporte_de_Aptitud_agroclim_tica_de_M_xico_del_frijol_OI_2019-2020.pdf)

[d_agroclim_tica_de_M_xico_del_frijol_OI_2019-2020.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/495087/Reporte_de_Aptitud_agroclim_tica_de_M_xico_del_frijol_OI_2019-2020.pdf). Recuperado el 02

de 11 de 2021, de

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/495087/Reporte_de_Aptitu](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/495087/Reporte_de_Aptitud_agroclim_tica_de_M_xico_del_frijol_OI_2019-2020.pdf)

d_agroclim_tica_de_M_xico_del_frijol_OI_2019-2020.pdf:

<https://www.gob.mx/cms>

SIAP. (31 de 08 de 2020). *SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera)*. Recuperado el 23 de 09 de 2020, de http://infosiap.siap.gob.mx/Agricola_siap/AvanceNacionalCultivo.do:
<http://infosiap.siap.gob.mx/A>

SINAVIMO. (02 de 2007). <https://www.sinavimo.gov.ar/cultivo/phaseolus-vulgaris>.
(S. N. Plagas., Ed.) Recuperado el 25 de 09 de 2020, de <https://www.sinavimo.gov.ar/cultivo/phaseolus-vulgaris>:
<https://www.sinavimo.gov.ar>

SMARTFertilizer. (12 de 02 de 2020). <https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/magnesium>. Recuperado el 18 de 09 de 2020, de <https://www.smart-fertilizer.com/>

TOSQUY, O. (07 de 2008). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792008000300004. Recuperado el 20 de 09 de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792008000300004: <http://www.scielo.org.mx/scielo>.

UNAD, U. N. (20 de 01 de 2020). <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/37684/dmrojast.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Recuperado el 04 de 11 de 2021, de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/37684/dmrojast.pdf?sequence=3&isAllowed=y>: <https://repository.unad.edu.co>

Vigliola, M. (2007). <https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/phaseolus-vulgaris>.

Recuperado el 20 de 10 de 2021, de

<https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/phaseolus-vulgaris>:

<https://www.sinavimo.gob>

Weatherspark. (02 de 2020). [https://es.weatherspark.com/y/3986/Clima-promedio-](https://es.weatherspark.com/y/3986/Clima-promedio-en-Torre%C3%B3n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Precipitation)

[en-Torre%C3%B3n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-](https://es.weatherspark.com/y/3986/Clima-promedio-en-Torre%C3%B3n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Precipitation)

[Precipitation](https://es.weatherspark.com/y/3986/Clima-promedio-en-Torre%C3%B3n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Precipitation). Obtenido de [\[promedio-en-Torre%C3%B3n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-\]\(https://es.weatherspark.com/y/3986/Clima-promedio-en-Torre%C3%B3n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Precipitation\)](https://es.weatherspark.com/y/3986/Clima-</p></div><div data-bbox=)

[a%C3%B1o#Sections-Precipitation](https://es.weatherspark.com/y/3986/Clima-promedio-en-Torre%C3%B3n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Precipitation): <https://es.weatherspark.com>