

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Validación de los índices de rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de la variedad pinto centauro comparado con las variedades tradicionales de la Comarca Lagunera.

POR:

NELBA ADRIANA CORTES BRAVO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

Torreón, Coahuila, México

Octubre 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Validación de los índices de rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de la variedad pinto centauro comparado con las variedades tradicionales de la Comarca Lagunera.

POR:

NELBA ADRIANA CORTES BRAVO

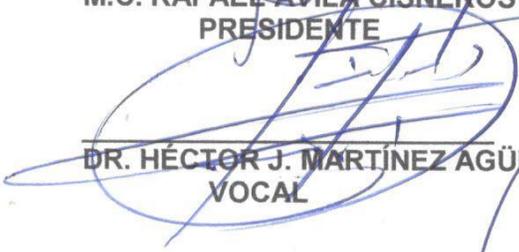
TESIS QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

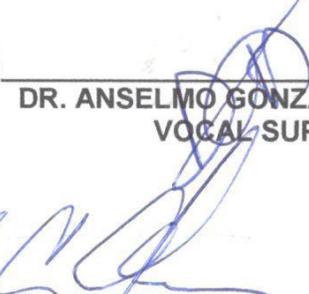
INGENIERO AGRÓNOMO

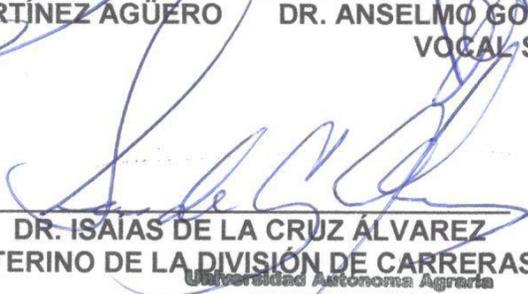
APROBADA POR:


M.C. RAFAEL ÁVILA CISNEROS
PRESIDENTE


DR. JUAN LEONARDO ROCHA VALDEZ
VOCAL


DR. HÉCTOR J. MARTÍNEZ AGÜERO
VOCAL


DR. ANSELMO GONZÁLEZ TORRES
VOCAL SUPLENTE


DR. ISAIÁS DE LA CRUZ ÁLVAREZ
COORDINADOR INTERINO DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO

Torreón, Coahuila, México

Octubre 2020



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD ALGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Validación de los índices de rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de la variedad pinto centauro comparado con las variedades tradicionales de la Comarca Lagunera.

POR:

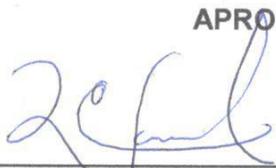
NELBA ADRIANA CORTES BRAVO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

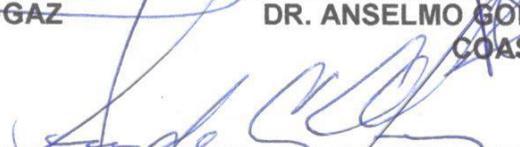
APROBADA POR EL COMITÉ DE ASESORÍA:


M.C. RAFAEL ÁVILA CISNEROS
ASESOR PRINCIPAL


DR. JUAN LEONARDO ROCHA VALDEZ
COASESOR


DR. ALFREDO OGAZ
COASESOR


DR. ANSELMO GONZÁLEZ TORRES
COASESOR


DR. ISAIÁS DE LA CRUZ ÁLVAREZ
COORDINADOR INTERINO DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO

Torreón, Coahuila, México

Octubre 2020



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS

AGRADECIMIENTOS

A mi ALMA TERRA MATER por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas para poder estudiar mi carrera.

A mi asesor de Tesis Rafael Ávila Cisneros por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

A mis padres Joel Cortes Guzmán y Elsa Bravo Pacheco por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que incluyen este. Por darme el apoyo, el aliento y ser mi principal motor de vida.

A mis abuelitos Gilberto Cortes López y Epifanía Guzmán Blas por sus sabios consejos y el apoyo emocional que siempre me brindaron para salir adelante con mis metas.

A mis hermanos Franco, Soledad, Carla y Miguel que me apoyaron con sus palabras muchas gracias.

A mi familia por su comprensión y estímulo constante, además su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios.

A mis amigos Maribel, Mayra, Elisabeth, Uriel, Jair y Miguel que me apoyaron durante mi estancia de la carrera, considerándolos como mi familia buitre.

A mis compañeros de clase durante todos los niveles de Universidad ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han apoyado en un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

A mis maestros, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a llegar en el punto en el que me encuentro.

A mí por la dedicación y esfuerzo durante este tiempo, eternamente agradecida por cada decisión que he tomado.

DEDICATORIA

A mí por mi esfuerzo y dedicación para culminar esta etapa de mi vida satisfactoriamente.

A mis padres Joel y Elsa, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona.

A mis hermanos y mis sobrinos, porque son la razón de sentirme tan orgullosa de culminar mi meta, gracias a ellos por confiar siempre en mí.

A toda mi familia por confiar en mí, a mis abuelos, tíos y primos, gracias por ser parte de mi vida, por permitirme ser parte de su orgullo, y ayudarme en todo este camino que recorrí hasta llegar a mi meta.

A mi asesor de tesis por su tiempo y paciencia para concluir este documento.

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó durante el ciclo primavera-verano del 2018 en el campo experimental de San Antonio de los Bravos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, en Torreón Coahuila México. Bajo un diseño experimental de bloques al azar estableciendo tres tratamientos de variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): A pinto centauro, B pinto saltillo y como testigo: C pinto criollo, con 3 repeticiones. Con un arreglo topológico de 9 parcelas de 3m. de largo por 2m. de ancho. Para la generación de las funciones cuadráticas y el cálculo de las medidas se utilizó el Microsoft Excel 2010; y para el análisis estadístico se utilizó el ANOVA en las variables: altura de planta, área foliar, número de vainas, y rendimiento en grano. Se tomaron cuatro variables a estudiar estas fueron: altura de planta tomando referencia la función cuadrática, las tres variedades tuvieron una altura similar bueno. Área foliar/m² que no presento diferencia significativa pero pinto centauro tuvo más área foliar, con 4.84 m². Numero de vainas solo por un pequeño margen no hubo diferencia significativa, pinto centauro produjo más ejotes con un promedio de 38 vainas por planta. Y la producción de grano no hubo diferencia significativa, esto se sacó tomando 20 plantas al azar, el que tuvo mayor rendimiento fue pinto saltillo con un promedio de 450.5g. ya que en la variedad pinto centauro hubo pérdidas de plantas, pero al momento de analizar la producción de grano por planta el mejor comportamiento lo tuvo pinto centauro con un promedio de 25. 29g. De esta forma se comprueba en el análisis estadístico aplicado que no se encontró ninguna diferencia significativa, en conclusión la hipótesis no se acepta.

Palabras claves: *Phaseolus vulgaris* L., Pinto centauro, Pinto saltillo y Pinto criollo.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
RESUMEN	iii
INDICE	iv
INDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1.- Objetivos	2
Objetivo general	2
Objetivo específico	2
1.2.- Hipótesis	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1.- Importancia del cultivo frijol	3
2.2.- Características agronómicas del frijol.	3
2.3.- Valor nutritivo del frijol	3
2.4.- Producción mundial	4
2.5.- Producción nacional	5
2.6.- Producción de frijol en La Comarca Lagunera	5
2.7.-importancia y tipos de variedades de frijol para zonas áridas y semiáridas	6
2.7.1.- ventajas de esas variedades de frijol al ser cultivadas en zonas áridas y semiáridas de México.....	7
2.7.2.- desventajas de esas variedades de frijol al ser cultivadas en zonas áridas y semiáridas de México.....	7
2.8 Importancia y características de interés de la variedad pinto criollo	8
2.9 Importancia y características de interés de la variedad pinto saltillo	8
2.10.- Importancia y características de interés de la variedad pinto centauro	9
2.11.- Origen	9
2.12.- Clasificación taxonómica del frijol.	10
2.13- Características morfológicas del frijol	10
2.13.1.- Planta	10

2.13.2.- Raíz	11
2.13.3.- Hojas	11
2.13.4.- Tallo.....	12
2.13.5.- Características de la flor	12
2.13.6.- Vainas	12
2.13.7.- Semilla.....	12
2.14.- Antecedentes de investigación sobra la producción del frijol	13
III. MATERIALES Y METODOS	13
3.1 .- Ubicación geográfica del trabajo experimental 1	13
3.2.- Localización del experimento	14
3.3.- Material vegetativo	14
3.4.- Preparación del suelo	14
3.5.- Siembra.....	14
3.6.- Labores culturales	14
3.6.1 Escardado	14
3.6.2 Deshierbe	14
3.7.- Riego.....	14
3.8.- Fertilización.....	14
3.9.- Aplicación de insecticidas	15
3.10.- Cosecha.....	15
3.11.- Variables evaluadas	15
3.12.- Altura de planta.....	15
3.13.- Número de vainas	15
3.14.- Generación del área foliar	15
3.15.- Generación del peso de grano seco	16
3.16.- Procedimiento y Diseño Experimental	16
IV. RESULTADOS	17
V. CONCLUSIONES.....	23
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	24

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Arreglo en el diseño experimental:	16
Cuadro 2: Funciones cuadráticas y Coeficientes de correlación de las 3 variedades.....	17
Cuadro 3: Comparación de la prueba F para la variable área foliar	18
Cuadro 4: Comparación de la prueba F para la variable número de vainas.	19
Cuadro 5: Comparación de la prueba F para un alfa del 5% en peso en gramos de frijol por bloque	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Principales productores de frijol a nivel mundial (2017)	4
Figura 2: Producción de frijol a nacional (2010).	5
Figura 3: Comparación del comportamiento de altura de la planta.	18
Figura 4: Comparación del área foliar.	19
Figura 5: Comparación del No de vainas promedio/planta entre Pinto Centauro, Saltillo y Criollo.	20
Figura 6: Comparación de peso promedio en gramos/bloque entre Pinto Centauro, Saltillo y Criollo	21
Figura 7: Producción promedio de grano por planta	22

I. INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) forma parte de la familia de las leguminosas, ampliamente distribuido en todo el mundo. Es de gran importancia en Latinoamérica y África ya que forma parte de la alimentación básica de la población, su consumo junto con el maíz satisface en gran parte los requerimientos básicos necesarios para la alimentación. En la zona norte de México se consume las variedades azufradas, que se cultivan principalmente en Sinaloa mientras que una gran parte de frijol negro en Nayarit y Zacatecas, con una demanda mayormente concentrada en las zonas centro y sur del país. (SIAP, 2010)

El frijol es un cultivo nativo de México, con alto grado de diversidad genética y tolerancia a diferentes factores adversos del medio; sin embargo en las variedades mejoradas es común la susceptibilidad a factores adversos como abiótico, principalmente en la época de floración y formación de vainas. (Pedroza *et al*, 2015). En el norte de México sigue siendo la variedad de frijol pinto saltillo una de las preferentes pues la tolerancia al oscurecimiento acelerado del grano proporciona a los agricultores un margen más amplio para la negociación y venta del producto. El éxito comercial del pinto saltillo y su vida de anaquel prolongada permite que los agricultores obtengan varios beneficios económicos derivados de la producción de frijol. (Sánchez *et al*, 2009).

El trabajo que se presenta a continuación tiene la finalidad de estudiar variables en el desarrollo del cultivo de frijol y poder validar si existe diferencia significativa de las variables o no existen. Se estudiaron las siguientes variables; pinto centauro, pinto saltillo y como testigo pinto criollo. Las variables consideradas para evaluar fueron; altura de planta, número de vainas generación de área foliar y generación del peso de grano. Para determinar cuál de las tres variedades muestra mejores resultados en las variables.

1.1.- Objetivos

Objetivo general

Establecer parcelas con diferentes variedades de frijol, para evaluar; altura de planta, numero de ejotes y producción de grano seco.

Objetivo específico

Objetivo específico 1: Determinar de las variedades pinto criollo, pinto saltillo y pinto centauro cual proporciona un mejor porcentaje de producción de grano.

Objetivo específico 2: Evaluar las características fisiológicas: área foliar y producción de vaina.

1.2.- Hipótesis

Diferencia estadística significativa en las variedades: pinto criollo, pinto saltillo y pinto centauro y se refleja de manera favorable en las características: área foliar, producción de vaina y producción de grano.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.- Importancia del cultivo frijol

El frijol representa una fuente importante de proteína vegetal, en aquellos estratos sociales en los que la proteína animal no puede formar parte de la dieta cotidiana; además, se han reportado importantes beneficios en el consumo de esta leguminosa en la dieta, entre los que incluye la reducción de los niveles de colesterol sanguíneo logrando reducir los incrementos en los niveles de glucosa sanguínea y en la prevención de algunos tipos de cáncer, además de ser una fuente de proteína baja en colesterol y grasa. (Sangerman *et al*, 2010).

En México el frijol representa una tradición desde antes de la conquista, lo que se manifiesta en la amplia diversidad de las formas silvestres y cultivadas que existen en los usos culinarios de la época prehispánica. En la actualidad es considerado uno de los granos básicos consumidos de mayor importancia para la población. (Solano *et al*, 2009).

2.2.- Características agronómicas del frijol.

En los programas de mejoramiento genético en el frijol se involucra una gran cantidad de variables agronómicas, de sanidad y de calidad comercial que sugieren la conveniencia de utilizar criterios rápidos y económicos para seleccionar genotipos eficientes. Es importante dedicar más esfuerzos a la búsqueda de métodos para reconocer genotipos eficientes, los cuales sean rápidos y apegados a las condiciones de campo y que además permitan evaluar cantidades importantes de materiales en un tiempo razonable. (Castellanos *et al*, 1998).

2.3.- Valor nutritivo del frijol

El frijol es una fuente importante de proteína, calorías, vitaminas del complejo B y minerales. Así mismo, el frijol es rico en componentes bioactivos como inhibidores de enzimas, lecitinas, etc... además dentro de sus actividades biológicas están la capacidad antioxidante, la reducción de colesterol y lipoproteínas, por lo que tiene un efecto protector contra enfermedades cardiovasculares y se ha mostrado que el consumo de frijol tiene efectos favorables contra el cáncer. Con respecto al

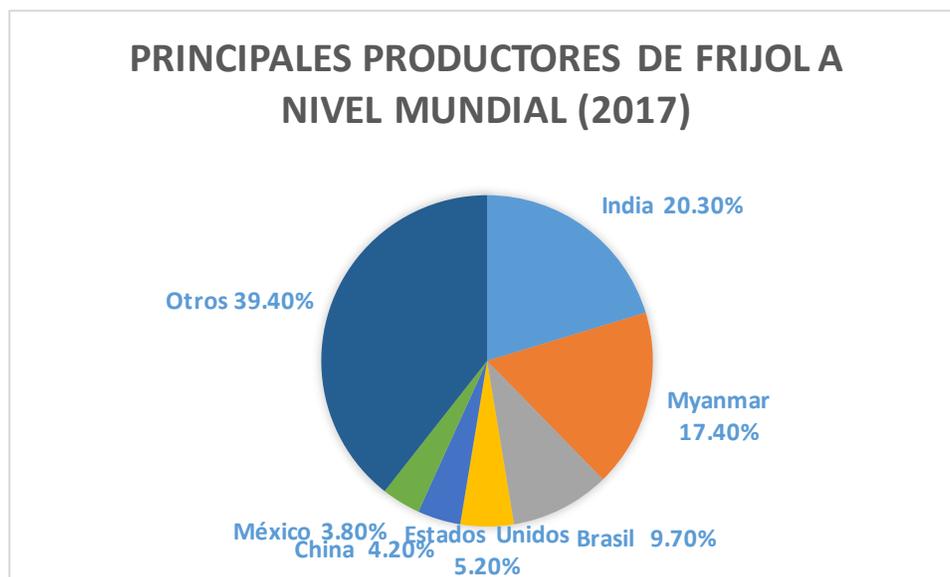
contenido de fibra, esta produce un efecto hipoglucemiante, lo cual quiere decir que este ayuda en el tratamiento de la diabetes tipo dos. (Fernández *et al*, 2017).

Se considera como la principal fuente de proteínas vegetales en la dieta. Su papel es aún más significativo para las clases de menores recursos que, al no tener acceso a proteínas de origen animal, hallan en el frijol esos nutrimentos esenciales. (Muñoz, 2010). Dependiendo del tipo de frijol, el contenido de proteína varía de 14 al 33%, siendo rico en aminoácidos como la lisina (6.4 a 7.6 g/100 g de proteína), pero con deficiencias en los aminoácidos azufrados de metionina y cisteína. (Ulloa *et al*, 2011).

2.4.- Producción mundial

En el 2017, se cultivaron a nivel mundial 36.5 millones de hectáreas de frijol y se produjo un máximo histórico de 31.4 millones de toneladas, según datos de la FAO. Del volumen, 60.6% se cosecho en seis países: India (20.3%), Myanmar (17.4%), Brasil (9.7%), Estados Unidos (5.2%), China (4.2%) y México (3.8%). (Gaucín, 2019).

Figura 1: Principales productores de frijol a nivel mundial (2017)



Fuente: Gaucín D. (2019). El economista

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa más consumida a nivel mundial, con gran relevancia nutricional debido al contenido de proteína y micronutrientes. El

germoplasma mesoamericano de frijol se ha asociado con el mayor potencial de rendimiento, la mayor densidad de genes, gran resistencia a enfermedades y plagas, y tolerancia al calor y a la sequía. (Tofiño *et al*, 2016).

2.5.- Producción nacional

La producción de frijol ha variado mucho en los últimos diez años, por ejemplo mientras que en 2002 se obtuvieron 1.5 millones de toneladas, tres años después, el volumen de producción se redujo 47%, a 827 mil toneladas. De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) en 2010, México tuvo una producción total de 1,887,176.77 hectáreas. (SIAP, 2010).

Figura 2: Producción de frijol a nacional (2010).

UBICACIÓN	SUPERFICIE SEMBRADA (Ha)	SUPERFICIE COSECHADA (Ha)	PRODUCCIÓN (Ton)	VALOR PRODUCCIÓN (Miles de Pesos)
Zacatecas	606,020.20	509,112.63	265,038.59	1,650,835.75
Sinaloa	146,658.57	144,389.57	225,320.10	2,420,889.04
Chihuahua	154,938.78	152,546.78	126,479.35	902,463.37
Durango	239,881.70	200,702.80	96,415.98	610,410.59
Nayarit	58,580.00	52,811.72	72,403.47	777,108.49
Chiapas	116,040.85	115,966.85	65,962.65	868,281.70
Guanajuato	93,717.35	68,045.75	51,292.22	370,915.71
San Luis Potosí	134,475.01	96,575.60	39,378.04	260,278.03
Puebla	66,910.16	61,675.46	38,107.76	414,571.60
Hidalgo	49,750.00	37,252.85	29,083.86	267,253.69
Oaxaca	44,465.45	38,256.20	26,092.90	356,721.94
Veracruz	36,231.45	34,519.15	20,686.60	291,032.62
Sonora	11,304.00	11,304.00	17,639.98	165,991.28
Michoacán	9,644.63	9,280.34	13,123.61	109,664.23
Guerrero	14,969.55	14,930.55	10,892.90	93,842.71
Jalisco	18,888.35	14,026.87	9,597.74	103,814.22
Querétaro	16,710.00	9,944.00	7,102.05	52,247.26
Tlaxcala	7,602.50	7,602.50	6,674.50	57,743.78
México	12,540.50	9,775.50	6,663.99	84,282.47
Baja California Sur	2,794.50	2,790.50	4,411.00	39,459.00
Tamaulipas	5,865.76	5,803.26	4,072.83	35,960.55
Coahuila	7,365.25	7,210.25	3,595.83	28,130.41
Aguascalientes	11,471.00	6,398.00	3,451.50	25,981.80
Nuevo León	4,922.00	4,245.50	3,066.95	30,724.50
Morelos	2,166.50	2,166.50	2,338.11	33,116.17
Tabasco	4,775.10	4,682.10	2,301.70	39,606.30
Campeche	3,290.00	3,234.00	2,053.50	26,524.90
Quintana Roo	2,879.30	2,873.30	1,838.53	27,372.73
Yucatán	955.00	889.00	390.09	5,128.17
Baja California	985.00	835.00	332.84	3,452.20
Distrito Federal	245.81	245.81	228.77	4,055.89
Colima	132.50	132.50	219.50	2,498.10
TOTAL	1,887,176.77	1,630,224.84	1,156,257.44	10,160,359.16

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)

2.6.- Producción de frijol en la Comarca Lagunera

En la Comarca Lagunera de los Estados de Coahuila y Durango, el frijol se cultiva tanto en condiciones de riego como de temporal, ésta última mediante la cosecha de agua de ladera. En cualquiera de estos casos, el agua es el recurso crítico; en las zonas de riego ante el abatimiento del acuífero, se hace indispensable identificar especies y variedades, que mantengan su productividad con el mínimo de agua que se les pueda suministrar. En los cultivos de temporal, materiales genéticos deberán

también ser útiles ante el errático y disminuido volumen pluviométrico anual que se dispone, el cual en promedio es de 240 mm, pero que en los últimos 10 años a causa de las sequías recurrentes, ha sido menor que el promedio histórico regional. (Pedroza *et al*, 2014).

Particularmente en la Comarca Lagunera existe el problema de disponibilidad de agua; sin embargo, este cultivo ocupa una superficie superior a las 9 mil ha en condiciones de riego, dado que las condiciones climáticas de la región no permiten establecer el cultivo bajo condiciones de temporal. En 2009 se obtuvo una producción de más de 2 mil toneladas con un rendimiento promedio de 0.82 t ha⁻¹. Algunas variedades de frijol son susceptibles a sequía, lo que limita el óptimo desarrollo del cultivo provocando bajo rendimiento. (Chávez *et al*, 2012).

2.7.-importancia y tipos de variedades de frijol para zonas áridas y semiáridas

En el altiplano semiárido de México, dos de los principales factores que reducen el rendimiento y limitan la producción de frijol, son la escasa precipitación y el escaso uso de semillas mejoradas. En la actualidad, la mayoría de los productores de frijol bajo condiciones de riego y temporal está utilizando materiales criollos que tienen bajo potencial productivo y que son susceptibles a plagas y enfermedades. Uno de los elementos esenciales para mejorar la competitividad de la cadena productiva de frijol, es el uso de semilla mejorada. (Cid *et al*, 2014).

La importante en la caracterización del germoplasma de frijol es la calidad de grano. Se prefieren variedades de rápida cocción, con caldo espeso. Así mismo, es necesario considerar el contenido de proteína de los genotipos, pues aunque en general las leguminosas son buenas fuentes de proteína, el contar con variedades de alto contenido permite mejorar el aporte diario a los consumidores de este grano básico. (Ramírez *et al*, 2012).

El altiplano semiárido del centro-norte de México es una región que abarca parte de las entidades de Chihuahua, Coahuila, Durango, zacatecas, Aguascalientes, San Luis Potosí, Jalisco Guanajuato y Querétaro, y se caracteriza por su clima semidesértico. Esta región es la más importante en el cultivo de frijol en México, en

2016 se sembraron 1.18 millones de hectáreas y se obtuvo 65.5% de la producción nacional. (Borja *et al*, 2018).

En México, 85% del frijol se cultiva durante el ciclo de primavera-verano en diversas regiones del país entre ellas, la semiárida y la tropical húmeda baja, en condiciones de temporal con 2250 a 400 mm de precipitación durante el ciclo de cultivo, con un rendimiento promedio de 450 kg ha⁻¹. En la actualidad el cultivo se realiza con diferentes regímenes de humedad del suelo. En la región semiárida la precipitación es deficitario y errático, registrándose con frecuencia sequía intermitente, la cual puede presentarse durante las etapas vegetativa y reproductiva del cultivo. (Acosta *et al*, 2004).

2.7.1.- Ventajas de esas variedades de frijol al ser cultivadas en zonas áridas y semiáridas de México

En México existe un potencial genético con numerosas variantes silvestres de frijol, que pueden usarse como fuente de resistencia a estrés biótico y abiótico, con características agronómicas y nutricionales mejores que los de tipo domesticado. (Morales *et al*, 2017).

Las áreas semiáridas, a pesar de la sequía intermitente y de los bajos niveles de rendimiento, son productoras de frijol; sin embargo, el uso de tecnologías modernas para la producción es limitado, entre ellas las nuevas variedades. El desarrollo y utilización de variedades mejoradas de frijol han contribuido en años recientes a elevar la producción en los estados de Durango Chihuahua y Zacatecas. (Martínez *et al*, 2008).

2.7.2.- Desventajas de esas variedades de frijol al ser cultivadas en zonas áridas y semiáridas de México.

El frijol es un cultivo nativo de México, con alto grado de diversidad genética y tolerancia a diferentes factores adversos del medio; sin embargo, en las variedades mejoradas es común la susceptibilidad a factores adversos tanto de tipo biótico como abiótico, principalmente en la época de floración y formación de vaina. Lo anterior, debido a que en este periodo ocurre la máxima demanda de fotoasimilados, provocando una disminución de entre 50-70% en el número de vainas y el rendimiento. (Pedroza *et al*, 2015).

Uno de los indicadores de la productividad de un agro-ecosistema o cultivo es el rendimiento total de grano por hectárea. Sin embargo, para evaluar los cambios edáficos que determinan el rendimiento de grano a causa de diferencias en el manejo agronómico, se requiere el análisis de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. (Arellano *et al*, 2014).

2.8 Importancia y características de interés de la variedad pinto criollo

México es el centro de origen del frijol, y cuenta y cuenta con un vasto acervo de poblaciones silvestres y nativas, éstas últimas también conocidas como criollas; sin embargo, hay escasa información sobre sus características físicas y químicas asociadas con la calidad del grano. (Muñoz *et al*, 2009).

La producción en los agrosistemas tradicionales se basan fundamentalmente en el uso de poblaciones nativas que se caracterizan por presentar amplia diversidad en morfotipos de planta, frutos, y semillas; tolerantes a plagas y enfermedades (coevaluación); adaptándose a condiciones edáficas y culturales específicas y a formas tradicionales de producción; alberga a un número infinito de fenotipos y genotipos mantenidos por cruzamiento natural. (Espinoza *et al*, 2015).

2.9 Importancia y características de interés de la variedad pinto saltillo

La variedad de frijol Pinto Saltillo se obtuvo por el método de mejoramiento genético de pedigrí (genealógico), que implica el cruzamiento seguido de selección individual y en masa. Los criterios utilizados en la selección individual y masal fueron: tolerancia a enfermedades, rendimiento y calidad de grano. El cruzamiento múltiple del que se derivó Pinto saltillo fue [Hidalgo 77////MAM 30//F₁ (Michoacán 91-A/BAT 76)//F₁ (BAT 93/Ecuador 299)]. El objetivo de la cruce fue incorporar los genes de resistencia a enfermedades a las variedades de frijol más importantes de México y la obtención de variedades con grano de calidad comercial alta. (Sánchez *et al*, 2009).

El rendimiento promedio es bajo y factible de incrementar mediante tecnologías aplicables en las distintas regiones donde se produce frijol de riego en el estado. Chihuahua ocupa el tercer lugar en producción de frijol a nivel nacional después de

Zacatecas y Durango con una superficie sembrada de frijol de riego en 2010 de 27,908 ha. con una producción total de 40,568 t y un promedio de rendimiento por hectárea de 1,453 kg. (Jiménez *et al*, 2013).

2.10.- Importancia y características de interés de la variedad pinto centauro

La variedad mejorada de frijol pinto centauro se originó de la cruce simple entre pinto Mestizo y pinto Saltillo, realizada en el INIFAP-Durango. El objetivo del cruzamiento fue obtener líneas mejoradas precoces, adaptadas en áreas con lluvia escasa (350-480mm), resistencia a enfermedades, testa totalmente al oscurecimiento y grano de mayor tamaño (34-45g/100 semillas) en relación con Pinto Saltillo (30 g/100 semillas). (Rosales *et al*, 2012).

El rendimiento promedio bajo condiciones de temporal es de 1200 kg/ha. Muestra tolerancia a la antracnosis y roya. Presenta susceptibilidad a valores altos y medios a tizón común y pudrición de raíz según la escala estándar del 1 al 9 para la evaluación de germoplasma de frijol. (Cid *et al*, 2014).

2.11.- Origen

El frijol común comprende dos acervos genéticos, el mesoamericano y el andino, que difieren en sus estructuras y nivel de diversidad genética, tanto en poblaciones silvestres como en las domesticadas. La mayor diversidad del germoplasma Mesoamericano se fundamenta en sus mayores proporciones del componente de varianza interpoblacional y diferenciación genética en el germoplasma domesticado. En parte esto se debe a que poblaciones de germoplasma Mesoamericano de *Phaseolus vulgaris* L. son simpátricas con otras especies sexualmente compatibles como *Phaseolus coccineus*, es lo que puede provocar hibridación interespecífica o introgresiva. (Hernández *et al*, 2013).

México se ha reconocido como el más probable centro de su origen, o al menos, como el centro primario de diversificación. El cultivo de frijol se considera uno de los más antiguos. Algunos de los hallazgos arqueológicos en México y Sudamérica indican que se conocía hace algunos 5000 años antes de Cristo. (Armando *et al*, 2011).

2.12.- Clasificación taxonómica del frijol.

El género *Phaseolus* se clasifica dentro de la familia *Leguminosae*, subfamilia *Papilionoidae*, tribu *Phaseolae* y subtribu *Phaseolinae*. Es una planta herbácea autógrama de ciclo anual, que se cultiva en zonas tropicales y regiones templadas. Esta característica permite agruparla en las denominadas especies termófilas, dado que no soporta bajas temperaturas. El ciclo vegetativo del frijol puede variar entre 80 (variedades precoces) y 180 días (variedades trepadoras). Dicho lapso se encuentra determinado sobre todo por el genotipo de la variedad, hábito de crecimiento, clima, suelo, radiación solar y fotoperiodo. (Reyes *et al*, 2008).

2.13- Características morfológicas del frijol

El frijol está compuesto por raíz, tallo, hojas, flores, fruto y semillas. El ciclo vegetativo puede variar de 80 días en las variedades precoces, hasta 180 en las trepadoras. Sus métodos de cultivo son muy diversos, al igual que sus usos. Tiene un rango de ambiente muy amplio ya que tiene una gran adaptabilidad y variabilidad morfológica. La sucesión y duración de las diferentes etapas de la relación entre los factores climáticos y los ciclos están determinadas genéticamente en cada variedad. (Treviño y Rosas, 2013).

2.13.1.- Planta

La planta de frijol se conoce por diferentes nombres como: fréjol, judía o alubia. Pertenece a la gran familia de las leguminosas, quien tiene como característica principal, que su fruto o semilla se presenta en forma de vaina y que es conocida como legumbre. Las hojas, el tallo o la planta completa de las leguminosas, es un alimento excelente para el ganado como forraje verde o seco; a su vez pueden servir para el mejoramiento del suelo como abono verde. (Rayas, 2019).

La planta tanto en su forma silvestre como cultivada es anual su ciclo vegetativo, puede variar de 80 días en las variedades precoces como en algunos canarios, ojos de cabra y pintos, hasta más de 180 días en las variedades trepadoras en asociaciones en lugares de altura intermedia y con buena disponibilidad de humedad. (Pinales, 1995).

2.13.2.- Raíz

En las primeras etapas de desarrollo el sistema radicular está formado por la radícula del embrión, la cual se convierte posteriormente en raíz principal o primaria. Pocos días después se observan las raíces secundarias que se desarrollan en la parte superior o cuello de la raíz principal. Sobre las raíces secundarias se desarrollan las raíces terciarias y otras subdivisiones como los pelos absorbentes, los cuales se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz. (Atilano *et al*, 2008).

Como todas las leguminosas, el frijol tiene la capacidad de asociarse a bacterias del suelo llamadas *rhizobia* (singular *rhizobium*). Dicha asociación entre leguminosas y *rhizobium*, comprende a la mayoría de las 18,000 especies de leguminosas y resulta en una simbiosis fijadora de nitrógeno de importancia ecológica que aporta, anualmente, una cuarta parte del nitrógeno fijado en la biosfera. En las raíces de la planta, la bacteria induce la formación de un órgano denominado nódulo, dentro del cual ésta se establece de forma intracelular. En estas condiciones, la bacteria es capaz de convertir el N₂ atmosférico en amonio NH₄⁺, el cual constituye la fuente de nitrógeno que permite el crecimiento de la planta. Estas asociaciones simbióticas fijadoras de nitrógeno entre leguminosas y *rhizobium* fertilizan el suelo y se calcula que incorporan de 60 a 120 kg de nitrógeno por hectárea. (Lara, 2015).

2.13.3.- Hojas

Son de dos tipos de hoja: simples y compuestas. Los cotiledones constituyen el primer par de hojas, proveen de sustancias de reserva a la planta durante la germinación y emergencia, y elaboran los primeros carbohidratos a través de la fotosíntesis en sus cloroplastos. Son de poca duración, el segundo par y primeras hojas verdaderas, se desarrollan en el segundo nudo; son simples opuestas y cortadas. A partir del tercer nudo se desarrollan las hojas compuestas, las cuales son alternas, de tres folíolos un peciolo y un raquis. (Álvarez, 2018).

Como forraje verde es un excelente cultivo muy apetecido por el ganado, siendo preferible cultivarlo asociado a otras plantas como la soya y el sorgo; pues se obtiene un mayor rendimiento y un forraje más equilibrado en nutrientes. Pudiendo

utilizarse la paja seca y ensilada con otros forrajes para estos fines. (Calero *et al*, 2017).

2.13.4.- Tallo

El tallo puede ser identificado como el eje central de la planta y está formado por una sucesión de nudos y entrenudos. Dependiendo del hábito de crecimiento de la variedad, el desarrollo de la parte terminal del tallo puede ser: Determinado, si el tallo termina en una inflorescencia (racimo). Al aparecer la inflorescencia el tallo normalmente cesa su crecimiento. Indeterminado, cuando el tallo presenta en su parte terminal un meristemo vegetativo que le permite eventualmente continuar creciendo durante la fase reproductora. (Henríquez *et al*, 1992).

2.13.5.- Características de la flor

La flor del frijol es una típica flor papilionácea, en el proceso de desarrollo de dicha flor se pueden distinguir dos estados, el botón floral y la flor completamente abierta. El botón floral, bien sea que se origine en las inserciones de un racimo o en el desarrollo completamente floral de las yemas de una axila en su estado inicial, está envuelto por las bractéolas que tienen forma ovalada o redonda. En su estado final, la corola, que aún está cerrada, sobresale, y las bractéolas cubren solo el cáliz. Cuando ocurre el fenómeno de antesis la flor abre. (Arias *et al*, 2007).

2.13.6.- Vainas

Las vainas después de la floración comienzan su desarrollo y el grano comienza a crecer. Las vainas aumentan entre los 15 a 20 días después de la floración. Los granos crecen rápido y alcanzan su peso máximo entre los 30 a 35 días después de la floración. (INTA, 2009)

2.13.7.- Semilla

El embrión del frijol está formado por dos cotiledones y el complejo del eje embrionario, constituido por dos primeras hojas y el eje embrionario. En el ápice del eje embrionario, por encima del nudo cotiledonal se encuentra la plúmula, que encierra la yema apical. En frijol la plúmula está compuesta por un meristemo apical y varias hojas primarias. La semilla de frijol la testa representa el 8.9%, y el porcentaje restante corresponde al embrión, este último distribuido en cotiledones (89.9%) y el eje embrionario (1.2%). (Barrios *et al*, 2014).

La semilla para siembra debe ser de calidad, que cumpla con los atributos de pureza genética (solo semilla de variedad seleccionada), pureza física (libre de terrones, piedras, basura, semillas de maleza), calidad fitosanitaria (semilla libre de enfermedades que se transmiten por este medio) y la calidad fisiológica (por lo menos 85% de germinación). (Lépiz *et al*, 2015).

2.14.- Antecedentes de investigación sobre la producción del frijol

Relacionado con la producción de granos en promedio por cada 20 plantas tomadas al azar de cada uno de los bloques tenemos que el pinto saltillo generó 571 gramos, el pinto criollo 526 gramos, mientras que el pinto coloso fue de 540 gramos, es decir en la producción de grano no hubo diferencia estadística significativa. (Mundo 2018).

El rendimiento promedio en 2010 fue de 595.3 kg ha⁻¹ y en 2011 aumentó a 1762.3 kg ha⁻¹ debido a las diferencias en la cantidad y distribución de las lluvias que se presentaron entre un año y otro; sin embargo, aún en el año más seco (2011). (Osuna *et al*, 2012).

Se determina que el incremento del rendimiento de grano, esta en función del incremento del numero de vainas por hect+área. Para obtener el mayor rendimiento que es cercano a los 2,000 kg ha.⁻¹ se requiere en promedio de 1,650,000 vainas por hectárea que son obtenidad por una densidad de 75,000 plantas por hectárea con 22 vainas por planta en promedio. (Rodríguez *et al*, 2003).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1.- Ubicación geográfica del trabajo experimental 1

La Comarca Lagunera se localiza entre los paralelos (25° 42" y 24° 48" N) y los meridianos (103° 31" y 102° 58" O) teniendo una altura de 1,139 msnm, localizada en la parte suroeste del estado de Coahuila y Noroeste del estado de Durango, al norte del estado de Chihuahua y al sur del estado de Zacatecas.

3.2.- Localización del experimento

El experimento se realizó durante el ciclo primavera-verano del 2018 en el campo experimental de San Antonio de los Bravos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna.

3.3.- Material vegetativo

Para esta investigación se utilizarán los híbridos de frijol pinto centauro y saltillo, estas dos variedades fueron proporcionadas por la línea de frijol del INIFAP de Durango, y como testigo pinto criollo.

3.4.- Preparación del suelo

La limpieza del terreno se realizó el 12 de junio del 2018, se realizó el trabajo con azadón, para posteriormente poner los surcos y dividirlos por parcela.

3.5.- Siembra

La siembra de las 3 variedades se realizó el 18 de junio del 2018, se sembraron 4 semillas por golpe con una distancia entre surco de 30 cm y una distancia entre plantas de 30 cm.

3.6.- Labores culturales

3.6.1 Escardado

El arreglo topológico, para establecer la parcela, se realizó el día 13 de junio del 2018, se realizó con la ayuda de azadones y picos, también se abrió los bordos para el riego por inundación

3.6.2 Deshierbe

El primer deshierbe se realizó el día 13 de agosto del 2018, ya los deshierbes posteriores se realizaron aproximadamente cada 25 a 30 días.

3.7.- Riego

El riego de pre-siembra se aplicó el 13 de junio del 2018, 5 días antes de la siembra, los riegos de auxilio se aplicaron cada 21 días.

3.8.- Fertilización

Para la fertilización se ocupó un producto orgánico vermicompost aplicando una dosis de 781 g. por bloque, antes de la siembra.

3.9.- Aplicación de insecticidas

La plaga que se presentó en el cultivo fue la mosquita blanca, se controló con el producto Muralla Max, la dosis fue de 12.5ml. por 10 litros. La primera fumigación se aplicó el día 04 de agosto del 2018 y la segunda el 21 de septiembre del 2018.

3.10.- Cosecha

La cosecha se realizó el día 28 de octubre del 2018, una vez que se alcanza la maduración fisiológica se corta la planta completa, se coloca en montones para dejarlas bajo en el sol para que se termine de secar, para ello se debe tener un lugar seguro. El 10 de noviembre se realizó se realizó la limpieza de vainas.

3.11.- Variables evaluadas

Para la generación de las funciones cuadráticas y el cálculo de las medidas se utilizará el Microsoft Excel 2010; y para el análisis estadístico se utilizará el ANOVA en las variables: altura de planta, área foliar, número de vainas, y rendimiento en grano, se tomaron 20 plantas al azar de cada uno de los bloques. Los materiales que se utilizaron para tomar los datos fueron: cinta métrica de 5 m y una báscula Triple Beam Balance.

3.12.- Altura de planta

La altura de planta se tomó desde la base del suelo hasta la punta de la misma. La altura se empezó a tomar el 06 de julio del 2018, cada tres días posterior se realizó la toma de medidas hasta el día 2 de septiembre cuando la altura ya estaba estable.

3.13.- Número de vainas

El número de vainas se contabilizo el día 13 de octubre del 2018, por cada bloque se tomaron 3 plantas teniendo un total de 9 plantas por variedad, la cual a continuación se muestra el resultado.

3.14.- Generación del área foliar

El área foliar se sacó el día 13 de octubre del 2018, para el cálculo se arrancó 3 plantas por bloque teniendo 9 plantas por variedad, el área se calculó colocando la planta en forma de triángulo para posteriormente tomar la medida de la base y la altura y sacar el área con la formula $\frac{Basen \times altura}{2}$.

3.15.- Generación del peso de grano seco

Para el peso del grano seco de las 3 variedades se cortaron 20 plantas muestra, después del secado se limpiaron y por último se pesaron.

3.16.- Procedimiento y Diseño Experimental

El experimento se realizó durante el ciclo primavera-verano del 2018 en el campo experimental de San Antonio de los Bravos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna.

Para la generación de las funciones cuadráticas y el cálculo de las medidas se utilizó el Microsoft Excel 2010; y para el análisis estadístico se utilizó el ANOVA en las variables: altura de planta, área foliar, número de vainas, y rendimiento en grano.

El diseño experimental que se utilizó fue el de bloques al azar (Rocha y Ávila, 2017), utilizando la tres variedades de frijol: A pinto centauro, B pinto saltillo y como testigo: C pinto criollo, con 3 repeticiones. Con un arreglo topológico de 9 parcelas de 3m. de largo por 2m. de ancho.

Cuadro 1: Arreglo en el diseño experimental:

A1 Pinto Centauro	C2 Pinto Criollo	B3 Pinto Saltillo
B1 Pinto Saltillo	A2 Pinto Centauro	C3 Pinto Criollo
C1 Pinto Criollo	B2 Pinto Saltillo	A3 Pinto Centauro

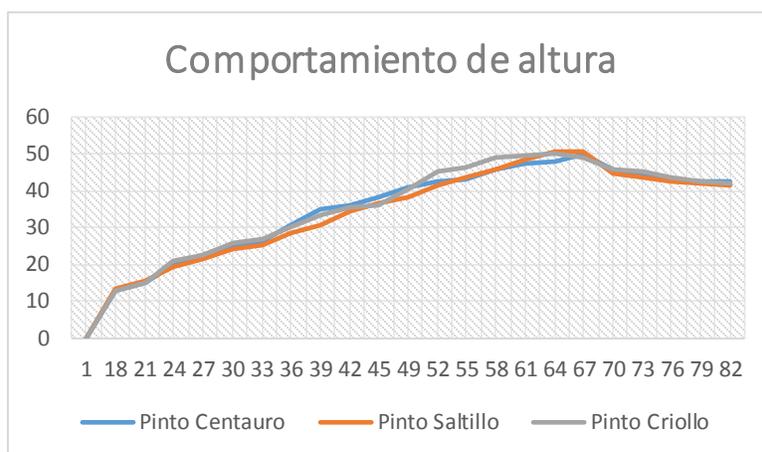
IV. RESULTADOS

Con mediciones terciadas que abarcaron el periodo del 06 de julio al 08 de septiembre de 2018 se generaron las ecuaciones cuadráticas de crecimiento de planta tal como lo muestra el cuadro 2; siendo la constante que su coeficiente cuadrático fue negativo; es decir la parábola se comportó cóncavo hacia abajo propio de un desarrollo de especies biológicas que nacen, crecen, llegan a un punto de desarrollo máximo y enseguida viene el decrecimiento.

Cuadro 2: Funciones cuadráticas y Coeficientes de correlación de las 3 variedades.

VARIEDAD	F. CUADRÁTICA	COEF. DE CORR. r	INTERPRETACIÓN DE r
Pinto Centauro	$Y = -0.0097x^2 + 1.4351x - 7.3223$.98	Muy Buena
Pinto Saltillo	$Y = -0.0082x^2 + 1.3214x - 6.3851$.97	Muy Buena
Pinto Criollo	$Y = -0.0101x^2 + 1.4794x - 7.9133$.97	Muy Buena

Figura 3: Comparación del comportamiento de altura de la planta.



El crecimiento del frijol en la etapa vegetativa con base en las alturas registradas tuvo un comportamiento similar en las tres variedades, así como se muestra en la gráfica 1.

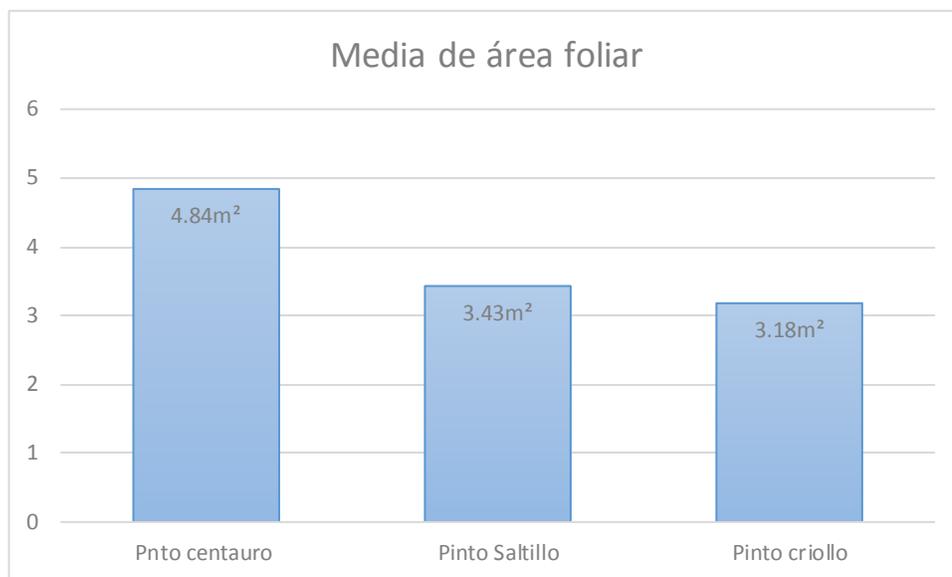
De acuerdo con la siguiente cuadro número 3, el análisis de varianza para área foliar de los tratamientos se determina que la F_c ; es menor a la F_t , por tanto lo relacionado con esta variable desarrollada, no existió un comportamiento diferenciado entre las variedades de frijol.

Cuadro 3: Comparación de la prueba F para la variable área foliar

F_c en Tratamientos =	<	$F_t=6.94$
0.54		

Como se muestra en la gráfica 2; para la variable área foliar no hubo diferencia significativa ya que las tres variedades tuvieron un comportamiento similar. Aunque se puede observar que la variedad pinto centauro tuvo más área foliar.

Figura 4: Comparación del área foliar.



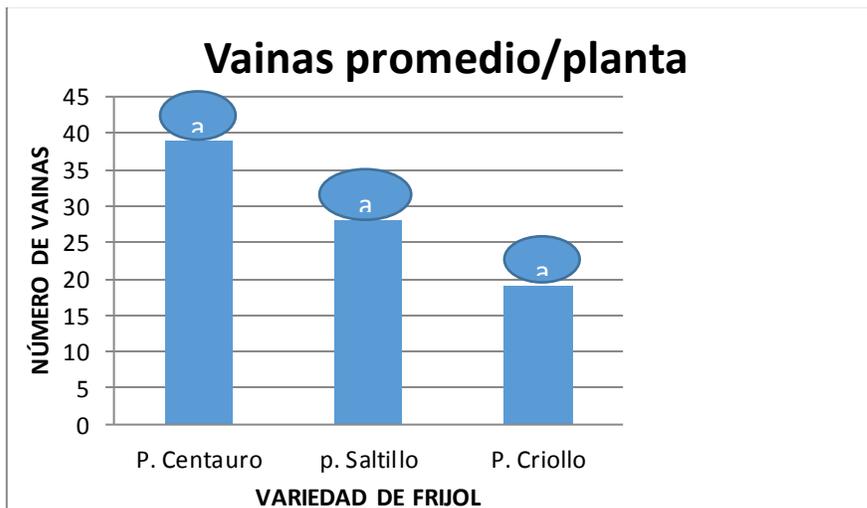
Otra de las variables analizadas fue la del número de vainas; en éste dato se generó el valor de la F calculada; y resultó menor a la F tabulada solo por un pequeño margen y tomando un alfa del 5%; es decir no hubo diferencia estadística entre el pinto centauro, el pinto saltillo y el pinto criollo tal como lo muestra el cuadro 4.

Cuadro 4: Comparación de la prueba F para la variable número de vainas.

Fc en Tratamientos = 6.05	<	Ft=6.94
------------------------------	---	---------

Ésta diferencia mínima entre Fc y Ft puede apreciarse mejor en el gráfico 3 que por medio de las barras se aprecia mejor; en relación al número de ejotes la variedad pinto centauro se separa de las otras dos variedades; aun así en no cambio de letra es un comportamiento similar entre las 3 variedades de frijol.

Figura 5: Comparación del No de vainas promedio/planta entre Pinto Centauro, Saltillo y Criollo.



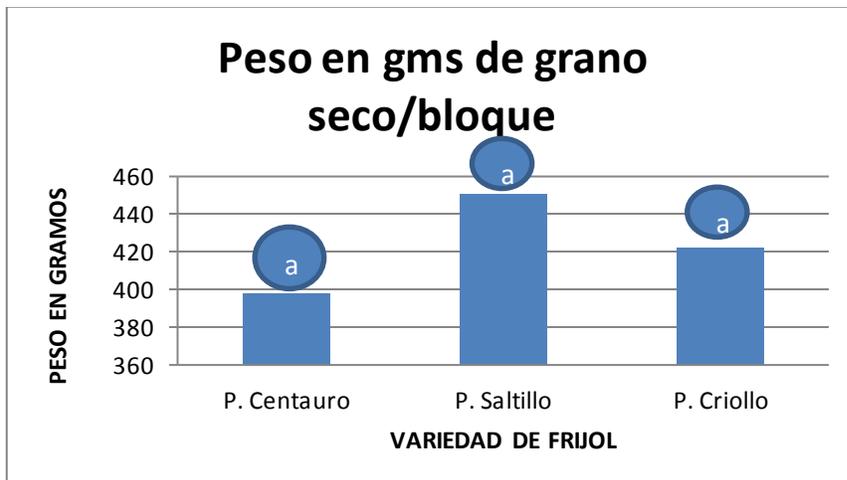
En lo relacionado en peso de grano seco por bloque para cada una de las variedades se obtuvieron los siguientes valores en la Prueba F con un alfa del 5% resultante del análisis de varianza tal como lo muestra la cuadro 5. En ella podemos ver que no hubo diferencia estadística entre los tratamientos es decir; relacionado con la variable arriba mencionada las tres variedades se comportaron semejante producción de grano seco.

Cuadro 5: Comparación de la prueba F para un alfa del 5% en peso en gramos de frijol por bloque

Fc en Tratamientos = 0.12	<	Ft=6.94
------------------------------	---	---------

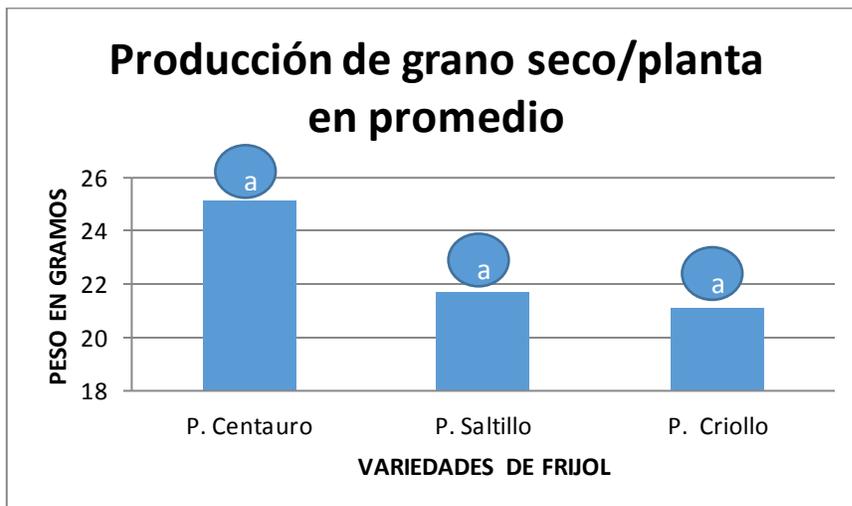
Pero al identificar de manera visual esta variación tal como lo muestra la gráfica 4; son los bloques de la variedad pinto saltillo que mejor peso promedio presentan pero sin llegar a una diferencia estadística; posicionando hasta el tercer lugar el peso del pinto centauro.

Figura 6: Comparación de peso promedio en gramos/bloque entre Pinto Centauro, Saltillo y Criollo



Tomando en cuenta que los resultados de peso de grano seco por bloque puede ser sesgado por la pérdida de plantas en el ciclo productivo; se han analizado también la variable producción promedio de grano seco por planta; éste procedimiento nos generó una Fc de 0.19 contra una Ft de 6.94 es decir; tampoco en ésta variable se generó diferencia estadística entre los tratamientos; y de manera visual se presenta en la gráfica número 5; en ella podemos ver que fue la variedad pinto centauro la de mejor producción promedio por planta con 25.14 gramos.

Figura 7: Producción promedio de grano por planta



V. CONCLUSIONES

Las tres variedades de frijol analizadas en la investigación (pinto Criollo, pinto Saltillo y pinto Centauro) presentaron un desarrollo de planta de tipo cuadrático cóncavo hacia abajo es decir; se comportaron de acuerdo al modelo biológico de nacer, desarrollarse y avanzar hacia el final de su ciclo.

Generando un análisis comparativo de medias aritmética se puede mencionar que relacionado con el área foliar se obtuvo que la variedad pinto centauro resultó con 4.84 m^2 , la medida para la variedad pinto saltillo fue de 3.43 m^2 y la media para la variedad pinto criollo fue de 3.18 m^2 . Teniendo mayor área foliar el pinto centauro, aunque no haya habido diferencia estadística significativa.

El análisis de la variable número de vainas: al cumplir el cultivo de las leguminosas estudiadas los 100 días después de la emergencia, arrojó un promedio para el pinto centauro de 38 vainas, para el pinto saltillo 27 vainas y para pinto criollo 19 vainas por planta. Aunque no hubo diferencia significativa por una mínima unidad ya que la $F_c = 6.05$ y la $F_t = 6.94$, se puede apreciar que pinto centauro desarrollo más vainas por planta.

Relacionado con la producción de grano en promedio para cada 20 plantas tomadas al azar de cada uno de los bloques tenemos que el pinto centauro nos generó 397 gramos, el pinto saltillo 450.5 gramos, el pinto criollo fue de 421.8 gramos es decir en la producción de grano no hubo diferencia estadística significativa. Se ve afectado en producción en grano la variedad pinto centauro, ya que hubo varias pérdida de planta. Pero al calcular la media de la producción de grano por planta se muestra que el pinto centauro tiene mayor producción, ya que fue de 25.29 y las otras dos variedades tuvieron similar comportamiento pinto saltillo 22.52 gramos y pinto criollo 212.08 gramos por planta.

Realizando un ejercicio de análisis síntesis se puede decir que los propósitos planteados en el proyecto de trabajo fueron abarcados en su totalidad. En las variables: área foliar, número de vainas y producción de grano seco, no hubo diferencia significativa, lo cual se rechaza la hipótesis.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta-Díaz; E., Trejo-López; C., Ruiz-Posadas; L.M., Padilla-Ramírez; J.S., y Acosta-Gallegos; J.A. 2004. Adaptación del frijol a sequía en la etapa reproductiva. *Terra Latinoamericana*, Vol. 22(1). Sociedad Mexicana de la Ciencia del suelo, A.C. Chapingo, México.
- Álvarez-Córdova; E. 2018. Cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Guía Técnica del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova". Km. 33 ½, carretera a Santa Ana, Municipio de Ciudad Arce departamento de La Libertad, El Salvador, Centro América.
- Arellano-Arciniega; S., Osuna-Ceja; E. S., Martínez-Gamiño; M.A., y Reyes-Muro; L. 2014. Rendimiento de frijol fertilizado con estiércol de bovino en condiciones de secado. *Revista Fitotecnia Mexicana*. Vol. 38(3). Campo Experimental Pabellón, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Km. 32.5 carr. Aguascalientes-Zacatecas.
- Arias-Restrepo; J., Rengifo-Martínez; T., y Jaramillo-Carmona M. 2007. Buenas practicas agrícolas en la producción de frijol voluble. Manual técnico. Km. 7 vía Medellín-Las Palmas, vereda Llano grande. Colombia.
- Armando-Ulloa; J., Rosas-Ulloa; P., Ramírez-Ramírez; J.C., y Ulloa-Rangel; B. E. 2011. El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuentes de fotoquímicos. *Revista* Vol. 3(8). Centro de Tecnología de alimentos, Universidad Autónoma de Nayarit.
- Atilano-Cabrera; C., y Reyes-Castillo; C.H. 2008. Guía técnica para el manejo de variedades de frijol. Guía técnica. La Libertad, CENTA, San Andrés, KM. 33 ½. Carretera a Santa Ana.
- Barrios-Gómez; E. J., López-Castañeda; C., Kohashi-Shibata; J., Acosta-Gallegos; J.A., Miranda-Colín; S., Mayek-Pérez; N., y Canul-Ku; J. 2014. Morfología del embrión y su comparación entre razas Durango y Jalisco. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Vol. 5(6). Campo Experimental Zacatepec-INIFAP. Carretera Zacatepec-Galeana, Zacatepec 0.5, Morelos.
- Borja-Morales; M., Osuna-ceja; E.S., Arellano-Arciniega; S., García-Hernández; R.V., y Martínez-Gamiño; M.A. 2018. Competividad y eficiencia en la producción de frijol en condiciones de temporal con tecnología tradicional y recomendada. *Revista Fitotecnia Mexicana*. Vol. 41(4). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), campo experimental Pabellón, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México.
- Calero; A., Castillo; Y., Quintero; E., Pérez; Y., y Olivera; D. 2017. Efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento agrícola del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista de la facultad de ciencias*. Vol. 7 (1). Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

- Castellanos; J.Z., Peña-Cabriales; J.J., Badillo; V., Aguilar-Santelises; A., Acosta-Gallegos; J.A., y Rodríguez-Guillen; A. 1998. Características agronómicas del frijol asociadas a la capacidad de fijación de nitrógeno en el centro de México. *Terra Latinoamericana*. Vol. 16(4). Sociedad de la ciencia del suelo, A.C. Chapingo, México.
- Chávez-Simental; J.A., y Álvarez-Reyna; V.P. 2012. Ecofisiología de seis variedades de frijol bajo las condiciones climáticas de la Región Laguna. *Revista Mexicana de Ciencias Agrarias*. Vol. 3(2). Instituto tecnológico del Valle de Guadiana. Carretera Durango-México km 22.5 Durango, México.
- Cid-Ríos; J.A., Reveles-Hernández; M., Herrera; M.D., y Acosta-Gallegos; J.A. 2014. Nuevas variedades de frijol para el estado de Zacatecas. Folleto Técnico No. 57. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP.
- Espinoza-Pérez; E.N., Ramírez-Vallejo; P., Crosby-Galván; M.M., Estrada-Gómez; J.A., Lucas-Florentino; B., y Chávez-Servia; J.L. 2015. Clasificación de poblaciones nativas de frijol común del centro-sur de México por morfología de semilla. *Revista Fisiotécnica Mexicana*. Vol. 29(1). Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Genéticos, campus Montecillo, Colegios de Postgraduados. Km 36.5 Carr. México-Texcoco.
- Fernández-Valenciano; A.F., y Sánchez-Chávez; E. Estudio de las propiedades físico químicas y calidad nutricional en distintas variedades de frijol consumidas en México. *Nova Scientia*. Vol. 9(18). Universidad De La Salle Bajío León, Guanajuato, México.
- Gaucín; D. 2019. El mercado mundial y nacional del frijol. *El economista*; edición del 30 aniversario. Av. San Jerónimo 458, Col. Jardines del Pedregal, delegación Álvaro Obregón; CP01900, México, CDMX. Consultado en <https://www.eleconomista.com.mx/opinion/El-mercado-mundial-y-nacional-del-frijol-20190328-0088.html>.
- Henríquez; G.R., Prophete; E., y Orellana; C. 1992. Manejo agronómico del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* P.). Programa Cooperativo Regional de Frijol para Centroamérica, México y el Caribe. Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Hernández-López; V. M., Vargas-Vásquez; M. L., Muruaga-Martínez; J.S., Hernández-Delgado; S., y Mayek-Pérez; N. 2013. Origen, domesticación y diversificación del frijol común. *Avances y perspectivas*. *Revista Fitotécnica Mexicana*. Vol. 36(2). Campo Experimental Valle de México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 56230, Chapingo, México.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2009. Guía Tecnológica cultivo de frijol.
- Jiménez-Galindo; J.C., y Acosta-Gallegos; J.A. 2013. Efecto de la densidad de cosecha en rendimiento de frijol Pinto Saltillo de riego en Chihuahua, México.

- Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 4(2). Campo experimental Sierra de Chihuahua. Ave. Hidalgo 1213. Col. Centro Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua.
- Lara-Flores; M., 2015. El cultivo de frijol en México. Revista digital universitaria. Vol. 16(2). Dirección General de Cómputo y Tecnologías de información y comunicación-UNAM. Av. Universidad 30000, C.U., 04510 Ciudad de México, CDMX.
- Lépiz-Idelfonso; R., Sánchez-Preciado; S., López-Alcocer; E., López-Alcocer; J.J., Chavarín-Espinoza; I.E., y Meza-Vásquez; K.E. 2015. El cultivo de frijol en Jalisco tecnología para altos rendimientos. Las aguas, Municipio de Zapopan, Jalisco.
- Martínez-Gamiño; M.A., Osuna-Ceja; E.S., Padilla-Ramírez; J.S., Acosta-Gallegos; J.A., y Loredó-Ostí; C. 2008. Tecnología para la producción de frijol en el norte centro de México. Libro Técnico No. 4. Campo Experimental San Luis CIRNE-INIFAP.
- Morales-Santos; M.E., Peña-Valdivia; C.B., García-Esteva; A., Aguilar-Benítez G., y Kohashi-Shibata; J. 2017. Características físicas y de germinación en semillas y plántulas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) silvestre, domesticado y su progenie. Postgrado de Recursos Genéticos y Productividad, Fisiología Vegetal; Postgrado en Botánica Colegio de Postgraduados. 56230. Carretera México-Texcoco Km 36.5, Montecillo, Texcoco, México.
- Mundo-Brito; J. 2018. La generación de Biometría de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) utilizando la Tics. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Muñoz-Saldaña; R. 2010. Frijol, rica fuente de proteínas. CONABIO. Biodiversitas, 89:7-11. Liga Periférico-Insurgentes Sur No. 4903, parques de pedregal, 14010 Tlalpan, CDMX. Consultado en <https://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv89art2.pdf>.
- Muñoz-Velázquez; E.E., Rubio Hernández D., Bernal-Lugo I., Garza-García R., y Jacinto-Hernández C. 2009. Caracterización de genotipos nativos de frijol del estado de Hidalgo, con base a la calidad del grano. Agricultura Técnica en México. Vol. 35(4). Ingeniería Agroindustrial. UACH. Km. 36.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, México.
- Osuna-Ceja; E. S., Reyes-Muro; I., Padilla-Ramírez; J.S., y Martínez-Gamiño. 2012. Rendimiento de frijol saltillo en altas densidades de población bajo temporal. Revista Mexicana Ciencia Agrícola. Vol. 3(7). Campo Experimental Pabellón. INIFAP. Carretera Aguascalientes Zacatecas, km 32.5
- Pedroza-Sandoval; A., Trejo-Calzada; R., Sánchez-Cohen; I., Samaniego-Gaxiola; J.A., y Yáñez-Chávez; L.G. 2015. Evaluación de tres variedades de frijol pinto bajo riego y sequía en Durango, México. Agronomía Mesoamericana. Vol.

- 27(1). Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo.
- Pedroza-Sandoval; A., Trejo-Calzada; R., y Chávez-Rivero; J.A. 2013. Tolerancia al estrés Hídrico y Fitosanitarios Mediante Indicadores Agronómicos y Fisiológicos en diferentes Variedades de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Mexicana de Fitopatología. Vol. 31(2). Universidad de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Durango.
- Pinales-Quiroz; J.F. 1995. Estudio agrobiológico de frijol *Phaseolus vulgaris* L. bajo condiciones de riego y punto de riego en Anáhuac N.L. Tesis de maestría UANL. Pedro de Alba S/N, Niños Héroes, Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, N. L.
- Ramírez-Pérez; A.R., Díaz-Ruiz; R., Jacinto-Hernández; C., Paredes-Sánchez; J.A., y Garza-García; R. 2012. Diversidad de frijoles nativos de diferentes regiones del estado de Puebla. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 3(3). Colegio de postgraduados, Campus Puebla, Carretera Federal México-Puebla, km 125.5.72760, Puebla, Puebla. México.
- Rayas-Argumedo; J. 2019. *Phaseolus vulgaris*. (Planta de frijol). Revista electrónica de Divulgación en biología. Universidad Autónoma de Zacatecas, Preparatoria, Hidráulica, Zacatecas, Zac., México, 98068.
- Reyes-Rivas; E., Padilla-Bernal L.E., Pérez-Veyna; O., y López-Jáquez; P. 2008. Historia, naturaleza y cualidades del frijol. Revista Investigación Científica. Vol. 3(3).
- Rodríguez-García; R., Jasso-Cantú; D., Rojas-Peña; C., y Salas-Hernández; C.A. 2013. Rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en sistemas agrícolas que aprovechan escurrimientos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buena Vista Saltillo
- Rosales-Serna; R., Ibarra-Pérez; F.J., y Cuellar-Robles; E.I. 2012. Pinto centauro, nueva variedad de frijol para el estado de Durango. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 3(7). INIFAP. Campo experimental Valle de México. Km 13.5, Carretera Los Reyes-Lecherías. Texcoco Edo. De México.
- Rosas; J.C. 2003. El cultivo del frijol común en América Tropical. Carrera de ciencia y producción agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras.
- Sánchez-Valdez; I., Acosta-Gallegos; J.A., Ibarra-Pérez; F.J., Rosales-Serna; R., y Cuellar-Robles; E.I. 2009. Pinto Saltillo: variedad mejorada para el estado de Durango. Folleto técnico 36, primera edición, ISBN 978-607-425-134. INIFAP- Campo experimental Valle del Guadiana, Km 4.5 carretera Durango-El Mezquital. Durango, Durango.
- Sangerman-Jarquín; D.M., Acosta-Gallegos; J.A., Shwenstesiud-Rinderman; R., Damián-Huato; M.A., y Larqué-Saavedra; B.S. 2010. Consideraciones e importancia social en torno al cultivo del frijol en el centro de México. Revista

- Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 1(3). Campo Experimental Valle de México. INIFAP. Carretera los Reyes-Texcoco.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2010. Monografía del frijol, Dirección Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial de la Financiera Rural.
- Solano-Cervantes; F., Díaz-Ruíz; R., Jacinto-Hernández; C., Aguirre-Álvarez; L., y Huerta-Peña; A. 2009. Prácticas agrícolas, descripción morfológica, proteínica y culinaria del grano de cultivares de frijol sembrados en la región de Tlatzala, Guerrero. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Vol. 5(2). Universidad Autónoma de México El Fuerte, México.
- Tofiño-Rivera; A. P., Pastrana-Vargas; I. J., Melo-Ríos; A.E., Beebe; S., y Tofiño-Rivera; R. 2016. Rendimiento, estabilidad fenotípica y contenido de micronutrientes de frijol biofortificado en el caribe seco colombiano. Corpoica Ciene Tecnol Agropecuaria. Vol. 17(3). Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.
- Treviño-Quintero; C., y Rosas-Quijano; R. 2013. El frijol común: factores que merman su producción. Revista de divulgación y tecnología de la universidad veracruzana. Vol. 26(1)
- Ulloa; J.A., Rosas-Ulloa; P., Ramírez-Ramírez; J.C., y Ulloa-Rangel; B.E. 2011. El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): su importancia nutricional y como fuente de fotoquímicos. Revista Fuente. Vol. 3(8). Centro de Tecnología de alimentos, Universidad Autónoma de Nayarit.