



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**“DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTO POR
HECTÁREA DE FRIJOL CON TRES VARIEDADES
DISTINTAS; PINTO TIPO SALTILLO, PINTO TIPO
NACIONAL, NEGRO FRIJOZA No. 101. CULTIVADAS EN
TERRENOS DE LA FES CUAUTITLÁN”.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PRESENTA:

LUIS GERARDO MARTÍNEZ GARCÍA

ASESOR: DR. SALVINO EDVINO VEGA ROJAS.

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MEX. 2013.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES
ASUNTO: VOTO APROBATORIO

DRA. SUEMI RODRÍGUEZ ROMO
DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE



ATN: L.A. ARACELI HERRERA HERNÁNDEZ
Jefa del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos a comunicar a usted que revisamos **La Tesis**:

"RENDIMIENTO POR HECTÁREA DE FRIJOL CON TRES VARIEDADES DISTINTAS: PINTO TIPO SALTILLO, PINTO TIPO NACIONAL, NEGRO FRIJOZA No. 101 CULTIVADAS EN FES-CUAUTITLÁN"

Que presenta el pasante: **LUIS GERARDO MARTÍNEZ GARCÍA**
Con número de cuenta: **40705605-5** para obtener el Título de: **Ingeniero Agrícola**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 4 de Octubre de 2013.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	<u>Dr. Salvino Edvino Vega Rojas</u>	
VOCAL	<u>Q. Celia E. Valencia Islas</u>	
SECRETARIO	<u>Dr. Alejandro Espinosa Calderón</u>	
1er SUPLENTE	<u>Dr. Jobb Anastacio Zaragoza Esparza</u>	
2do SUPLENTE	<u>M.C. Juan Roberto Guerrero Agama</u>	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

HHA/vr

DEDICATORIA.

A dos grandes personas que se esforzaron para brindarme la oportunidad de estudiar una carrera y nunca perdieron la fe en mí, a mis padres:

Dr. Gerardo Martínez Anaya

Ma. Del Rosario García Flores

Como muestra de gratitud por inculcarme los valores que todo hijo necesita para ser una mejor persona y que sepan que sus esfuerzos por darme una educación rindieron frutos.

A mi esposa querida que fue parte fundamental para lograr terminar una carrera profesional, porque siempre me motivó a seguir adelante en los malos momentos.

No tengo palabras para describir lo agradecido que estoy por su apoyo incondicional.

Ing. Agustín Rodríguez Fuentes

Maricela Hernández Mendoza

A mis hermanos: Brenda Martínez García, Lorena Martínez García, Jesús Iván Martínez García. A mi sobrina Emilia Fernanda Medina Martínez, por el apoyo que me han brindado aún en los momentos difíciles.

A mi asesor de tesis, Dr. Edvino Salvino Vega Rojas, porque además de brindarme la oportunidad de realizar este trabajo, me brindo lo más importante que es su amistad.

A toda la familia Rodríguez Hernández y Rodríguez Mata por sus sabias palabras y brindarme su amistad y confianza.

A toda la familia Martínez por creer en mí.

A mi amigo Carlos Tamayo por los grandes momentos que compartimos en la universidad.

AGRADECIMIENTOS

A la universidad Nacional Autónoma de México, por brindarme la oportunidad de estudiar una carrera profesional.

A los miembros del jurado:

Dr. Edvino Salvino Vega Rojas

Q. Celia E. Valencia Islas

Dr. Alejandro Espinosa Calderón

Dr. Joob Anastacio Zaragoza Esparza

M.C. Juan Roberto Guerrero Agama

Por las atinadas observaciones y sugerencias hechas, que permitieron enriquecer este trabajo.

A todas aquellas personas que de alguna u otra manera cooperaron en la realización de este trabajo.

CONTENIDO

	Página	
1	Introducción	1
1.1	Objetivos	2
1.1.2	Hipótesis	2
2	Revisión de Literatura	3
2.1	Importancia del Cultivo del frijol	4
2.2	El frijol y su Participación en la Producción Mundial	5
2.3	El Frijol en México y su Tendencia en los Últimos Años	7
2.4	Descripción del Frijol (<i>Phaseolus Vulgaris</i> L.)	9
2.4.1	Taxonomía	9
2.4.2	Morfología	10
2.4.3	Fisiología	10
2.4.4	Requerimientos Edáficos	11
2.4.4.1	Suelo	11
2.4.4.2	Intercambio Iónico	12
2.4.4.3	La Reacción o Valor pH del Suelo	12
2.4.4.4	Fijación Simbiótica del Nitrógeno	13
2.4.4.5	Factores que Afectan la Simbiosis	15
2.4.4.6	La Materia Orgánica en el Suelo	15
2.4.4.7	Descomposición de la Materia Orgánica	16
2.4.4.8	Composición de la Materia Orgánica	16
2.4.4.9	Funciones de la Materia Orgánica	16
2.4.4.10	Las Principales Fuentes de Humus	18
2.4.4.11	Condiciones que Determinan la descomposición o Mineralización	18
2.5	Proceso Productivo	19
2.5.1	Requerimientos Agroecológicos del frijol	19
2.5.2	Selección del Terreno	20
2.5.3	Preparación del Terreno	20
2.5.4	Barbecho	20
2.5.5	Rastro	20
2.5.6	Nivelación	21
2.5.7	Época de Siembra	21
2.5.8	Forma de Siembra	21
2.5.9	Riegos	21
2.6	Fertilización	22
2.6.1	Macroelementos	22
2.6.2	Biofertilizantes	23

2.6.3	Labores del Cultivo	24
2.6.4	Cosecha	25
2.6.5	Valor Nutritivo	25
2.7	Características de Calidad del Frijol. (<i>Phaseolus Vulgaris</i> L.)	26
2.8	Plagas	28
2.8.1	Conchuela (<i>Epilachna varivestis</i>)	28
2.8.2	Picudo del Ejote	28
2.8.3	Chicharrita (<i>Empoasca fabae</i> (Harris))	29
2.8.4	Mosquita Blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i> (West))	29
2.9	Enfermedades	30
2.9.1	Roya o Chahuixtle (<i>Uromyces appendiculatus</i> (Pers.: Pers) unger)	30
2.9.2	Tizón bacterial y tizón de halo	30
2.9.3	Antracnosis	31
2.9.4	Mejoramiento de los Suelos	32
2.9.5	Fertilización	32
2.9.6	Aplicación de Estiércol	33
3	Materiales y Métodos	34
3.1	Caracterización de la Zona de Estudio	34
3.1.1	Ubicación del experimento	37
3.1.2	Diseño Experimental	38
3.1.3	Materiales Utilizados	39
3.1.4	Manejo del Experimento	40
3.1.5	Establecimiento del experimento	44
3.2	VARIABLES A EVALUAR	61
3.3	Análisis Estadístico	61
4	Análisis de Resultados	62
4.1	Análisis de Varianza	62
4.2	Discusión	65
5	Conclusiones	67
6	Literatura Consultada	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Localización geográfica del municipio	35
Figura 2.	Ubicación geográfica de la parcela experimental	37
Figura 3.	Diseño experimental	38
Figura 4.	Pesaje de estiércol	38
Figura 5.	Aplicación de estiércol	40
Figura 6.	Distribución del terreno en unidades experimentales	41
Figura 7.	Ubicación de las U.E. e identificación de tratamientos	42
Figura 8.	Siembra	43
Figura 9.	Unidades experimentales sembradas	44

Figura 10.	Problemas de encharcamiento	45
Figura 11.	Hojas cotiledonales	46
Figura 12.	Primeras hojas verdaderas	46
Figura 13.	Exceso de humedad	47
Figura 14.	Labores del cultivo	48
Figura 15.	Encharcamiento de unidades experimental	49
Figura 16.	Agrietamiento del suelo	50
Figura 17.	Relleno de unidades experimentales	51
Figura 18.	Primeros 40 días del cultivo	52
Figura 19.	Lluvia por la mañana	52
Figura 20.	Maleza compitiendo con la planta de frijol	53
Figura 21.	Huracán Ernesto	54
Figura 22.	Primeras Flores	54
Figura 23.	Primero Ejotes	55
Figura 24.	Boletín Meteorológico	56
Figura 25.	Primera Helada de la temporada	57
Figura 26.	Corte de Plantas	58
Figura 27.	Secado de Planta	58
Figura 28.	Separación de frijol	59
Figura 29.	Recolección de paja	60
Figura 30.	Parva de frijol	60

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Cuadrados medios y significancia estadística	62
Cuadro 2.	Comparación de medias para las dosis de fertilización y variedades	63
Cuadro 3.	Comparación de medias para número de vainas	63
Cuadro 4.	Comparación de medias para número de semillas/vaina	64

RESUMEN

Al tener dichos conocimientos sobre las propiedades y características de los suelos que pueden ser susceptibles a ser modificados en el aspecto físico, químico, fisicoquímico y biológico. Se puede determinar que variedades son más competentes para diferentes zonas del país, es por eso se realizó una metodología adecuada para cumplir con las necesidades del cultivo, el trabajo práctico es la parte más importante dentro de una investigación donde se debe determinar cualidades cuantitativas de rendimiento, (número plantas por metro cuadrado, número de vainas por planta, número de semillas por vaina) por citar algunos; para esta investigación se realizaron diferentes actividades como la preparación del terreno, descripción de la zona, características de la semilla, prácticas del cultivo del frijol, determinación del modelo matemático y la más importante de todas en nuestro caso se realizó el abonado del suelo con estiércol de bovino con tres diferentes dosis (10 toneladas/ha, 20 toneladas/ha, 30 toneladas/ha). El cultivo de frijol se mantuvo durante los primeros 40 días libre de maleza para evitar la competencia, por cuestiones climáticas el cultivo recibió un exceso de agua en la época de la germinación y se produjo encharcamiento en la parcela debido al desnivelamiento causado por el agua. Se trató de mantener el cultivo libre de maleza pero esto fue imposible ya que por el encharcamiento y el tipo de suelo fue difícil trabajar de este modo. Aun teniendo las herramientas tecnológicas como el pronóstico de temporales no se pudo evitar hacer a un lado el exceso de agua en el cultivo. Para la cosecha se cortó en diferentes momentos debido a lluvias atípicas en el mes de octubre. La obtención del grano se realizó a mano; aplastando la paja y con la ayuda de palas se separó el frijol de la paja. Se obtuvo el rendimiento de cada unidad experimental y se determinó que tratamiento fue el más eficaz para el tipo de suelo con el que se trabajó mediante un análisis estadístico factorial donde los factores de estudio fueron: dosis de fertilización y variedad.

1. INTRODUCCIÓN.

En México existe una gran variedad de frijol debido a que después del maíz es el cultivo con más demanda por su alto contenido de proteína. Por ser un cultivo que se ve afectado tanto por el exceso como por la falta de humedad, es necesario desarrollar diferentes técnicas de abonado y fertilización que ayuden al aprovechamiento de nutrientes que contiene el suelo, así como evitar la erosión. Este cambio sirve para darle un manejo más adecuado al recurso suelo. La planta de frijol es muy susceptible a condiciones extremas. Se ve afectada tanto por el exceso como por la falta de humedad. El estrés por sequía es el factor abiótico que afecta en mayor grado la producción mundial de cultivos y en consecuencia la de alimentos.

En la siembra, el manejo del cultivo como la escarda es una parte fundamental del trabajo de campo, muestreo de plantas, muestreo de vainas, muestreo de semillas. Estas determinaciones sirven para caracterizar, y evaluar el rendimiento, o identificar algún problema que se halla presentado durante el ciclo de la planta.

El desarrollo del cultivo a nivel internacional Brasil ocupa el primer lugar en la producción total, India en segundo, le siguen China, Estados Unidos de América y en quinto lugar México. Por otro lado, el 65% de la producción nacional se concentra en Zacatecas, Sinaloa, Durango, Nayarit y Chihuahua (FAO, 2004). En México, el grano de frijol por su alto contenido de proteína es básico para la alimentación de su población (Sangerman-Jarquín *et al.*, 2010). Se considera que es el segundo cultivo más importante después del maíz. Las propiedades del grano son fundamentales para la aceptación comercial, de modo que el conocimiento sobre los aspectos físicos, químicos y nutricionales de este cultivo es importantes (De la Rosa L, *et al.*, 2006). Existe una gran diversidad de variedades de frijol que se producen en nuestro país por ejemplo, los frijoles claros y pintos se consumen en la parte norte del país, mientras que el frijol negro tiene mayor demanda en el sur y en el Distrito federal. Sin embargo, es necesario establecer cuáles son las mejores variedades y las dosis óptimas de abono y fertilización que nos permita obtener el mayor rendimiento.

1.1 OBJETIVOS.

1.1.1 OBJETIVO GENERAL.

Determinar el rendimiento de tres variedades de frijol provenientes de la zona frijolera del municipio de Cuencamé, Dgo. bajo la aplicación de tres dosis de estercoladuras de bovino, sugerir el manejo y la selección para posteriormente establecer la variedad y estercoladuras que den mejores resultados en suelos pesados..

1.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

Determinar el rendimiento por hectárea de tres variedades de frijol (Frijol negro FRIJOZA No.101, Frijol pinto tipo nacional o mestizo, Frijol pinto saltillo), a través de la aplicación de tres dosis de estercoladuras de bovino.

Definir la dosis adecuada de estercoladura para el mejoramiento de la estructura en suelos pesados.

1.2 HIPÓTESIS.

En la fertilización con estiércol de bovino, por su alto contenido de elementos primarios a mayor dosis se obtendrá un mayor rendimiento al mejorar la estructura del suelo y las condiciones inadecuadas en un suelo pesado.

2. REVISIÓN DE LITERATURA.

CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDADES MANEJADAS

-Frijol pinto tipo saltillo, 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. Es una variedad de frijol desarrollada en Durango con el método de mejoramiento genético de pedigrí modificado. El número de registro de esta variedad, otorgado por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), es 1424-FRI-026-120901/C. Tiene hábito de crecimiento indeterminado postrado (Tipo III), muestra una altura del dosel de 38 a 44 cm, las alas y el estandarte de la flor son de color blanco. La floración de Pinto Saltillo es entre 38 y 60 días después de la siembra y muestra un intervalo para alcanzar la madurez fisiológica entre 87 115 días. El periodo de floración y madurez es influenciado por las características del sitio de siembra. Pinto Saltillo es sensible al fotoperiodo y si se siembra en condiciones de riego cuando los días son largos y cálidos (cerca de 14 horas de luz solar y temperaturas superiores a 25°C) se incrementa la duración de sus etapas de desarrollo, por lo que es posible observar una duración del ciclo biológico entre 110 y 150 días. Es necesario mantener el cultivo de frijol libre de maleza los primeros 45-50 días después de la siembra. Esta variedad tolera las enfermedades como antracnosis, roya y bacteriosis común. Tiene granos de tamaño mediano con un peso de 30 a 34 g. por cada semilla (Sánchez foll.Téc. Núm. 36,2009). El rendimiento promedio con riego es de 2 mil 304 kg/ha y en temporal es de mil 139 kg/ha. El tiempo de cocción es inferior a 45 minutos cuando se mide esta variable en vaso de vidrio con el método Mattson y cocido en parrilla eléctrica. La liberación de Pinto Saltillo y su adopción por parte de los agricultores ha sido gracias a la tolerancia al oscurecimiento acelerado del grano obteniendo una vida de anaquel prolongada, se ajusta a su sistema de manejo y se puede cosechar con los implementos agrícolas utilizados actualmente, derivado de esto, el desarrollo de una nueva variedad de frijol permite que el agricultor obtenga mayores beneficios económicos. (Acosta G., Sánchez V., Ochoa M., Pajarito R., Ibarra P. 1993; Acosta G., Ibarra p., Rosales S., Castillo R., Fernández H., 2000; González R., Rosales S., López H., 2009; INIFAP, Dgo. 2012)

-Frijol pinto tipo nacional o mestizo, variedad con Amplia Adaptación y de Fácil Cosecha Mecánica. Es una variedad desarrollada en Durango con el método de mejoramiento genealógico (pedigrí). El número de registro de esta variedad, otorgado por el Servicio Nacional de

Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), es 836-FRI-022-190996. Tiene hábito de crecimiento indeterminado postrado (Tipo III) con plantas semi-erectas, muestra una altura del dosel de 58 cm y las guías pueden alcanzar los 70 cm. Beneficios: adaptación y tolerancia a enfermedades, maduración de 89 a 111 días, mejor aceptación y precio del grano, uniformidad en madurez, facilidad para la cosecha mecánica. Rendimiento promedio de 1600 kg/ha. (INIFAP, Dgo. 2012)

-Frijol negro FRIJOZA No.101, variedad con grano negro opaco de alta aceptación en el mercado. Es una variedad desarrollada por selección individual dentro del método de mejoramiento genético de pedigrí modificado. Tiene hábito de crecimiento indeterminado (tipo III) semi-erecto, muestra una altura de dosel de 50 a 55 cm. y la longitud de las guías varía entre 75 y 80 cm. esta variedad tolera las enfermedades como antracnosis, roya y mosaico común. El rendimiento promedio en riego es de 2 mil 900 kg/ha y en temporal es de mil 139 kg/ha.

2.1 Importancia del Cultivo del Frijol.

El cultivo de esta leguminosa además de ser una tradición cultural, genera un gran impacto económico y social en ciertas regiones del país.

Cultivado desde hace 8,000 años, el frijol formó parte de los cuatro productos agrícolas (maíz, frijol, calabaza y chile), que constituyeron la columna vertebral de la alimentación de los pueblos mesoamericanos. Nuestro país es considerado como uno de los centros de origen de diversos tipos de frijol, Los restos más antiguos de esta planta, ya domesticada, se encontraron en las cuevas de Coxcatlán, en el valle de Tehuacán Puebla y datan de hace 4975 años a.C. Siendo la variedad más importante *Phaseolus vulgaris* L.(Claridades 2010).

En la actualidad el frijol, tiene una importancia fundamental en la dieta alimenticia de la población mexicana como resultado de su alto contenido de proteínas, almidones y grasas; además, es un cultivo que no puede sustituirse por el consumo de algún otro. En México se producen diferentes variedades de frijol, las cuales corresponden a los diferentes hábitos de consumo existentes en nuestro país (Plan rector nacional, 2012).

Se estima que en la actualidad se siembran 20 variedades y 50 criollas en el territorio nacional, hecho que demuestra la diversidad de mercados, preferencias, precios y calidades. (AgroRed, 2010).

Se considera que el cultivo del frijol es la segunda actividad agrícola más importante después del maíz, por otra parte, como generador de empleo es un factor importante en la economía del sector, ya que durante el proceso de producción demanda un promedio de 35 jornales por hectárea y en esto el 71% del total de los integrantes de la familia participan, lo que constituye una forma de autoempleo.

En lo que se refiere a la mayor parte de la producción (entre 60 y 70%) se ubica en la zona noroeste del país, en donde se cultivan variedades azufradas, negras, pintas, etc. Las azufradas son consumidas en la zona norte, donde gusta este tipo de frijol, en cambio, todo el negro que se produce en Nayarit y Zacatecas, es enviado a la zona centro y sur del país, donde se encuentran sus mayores consumidores. Por otra parte, no debemos olvidar que hay variedades que se producen en menor escala porque son consumidos localmente, lo que amplía más el universo de consumo. A pesar de todas sus aportaciones y ser uno de los alimentos más importantes para la prevención de muchas enfermedades y padecimientos presentes en el perfil epidemiológico de la población: enfermedades cardiovasculares, diabetes, sobrepeso y obesidad, estreñimiento, cáncer de colon y otras. El frijol como tal enfrenta una crisis por los altos costos de producción y venta al consumidor. El frijol enlatado es una de las principales formas de consumo de este producto agrícola. (Vázquez, 2007; El cotidiano, 2008; Santos, Gómez, 2010).

2.2 El Frijol y su Participación en la Producción Mundial.

En el periodo 1997-2003, India, Brasil y China se constituyeron en los principales países productores de frijol, ya que en conjunto aportan el 55% de la producción mundial del volumen anual promedio equivalente a 16,891.3 miles de toneladas métricas. Asimismo, los países exportadores más importantes son: China, Estados Unidos, Argentina y Canadá. México contribuye con el 6% del volumen total producido en el mundo, por tanto, ocupa el quinto lugar en el contexto mundial de principales países exportadores (SIAP, SAGARPA, 2007).

A nivel internacional la producción de frijol ha incrementado de 15,599.9 miles de toneladas anuales promedio en 1993, hasta 19,012.96 miles de toneladas 2003, destacando en primer y segundo lugar se encuentra Brasil e India con el 17% cada uno de la producción total mundial, Brasil comenzó a ocupar el primer lugar a partir de 1999 e India anteriormente ocupó el primer lugar; le siguen China (10%), Estados Unidos de América (7%), México (7%) y Myanmar (6%). (FAO, 2004). La tendencia es ligeramente creciente, en el periodo señalado es 9%; donde cuatro de los principales países presentan crecimientos de: 14% India, 29% China, 25% Myanmar, 91% Estados Unidos y dos con reducciones del 11% Brasil y 5% México. Con respecto a la superficie establecida de frijol, en 1993 fue de 23,713 miles de hectáreas, para 2003 fue de 25,244 miles de hectáreas; en el último año se tiene que India preside la lista con una participación de 32%, seguido por Brasil (17%), México (7%), Myanmar (6%), China (5%) y Estados Unidos de América (3%), los cuales en conjunto aportan el 70% de la superficie total (FAO, 2004).

Los rendimientos promedio de producción de 2003 fluctúan entre 4.8 y 0.28 Ton/Ha registrando los mejores rendimientos Barbados e Irlanda; Entre los principales países por volumen de producción están Estados Unidos de América ocupa lugar número 22 con rendimiento promedio de 1.8 toneladas por hectárea, China ocupa el lugar 30 con rendimientos de 1.5 toneladas por hectárea, Myanmar ocupa el 61 con 0.86 toneladas por hectárea, Brasil ocupa el 69 lugar con 0.8 toneladas por hectárea y México ocupa el lugar 83 con 0.72 toneladas por hectárea (FAO, 2004).

Por lo que respecta a las importaciones a nivel mundial, los principales países importadores son Japón, Brasil, Reino Unido, India y México. En el periodo 1992-2002, las importaciones de frijol han tenido un crecimiento constante pasando de 1.8 a 2.4 millones de toneladas, lo que significa una tasa media anual de crecimiento de 2.9 %. En 2012, se importaron 96 mil 897 toneladas, 23.35% más que en 2011(FAO, 2006).

Los principales países exportadores son Myanmar, China, Estados Unidos de América, Canadá y Argentina, los tres primeros destinan parte muy importante de su producción al comercio exterior; de mayor importancia para los países latinoamericanos y africanos son los Estados Unidos (FAO, 2006).

2.3 El Frijol en México y su Tendencia en los Últimos Años.

La superficie sembrada tradicionalmente ha tenido una importante participación en las áreas dedicadas a la agricultura, el frijol se ha ubicado como segundo cultivo que mayor superficie sembrada ocupa en México, solo detrás del maíz y a pesar de que el frijol ha mostrado una ligera disminución en el número de hectáreas dedicadas para su siembra, la producción de este básico no se ha visto afectada por el fenómeno derivado principalmente por el incremento en los rendimientos de frijol presentados en los últimos dos años.

La estructura de producción en el país cambia de acuerdo al ciclo agrícola, al régimen hídrico, así como a la entidad de referencia. La rentabilidad del frijol no es la excepción, por el contrario, sigue mostrando las enormes dificultades que algunas regiones del país manifiestan para seguir manteniendo este cultivo.

La semilla de frijol es un insumo básico para el incremento de la productividad, desafortunadamente los sistemas convencionales de producción de semilla certificada respaldados por programas estatales y federales han tenido poca relevancia, ya que entre los mismos agricultores se señala que ellos llegan a abastecerse de hasta el 95% de las necesidades de semillas, es decir, los mismos productores de su misma cosecha seleccionan la semilla de mejor calidad para sembrar el próximo ciclo. En el caso específico del norte- centro de México se estima que la semilla para siembra tiene su origen en grano comercial, grano de siembras anteriores o intercambio de grano para siembra (Ávila; Cuellar; Espinoza; González; Pajarito; Rosales, 2012). Cabe destacar los programas otorgados por el gobierno federal principalmente por SAGARPA dirigido al incremento y capitalización de las unidades de producción agrícola a través del apoyo a la inversión en obras de infraestructura y adquisición de equipamiento agrícola y material vegetativo certificado o validado, siempre y cuando los productores sean propietarios de no más de diez hectáreas. Dicho programa es avalado o conducido por medio de PROCAMPO, ya que los agricultores inscritos en este programa son los beneficiados. (DIARIO OFICIAL, 2013).

Aún en condiciones de temporal, es posible incrementar el rendimiento de frijol con la adopción y uso de nuevas tecnologías de producción, entre las que se incluye el uso de semilla certificada de variedades mejoradas con alto rendimiento y calidad del grano (Acosta *et al.*, 2008). En cuanto a semilla se refiere, es importante impulsar su adquisición periódica en categoría

certificada y posteriormente impulsar la producción no formal de semillas de calidad por los propios agricultores, para la siembra del siguiente ciclo (Fernández *et al.*, 2007).

La oferta se caracteriza por la información asociada a la producción; aunque es necesario reconocer que existe oferta factible del resto del mundo que por las razones antes expuestas no es posible incorporar. La demanda se mide de manera indirecta puesto que no existen patrones exactos de gasto; en donde las exportaciones e importaciones son variables complementarias a la oferta nacional. El 65% de la producción nacional se concentra en cinco entidades de la república: Zacatecas, Sinaloa, Durango, Nayarit y Chihuahua; la primera entidad aporta la mayor parte de la producción en el ciclo primavera-verano y Sinaloa, durante otoño-invierno, le siguen Durango, Nayarit, Veracruz, Guanajuato y Chiapas.

Es importante destacar, que la diversidad de variedades de frijol que se producen en nuestro país, está directamente relacionado con una estructura de mercado que muestra también una diversidad de preferencias. Por ejemplo, los frijoles claros como son el bayo y el mayocoba son preferidos fundamentalmente en la zona noroeste del país, mientras que en el resto del país, su demanda es limitada. El frijol pinto, sobre todo las variedades flor de mayo y flor de junio, es consumida en mayor medida en la región norte y centro del país, en cambio el frijol negro tiene una amplia preferencia en el sur y en el distrito federal. (Arias, 2007). Esta dispersión en las preferencias ocasiona que exista en ocasiones una mayor oferta en algunas variedades, lo que su movilización y consumo a otras regiones se hace difícil.

En términos generales, el canal de comercialización de frijol en nuestro país se caracteriza por los siguientes aspectos:

- a) Cerca del 20% de la producción total se destina al autoconsumo.
- b) Los mayoristas de las centrales de abasto absorben el 39% de la producción.
- c) Las empacadoras el 26%.
- d) La industria el 5%.

Lo interesante de esto es que tanto los mayoristas, empacadores y la industria adquieren el producto no de manera directa sino a través de acopiadores o comercializadores de origen, esto implicaría que el 70% de la producción nacional captada por agentes intermediarios.

- e) Un 5% de la producción nacional se estima es la merma, mientras que un mismo porcentaje es utilizado como semilla (Claridades, 2003).

2.4 DESCRIPCIÓN DE (*Phaseolus vulgaris* L.)

2.4.1 Taxonomía

FRIJOL Clasificación Científica

Reino: Plantae

Subreino: Traqueobionta (plantas vasculares);

Subdivisión: Spermatophyta (plantas con semillas);

División: Magnoliophyta (plantas con flor);

Clase: Magnoliopsida (dicotiledóneas);

Subclase: Rosidae

Orden: Fabales.

Género: *Phaseolus*

Especie: *vulgaris*. (CONABIO, 2009).

2.4.2 Morfología.

Por su amplia adaptación a diferentes climas, el frijol tiene diversas características, sin embargo, todas ellas tienen mucho en común.

Frijol común. Esta planta es de forma arbustiva y de crecimiento determinado. Su altura varía entre 30 y 90 cm. existen otros tipos, como el frijol trepador, de crecimiento indeterminado que alcanza alturas de dos a tres metros.

-Raíz principal. Puede alcanzar una profundidad de 2 m.

-Raíces laterales. Estas desarrollan una radícula cónica.

-Nódulos en las raíces. En ellos se encuentran las bacterias simbióticas que fijan el nitrógeno del aire.

-Hojas cotiledonales. Son las primeras dos especies de hojas de forma acorazonada, sencillas y opuestas. Estas hojas son el resultado de la germinación epigea, es decir, cuando los cotiledones salen a la superficie.

-Hojas verdaderas. Estas hojas son pinnadas, trifoliadas y pubescentes. Su tamaño varía de acuerdo con la variedad del frijol.

-Inflorescencia. Esta aparece en forma de racimo. Nace en las axilas de las hojas.

-Flor. Está formada de cinco sépalos, cinco pétalos, diez estambres y un pistilo. Esta flor es típica de las leguminosas. Sus pétalos difieren morfológicamente, pero en conjunto forman la corola.

-Estandarte. Es el pétalo más grande. Esta situado en la parte superior de la corola.

-Alas. Son los dos pétalos laterales.

-Quilla. Son los dos pétalos inferiores, unidos por los bordes laterales.

-Legumbre. Es el fruto de las leguminosas. La semilla está encerrada en una vaina. El color de la vaina puede ser verde, amarillo, blanco o plateado. Las semillas se propagan por dehiscencia, o sea, que la vaina al madurar se abre dejando escapar sus semillas.

-Semillas de frijol. Existen infinidad de semillas que difieren en tamaño, forma y color.

2.4.3 Fisiología.

La fisiología del frijol está determinada, en cierta medida, por el factor genético. La forma y el desarrollo de la planta dependen, solo hasta cierto punto, de las condiciones ambientales.

El ciclo de vida depende de las variedades en cierta medida, de las condiciones ambientales, sequía y temperaturas altas inducen una maduración temprana.

Con temperaturas óptimas entre 20° y 25° C, y una humedad apropiada, el frijol germina en 4 o 6 días después de la siembra. A una temperatura de 20° a 30° C, el frijol común germina en 2 o 3 días después de la siembra. Ninguno de estos necesita luz para su germinación.

Las plantas florecen cuando cambian de la fase vegetativa a la productiva. El proceso puede ser afectado por la longitud del día solar. Este fenómeno se conoce como fotoperiodismo. El fotoperiodismo es diferente en las distintas variedades.

Con respecto a la polinización, tanto el frijol como el chícharo, se polinizan por cleistogamia. Se llama cleistogamia a la polinización que se realiza cuando la flor todavía no abre. La quilla impide una polinización cruzada. A pesar de todo, algunas veces ocurre, pero en un bajo porcentaje.

La semilla del frijol, generalmente no posee periodo de dormancia, sin embargo, algunas veces ocurre que la semilla tenga cubierta dura e impermeable. De esta manera se presenta la dormancia o latencia. Esta condición se acentúa ante la presencia de vientos calientes y secos durante los periodos de maduración y de cosecha.

La facilidad del desprendimiento de la semilla depende de la variedad de la legumbre. Las condiciones ambientales también influyen en el desprendimiento.

2.4.4 Requerimientos Edáficos.

2.4.4.1 Suelo

El frijol se cultiva en suelos cuya textura varía de franco-limoso a ligeramente arenosa, pero tolera bien suelos franco-arcillosos. Crece bien en suelos con un pH entre 5.5 a 6.5.

Los suelos con alto contenido de materia orgánica pueden favorecer un excesivo crecimiento vegetativo de la planta, en perjuicio de su producción de semillas o vainas.

En suelos ligeros se obtiene una producción temprana, pero es más reducida. Para resolver este problema y para obtener rendimientos óptimos, es necesario aplicar fertilizante con más frecuencia. Desde el punto de vista físico, químico y biológico hay tres aspectos del suelo que se deben tomar en cuenta y utilizar para practicar una agricultura racional.

2.4.4.2 Intercambio Iónico.

Está condicionado por el complejo adsorbente arcillo-húmico. Es condición fundamental que la relación entre los cationes adsorbidos en la superficie del complejo arcillo-húmico sea equilibrada, ya que la concentración de uno de ellos condiciona seriamente la fijación y asimilación de otros, aunque estén en abundancia en el suelo

El complejo adsorbente arcillo-húmico es el que condiciona el intercambio iónico. Este complejo es coloidal (coloide mineral y coloide orgánico) y se tiene una gran capacidad adsorbente debido a su gran actividad superficial. En el interior del complejo hay una gran carga negativa, debido a la adsorción de aniones. Los cationes están localizados en el exterior, siendo fácilmente sustituibles o desplazables; se pueden intercambiar fácilmente, llamándose a este fenómeno intercambio de bases. El poder de retención, o fuerza con que un catión está adsorbido por el complejo arcillo-húmico, varía según el catión.

2.4.4.3 La Reacción o Valor pH del Suelo.

Condiciona la dinámica de las plantas en sus procesos de nutrición. El rango de este valor pH puede ir desde la acidez a la alcalinidad, y sus efectos pueden corregirse por enmiendas, ya sean alcalinas o ácidas. Las dispersiones de los suelos en su nivel de pH, favorecen desequilibrios fisiológicos y por lo tanto, enfermedades carenciales y otras.

En un suelo ácido, en el complejo arcillo-húmico hay predominio de cationes hidrógeno, respecto al catión calcio y otros (Howeler, 1980).

La acidez de un suelo es generalmente común en aquellas regiones donde la pluviosidad es alta, y el agua de lluvia lava al suelo de cationes y otros, predominando los cationes de hidrógeno.

También puede haber suelos ácidos como consecuencia de la composición de la roca madre de origen.

La alcalinidad o basicidad resulta de una acumulación de sales, especialmente de calcio, magnesio y sodio, y es más frecuente en terrenos poco regados o secos.

Las proporciones relativas del hidrógeno adsorbido y el de las bases o cationes adsorbidos e intercambiados de un complejo coloidal arcillo-húmico se expresan generalmente en términos de porcentaje de saturación de bases. Un suelo con bajo porcentaje de saturación de bases indica acidez, es decir, indica mucho hidrógeno, mientras que si este porcentaje se acerca a 100 indica alcalinidad. Estos cationes fijados, diferentes al hidrógeno, pueden ser, principalmente calcio, magnesio, potasio y sodio.

El hierro, aluminio y manganeso a valores pH bajos se encuentra en forma activa y de fácil asimilación que puede ser incluso excesiva. En medio alcalino, estos elementos se precipitan e insolubilizan y quedan no disponibles para la utilización por la planta.

El fósforo asimilable también depende del pH del suelo. En suelos alcalinos, el fósforo queda no disponible y no puede ser asimilado por la planta ya que está en forma de fosfato tricálcico insoluble.

Desde el punto de vista biológico, una falta de materia orgánica en un suelo de labor, predispone:

-A un pH no regulado, por ausencia del efecto buffer de la materia orgánica.

-A baja cantidad de coloides orgánico-minerales, por lo tanto la concentración de bases o nutrientes para la planta es baja.

Para realizar una buena agricultura, debe procurar aprovechar al máximo, no solo las características del suelo desde el punto de vista químico, sino también las características del suelo desde el punto de vista físico y biológico (Fuentes,2002).

2.4.4.4 Fijación Simbiótica del Nitrógeno.

Los elementos que componen los organismos vivos, particularmente aquellos considerados como macronutrientes (Carbono, Hidrógeno, Nitrógeno, Oxígeno), están sujetos a procesos cíclicos en

la naturaleza, siendo el Nitrógeno uno de los que revisten mayor importancia desde el punto de vista económico y ecológico, ya que es el nutriente limitante más común en la producción agrícola.

La fijación simbiótica del nitrógeno es una de las características de las leguminosas y presenta un especial interés agronómico y ecológico, puesto que es una forma económica de mantener o aumentar el contenido de Nitrógeno del suelo, evitando así los efectos contaminantes reportados por la fertilización química excesiva. Como el frijol fija nitrógeno del aire, no requiere cantidades grandes de fertilizante nitrogenado.

El proceso se realiza por bacterias nitrificantes del género *rhizobium*, siempre y cuando en el suelo exista menor cantidad de nitrógeno que en el aire. Los rizobios o bacterias infectan los pelos absorbentes de las raíces de la leguminosa en este caso el frijol. Las bacterias toman la energía de la planta a la cual han infectado, y esta a su vez recibe el nitrógeno que la bacteria ha logrado fijar, este es un proceso recíproco y recibe el nombre de simbiosis (Rodríguez, 1982).

La utilización de inoculantes con bacterias del género *Rhizobium*, conduce a algunas ventajas:

- 1.-Disminución en el uso de fertilizantes nitrogenados.
- 2.-Aumento en la producción de gramíneas asociadas o en el rendimiento en los cultivos subsecuentes.
- 3.-Mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo.
- 4.-Mejoras en la permeabilidad y drenaje del suelo.

El género *Rhizobium* se compone de seis especies, las cuales reciben sus nombres de acuerdo a las especies vegetales en las que se alojan por el cual *Rhizobium phaseoli*, es la especie que encontramos en el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). (Reginensi S. 1992; Diouf A., De Lajudie P., Neyra M., Kersters K., Gillis M., Martínez E., Gueye M. 2000).

2.4.4.5 Factores que Afectan la Simbiosis.

La eficiencia de la simbiosis depende de los microorganismos, la planta hospedadora y las condiciones ambientales (Hardarson, 1993; Okon y Kapulnik, 1986; Kiely et al., 2006).

Entre los factores agronómicos y ambientales que afectan la efectividad de la biofertilización se incluye la temperatura, humedad, acidez y otros componentes químicos del suelo, tales como el contenido de N, P, Ca, S, Mg, Mo, Fe y Co, estos pueden disminuir rápidamente la población de cualquier especie microbiana introducida (Abbott y Robson, 1991; Bowen y Rovira, 1999). Generalmente, la fertilización inhibe o disminuye la efectividad de la relación planta-microorganismo.

Los suelos fértiles con disponibilidad de formas inorgánicas de N afectan el establecimiento de la simbiosis ya que retardan el inicio de la nodulación e inhiben el funcionamiento del sistema fijador. (Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 2012).

2.4.4.6 La Materia Orgánica en el Suelo.

La materia orgánica beneficia a los suelos, ya que mejora las condiciones físicas y químicas de estos, impide su compactación y facilita las labores del cultivo. Esto se logra incorporando materiales de origen vegetal y animal, como es el estiércol, tallos y raíces de plantas cultivadas que al incorporarse con el suelo inician su descomposición por la acción de las bacterias y hongos existentes. Al descomponerse, empiezan a actuar como mejorador de las condiciones físicas y hacer asimilable para el cultivo los nutrientes, además, permite una mejor retención de la humedad en el suelo (Bellapart, 1988). Los principales elementos de que posee la materia orgánica son el carbono, hidrógeno oxígeno y nitrógeno. La materia orgánica proviene de la síntesis de los organismos vivos que combinan los distintos elementos en su funcionamiento metabólico y catabólico. Esta materia orgánica procede:

De los residuos de las cosechas y plantas espontáneas (raíces, tallos, hojas, etc.)

Del estiércol y de los abonados en verde.

De los restos de animales de todas clases (microorganismos, lombrices, etc.).

2.4.4.7 Descomposición de la Materia Orgánica.

La descomposición de la materia orgánica se realiza por dos procesos diferentes:

Mineralización. Los residuos orgánicos se descomponen completamente y se convierten con rapidez en sustancias minerales (agua, anhídrido carbónico, amoníaco, nitratos, etc.).

Humificación. Los residuos orgánicos se transforman en primer lugar en otra materia orgánica llamada humus, que tiene un color pardo negruzco. Posteriormente el humus se transforma lentamente en sustancias minerales.

Inmovilización; esto es, un mecanismo por el cual los microbios reducen la cantidad de nutrientes disponibles para los productores primarios. Ya que la inmovilización microbiana viene determinada por la utilización de los nutrientes para la síntesis celular, la magnitud de la inmovilización es proporcional a la cantidad neta de células y filamentos microbianos formados

y está relacionada con la asimilación de carbono por un factor controlado del protoplasma microbiano producido. Por ejemplo, si la composición media de las células de los microorganismos contiene un 50% de carbono y un 5% de nitrógeno, el nitrógeno inmovilizado debe ser igual a un décimo del carbono que entra en la célula para la producción de nuevas células microbianas.

2.4.4.8 Composición de la Materia Orgánica

La materia orgánica está compuesta por unos cuantos elementos, de los cuales el carbono es el más abundante. Otro elemento es el nitrógeno, que es necesario para que proliferen los microorganismos encargados de descomponerla.

2.4.4.9 Funciones de la Materia Orgánica

La materia orgánica del suelo desempeña dos funciones importantes:

Mejora la estructura del suelo.- Un suelo tiene una buena estructura cuando sus partículas están unidas de tal forma que permiten una buena aireación y una buena retención y circulación del aire. La materia orgánica mejora la estructura de los suelos, tanto arenosos como arcillosos.

En los suelos ligeros o arenosos actúa como una especie de cemento que une las partículas de arena, haciendo que estos suelos puedan retener mayor cantidad de agua.

En los suelos pesados o arcillosos actúa de un modo contrario al anterior, es decir, separa las partículas y hace más esponjosa la tierra. De esta forma el aire y el agua circulan con más facilidad.

No basta con que un suelo tenga una buena estructura. Es necesario, además, que la conserve. La materia orgánica interviene favorablemente en la conservación de la buena estructura del suelo y sobre este punto tiene dos efectos:

Un efecto a corto plazo, muy intenso en el cual intervienen principalmente los productos transitorios. Este efecto se produce con mayor intensidad cuando se entierran materias muy fermentables, como son los abonos verdes.

Un efecto a largo plazo, menos intenso pero más persistente que en el caso anterior, en el cual interviene sobre todo el humus. El estercolado y el enterrado de pajas, que dan lugar a una apreciable cantidad de humus, producen este efecto.

Aumenta la fertilidad del suelo por los siguientes motivos:

Es una fuente de alimentos para las plantas, ya que contiene, en pequeña cantidad los elementos nutritivos que las plantas necesitan para desarrollarse. Disminuye los efectos del estrés por déficit de humedad, si modifica el sistema suelo-planta y repercute en el aprovechamiento mayor de la humedad limitante en el sustrato por la planta (Aguilar G., Peña Cecilia., García R., Ramírez P., Benedicto G., molina J., 2011).

Hace que sean más eficaces los abonos minerales; esto debido a que el humus y la arcilla del suelo retienen algunos elementos nutritivos y los ponen poco a poco a disposición de las plantas. Esta acción de humus es más favorable en los suelos arenosos que los arcillosos, por cuyo motivo para asegurar la fertilidad de un suelo arenoso es imprescindible conservar un buen nivel de materia orgánica.

2.4.4.10 Las Principales Fuentes de Humus.

- Los residuos de cosechas.
- Las estercoladuras.
- Los abonos verdes.

En el cual para este caso práctico hablaremos sobre las estercoladuras ya que nuestra investigación se basa en la fertilización con abono de bovino.(Los abonos, Castello, 1982).

2.4.4.11 Condiciones que Determinan la Descomposición o Mineralización.

Temperatura. Al aumentar la temperatura aumenta la actividad de descomposición microbiana, acelerando de esta manera el proceso. Las temperaturas bajas lo detienen. De allí que la actividad microbiana es mayor en verano que en invierno, y mayor en los trópicos que en las zonas frías.

Aireación del suelo. Los microorganismos aerobios necesitan oxígeno para su funcionamiento. El suelo debe contener una óptima proporción de aire en sus poros para el normal funcionamiento de esta flora mineralizante.

Humedad del suelo. Una humedad excesiva significa una menor actividad de los microorganismos aerobios, pues disminuye correlativamente la aireación y éstos son desplazados por los microorganismos anaerobios que no necesitan oxígeno para su funcionamiento vital y cumplen otras funciones en el suelo.

Tipos de residuos. Los microorganismos actúan sobre los residuos extrayendo de ellos sustancias vitales, como el nitrógeno para su actividad fisiológica y para la constitución de sus propias proteínas. Los restos orgánicos que son ricos en nitrógeno serían fácilmente atacados por los microbios del suelo. Además de no tener otros compuestos orgánicos de fácil descomposición, en cambio, los restos vegetales que poseen mucha cantidad de ligninas (material leñoso) son difícilmente atacados por los microorganismos, disminuyendo la velocidad de descomposición.

2.5 Proceso Productivo.

2.5.1 Requerimientos Agroecológicos del Frijol.

El cultivo del frijol se distribuye de 50° latitud norte a 45° latitud sur. Se adapta a regiones tropicales y subtropicales semiáridas frescas (González, 1884), así como zonas subhúmedas. Se le encuentra desde 0 a 2400 msnm. Requiere días cortos; los días largos tienden a demorar la floración y madurez, cada hora más de luz en el día puede retardar la maduración en 2 o 6 días (White, 1985); sin embargo, algunas variedades pueden ser indiferentes a la duración del día.

El frijol se desarrolla bien de 15° a 27° C; bajas temperaturas retardan el crecimiento, mientras que las altas lo aceleran; temperaturas extremosas disminuyen la floración y ocasionan problemas de esterilidad; temperaturas de 5°C 0 40°C pueden provocar daños irreversibles (White, 1985). Este cultivo requiere de 300 500 mm de agua durante el periodo vegetativo.

2.5.2 Selección del Terreno.

Muchos de los problemas de erosión y degradación del suelo en las áreas agrícolas, son debidos a prácticas de labranza deficiente, especialmente en preparación del terreno para la siembra. El efecto benéfico o perjudicial de la labranza depende del tipo de implementos y de la intensidad y forma en que estos sean usados. En muchas ocasiones el efecto benéfico se nulifica por su uso intenso o por una época inadecuada para su utilización (Loredo y Beltrán, 2005) Becerra (1990), indica que el exceso de labranza y el realizar el laboreo con humedad inadecuada ocasionan la rotura de los agregados, favoreciendo la formación de costras. A su vez, la utilización de equipos

inadecuados y pesados y el paso de la maquinaria sobre el suelo cuando éste presenta consistencia plástica, lleva al surgimiento de capas compactadas subsuperficiales, normalmente situadas entre 10 y 30 cm de profundidad y con un espesor de 10 a 15 cm. estas capas ofrecen fuerte resistencia a la penetración de las raíces de las plantas y restringen la capacidad de infiltración de agua y aireación del suelo.

El frijol al igual que otras hortalizas, requiere suelos de textura franca, es decir, ricos en minerales y materia orgánica, con buen drenaje y de preferencia planos. Sin embargo, no todas estas condiciones están presentes en todos los sitios donde se requiera producir frijol. (SARH, Folleto para productores Núm. 2, 1981).

2.5.3 Preparación del Terreno.

Para que las semillas germinen, tienen la necesidad de encontrar un medio que reúna las condiciones óptimas que permitan el desarrollo del embrión y puedan dar así origen a las plantas, por lo que es fundamental hacer una buena preparación del terreno (Revista mexicana agronegocios, 2011).

2.5.4 Barbecho.

Este consiste en roturar el suelo para remover una capa de 25 a 30 centímetros, incorporando los residuos de la cosecha anterior. Esta práctica ayuda a disminuir la presencia de plagas y enfermedades. El barbecho se debe realizar al levantar el cultivo anterior, con arado de reja o vertedera ó con arado de disco reversible, según la disponibilidad del equipo y el tipo de suelo (INIFAP, folleto técnico No. 36, 2009).

2.5.5 Rastreo.

Esta práctica se realiza con el objetivo de desmenuzar los terrones que quedan después del barbecho, esto facilita la germinación de la semilla y emergencia de la planta, destruye las malezas y propicia a que el suelo retenga mayor humedad. Para realizar esta práctica se requiere una rastra de discos (INIFAP, libro técnico No.4, 2008).

2.5.6 Nivelación.

Para lograr un mejor aprovechamiento y manejo del agua es necesario realizar una nivelación o empareje, esta se puede hacer con una niveladora, un pedazo de riel o con una madera pesada. Con ello se evitan encharcamientos, los cuales ocasionan la muerte de las plantas por ahogamiento y favorecen el desarrollo de patógenos del suelo que causan enfermedades al cultivo (INIFAP, Folleto para productores No. 6, 2004).

2.5.7 Época de Siembra.

La época de siembra es de gran importancia en este cultivo, ya que siembras realizadas en épocas adecuadas, permiten que la planta desarrolle cuando las temperaturas son más favorables y que lleguen a la madurez antes de que se presenten las primeras heladas de invierno. (Folleto para productores Núm. 6 1983). La fecha de siembra para el frijol está dada por la presencia de heladas tanto tardías como tempranas. Dicha época está comprendida entre los meses de abril a la segunda semana de julio. Durante la etapa de floración las lluvias torrenciales son desfavorables al cultivo porque provocan la caída de la flor (Agrociencia, 2000).

2.5.8 Forma de Siembra.

El frijol se puede sembrar en surcos separados a 60 centímetros, depositando 16 semillas por metro lineal y de 4 a 6 centímetros de profundidad (Folleto para productores Núm. 6 1983).

2.5.9 Riegos.

Otro aspecto importante para el desarrollo y producción del frijol, es aplicar los riegos en cantidad adecuada y en forma oportuna. Se desconoce el calendario de riego óptimo, todo depende de la región en la que se encuentre, pero se debe tener cuidado de que el terreno tenga suficiente humedad en las etapas críticas de desarrollo del cultivo como son: nacencia, floración, y llenado de grano. Debe considerarse que los riegos en estas épocas están condicionados a la cantidad de lluvias que haya durante el ciclo.

Para el caso de riego asistido, una buena práctica para optimizar el agua consiste en dar un riego de pre siembra y esperar a que la tierra de “punto” para sembrar; así, solo será necesario volver a regar hasta que las plantas hayan emergido.

La frecuencia y número de riegos dependerá de las condiciones climatológicas y la textura del suelo; pero es conveniente que los productores acudan con los técnicos de los distritos de riego o de las unidades de riego para obtener mayor información al respecto. Asimismo, deben solicitar asesoría para el trazo del surcado.

Lo importante es mantener el suelo con un buen contenido de humedad especialmente durante la época de floración. Si durante esta etapa el cultivo sufre por sequía es probable que gran cantidad de flores se desprendan de las plantas y su pérdida sea notable en el rendimiento obtenido.

2.6 Fertilización.

2.6.1 Macroelementos.

Al igual que la mayoría de las plantas, el frijol requiere de varios elementos para crecer y desarrollarse adecuadamente. Algunos de estos elementos como el Carbono, el Nitrógeno, y el Oxígeno, son obtenidos por las leguminosas, de la atmósfera, y del agua del suelo.

Los otros elementos se dividen en tres categorías, según las cantidades requeridas por el cultivo.

Macronutriente: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Azufre.

Micronutrientes: Zinc, Boro, Molibdeno, Fierro, Cobre, Manganeso, Cloro.

Nitrógeno.- El frijol bajo condiciones normales obtiene el Nitrógeno a través de la fijación simbiótica. Incluso los suelos más pobres aportan a los cultivos cierta cantidad de Nitrógeno en virtud de las pequeñas cantidades de nitrato, de 3 a 10 Kg por hectárea anuales, que el suelo recibe gracias a la lluvia.

Por lo antes mencionado las leguminosas se les debe aplicar el Nitrógeno en dosis moderadas, si se aplica estiércol no será necesario aplicar Nitrógeno en forma de fertilizantes químicos.

La fijación del Nitrógeno es lenta, esto puede ocurrir en suelos pesados, húmedos o compactados (Bernal, Martínez, 2009; Manual para la producción agropecuaria, 1991; Simpson, 1991).

Fósforo.- La producción de frijol se ve limitada por diferentes factores como es el bajo nivel de Fósforo en el suelo, después del Nitrógeno es el segundo macronutriente que limita el crecimiento de las plantas. Este elemento participa en numerosos procesos (respiración, síntesis, y estabilidad de la membrana celular, activación e inactivación de enzimas, reacciones redox, metabolismo de carbohidratos, fijación de Nitrógeno, etc.), sin embargo a niveles mayores al 1% de la materia seca el fosfato se vuelve tóxico.

La falta de Fósforo tiene muchos efectos, pero una de las respuestas más notorias de las plantas que sufren deficiencia de fosfato es la reducción en el crecimiento de la parte aérea (tallos, hojas, yemas axilares, etc.), así como la disminución en el número de hojas y tamaño de hojas. La disminución en el número de hojas implica cambios en la actividad del meristemo apical; mientras que la reducción en su tamaño pierde estar relacionada con cambios en la división o en la expansión celular (Broughton et al., 2003; Chiera et al., 2002; Graham et al., 2003; Hernández, 2007; Marschner, 1995; Schachman et al., 1998).

Potasio.- el Potasio interviene en la apertura de los estomas y la difusión del bióxido de carbono a las hojas y las hace deficientes en fotosíntesis.

Debido al corto tiempo que requiere el frijol para ser cosechado es indispensable que las plantas cuenten con los nutrientes suficientes para asegurar su mejor desarrollo. De acuerdo a los resultados de diferentes investigaciones realizadas, se ha observado que con la aplicación de la mezcla de fertilizante 00-40-60 se pueden obtener rendimientos aceptables.

Otra técnica sugiere que se realice la fertilización con el rastreo o en la siembra, con máquina fertilizadora o con la sembradora, ya que los productos más usados son en forma granular.

2.6.2 Biofertilizantes.

La interpretación del término Biofertilizantes es muy amplia, representando desde microorganismos, abonos verdes y estiércoles, hasta extractos de plantas. De manera sintetizada, podemos decir que son productos que contienen microorganismos, que al ser inoculados pueden vivir asociados o en simbiosis con las plantas y le ayudan a su nutrición y protección (Vessey, 2003). Estos microorganismos se encuentran de forma natural en el suelo y abarcan diversos

grupos; sin embargo, su población es afectada por el manejo de suelo y uso excesivo de agroquímicos (Caballero-Mellado et al., 1992; Grageda-Cabrera et al., 2003).

La producción de biofertilizantes se centra en países desarrollados donde es una práctica adoptada. Se fabrican por empresas gubernamentales o privadas e incluyen micorrizas, *Rhizobium*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas* y agentes de biocontrol como *Trichoderma*. Los inoculantes son inocuos y se requiere de un cuidadoso manejo para no menguar su efectividad. En muchos países en desarrollo no hay industrias de inoculantes, lo cual hace aún más difícil su popularización. Además, en muchas áreas rurales hay una renuencia básica a usar bacterias y hongos como microorganismos benéficos, en estas culturas los microbios están asociados con enfermedades humanas y de animales (Bashan, 2008).

2.6.3 Labores del Cultivo.

La maleza la controlan en forma mecánica, manual o química. El control mecánico se realiza con dos pasos de cultivadora, el primero se da a los 20 o 25 días después de la siembra y el segundo a los 20 días después del primero.

Las hierbas compiten con el frijol por agua, alimento de la tierra y por espacio en el terreno, con lo que ocasionan baja en el rendimiento y dificultan la cosecha, las hierbas que se presentan en las siembras de frijol de aguas son: zacate salado, tomatillo, trompillo, quelite, tulito o coquillo y otras. El combate de estas arvences se puede efectuar por el método mecánico, manual o químico (SARH, 1983).

Para controlar la maleza, Mecánico-manual, es necesario realizar una escarda con azadón, para eliminar las hierbas que crecen en hileras de las plantas.

Control Químico, cuando las infestaciones de zacate salado y de quelite son muy fuertes, el uso de herbicidas como el Treflan 48 en dosis de 2 litros por hectárea proporciona un buen control de estas hierbas. Se recomienda mezclar el herbicida con 200 o 500 litros de agua por hectárea. Esta aplicación debe efectuarse después de la preparación del terreno, tirando la mezcla al suelo con bomba manual o de motor, e inmediatamente efectuar un rastreo para incorporar el producto y evitar que se descomponga con el sol, ya que esto reduciría su efectividad. Se puede efectuar el riego enseguida o esperar 15 o 20 días después.

Otro control químico que se puede aplicar es Basagran a razón de uno o dos litros por hectárea mezclados con 400 litros de agua.

2.6.4 Cosecha.

Desde finales de los setentas, se generalizó el uso de cortadoras o aflojadoras de frijol, previo al inicio de la cosecha. Con el uso de este implemento se logran tres aspectos importantes: el primero facilitar la recolección de la cosecha; el segundo, provocar un secado uniforme al acelerar la deshidratación de plantas tardías o con alto contenido de agua en los tejidos; y el tercero, consiste en que al aflojar el suelo las plantas pierden el anclaje facilitando con ello la recolección, práctica realizada durante los meses de octubre y noviembre. Nótese que el suelo queda suelto y expuesto a los vientos de enero y febrero, causando grandes pérdidas de suelo por erosión eólica. Situación que no ocurre en las franjas productivas de los EE.UU. y Canadá donde los productores emplean máquinas de recolección directa. Por ello es importante el cambio en la técnica de recolección, con miras a conservar el recurso suelo (Memoria científica, 1er. Congreso internacional y feria nacional de frijol, 2008). Los productores cortan el fríjol cuando éste se encuentra alimonado o empieza a tirar la totalidad de las hojas, algunos productores realizan este corte cuando el fríjol está totalmente rendido. Después del corte se aborrega para acarrearlo o bien trillararlo en la misma parcela después de algunos dos o tres días (SAGARPA 2012).

2.6.5 Valor Nutritivo.

La composición química de la vaina verde es en promedio: 85% de agua, 6.1% de proteínas, 0.2% de grasas, 6.4% de carbohidratos, 1.5% de fibras y 0.8% de cenizas. El ejote contiene alrededor de 2.5% de proteínas y varios aminoácidos: asparagina, aviginina, tirosina, leucina, lisina, solina, trigonelina y alantoína. Además, presenta vitaminas tales como A, B1, B2 y C. También existen algunas sustancias que interfieren con el aprovechamiento de los nutrientes de frijol, en los cuales destacan los inhibidores de tripsina, los taninos, las lectinas y el ácido fítico. El papel que juega la fibra como fitoquímico es por su efecto hipocolesterolémico, es decir, porque disminuye hasta un 10% el colesterol en la sangre.

Los inhibidores de tripsina son considerados comúnmente como inhibidores proteolíticos y pueden provocar retardo en el crecimiento por el consumo de leguminosas con inhibidores de

tripsina ocurre porque diversos mecanismos biológicos que impiden la incorporación de yodo a la glándula tiroides, interfieren en la síntesis de la tirosina o bloquean la incorporación de yodo.

Respecto a los taninos, además de disminuir la digestibilidad de proteína, limitan la biodisponibilidad de minerales como el hierro y el zinc, mientras que el ácido fítico también afecta la asimilación de zinc. Por otra parte, las lectinas son proteínas que inducen el crecimiento del páncreas en ratas y producen ulceración y necrosis en el intestino.

Otra familia de componentes que se consideran indeseables en el frijol son ciertos oligosacáridos como la rafinosa, estaquisa y verbascosa, los cuales no son hidrolizados en la primera etapa de la digestión y terminan fermentados en ácidos grasos de cadena corta y gas en el colon, lo que provoca problemas de flatulencias. (Guenkov, 1974 e INIA 1982; Guzmán *et al*, 2011)

2.7 Características de Calidad del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

La calidad de las semillas es una serie de cualidades que deben reunir en conjunto y no en forma aislada; en general las semillas que poseen alta calidad presentan alto grado de pureza botánica, bajo contenido de humedad, alta sanidad, alta viabilidad, alto vigor, bajo nivel mecánico, buen tamaño color, buen peso, alto grado de uniformidad, buena apariencia y el tiempo de cocción.

Una de las principales características de la calidad es la germinación, la cual se define como la etapa que comprende desde la emergencia y desarrollo de una plántula, hasta que el aspecto de las estructuras esenciales reflejen su capacidad para originar una planta normal, bajo condiciones favorables de temperatura, humedad relativa y luz (Smith y Berllarg, 1995).

La germinación de las semillas, como atributo de calidad, por mucho tiempo ha sido una característica importante: como unidad de reproducción, se espera que produzcan plantas sanas y vigorosas en campo y, para ello, deben germinar.

La máxima germinación se expresa como porcentaje del total de semillas que germinan, hecho por el que se le conoce como porcentaje de germinación o poder germinativo.

La calidad de una semilla se mide como aquella que germina o no, ya que si no germina pierde su importancia agronómica para los productores (Camacho, 1994).

Entre los diferentes factores que influyen en la germinación y vigor de las semillas se consideran: 1) factores genéticos, 2) efectos de maduración y tiempo de cosecha, 3) daños mecánicos, 4) condiciones de almacenamiento, 5) factores intrínsecos (cambios en macromoléculas y acumulación de sustancias tóxicas). La calidad del grano también está asociada a características como el tiempo de cocción, sabor y su valor nutricional determinados por el contenido de proteínas y su digestibilidad (Pérez, *et al*, 2002).

Una de las características de aceptabilidad más importante que determina la calidad de cocción de los granos de leguminosas es el tiempo que se necesita para suavizarlo durante éste proceso, un ejemplo importante es que en frijol con buena calidad de cocción adquiere un grado de suavidad aceptable para el consumidor en un tiempo aproximado de 40 minutos (Martínez, 2003). Esta característica es muy apreciada por el consumidor ya que tiene repercusiones a nivel económico y sensorial, en el caso de, económicas porque a mayor tiempo de cocción se requiere mayor combustible para el proceso de cocción y sensorial porque el sabor y textura del grano sufren un deterioro notable (Elías, 1982).

También para mejorar los tiempos de cocción se sabe que el remojo de las semillas mejora su calidad de cocción, de igual manera si el remojo se realiza con soluciones salinas de hidróxido de sodio, carbonato de sodio o bicarbonato de sodio se favorece la absorción de agua y se reduce los tiempos de cocción (Martínez 2003).

2.8 Plagas.

El cultivo del frijol es atacado por diversas plagas en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo, las cuales si no se controlan oportunamente ocasionan pérdidas en rendimiento además de afectar la calidad del grano (INIFAP, folleto para productores No. 6, 2004). El frijol es susceptible al ataque de un gran número de organismos nocivos, pero este número está reducido si consideramos que no todos causan daños al cultivo (Fitosanidad, 2002).

2.8.1 Conchuela (*Epilachna varivestis*).

Este insecto es el que causa más daño ya que ataca principalmente a las hojas y si no es controlado a tiempo puede acabar con la cosecha. En un mismo ciclo agrícola es posible que se presenten varias generaciones de conchuela dañando al cultivo, tanto insectos adultos como larvas (borreguillo o chayotillo). Para pasar de huevecillo a ser adulto, la conchuela necesita alrededor de un mes (cuando las condiciones ambientales son favorables). En estado adulto, la conchuela pasa el invierno en lugares protegidos como en residuos de cosechas, canales, bordos, etc.

Esta plaga en estado adulto es de color cobrizo oscuro y aparece en las plantas durante los meses de junio y julio para depositar sus huevecillos en el envés de las hojas. Los huevecillos son amarillos, de forma alargada y generalmente forman grupos de 25 a 40.

Cuando aparecen las larvas, que son de color amarillo o anaranjado, comienzan por devorar el envés de las hojas, sin afectar las nervaduras. Con ello ocasiona una serie de perforaciones al follaje que da a la hoja una apariencia de cedazo. Después de un tiempo las larvas se transforman en pupas, las que posteriormente pasan a ser adultos. Estos últimos presentan 16 manchas negras en las alas, su apariencia es redonda y miden aproximadamente un centímetro de largo (SARH, 1983).

2.8.2 Picudo del Ejote (*Apion godmani*).

El adulto mide aproximadamente 2 milímetros de largo y uno de ancho; produce una sola generación al año. Causa daños a los ejotes (sobre todo en vainas tiernas) al perforarlos para depositar sus huevecillos.

Al desarrollarse las larvas, se alimentan de las semillas en formación y la lesión producida puede ser puerta de entrada de enfermedades fungosas o bacterianas, aun más si la vaina se encuentra en contacto con el suelo.

Una vez que las larvas del picudo penetran al interior de las vainas es difícil su control, por lo que la aplicación de insecticidas deberá realizarse durante la floración; o sea, antes de que las hembras adultas depositen sus huevecillos (Manuales para la educación agropecuaria, 1981).

2.8.3 Chicharrita (*Empoasca fabae* (Harris)).

Estos insectos son de color verde y miden de 2 a 3 milímetros de largo por uno de ancho. Tanto las ninfas como los adultos ocasionan daños.

Una característica de esta plaga es que las ninfas caminan para esconderse cuando las plantas son movidas con la mano al realizar una inspección de campo. Estos insectos habitan debajo de las hojas, de donde chupan savia de la planta y con ello probablemente transmiten enfermedades que causan un enchinamiento de las hojas que hace que las plantas tengan una apariencia de enanas. También ocasiona el desprendimiento de flores y vainas pequeñas (De La I. Bauer, Rodríguez, Sosa-Moss, 1990).

2.8.4 Mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum* (West)).

El insecto adulto está cubierto por un polvo blanquecino, de ahí la razón de su nombre. El daño lo realiza en la parte de atrás de las hojas, las cuales se tornan amarillentas, se enrollan y caen; la planta detiene su crecimiento y por ello el rendimiento disminuye (Carrero, planes, 1995).

2.9 Enfermedades.

Las enfermedades del frijol son causadas por diferentes organismos, entre los cuales se encuentran bacterias, hongos y virus; estos penetran a los tejidos de las plantas a través de heridas, aberturas naturales, o por medio de insectos trasmisores, como en el caso de los virus. Al establecerse los organismos dentro de la planta se multiplican y desarrollan; se alimentan de ella y producen sustancias tóxicas que matan los tejidos. Cuando esto sucede, la planta atacada muestra síntomas de marchitamiento y enchinamiento de las hojas y achaparramiento.

Existe un número considerable de enfermedades en el frijol, pero solo se describen aquellas de mayor importancia económica para su conocimiento y prevención.

2.9.1 Roya o Chahuixtle (*Uromyces appendiculatus*).

Esta enfermedad es causada por un hongo y puede causar daños considerables durante la época de floración. El ataque principal del chahuixtle es sobre las hojas, pero también tallos y vainas pueden verse afectados. Los primeros síntomas se manifiestan con la aparición de pequeñas manchas de color blanco, que cambian pronto a color café. Al principio estas manchas son de un milímetro de diámetro pero al juntarse varias forman una mancha mas grande, las cuales en término de 5 a 10 días se hinchan y revientan y toman un color rojo ladrillo, debido a la presencia de las esporas (polvillo) del hongo. Estas lesiones contienen esporas microscópicas que son responsables de diseminar la enfermedad, después de cierto tiempo estas lesiones toman una coloración negra debido a la producción de esporas especiales para vivir al invierno. Estos cambios en coloración de las lesiones obedecen a las diferentes fases en el ciclo de vida del hongo. El desarrollo de la enfermedad requiere de temperaturas moderadas a frescas (17- 27° C) y de condiciones de humedad que permitan la presencia de una capa de agua sobre el follaje de las plantas por periodos de 10-18 horas y humedad mayor a 95%. Las temperaturas menores de 15°C retardan el desarrollo del hongo mientras que temperaturas mayores de 32°C pueden eliminarlo (Stavely, Pastor, 1989; Mena, Velásquez, 2010).

2.9.2 Tizón bacterial y tizón de halo.

El tizón común está considerado entre los cuatro problemas fitopatológicos más importantes de México (López, 1991).

Son enfermedades causadas por bacterias; ambas atacan las hojas y vaina.

En el caso del daño por tizón de halo, inducido por *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* provoca la defoliación prematura de las plantas y puede llegar a causar la muerte de plantas jóvenes (Agricultura técnica en México, 2008).

Las hojas se presentan amarillas redondas con el centro color café, debido a la muerte del tejido (Téliz, 1983).

Respecto al tizón bacterial, los primeros síntomas aparecen en las hojas; al principio aparecen manchas acuosas en la parte del envés de las hojas. Las manchas crecen y pueden juntarse con otras, toman un color café oscuro y se secan. En los tallos y vainas aparecen al principio manchas de color café o rojo, de aspecto grasoso y hundido las que pueden causar el estrangulamiento de la vaina y secado de la planta.

Estas enfermedades se transmiten a través de la semilla por lo cual se sugiere el uso de semilla certificada, o por lo menos seleccionada y desinfectada para su prevención.

2.9.3 Antracnosis.

La antracnosis del frijol, es ocasionada por el hongo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. et Magn.) Scrib. (teleomorfo *Glomerella lindemuthiana*), es de amplia distribución en el mundo y puede ser devastadora si se siembran variedades susceptibles y las condiciones climáticas son favorables para el desarrollo de la enfermedad (Pastor-Corrales y Tu, 1989). En México, la enfermedad está presente en todas las regiones productoras de frijol, con excepción de regiones donde se cultiva bajo condiciones de riego durante la época seca en el invierno (Agricultura técnica en México, 2009).

Esta enfermedad es una de las más comunes que se presentan en el frijol y es causada por un hongo. Cuando las condiciones ambientales (alta humedad y temperatura) son propicias para su desarrollo. Se caracteriza por la aparición de manchas oscuras y hundidas en la vaina, tallo y ramas. Las lesiones de color rojo en el centro, debido a la producción de esporas. En la parte del envés, la enfermedad causa un oscurecimiento de las venas.

Para su control se sugiere la utilización de semillas sanas ya que el hongo se desarrolla precisamente dentro de la semilla; además, deberá de realizarse una rotación de cultivos por lo menos durante dos años (SARH, 1983).

2.9.4 Mejoramiento de los Suelos.

2.9.5 Fertilización.

Se entiende por fertilización la aportación, desde el exterior, de los elementos químicos de naturaleza mineral que intervienen en la constitución de los vegetales. No consideramos elementos químicos fertilizantes al hidrógeno, oxígeno y carbono que también vienen del exterior: aire, a través de la respiración y de la función clorofílica, o del agua (Rodríguez, 1982).

Los restantes elementos químicos, y principalmente nitrógeno, fósforo y potasio, han de ser restituidos al suelo, ya que la agricultura presupone la rotura del ciclo natural y la extracción de este ciclo de los alimentos químicos en cuestión.

La combinación de una fertilización intermedia y uso de inoculantes, es una opción con mayores niveles de producción, pero con una mayor inversión de capital (Agronomía Mesoamericana, 2004).

Los impactos económicos positivos para los propietarios de esta industria son obvios: los fertilizantes son críticos para lograr el nivel de producción agrícola necesario para alimentar la población mundial, rápidamente creciente. Además, hay impactos negativos directos para el medio ambiente natural.

La contaminación por fertilizantes se produce cuando éstos se utilizan en mayor cantidad de la que pueden absorber los cultivos, o cuando se eliminan por acción del agua o del viento de la superficie del suelo antes de que puedan ser absorbidos. Los excesos de nitrógeno y fosfatos pueden infiltrarse en las aguas subterráneas o ser arrastrados a cursos de agua. Esta sobrecarga de nutrientes provoca la eutrofización de lagos, embalses y estanques y da lugar a una explosión de algas que suprimen otras plantas y animales acuáticos. Los métodos agrícolas, forestales y pesqueros y su alcance son las principales causas de la pérdida de biodiversidad del mundo. Los costos externos globales de los tres sectores pueden ser considerables.

La producción agropecuaria tiene unos profundos efectos en el medio ambiente en conjunto. Son la principal fuente de contaminación del agua por nitratos, fosfatos y plaguicidas. También son la

mayor fuente antropogénica de gases responsables del efecto invernadero, metano y óxido nítrico, y contribuyen en gran medida a otros tipos de contaminación del aire y del agua.

La agricultura afecta también a la base de su propio futuro a través de la degradación de la tierra, la salinización, el exceso de extracción de agua y la reducción de la diversidad genética agropecuaria. Sin embargo, las consecuencias a largo plazo de estos procesos son difíciles de cuantificar.

2.9.6 Aplicación de Estiércol.

Para producir más cantidad de proteína vegetal, debemos aplicar el estiércol en buena cantidad, pero esto también tiene límite; el suelo tiende a perder nutrientes por el trabajo constante con maquinaria e implementos, se erosiona por el uso constante de arados y otras herramientas agrícolas. (Revisa Mexicana de Agronegocios, 2001).

Este material de origen animal, es una magnífica fuente de materia orgánica. Además, de ser mejorador de suelo, contiene cantidades considerables de nitrógeno, fósforo y potasio que contribuyen a elevar la fertilidad del suelo. (SARH, Folleto para productores Núm. 2, 1981).

El estiércol bovino contiene cerca del 1.5 % de nitrógeno y ha sido utilizado desde tiempos remotos como fertilizante y su influencia sobre la fertilidad del suelo ha sido demostrada. La composición química del estiércol, el aporte de nutrimentos a los cultivos y su efecto en el suelo, presentan variaciones según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad. Los beneficios del uso de abonos orgánicos son muy amplios, ya que además de aportar materia orgánica y nutrimentos al suelo, se ha demostrado que pueden prevenir, controlar e influir en la severidad del ataque de patógenos del suelo (Revista Chapingo, Serie Horticultura, 2011). Cabe destacar que los estiércoles manejados en forma inadecuada pueden causar problemas ambientales. Además, muchas sustancias encontradas en compostas inmaduras pueden producir una reducción en el rango de crecimiento de las plantas, el cual depende de la fuente del material empleado y del proceso de compostaje (Wolkowski 2003).

Para satisfacer las necesidades de nutrición del cultivo del frijol, es necesario el empleo de fertilizantes químicos. Sin embargo, los altos costos y los problemas de contaminación que estos materiales ocasionan, justifica la búsqueda de diferentes alternativas de fertilización y abonado.

.El uso de las aguas residuales de establos o estiércoles líquidos como fuente de nutrimentos parece una alternativa viable, puesto que este material es considerado como desecho, por lo que su utilización reduciría las descargas contaminantes a los cauces naturales de ríos y lagos y ayudaría a reciclar el agua y nutrimentos. Los estiércoles líquidos contienen los nutrimentos que una planta necesita para su desarrollo; sin embargo, requieren de un acondicionamiento previo para hacerlos accesibles a los cultivos, ya que presentan salinidad alta y pH alcalino (Capulin et al., 2001).

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Caracterización de la zona de estudio.

a) Ubicación Geográfica.

El presente trabajo fue realizado en la parcela experimental número 12 de la carrera de Ingeniería Agrícola de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. La facultad se localiza en el municipio de Cuautitlán Izcalli en el Estado de México, con las siguientes coordenadas geográficas extremas: latitud máxima 19°43'56" y latitud mínima 19°35'05", longitud máxima 99°17'25" y longitud mínima 99°10'32", con una altitud media sobre el nivel del mar de 2252 metros. La superficie total del municipio es de 109, 924 Km², lo que representa el 0.5% de la superficie del Estado. Sus colindancias son: al norte con Tepetzotlán y Cuautitlán, al sur con Tlalnepantla de Baz y Atizapán de Zaragoza; al este con los municipios de Cuautitlán y Tultitlán, y al oeste con Villa Nicolas Romero y Tepetzotlán, como se muestra a continuación (INEGI, 2012).



Figura 1. Localización geográfica del municipio.

b) Características Climáticas.

Este municipio tiene dos tipos de climas: templado subhúmedas con lluvias en verano, de humedad media C (w1) en un 30.60% de la superficie territorial y templado subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad C (w0) en un 69.40% de la superficie municipal (INEGI y H. Ayuntamiento de Cuautitlán Izcalli, 1997 e INEGI, 2012).

El clima para la mayoría del municipio y del área de estudio es C (W0) (W) b (i') templado subhúmedo con lluvias en verano, que se caracteriza por ser el menos húmedo de los templados subhúmedo. La temperatura media anual varía entre 12° y 18° C, y la temperatura del mes más frío está entre -3° y 18° C, la precipitación total anual varía de 600 a 800 mm y su porcentaje de lluvia invernal es menor de 5%. Además la precipitación del mes más seco es menor de 40 mm. Los principales meses de precipitación son: junio, julio, agosto y septiembre (INEGI 2012).

-Para el año 2012, de acuerdo con los datos de la estación Almaraz de la FESC-UNAM, las condiciones climáticas prevaletientes en el área de estudio fueron:

Una temperatura media anual de 15.2°C y la temperatura media máxima de 23.7°C. Mayo fue el mes con la temperatura más alta, 31°C, correspondiendo a Diciembre ser el mes más frío con -1.5 °C. La precipitación anual fue de 873.9 mm, con agosto, como el mes más lluvioso con 197.4 mm y enero el mes más seco con ausencia total de precipitación. Contando con heladas los primeros días de octubre, mediados de noviembre y durante el mes de diciembre. (Mercado 2005).

c) Características Agrológicas.

Los suelos identificados dentro del municipio corresponden a los tipos vertisoles, latosoles y feozem. Sin embargo, en la mayor parte del área del municipio sobresale el suelo tipo vertisol. Particularmente en la FES-Cuautitlán Campo 4, predomina el tipo Vertisol-Haplico-Pélico, que son suelos de origen aluvial y residual, formados a partir de rocas sedimentarias y roca ígnea extrusivas. En general son suelos con más de 1 m de profundidad, arcillosos, de colores oscuros y fértiles. El comportamiento de la textura arcillosa provoca dificultades en la labranza, sobre todo el mal drenaje en época de lluvias (problemas de inundación); y agrietamiento en época de secas, por lo duro de los agregados estructurales, por lo tanto, estos suelos son duros cuando están secos y pegajosos en condiciones de humedad (INEGI, 2012).

3.1.1 Ubicación del Experimento.

La tesis se realizó en el área experimental de la carrera de Ingeniería Agrícola, concretamente en la parcela experimental orgánica número 12, ubicada al oeste del área de invernaderos de la carrera de Ingeniería Agrícola.

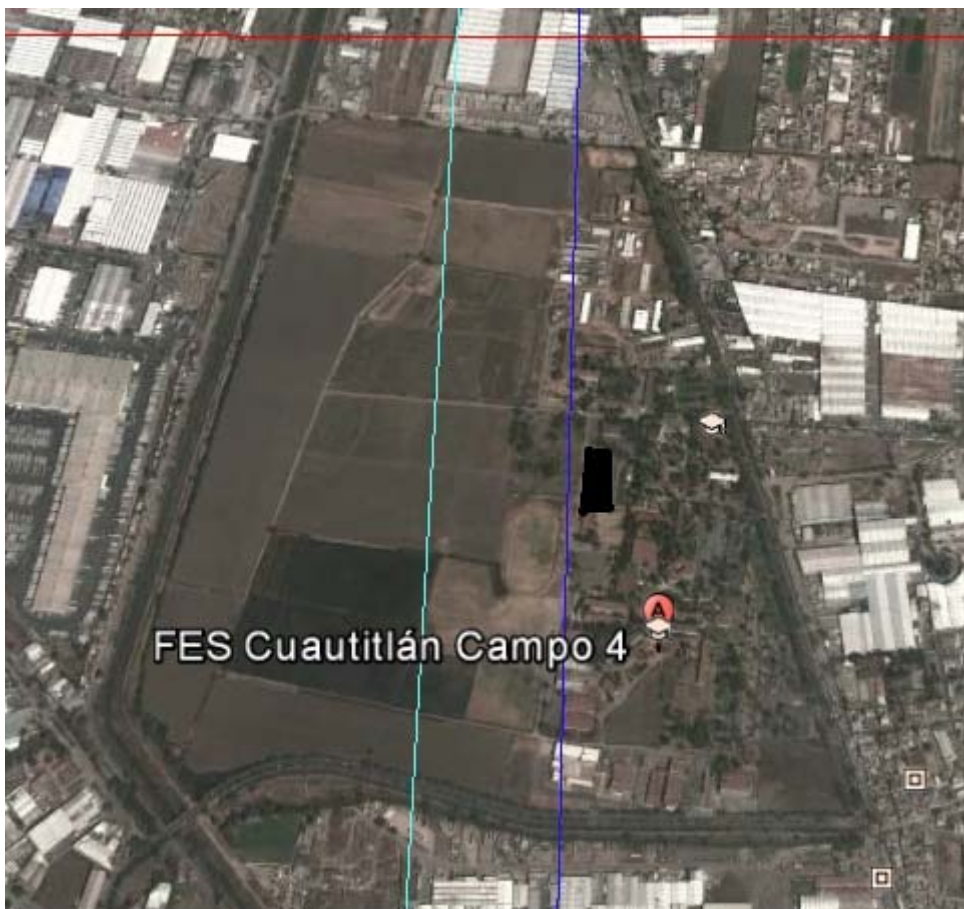


Figura 2. Ubicación geográfica de la parcela experimental orgánica número 12 en la Facultad de Estudios Superiores Campo 4. Marcada con un rectángulo negro.

3.1.2 Diseño Experimental.

El experimento se realizó con un diseño factorial 4x3, correspondiente a cuatro dosis de fertilización y tres variedades; cada tratamiento se replicó tres veces en forma aleatoria. Las variables de respuesta fueron el rendimiento de grano, el número de semillas por vaina, y el número de vainas. Los resultados se analizaron con un análisis de varianza y una prueba de medias por el método de Tukey con un nivel de significancia del 0.01%.

PN T3R3	PN T2R1	PS T2R1	PN T4R2	PS T4R2	PS T1R1	PN T4R1	PS T2R3	N T2R1
PN T2R3	PN T1R3	N T3R1	N T1R3	PS T2R2	N T4R1	PN T1R2	N T3R2	PN T4R3
PN T2R2	PS T3R2	N T3R3	N T4R3	PN T3R1	N T1R1	PS T1R2	N T4R2	N T2R2
N T2R3	PS T3R2	PS T4R3	PS T3R3	PS T1R2	PN T1R1	N T1R2	PN T3R2	PS T4R3

Figura 3. Diseño experimental. Distribución de los tratamientos y variedades dentro de la parcela. Tomando en cuenta que T1, T2, T3, T4, son los tratamiento R1, R2, R3 son las repeticiones respectivamente. T1, es considerado para esta investigación como el testigo dentro de las tres dosis de fertilización.

Cada unidad experimental tenía una superficie de 9.3 m² y constaba de 4 surcos de 3.1 m de largo, la separación entre surco fue de 90 cm, en cada surco se plantaron 19 plantas por surco, teniendo una población de 76 plantas por unidad experimental. La separación entre unidades fue de 60 cm entre cada una. Así la superficie total fue de 592 m².

3.1.3 Materiales Utilizados.

Los materiales utilizados fueron los siguientes:

Frijol pinto tipo saltillo, Frijol pinto nacional, frijol negro.

Para la fertilización se utilizó una tonelada (1000 Kg.) de estiércol de bovino el cual se aplicó conforme a las dosis señaladas de 10, 20 30 ton/ha.



Figura 4. Pesaje del estiércol utilizado en los diferentes tratamientos, aplicado antes de la siembra.



Figura 5. Aplicación del estiércol.

3.1.4 Manejo del Experimento.

En una área de $592 m^2$ se ubicó el experimento en el cual se fraccionó el terreno en 36 unidades experimentales de 3.1 de largo por 3 m de ancho teniendo en total un área por cada unidad experimental de $9.3 m^2$. Siendo en un principio cada parcela experimental de 4.1 m. de largo por 4 m. de ancho, la razón es porque se dejaron 50 cm. de cada lado por parcela para ubicar calles de paso, dejando 1 m. de calle entre cada parcela a lo ancho y a lo largo, ya que este espacio nos ayudó a transportar la semilla, abono, y ubicación de las parcelas, pero lo más importante es que

dejando este espacio entre cada parcela evitamos el cruzamiento entre variedades ya que manejamos tres diferentes variedades de frijol.



Figura 6. Distribución del terreno en unidades experimental.

Se calculó el número de semillas por parcela con un área de $9.3 m^2$, sembrando a 15 cm. de distancia entre cada semilla y a 90 cm. sembrando en cada surco 16 semillas. Se procedió a realizar el diseño experimental completamente al azar 3 variedades de frijol con 4 repeticiones y tres tratamientos distintos. Los tratamientos fueron 10, 20 30 toneladas de estiércol por hectárea.



Figura 7. Ubicación de las unidades experimentales e identificación de tratamientos.

Se empezó a sembrar con buen clima, soleado, el suelo en excelentes condiciones en cuanto al porcentaje de humedad. Tres de las parcelas ubicadas al norte de la zona de trabajo nos encontramos con un problema, el cual causó desajustes en la siembra y en lo que siguió del experimento. Ya que el terreno está a desnivel y se encharcaba y por consiguiente el suelo se agrietó cuando le faltó agua por las condiciones en las que se ubicó.



Figura 8. La siembra de la semilla de frijol se realizó a mano.

Se sembraron tres variedades diferentes de frijol provenientes del estado de Durango Municipio de Cuencamé Ranchería Emiliano Zapata. Las tres variedades utilizadas fueron; Pinto Saltillo, Pinto Nacional, Negro.

3.1.5 Establecimiento del experimento.

El día 10 de julio de 2012 se empezó a sembrar en las parcelas con una buena capacidad de campo, sembrando a mano por parcela y por variedad, al mismo tiempo que se sembró, también se aplicaron las dosis de estercoladura citadas, dejando un testigo por variedad. Para esto se numeraron las parcelas experimentales del 1 a la 36, elegidas al azar para sembrar la variedad y aplicar diferentes tratamientos.



Figura 9. Unidades experimentales sembradas.

A partir del día de la siembra los siguientes días amanecieron muy húmedos, y continuando con el problema de encharcamiento en las unidades antes mencionadas. Todos los días por las mañanas se monitoreaban las condiciones Agroclimáticas mediante el Servicio Meteorológico

Nacional, el cual nos proporcionaba la temperatura mínima, temperatura máxima, porcentaje de humedad en el ambiente, lluvias.



Figura 10. Problemas de encharcamiento.

Durante el transcurso de los días se hacían labores de desyerbe, ya que aunque no brotaban las plántulas de frijol, las arvenses se hacían presentes. El día 18 de julio pudimos observar escarbando un poco sobre el suelo que ya empezaban a brotar las primeras hojas cotiledonales, por consiguiente se empezó a ver que germinaban positivamente. A excepción de las tres parcelas en las cuales el suelo estaba agrietado y muy apretado.



Figura 11. Hojas cotiledonales.



Figura 12. Primeras hojas verdaderas.

Para el día 23 de julio ya eran evidentes a simple vista las plántulas de frijol, en cuanto a las condiciones ambientales comenzaban a dificultar la labor en el campo ya que a partir de este día las lluvias fueron más frecuentes y derivado de la alta concentración de agua las condiciones del suelo entorpecían el trabajo.



Figura 13. Se puede observar el exceso de humedad en el momento en que brota la planta.



Figura 14. Labores del cultivo.

Es muy importante para mantener un cultivo libre de maleza trabajar todos los días para evitar el crecimiento de la mala hierba, ya que de este modo se puede observar cualquier problema de plaga o enfermedades de nuestro cultivo.



Figura 15. El encharcamiento en algunas zonas de la parcela de estudio fue debido al desnivel ocasionado por el paso de la gente y las fuertes lluvias.



Figura 16. El principal problema fue el humedecimiento del suelo en exceso, esto propicio que algunas plantas no se desarrollaran como debían ya que el suelo se compactó y causó que se cuarteara.

A partir del 23 de julio el desyerbe a mano fue labor ardua para toda el área de trabajo. De las 36 unidades experimentales solo 3 tuvieron problemas de encharcamiento por las fuertes lluvias registradas.



Figura 17. Relleno de Unidades experimentales.

En esas tres parcelas se tuvo que volver a sembrar ya que la saturación de agua en esas parcelas no dejó brotar la planta de frijol. En la parte norte del área de trabajo se tuvo que agregar más suelo ya que en esa zona el nivel del suelo está 20 cm. más abajo del nivel. Por las condiciones climáticas se detiene un poco el trabajo de acarreo de suelo por la acumulación de lodo y la carretilla se atascaba con frecuencia.

El día 30 de julio se resembró en donde se rellenó de suelo, mientras tanto en las otras parcelas la labor de desyerbe sigue, tanto en las unidades experimentales como en las calles ya que era casi imposible caminar por el exceso de maleza.



Figura 18. Los primeros 40 días del cultivo se trabajó de manera que no le tuviera competencia la planta de frijol.



Figura 19. El exceso de humedad no permitía labores de desyerbe, el crecimiento de la maleza era más rápido que la mano de obra, se desyerba en un área, tres días después brotaba con la ayuda de la lluvia.



Figura 20. La maleza compitiendo con la planta de frijol en su etapa de floración.

Debido a la gran afluencia de agua, en algunas parcelas no creció como debía el frijol, el suelo estaba muy apretado y fue muy difícil meter el azadón para hacer la escarda. Para el día 6 de agosto pudimos observar plántulas en el área de relleno que se sembró, las labores de desyerbe continuaron con un gran trabajo, el día 10 de agosto debido a la presencia de un huracán tuvimos lluvias torrenciales todo el día y toda la noche, tuvimos que parar de trabajar por 3 días debido a las condiciones del suelo.

El día 1° de agosto se formó la depresión tropical No. 5 de la temporada de ciclones 2012 en la cuenca del océano atlántico, ingresando al este de las costas de Quintana Roo. Ya como huracán “Ernesto” siguió su trayectoria al Oeste-Noroeste de Chetumal Quintana Roo, Península de Yucatán, Ciudad del Carmen Campeche, Coatzacoalcos Veracruz. Causando lluvias de moderadas a fuertes en la península de Yucatán, Golfo de México, afectando los estados de

Veracruz, Norte de Oaxaca y se disipó sobre el Noreste de Guerrero el día 10 de agosto. (SMN, 2012).

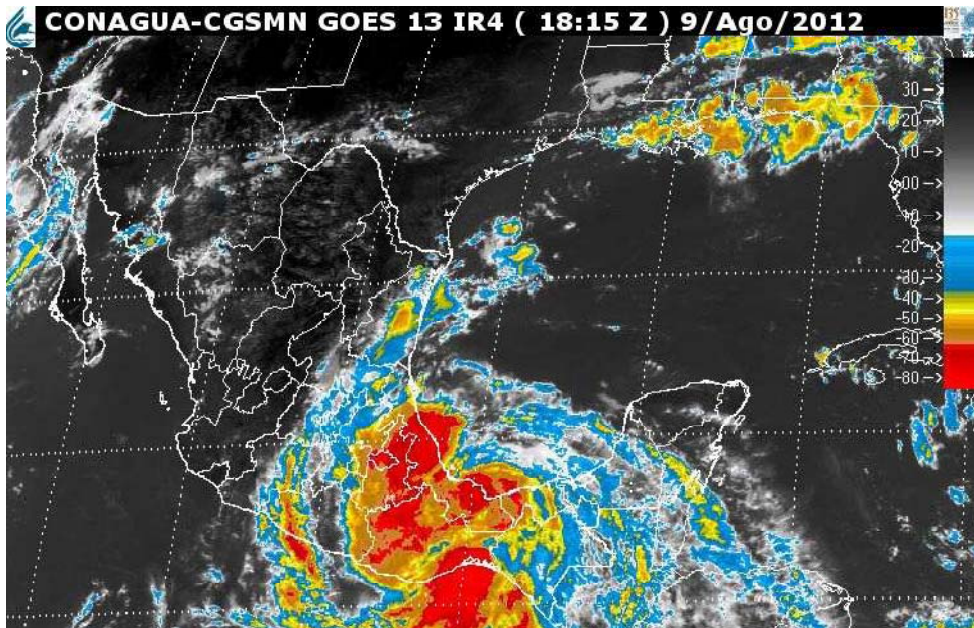


Figura 21. Afectaciones de lluvia ocasionadas por el huracán Ernesto.



Figura 22. Primeras flores de la variedad negro.

Para el día 23 de agosto aparecieron las primeras flores que empiezan a pintar el campo de un color verde al blanco y lila de las flores. El día 5 de septiembre se contó con ejotes en casi toda la parcela, la presencia de ejotes es de 2 a 3 por planta.



Figura 23. Primeros ejotes.

El día 5 de Octubre se presentó la primera helada fuerte por radiación solar; esta fue la que afectó a las plantas de frijol ya que todas las hojas de la planta se quemaron y poco a poco fueron perdiendo las hojas quedando solamente las vainas que fueron las menos afectadas pero a partir de esta helada mermo el crecimiento de los ejotes y por tanto el llenado de la semilla.

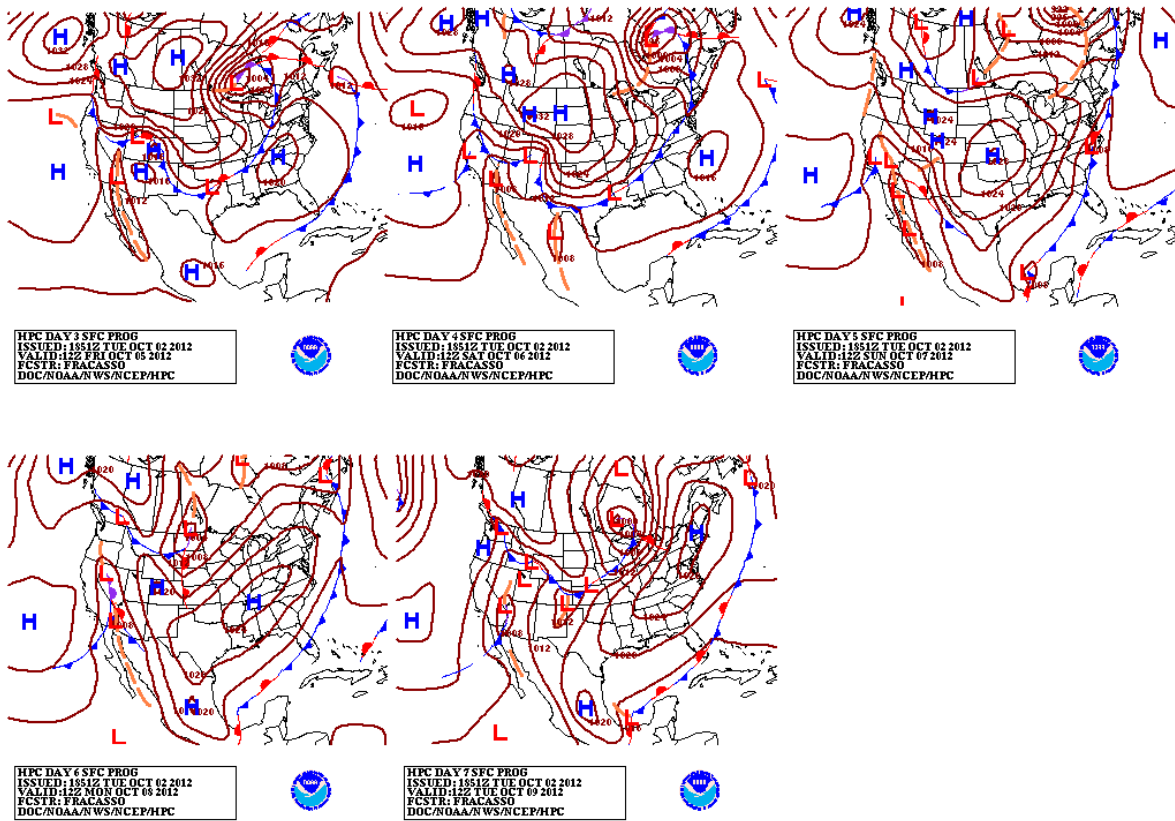


Figura 24. En el boletín meteorológico para la agricultura se dan pronósticos de heladas, (en azul claro) hasta por 5 días, con los mapas pronóstico de temperaturas mínimas; para inicios de octubre aparecerá el aviso de heladas.



Figura 25. Primera helada de la temporada 5 de octubre de 2012.

El día 2 de noviembre comenzamos la labor de corte en 5 unidades experimentales, en el cual arrancamos manualmente las plantas por unidad experimental, el corte no fue homogéneo ya que por problemas climáticos tuvimos que cortar conforme se maduraba el fruto. Las pacas de frijol que se cortaron de las unidades experimentales se dejaron secar al sol durante 5 días y comenzamos con la separación del frijol de la paja. El corte y secado de las plantas de frijol no fue homogéneo debido al exceso de lluvia y a la resiembra en algunas parcelas.



Figura 26. Corte de plantas.

Para el día 23 de noviembre continuamos con el corte de frijol en las parcelas restantes, el retraso fue debido a la presencia de lluvias del día 15 de noviembre.



Figura 27. El secado de las plantas al sol, se puede observar el poco crecimiento de vainas.

El pobre crecimiento de las plantas debido a las condiciones climatológicas se pueden observar en la figura 27, con muy poca vaina y deficiente en tamaño.



Figura 28. Para separar el frijol de la vaina se tuvo que aplastar la paja con los pies de modo que se separara el frijol, debido a que fue en pequeñas cantidades; este procedimiento es conocido en el estado de Durango como la parva, para desarrollar esta operación se utilizaba en un principio con bueyes caminado encima de la paja para separar la semilla. En la actualidad se utilizan implementos agrícolas conectados al tractor de la toma de fuerza donde la paja es desgranada en la misma parcela.



Figura 29. Recolectando la paja para separar la semilla.



Figura 30. El momento de la parva del frijol sobre un hule, poca vaina poco frijol de la variedad pinto saltillo.

3.2 Variables evaluadas.

Las variables a evaluadas en esta investigación fueron el rendimiento en no. de vaina por planta y no. de granos por vaina.

3.3 Análisis Estadístico.

El análisis de varianza y la prueba de medias por el método Tukey con un nivel de significancia del 0.01% se hizo tomando en cuenta el peso en gramos por unidad experimental. Para evaluar los efectos de las dosis de fertilización en el rendimiento de los tratamientos se utilizó el programa estadístico computarizado MINITAB 14.

4. Análisis de Resultados.

4.1 Análisis de Varianza.

Se anexan los datos por variedad y tratamientos, rendimiento, número de vainas, número de semillas.

Cuadrados medios y significancia estadística de los análisis de varianza en variables evaluada en tres variedades de frijol bajo diferentes dosis de fertilización. FESC-C4 Ciclo otoño-invierno 2012.

Fuente de variación	Cuadrados Medios		
	Rendimiento de frijol	No.de vaina /planta	No. De semilla/vaina
Dosis de fertilización	71098	98.8	420.7
variedad	78786	87.76	421.2
Dosis de fertilización*variedad	17149	111.25	366.6
Error	76681	95.07	255.3
CV	0.337	0.243	0.195
Media	517.82	13.04	2.8

Cuadro 1. Comparación de medias para determinar la significancia con las dosis aplicadas de estiércol.

Se agrupó la información utilizando el método de Tukey y una confianza de 99.0% para Rendimiento/parcela (gr).

Dosis de fertilización	Variedad	N	Media	Agrupación
0	PN	3	929.5	A
10	PN	3	927.5	A
10	N	3	905.3	A
0	N	3	835.6	A
10	PS	3	812.3	A
30	PN	3	772.3	A
20	PN	3	718.3	A
20	N	3	708	A
20	PS	3	687.7	A
30	N	3	655.5	A
30	PS	3	630.5	A
0	PS	3	575.1	A

Cuadro 2. Comparación de medias para las dosis de fertilización y variedades. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Se agrupó la información utilizando el método de Tukey y una confianza de 99.0% para Número vainas.

Dosis de fertilización	Variedad	N	Media	Agrupación
30	PN	3	24.1	A
10	PS	3	4.7	A
0	PS	3	4.3	A
20	PS	3	4.3	A
0	PN	3	4.1	A
0	N	3	3.8	A
30	PS	3	3.7	A
30	N	3	3.6	A
10	N	3	3.6	A
20	N	3	3.6	A
20	PN	3	3.4	A
10	PN	3	2.9	A

Cuadro 3. Comparación de medias para número de vainas. . Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Se agrupó la información utilizando el método de Tukey y una confianza de 99.0% para número semillas/vaina.

Dosis de fertilización	Variedad	N	Media	Agrupación
20	PS	3	69.4	A
10	PS	3	66.1	A
10	N	3	59.6	A
0	N	3	57.5	A
20	PN	3	47.6	A
30	N	3	46	A
0	PS	3	41.4	A
10	PN	3	41.2	A
0	PN	3	40.9	A
20	N	3	40.8	A
30	PN	3	38.4	A
30	PS	3	36	A

Cuadro 4. Comparación de medias para número de semillas/vaina. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

4.2 DISCUSIÓN.

La baja productividad en campo es debido a diferentes circunstancias que no pudimos pasar inadvertidos ya que factores tanto climáticos como técnicos fueron fundamentales para evitar el crecimiento de la planta de frijol. Entre algunos de estos factores climáticos me refiero a la prolongada precipitación recibida en el mes de julio, el exceso de agua en la parcela y el tipo de suelo en el que se manejó el experimento me obligó a proceder con cautela debido a que el suelo se formó fangoso y de difícil acceso a él. El manejo que se le debe dar a un suelo pesado para este caso es mejorar la estructura añadiendo materia orgánica ya que este tipo de materia ayuda a formar agregados en las partículas de forma granular que dan mejor aireación y drenaje al suelo; es por eso que al seleccionar un cultivo específico de la región es importante agregar materia orgánica en el suelo ya que ayudara de gran modo al productor.

Una vez que la lluvia dejo de caer tuvimos unas semanas de sol y esto propicio que el suelo se cuarteara y que la semilla que fue sembrada posteriormente ó resiembra no creciera por las condiciones del suelo, en algunas parcelas el crecimiento de la planta era favorable pero en zonas donde se encharco primero el suelo y después se partió debido a la sequía, fue notable que no teníamos germinación de la planta de frijol.

Los factores técnicos a los que nos enfrentamos como productor fue que al no tener el equipo necesario para su nivelación del terreno se procedió nivelar de manera manual con carretilla y pala recolectando suelo de la otra parcela para rellenar los espacios saturados de agua de nuestra zona del experimento. Esta operación retrasó por más de tres días en el trabajo de otras parcelas en donde aparte de tener crecimiento de las plantas de frijol, ya se observaba maleza. La precipitación en el área de estudio fue determinante para la producción ya que la constante lluvia ayudó al crecimiento de las arvenses.

Nos hemos podido percatar que el trabajo manual dentro de una zona geográfica con mucha precipitación no es recomendable menos para grandes extensiones, ya que la mano de obra tiene un precio alto y aumentan los costos de producción. Dentro de la cosecha existe mucha merma del producto debido a que algunas vainas con semillas aún dentro todavía no maduran o reducen el porcentaje de humedad requeridas.

Otro factor que afecta al productor es el precio en el que vende su producto, el precio es un factor que va aumentando conforme vaya cambiando de revendedor, al final la venta al consumidor aumenta de diez pesos que le pagan al productor hasta veinticinco pesos la venta a consumidor. La entrada de productos importados de Asia debilita al campo mexicano ya que los productos de importación llegan a venderse hasta por cinco pesos debajo del producto nacional, sin embargo la calidad está muy por debajo del producto mexicano.

La tecnificación dentro del cultivo del frijol es de suma importancia ya que se reducen costos en mano de obra, tiempo y se le da un valor agregado al producto, ya que actualmente es menos la gente que se da tiempo para cocer y preparar frijoles en la olla, esto nos da pauta para reevaluar la situación del frijol y darle al consumidor un producto que le ahorre tiempo y dinero en la preparación de sus alimentos, es decir, crear un valor agregado desarrollando tecnología post-cosecha como lo es el frijol deshidratado, frijoles en lata. Una manera de ahorrar tiempo, dinero y sin perder las propiedades nutritivas del frijol.

5. CONCLUSIONES.

El análisis de varianza muestra que no existe diferencia entre los tratamientos, por tanto se puede utilizar cualquier variedad con cualquier dosis de fertilización.

Los resultados obtenidos en el experimento dieron una baja productividad en campo debido al manejo del cultivo; en primer plano por el exceso de agua acumulada en la zona del experimento en los días de siembra ya que la mejor época para sembrar frijol es en la primera quincena del mes de julio, la falta de lluvia en las etapas críticas del desarrollo de la planta. Dentro de las tres variedades ocupadas observamos que las dos variedades de pinto son propensas a reducir su producción de vainas y semillas por planta ya que al ser variedades desarrolladas para zonas áridas, el ser sembradas en una zona como la de Cuautitlán donde las precipitaciones se duplican, Esto afecta considerablemente el desempeño de la planta. Las continuas lluvias y el resecamiento del suelo se compactó y de las semillas sembradas, pocas fueron las que lograron su crecimiento; trajo consigo el reducir el tamaño de la planta, en número de vainas y semillas.

Los efectos de los sistemas muestran que no hay diferencia entre tratamientos, las dosis de fertilización que se utilizaron no fueron significativas, el rendimiento por parcela fue muy por debajo de la señalada por los creadores de las variedades. Las medias no comparten una diferencia significativa para delimitar una dosis.

El análisis utilizado para determinar una diferencia entre el número de vainas no fue significativo.

El número de semillas por vaina no compartió una diferencia significativa dentro de las dosis de fertilización.

6. Literatura Consultada.

Acosta, J. A., F. M. Mendoza, B. Aguilar, G. Esquivel, R. Rodríguez y S. H. Guzmán. 2008. Negro Guanajuato, nueva variedad de frijol para el centro de México. *Agricultura Técnica en México*, 34:107- 111.

Aguilar G., Peña Cecilia., García R., Ramírez P., Benedicto G., Molina J., 2011. *Agrociencia* 46, 37-50.

Aguirre E., Gómez C. 2010. Evaluación de las características fisicoquímicas en la especie de frijol *Phaseolus Vulgaris* de las variedades Pinto Saltillo, Bayo Victoria y Negro San Luis. XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de alimentos. Guanajuato, Gto.

Agricultura Técnica en México, vol. 34, núm. 2, abril-junio, 2008, pp. 213-223, INIFAP. México.

Agricultura Técnica en México, vol. 35, núm. 1, enero-marzo, 2009, pp. 46-57, INFAP. México.

Agronomía Mesoamericana, Volumen 12, Número 1, 2001, pp. 25-32

Araya R., Acuña o., Ramírez C., 1987. Efecto del Fosforo y del *Rhizobium phaseoli* en frijol común intercalado con cafeto. *Agronomía Costarricense*, 12. Pp. 81-86.

Barranco B. La inoculación del frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) y su efecto sobre el rendimiento final de cebolla (*Allium cepa* L.), chile jalapeño (*Capsicum annum* L.) y tomate de cáscara (*Physalis Ixocarpa* Brot.) con manejo orgánico. Tesis Fes Cuautitlán Campo 4. *Ingeniería Agrícola*.2005.

Brunet E., Maritza L., Almaguer J. Espinoza W., Suárez Y. 1999. Comportamiento de cepas de *Rhizobium phaseoli* asociada al cultivo del frijol. Peso seco, número, % N y crecimiento de los nódulos. *Centro Agrícola*, año 26, No. 4.

Bernal Gracida LA, Factores involucrados en la degradación de almidón en hojas de plantas de frijol sometidas a estrés por deficiencia de fosfato (2009). Tesis pp. 71-80.

BielisKi RL (1973). Phosphate pools, Phosphate transport and phosphate availability. *Annu Rev plant Physiol* 24: 225-252.

Chiera J, Thomas J, Rufty T (2002). Leaf inanitation and development in soybean under phosphorus stress. *J Exp Bot* 53: 473-481.

Claridades 2003. Revista claridades agropecuarias, ACERCA, SAGARPA, México D.F. p. 6-13.

Diouf A., De Lajudie P., Neyra M., Kersters K., Gillis M., Martínez E., Gueye M. 2000. Pylophasic characterization of Rhizobia That nodulate Phaseolus vulgaris in west Africa. *International Journal of Systematic and evolutionary microbiology*. 50, 159-170. Senegal, Gambia.

Enfermedades del frijol. Editorial trillas. México D.F. 132.p

Camacho, Morfín Francisco (1994). “dormición de semillas, causas y tratamientos” editorial Trillas. Primera edición. México.

Gaham PH, Rosas JC, Estevez Jensen C, Peralta E, Tlusty B, Acosta GJ, Arraes PA (2003). Addressing edaphic constraints to bean Production: the bean/cowpea CRSP Project in perspective. *Field Crop Res* 82: 179-192.

Gómez, Valencia (1988). Conceptos Básicos de fisiología del frijol.

González R., Rosales S., López H. 2009. Adoption of Pinto Saltillo bean cultivar in Durango, Mexico. *Ann. Rep. Bean Improv. Coop.* 52: 156-157.

Guzmán S.H., Acosta J.A., Alvarez M.A. García Delgado S., Loarca G., 2002. Revista Fuente Año 3 No. 8 Julio-Septiembre. Pp. 7-9.

Hernández G, Ramirez M, Valdés-López O, Tesfaye M, Graham MA, Czechowski T, Schlereth A, Wandrey M, Erban A, Cheung F, Wu Hc, Lara M, Town CD, Kopka J, Uvardi MK, Vance C (2007). Phosphorus stress in common bean: root transcript and metabolic responses. *Plant physiol* 44:753-767.

Ibarra P., Castillo R. 2000. Enfermedades del Frijol. In: tecnologías para aumentar la productividad del frijol en Durango. Publicación Especial Núm. 12. Instituto Nacional del Investigaciones Forestales Agrícolas Y Pecuarias (INIFAP).MSU-bean/Cowpea CRSP. Durango, Durango, México. Agrofaz, México p. 17-18.

Ibarra P., Rosales R., Navarrete R., Acosta G., Cuéllar R., Nava B., Kelly D. 2008. Control de la bacteriosis común del frijol en Durango, México Agrofaz, México8: 49-58

INEGI 2013. Síntesis de información geográfica del Estado de México. p.139.

López H., Rosales R., Gonzalez R. 2009 Pinto Saltillo adoption effect on dry bean yield and diversity conservation in Durango. México Ann. Rep. Bean Improv. Coop 52: 154-155.

Lynch JP, Brown KM (2001). Topsoil foraging-an achitectural adaptation of plants to low phosphorus availability. Plant Soil 237: 225-237.

Marschner H (1995). Mineral nutrition of higher plants. New York, Academy Press.

Martínez A. 1998. Evaluación de germoplasma de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) Tesis profesional. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo. México. p. 87.

Martínez, Silva Ana V. (2003). “Relacion entre la actividad de poligalacturonasa y la calidad de cocción del frijol”. Tesis. Facultad de Química UNAM. México. pp 51.

Mena J., Velásquez R. (2010). Folleto Técnico No. 24. Manejo Itegrado de Plagas y enfermedades de frijol en Zacatecas. Centro de Investigación regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas INIFAP. México.

Mejía D. 1983. Inoculación con *Rhizobium* y sus efectos en los componentes del rendimiento en cuatro especies de *Phaseolus*. Tesis Profesional. Departamento de fitotecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo. México. p. 136.

Pérez, Gastell Pedro Luis. Pérez de Alejo José Luis (2000).”Métodos para medir el daño oxidativo”. Instituto superior de medicina militar “Dr. Luis Díaz Soto”. La Habana, Cuba. Revista Cubana. 29(3):192-198.

Pérez, H. Patricia, Esquivel E.G. Rosales S.R. Acosta g. Jorge A. (2002). Caracterización física, culinaria y nutricional de frijol del altiplano subhúmedo de México. *Archivo Latinoamericanos de nutrición*. 52: 172-180.

Reginensi S. 1992. Producción de inoculantes para leguminosas usando como soporte bagacillo de caña de azúcar. Tesis. FESC-1.

Revista Mexicana de Agronegocios, volumen V, número 9, julio-diciembre, 2001. Sociedad Mexicana de Administración Agropecuaria A.C. México.

Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 3, núm. 6, noviembre-diciembre, 2012, pp. 1261-1274. INIFAP. México.

Revista Chapingo. Serie Horticultura, vol. 17, núm. 1, enero-abril, 2011, pp. 69-74, Universidad Autónoma de Chapingo. México.

Revista Chapingo. Serie horticultura, vol. 13, Núm. 1, enero-junio, 2007, pp. 4-11. Universidad Autónoma de Chapingo.

Rodríguez O., Chaveco O. Ortiz R., Rios H., Ponce M., Miranda S., Díaz O., Portelles Y., Torres R., Ceñedo L. 2009. Líneas de Frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) resistentes a la sequía. Evaluación de su comportamiento frente a condiciones de riego, sin riego y enfermedades. *Temas de Ciencia y tecnología*. Mayo-Agosto. Núm. 38. Pp. 17-26. INCA, ETIAH. Cuba.

SARH. 1980. Principales plagas de los granos almacenados. Dirección general de Sanidad Vegetal. México. Pág. 15-17, 27-28.

Sanchez I. Acosta J., Ibarra J., Rosales R., Cuéllar E. 2009. Pinto Saltillo: Variedad Mejorada de frijol para el estado de Durango. Folleto técnico Núm. 36. INIFAP.

Schachtman DP, Reid RJ and Ayling SM (1998). Phosphorus uptake by plants: from soil to cell. *Plant Physiol* 116: 447-453

Smith, T. Michael y Berjak Patricia. (1995). "Deteriorative Changes Associated with the loss of Viability of stored Desiccation-tolerance and Desiccation-sensitive seeds". Publisher Kigel Jaime y Galili Gad. Ed. Marcel Dekker Inc. USA. 26:701-728.

Stavely, J. R and M.A. Pastor-Corrales (1989). PP. 159-194. Bean production problems in the tropics. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia.

Universidad y Ciencia, vol. 28, núm. 1, abril, 2012, pp. 27-37 Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, México.

Ulloa J.A., Rosas P., Ramírez J. Ulloa B., 2011. Physicochemical characteristics of instant whole bean (*Phaseolus Vulgaris* L.) produced by drying at room temperature. Book of abstract. New Orleans, Louisiana USA. Junio. Pp 42.

Wolkowski RP (2003) Nitrogen management considerations for landspreading municipal solid waste compost. *Journal Environmental Quality* 32: 1844-1850