

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”  
DIVISION DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE**

**COMPORTAMIENTO DE FRIJOL (PHASEOLUS VULGARIS L.), VARIEDADES  
Y DENSIDAD DE POBLACIÓN CON FERTIRRIGACION.**

**POR:**

**GABRIEL CUETO HERRERA**

**TESIS**

Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero agrónomo en la Especialidad de Irrigación.

**APROBADO**

**PRESIDENTE DEL JURADO**

**MC. Luis Edmundo Ramírez Ramos.  
Asesor principal**

**MC. Marco Antonio Arellano García  
Asesor Principal Externo**

**Ing. Lindolfo Rojas Peña.  
Coasesor.**

**Ing. Rolando Sandino Salazar.  
Coasesor.**

**Ing. Jesús Valenzuela García.  
Coordinador de la División de  
Ingeniería.**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Marzo de 1999.**

## **A G R A D E C I M I E N T O S**

A Dios profundamente por haberme permitido terminar con éxito y buena salud el mas grande de mis anhelos en esta vida.

A la universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por recibirme en su seno, y darme la oportunidad de integrarme al ámbito profesional, para poder realizar mis sueños y alcanzar el mas grande de mis anhelos.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en coordinación con el Departamento de Riego y Drenaje por el apoyo que se me brindo para poder realizar este trabajo de investigación, y por formarme en esta especialidad.

Al MC. Marco Antonio Arellano García, por brindarme la oportunidad de poder realizar este trabajo de investigación, así como su valiosa participación y colaboración para el buen desarrollo de la investigación.

Al MC. Luis Edmundo Ramírez Ramos, por su valiosa participación en la realización de este trabajo, así como la amistad y apoyo que me brindo en esta especialidad.

Al Ing. Lindolfo Rojas Peña, por su participación desinteresada en la realización de este trabajo.

Al Ing. Luis Samaniego Moreno, por brindarme su amistad y consejos, en mi estancia en especialidad.

Deseo una vez más, agradecer profundamente a todas estas personas por sus sabios consejos, experiencias vividas y por su humanidad.

# DEDICATORIA

A mis padres:

Sra. Francisca Herrera Escobar.

Sr. Eduardo Cueto Galvan.

Por el apoyo, cariño, amor y comprensión, que me han brindado en esta vida, por que juntos bajo aquel inmenso silencio y sufrimiento me dieron la herencia mas grande de esta vida y bendijeron día a día cada uno de mis pasos, gracias. Que dios me los conserve con buena salud para poder darles el fruto de lo que sembraron.

A mis Hermanos:

Inelfa

Efrain

Ma. Del Rocío

Eduardo

Por sus valiosos consejos, motivación, compañía y apoyo, que me han brindado.

A mi sobrina:

Lidiana

Que con su existencia trajo alegría, amor y unión en nuestra familia.

Te quiero mucho.

A mis amigos:

Nellybeth, Misael, Javier, Salvador, Angel, Francisco, José Luis, Alonso, Antonio, Juan Gabriel, Nelson, Jesús Alberto, Abel, Alfredo, Galdino.

Gracias por su amistad, consejos y apoyo que brindaron en aquellos momentos de desesperación y angustia.

A mis compañeros de la generación 86 de la especialidad de irrigación por los momentos alegres y tristes que juntos compartimos.

A mi compañero Everardo (†), que aunque no tuviste la oportunidad de terminar tu carrera siempre estuviste con nosotros, que descanses en paz.

# CONTENIDO

	PAG.
AGRADECIMIENTOS.....	i.
DEDICATORIA .....	i.ii
INDICE DE CUADROS.....	v.
INDICE DE FIGURAS.....	v.i
INDICE DE FIGURAS DEL APENDICE.....	v.ii
I.-INTRODUCCION.....	1
1.1. Objetivos.....	2
2.1. Hipótesis.....	3
II.- REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1. Marco de Referencia.....	4
2.2. Características Morfológicas y Fisiológicas.....	6
2.3. Etapas del Cultivo.....	11
2.4. Tensión y requerimientos Hídricos.....	14
2.5. Variedades.....	14
2.6. Densidad de Población.....	17
2.6.1. Efectos de la Densidad de Población.....	19
2.7. Requerimientos Edafoclimaticos.....	20

2.8. Nutrientos.....	23
2.9. Fertilización.....	24
2.10. Fertirrigación.....	26
2.11. Plagas y Enfermedades.....	32
2.11.1 Plagas.....	33
2.11.2. Enfermedades.....	33
III. MATERIALES Y METODOS.....	40
3.1. Localización del Sitio Experimental.....	40
3.2. Características del Clima.....	40
3.3. Suelo.....	41
3.4. Agua.....	43
3.5. Tratamientos Evaluados.....	43
3.5.1. Distribución de los Tratamientos.....	44
3.6. Material Genético Utilizado.....	44
3.7. Manejo del Cultivo.....	45
3.7.1. Preparación del Terreno.....	45
3.7.2. Siembra.....	45
3.7.3. Labores Culturales.....	45
3.7.4. Fertilización.....	46
3.7.5. Humedad del suelo.....	47
3.7.6. Cosecha.....	47

IV.- RESULTADOS Y DISCUSION.....	48
4.1. Condiciones Climáticas.....	48
4.2. Fenología.....	49
4.3. Humedad del Suelo.....	52
4.4. Area Foliar.....	56
4.5.Densidad de Población.....	58
4.6. Rendimiento de Grano.....	58
V.- CONCLUSIONES Y DISCUSIONES.....	60
VI.- BIBLIOGRAFIA.....	62
VII.- APENDICE.....	66

## INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 2.1. Clasificación Taxonómica del Frijol	6
	30
Cuadro 2.2. Compatibilidad de los Fertilizantes en la solución	
	31
Cuadro 2.3. Antagonismo entre Minerales	
	33
Cuadro 2.4. Principales Plagas y su Control	
	41
Cuadro 3.1. temperaturas en el Ciclo del Cultivo	
Cuadro 3.2. Características Físico – Químicas del suelo	42
Cuadro 3.3. Aplicación de Fertilizantes en las Etapas del Cultivo	46
Cuadro 4.1. Etapas de desarrollo del Cultivo	49
Cuadro 4.3. resultados de la Prueba t Student	59

## INDICE DE FIGURAS

	Pag.
<b>Figura 4.1.</b> Temperatura medias en el Ciclo del Cultivo	<b>48</b>
<b>Figura 4.2.</b> Fenología del cultivo a los 26 D.D.S. densidad normal	<b>50</b>
<b>Figura 4.3.</b> Fenología del cultivo a los 26 D.D.S. Alta densidad	<b>50</b>
<b>Figura 4.4.</b> Fenología del Cultivo a los 36 D.D.S. densidad Normal	<b>51</b>
<b>Figura 4.5.</b> Fenología del cultivo a los 36 D.D.S. alta densidad	<b>51</b>
<b>Figura 4.6.</b> Contenido de Humedad en el suelo Abril perfil 0-30cm.	<b>52</b>
<b>Figura 4.7.</b> Contenido de Humedad en el suelo Abril perfil 60-90cm.	<b>52</b>
<b>Figura 4.8.</b> Contenido de Humedad del Suelo mayo perfil 0-30cm.	<b>53</b>
<b>Figura 4.9.</b> Contenido de Humedad del Suelo mayo perfil 60-90cm.	<b>53</b>
<b>Figura 4.10.</b> Contenido de Humedad del Suelo junio perfil 0-30cm.	<b>54</b>
<b>Figura 4.11.</b> Contenido de Humedad del Suelo Junio perfil 60-90cm.	<b>54</b>
<b>Figura 4.12.</b> Contenido de Humedad del Suelo Julio perfil 0-30cm.	<b>55</b>
<b>Figura 4.13.</b> Contenido de Humedad del Suelo Julio perfil 60-90cm.	<b>55</b>
<b>Figura 4.14.</b> total de agua aplicada al Cultivo	<b>56</b>
<b>Figura 4.15.</b> Índice de Area Foliar frijol Densidad Normal	<b>57</b>
<b>Figura 4.16.</b> Índice de Area Foliar frijol Alta densidad	<b>57</b>
<b>Figura 4.17.</b> Rendimiento de Frijol en las dos Densidades de siembra	<b>59</b>

## INDICE DE CUADROS DEL APENDICE

	Pag.
<b>Cuadro 1.a.</b> ANVA del Rendimiento	<b>66</b>
<b>Cuadro 1.b.</b> Prueba t studen para el ANVA	<b>66</b>
<b>Cuadro 1.c.</b> Comparador de la Prueba t Student	<b>67</b>

## INTRODUCCION

El frijol es un cultivo que se ha practicado desde hace 4,000 años, se cree que es nativo de la zona ubicada entre México y Guatemala, el frijol pertenece al género *Phaseolus*, que comprende un amplio número de especies que incluye a hierbas anuales, perennes, erectas, y volubles. Por su amplia adaptación, el frijol en América es uno de los cultivos hortícolas más comunes, considera como uno de los granos que más se consume en la alimentación humana, en México se utiliza en casi todas la comidas, por lo que la producción en algunos años apenas alcanza a cubrir las necesidades del pueblo, y cuando existen excedentes estos son destinados a exportación, sin embargo esta muy reducido.

En el ámbito nacional el frijol se considera uno de los cultivos más importantes en función de la superficie sembrada ó dedicada a la producción, por la cantidad de grano que se consume y por la actividad económica que genera. En nuestro país la superficie dedicada a este cultivo ha llegado a superar los dos millones de hectáreas, aunque dicha cifra a sido variable a través de los años, principalmente debido a los estímulos de precio de garantía.

Las investigaciones sobre el frijol en México se inicia alrededor del año de 1936, cuando la oficina de campos experimentales de la dirección general de agricultura y fomento, reunieron una serie de variedades de diferentes partes de México. En

el periodo comprendido de 1936 a 1939 donde se pusieron pruebas uniformes de adaptación, rendimiento y estudio de hábito de crecimiento, en campos experimentales de Acapulco, Gro.; Biseños, Mich. ; León, Gto. ; Querétaro, Qro. ; Tekax, Yuc. ; Villaerosa, TAB. ; CD. Obregon Son. ;.

En 1954 se estableció el departamento de frijol en la oficina de estudios especiales, este se dedicó a trabajos parasitológicos, biosistematicos y mejoramiento agrícola, durante 1955 se ampliaron las pruebas experimentales con frijol en diferentes regiones del país con la finalidad de seleccionar material favorable para la producción regional de esta leguminosa.

A partir de 1971 cuando se registro la mayor superficie sembrada de frijol, el precio de garantía se mantuvo casi estable ocasionando disminuciones en la superficie de producción hasta aproximadamente un millón de hectáreas en 1979, repercutió en un déficit de este grano para consumo nacional. Tomando en cuenta la importancia que tiene para el país ser autosuficiente en sus productos agrícolas para la alimentación humana, el gobierno federal estableció estrategias para estimular el cultivo.

### **1.1. Objetivos**

- 1.- Evaluar dos variedades de frijol bajo dos niveles de fertilización diferentes.
- 2.- Incrementar el rendimiento del cultivo con una mayor densidad de población.

### **1.2. Hipótesis**

1.- El cultivo del frijol obtendrá mayor rendimiento al aportársele una mayor dosis de fertilizante, en comparación con el tratamiento que se le disminuya esta actividad.

2.- La densidad de población tiene efecto significativo en la producción de grano, componentes de rendimiento y calidad de semilla en los diferentes hábitos de crecimiento.

## REVISION DE LITERATURA

### 2.1.MARCO DE REFERENCIA

El cultivo del frijol en México ocupa el 2º, Lugar por la superficie sembrada, después del maíz. Durante el período de 1967 – 1986 se cosechó una superficie nacional promedio de 1'713,699 ha; de 1980 – 1986 se cosechó una superficie de 1'872,730 ha. Este cultivo se siembra en todos los estados del país, en algunos de ellos las áreas de producción son muy dispersas y en otros están localizadas en áreas compactas, El cultivo se ve afectado por diverso factores que limitan su rendimiento. Los sistemas comerciales de producción de frijol se han estudiado mucho en los países industrializados y han sido adaptados por los agricultores de la república mexicana que contraerá los recursos necesarios, tales sistemas en general requieren fuertes inversiones en maquinaria, combustibles, fertilizantes y insecticidas y fungicidas. Debe reconocerse que a pesar de las fuertes presiones tecnológicas actuales, un alto porcentaje de nuestra población sigue dependiendo del frijol como fuente importante de proteínas y carbohidratos. (Voyses, O. 1989).

López (1979) menciona que una persona adulta debe de consumir 0.25 gr. De triptofano (aminoácido esencial) como mínimo y/o 0.50 gr. Como máximo por día, siendo el frijol uno de los cuales proporciona proteínas y una alta proporción de triptofano. Por otra parte, el alto contenido de proteínas del frijol lo a justificado como uno de los principales alimentos básicos esto lo hace resaltar Lepiz (1982)

mediante una comparación con la proteína de origen animal en 1980. Estas características alimentarias hacen que dicha leguminosa sea reconocida como una fuente de proteína de calidad, barata y fácil de obtener en los diferentes medios y estratos sociales.

La siembra se realiza en dos ciclos diferentes. Primavera – Verano donde se concentra la mayor parte de la superficie (84% del total), y normalmente se tiene bajos rendimientos ( 387 kg./Ha.) , sin embargo, en este ciclo es donde se obtiene la mayor producción (68% del total nacional). En el ciclo Otoño – Invierno, la superficie sembrada con frijol se presenta aproximadamente el 16% del total con una producción del 32% nacional y un rendimiento unitario de 933 Kg./ha. , La mayor productividad durante este ciclo se presenta o se atribuye principalmente a que el cultivo se desarrolla bajo condiciones de riego y humedad residual, a las variedades mejoradas y agroquímicos en casi toda la superficie.

### **FRIJOL PERUANO P.80**

Este frijol es una variedad hermana de pimono 78, la cual se obtuvo de la cruce entre las variedades Canario 107 y peruano realizada en el campo agrícola experimental del valle de Culiacán, sin. , Cuya genealogía es 115 FrM-22-9-3M-U., Dentro de sus características sobre sale el número de vainas por planta, su resistencia al chahuistle y su calidad de grano azufrado con buena adaptación comercial, hasta el momento esta nueva variedad se encuentra en fase de implementación y no se cuenta todavía con resultados a nivel comercial. CIAT, 1985.

## 2.2. características morfológicas y fisiológicas

La morfología y fisiología del frijol se relacionan con el comportamiento productivo de la planta, el cual se manifiesta en forma diferente según el medio ambiente y las técnicas del cultivo utilizadas.

### Clasificación Taxonómica del Frijol

Linneo en 1753, nomino al frijol como Phaseolus vulgaris, dicho cultivo pertenece al orden Rosales, a la familia Leguminosae, Subfamilia Papilionoideae, a la tribu Phaseoleae y a la sub tribu Phaseolinae (cuadro 2.1)

### Cuadro 2.1. Clasificación Taxonómica del Frijol Común. Phaseolus vulgaris

L. (Burkart, 1952).

REINO	Vegetal
SUBREINO	Embriophyta
CLASE	Angiosperma
SUBCLASE	Dicotyledonae
ORDEN	Rosales
FAMILIA	Leguminosae
SUBFAMILIA	Papilionoideae
TRIBU	Phaseoleae
SUBTRIBU	Phaseolinae
GENERO	Phaseolus
ESPECIE	Phaseolus Vulgaris L.

De acuerdo con el centro internacional de Agricultura Tropical (CIAT), el género *Phaseolus* incluye más de 50 especies, de los cuales cuatro de ellas son las más cultivadas. En México se siembran en el siguiente orden de importancia: *P. Vulgaris* L. (Frijol común), *P. Coccineus* L.(Frijolón, patol, frijol ayacote), *P. Lunatus* L. (Frijol lima), *P. Acutifolius* (Frijol tepari). (Miranda 1976, citado por Almeyda 1986).

### **Descripción botánica**

El INIA – CIANE – SARH (1990) citado por Alvarado (1982) reportan que el género *phaseolus* incluye al frijol y abarca gran número de especies, algunas de gran distribución como plantas anuales y perennes, dominantes de las regiones tropicales; las especies conocidas son de 150 a 200 aún cuando los sinónimos han sido reducidos.

**Burkart (1943) citado por Sánchez (1984)**, señala que el frijol es una planta herbácea, la cual presenta una raíz típica pivotante, ramificada en su origen, el tallo corto y robusto o más frecuentemente rastrero y voluble. Las hojas exceptuando las dos primeras, son compuestas, alternas, pecioladas de color verde claro, con tres folíolos cordiformes (trifoliados), y provistos de estípulas persistentes.

**La descripción botánica del frijol, citado por Castor R. (1990), es la siguiente:**

**RAÍZ.-** El sistema radical está formado por la raíz primaria o principal que se desarrolla a partir de la radícula del embrión. Sobre esto y en disposición la forma

de corona en la parte alta, desarrollan las raíces secundarias, terciarias y otras subdivisiones; Los pelos absorbentes, órganos epidérmicos especializados en la absorción de agua y nutrimento se encuentran en la parte joven de las raíces laterales donde viven en simbiosis con la planta bacterias del genero Rhizobium fijadoras de nitrógeno atmosférico.

**TALLO.-** El tallo joven es herbáceo y semi-leñoso al final del ciclo; es una sucesión de nudos y entre nudos donde se insertan las hojas y los diversos complejos axilares. El tallo o eje principal es de mayor diámetro que las ramas laterales, de color verde, rosa o morado, glabro o pubescente, define si termina en inflorescencia determinada o en indeterminada si su yema apical es vegetativa. Se inicia en la inserción de raíces y el primer nudo corresponde al de los cotiledones; esta primera parte del tallo se denomina hipocotilo. En el segundo nudo se inserta el primer par de hojas verdaderas, las cuales son simples y opuesta; el segundo entre nudo recibe el nombre de epicotilo. En el tercer nudo emerge la primera hoja compuesta, a partir de la cual las demás son trifoliadas y alternas. El tallo es variable en longitud y ramificación, lo que depende del número de nudos y entre nudos. Las variedades de crecimiento determinado por lo general tienen de 5 a 7 nudos y son erectos de tipo arbustivo, los de crecimiento indeterminado de siembra en unicultivo y varían de 12 a 20 entre nudos y las trepadoras hasta 39 nudos con una altura de la guía de 154 a 326 cm.

**RAMAS.-** Las ramas provienen de venas localizadas en las axilas de las hojas, es decir, entre el tallo y la inserción de la hoja; pueden ser primarias si se desarrollan

del tallo principal, secundarias si se desarrollan de una axila de una rama primaria y terciaria si provienen de una rama secundaria. En las axilas de las hojas se encuentran entre yemas que forman el complejo axilar denominado triada. Las ramas primarias generalmente se desarrollan de la yema central de la triada en los primeros nudos, son de menor diámetro y desarrollo que el tallo principal y son muy abundantes en las variedades de hábito indeterminado voluble y semi voluble.

**HOJAS.-** Estas son de dos tipos: Simples y Compuestas, insertada a los nudos de tallos y ramas mediante el pecíolo. Los cotiledones (hojas seminales) constituyen el primer par de hojas que proveen de sustancias de reserva a la planta durante la germinación y emergencia, elaboran los primeros carbohidratos através de la fotosíntesis en sus cloroplastos; son de poca duración. A partir del tercer nudo, desarrollan las hojas compuestas, las cuales son alternas de tres folíolos, un pecíolo y un raquis. El folíolo central es simétrico, acuminado y los dos laterales asimétricos y acuminados; el pecíolo y el raquis son acanalados. En la base del pecíolo se localiza el pulvínulo, estructura que facilita los cambios de posición de la hoja cuando hay deficiencia de humedad en el suelo y alta intensidad luminosa los folíolos se conectan al raquis mediante los pecíolulos, los cuales son estructuras similares a un pulvínulo. Las hojas presentan variación en cuanto a tamaño, color, y pilosidad; esta variación esta relacionada con la variedad, con la posición de la hoja en la planta, con la edad y con las condiciones ambientales, luz y humedad.

**FLORES.-** Las flores del frijol se desarrollan en una inflorescencia de racimo la cual puede ser terminal como sucede en las variedades de habito determinado o lateral, en las indeterminadas la inflorescencia, consta del pedúnculo, raquis, Bracteas, y botones florales. Los botones florales se desarrollan en las axilas de las Bracteas, en complejos axilares formando triadas, la yema central puede desarrollarse formando un pequeño eje con otra triada floral. La flor es papilionada de simetría bilateral, pedicelada, en la base del pedicelo y sobre los racimos secundarios se localiza la Bracteas pedicelar. La flor consta de diez estambres, nueve de los cuales son adultos y están soldados por su base formando un tubo alrededor del ovario y un estambre libre llamado exilar localizado frente al estambre. El pistilo o gineceo es con estilo encorvado y de estigma lateral determinado.

**FRUTO Y SEMILLA.-** El fruto es el ovario desarrollado en forma de vaina con dos suturas que unen las dos valvas; la semilla se une a las valvas en forma alterna sobre la sutura placentar. Las vainas generalmente son glabras de epidermis cerosa y de color verde, rosado o púrpura, uniformes o con rayas, dehiscentes o indehiscentes. La dehiscencia se presenta en aquellas fibras fuertes y texturas perguminosa, en tanto que las indehiscentes son carnosas y sin fibras, las vainas carnosas y sin fibras son propias para variedades ejoterias.

La semilla proviene de una óvulo com-pilotropo, carece de endospermas y consta de testa que se deriva de las legumentos del óvulo y su función es la de proteger al embrión; el embrión proviene del cigote y consta de eje primario y divergentes laterales. El eje primario lo forma el tallo joven, el hipocotilo y la radícula el tallo es

milimétrico y consta de 3 a 4 nudos, el hipocotilo es la zona de transición entre las estructuras típicas de tallo y las de la raíz, la radícula es la raíz en miniatura.

El embrión se sitúa dentro de la semilla entre los cotiledones, con la radícula orientada hacia el micropilo y la plumula hacia el interior del grano. Con materia seca, la testa presenta el 9% del peso total de la semilla. La semilla se une a la placenta del funículo, este deja una cicatriz denominada hilio que se localiza en el micropilo y en el otro lado del rafe. La semilla del frijol presenta una amplia variación en tamaño, color, y forma, dando origen así a numerosas variedades solamente por este carácter.

### **2.3. Descripción de las etapas de desarrollo del cultivo de frijol común P. Vulgaris L. (Fernández 1985, citado por CIAT 1985).**

#### **Fase se Vegetativa**

**Etapas V0: Germinación.** Al hacer la siembra, la semilla se coloca en un ambiente favorable para la germinación. Se debe tomar en cuenta como iniciación de la etapa V0, el día en que la semilla tiene humedad suficiente para el comienzo del proceso de germinación; es decir, el día del primer riego o de la primera lluvia si se siembra en suelo seco.

**Etapas V1: Emergencia.** La etapa V1 se inicia cuando los cotiledones de la planta aparecen al nivel del suelo, se considera que un cultivo del frijol, inicia la etapa V1 cuando el 50% de la población esperada, presenta los cotiledones al nivel del suelo y termina al desplegarse totalmente las hojas primarias.

**Etapa V2: Hojas primarias.** La etapa V2 comienza cuando las hojas primarias de la planta están desplegadas. Para un cultivo se considera que esta etapa comienza cuando el 50% de las plantas presentan estas características. Las hojas primarias del frijol son unifoliadas y opuestas, están situadas en el segundo nudo del tallo principal y cuando están completamente desplegadas se encuentran en posición horizontal.

**Etapa V3; 1ª Hoja trifoliada.** La etapa V3 se inicia cuando la planta presenta la 1ª hoja trifoliada completamente abierta y plana. Cuando el 50% de las plantas de un cultivo presentan esta característica de primera hoja trifoliada desplegada, se inicia en esta la etapa V3.

**Etapa V4 tercera hoja trifoliada.** La etapa V4 comienza cuando la 3ª hoja trifoliada se encuentra desplegada. En un cultivo se considera que se inicia esta etapa cuando el 50% de las plantas presentan estas características. De igual manera que para la 1ª y 2ª hoja trifoliada esta se considera desplegada cuando las laminas de los foliolos se encuentran en un solo plano; se puede observar que la hoja se encuentra aun debajo de la 1ª y 2ª . es a partir de aquí que se hacen diferenciables algunas partes de la planta.

### **Fase Reproductiva**

**Etapa R5; Prefloración.** La etapa R5, se inicia entonces cuando aparece el primer botón o el primer racimo. En condiciones de cultivo, se considera que éste ha entrado en esta etapa cuando el 50% de las plantas presentan estas características.

**Etapa R6; Floración.** La etapa R6 se inicia cuando la planta presenta la 1ª flor abierta y, en cultivo, cuando el 50% de las plantas presentan esta característica. La primera flor abierta corresponde al primer botón floral que apareció. En variedades de habito de crecimiento determinado la floración comienza en el último nudo del tallo o rama y continua en forma ascendente, todo lo contrario en las de habito determinado.

**Etapa R7; Formación de vainas.** La etapa R7 se inicia cuando la planta presenta la 1ª vaina con la corola de la flor colgada o desprendida, y en condiciones de cultivo, cuando el 50% de las plantas presentan esta característica.

**Etapa R8; Llenado de vainas.** En un cultivo, la etapa R8 se inicia cuando el 50% de las plantas empieza a llenar la primera vaina. Comienza entonces el crecimiento activo de la semilla; visto por la saturación o de lado, las vainas presentan abultamiento que corresponde a la semilla en crecimiento.

**Etapa R9; Maduración.** La etapa R9 se considera como la última de la escala de desarrollo, ya que en ella ocurre la maduración, esto se caracteriza por que en ella las plantas inician la decoloración y secado de las vainas en un cultivo esto se da cuando el 50% del cultivo presenta estas características.

#### **2.4. respuesta del cultivo a la tensión hídrica y requerimientos hídricos.**

La tensión hídrica es actualmente uno de los conceptos más empleados para interpretar la relación agua-suelo-clima. Con respecto a este concepto, **Kramer (1974)**, postulo lo siguiente.

- a). El crecimiento de las plantas se encuentra controlado directamente por la tensión hídrica de ésta y sólo indirectamente por la tensión hídrica de la atmósfera y el suelo.
- b). Cuando la tensión hídrica es muy fuerte provoca una disturbación de los procesos fisiológicos ocasionando la muerte por disecación.
- c). El déficit hídrico se produce siempre cuando la perdida de agua por transpiración es mayor que la absorbida.

## **2.5. ENSAYOS DE ADAPTACION Y RENDIMIENTO DE ALGUNAS VARIEDADES**

De los trabajos de investigación realizados con el objeto de determinar las mejores variedades que se adapten a determinado sistema Agrológico, se puede mencionar los siguientes:

**Durante el ciclo tardío de 1976**, se desarrollo un estudio en la escuela técnica agropecuaria No. 43 en linares, N.L., México, con la finalidad de observar el comportamiento y grado de adaptación de 36 variedades y lineas experimentales de frijol. La línea experimental LEF-11-RB fue la que presento mayor rendimiento de grano por parcela útil (3734.4 kg./ha.). Dentro de las variedades que resultaron ser estadísticamente iguales en rendimiento, se recomienda canario 107, pinto

Americano, Bayo Baranda y pinamerpa para la zona NE de México. Los materiales delicias 71, Agrarista, Bayo Baranda y Toche 440-0 presentaron susceptibilidad a enfermedades.

**En 1977**, en el campo agrícola Experimental de Santiago Ixcuintla, se establecieron cinco ensayos de rendimiento, donde intervinieron materiales de Colombia y Culiacán, sobresalieron las variedades comerciales ahome, CIAS-72, Mayocoba y Sataya 425 del centro de investigación Agrícola del pacífico Norte, así como algunas líneas del mismo programa.

**En 1978**, se establecieron un ensayo de materiales en dos localidades en la región de zomatlán, Nayarit, donde se detectaron diferencias entre las líneas por el alto coeficiente de variación debido a la heterogeneidad del suelo. Las líneas más sobresalientes en ambos ensayos, fueron: LEF-2-RB, Tamaulipas 1 y LEF-20-RB; estos resultados muestran las buenas características para rendimiento de los materiales de Río Bravo Tamaulipas, igualmente destaca el buen comportamiento del CIAS 72.

**En el ciclo agrícola de 1978-79**, se realizó un ensayo de rendimiento comparativo de variedades de frijol de grano negro y de color con 10 variedades locales, en el instituto de investigaciones agrícolas y Recursos Naturales Renovables en Chihuahua. Se evaluaron las características fenológicas y agronómicas de las distintas variedades. Los rendimientos fluctuaron de 0-1981 kg/ha. en el grupo de variedades de color (promedio 1239 kg/ha.); sobresalieron los testigos locales.

Los rendimientos de grano negro variaron de 1181 a 2400 kg/ha. las variedades más promisorias de color fueron ARNR-8, BAT-24, ARNR-10, y Aurora; y en los negros BAT-10, ARNR-4, ICA\_COL-10103, Jamapa e ICA Pijao. En el campo experimental valle del yaqui, durante el ciclo primavera – verano (1982) , se evaluaron 21 variedades de frijol. El análisis estadístico indico que el cultivar nativo de Sonora Tepari Blanco Resulto Superior con rendimiento de 2.250 ton/ha. , Posteriormente, resultaron estadísticamente iguales delicias 71, actopan, antigua, mayocaba, pinto caramelo y matamoros con rendimientos de 1440 a 1227 kg/ha., Por grupos todos los bayos presentaron condiciones inadecuadas de adaptación y producción.

Con el propósito de determinar cuales variedades pudieran adaptarse en la zona de influencia del campo Agrícola Experimental de Apatzingan, se llevo a cabo un trabajo en el ciclo otoño – invierno (1977-78) bajo condiciones de riego en el cual se encontró que las mejores variedades fueron siete, entre las cuales figuran cuatro de grano negro y tres del tipo flor de mayo, destacando negro criollo, llano y Sataya 425 en las primeras y la variedad flor de mayo y su línea No. 3 en las segundas. De acuerdo a la demanda y gusto del mercado regional, donde los frijoleros de grano claro alcanzan un mayor precio y en base al rendimiento la mejor variedad es Flor de Mayo, sin descartar que la región por sus características ecológicas es zona potencial para la producción de semilla de grano de color negro.

## **2.6. Densidad de población y su efecto sobre el rendimiento**

Histórica y prácticamente ha habido interés en aumentar la producción de los cultivos cubriendo temprano el terreno con follaje de más plantas. En los últimos años, las prácticas agronómicas en varios cultivos, muestran una tendencia a la utilización de altas densidades de población con el propósito de aumentar los rendimientos unitarios y la producción total. En general, en muchas especies y ambientes hay incrementos en el rendimiento si hay un incremento simultáneo en la densidad, fertilidad y disponibilidad de agua, hasta que una densidad óptima es alcanzada, densidades más altas reducen el rendimiento debido a competencia intraespecífica, acame, etc. En el caso del frijol, según Lépiz y Romero (1987), se inicia esta tendencia en la producción comercial y en algunos programas de mejoramiento genético se están desarrollando materiales erectos, de poca ramificación, de mayor número de entre nudos, que en teoría deben sembrarse a mayores densidades de población para producir altos rendimientos. Los estudios de la respuesta del frijol a la densidad de población nos permite conocer los mecanismos de respuesta de la planta a diferentes densidades de siembra que generan cambios en el rendimiento y observar cuales están relacionados con una disminución en producción de semilla por unidad de superficie. (Cárdenas 1982).

**Donald (1963)**, indica que la densidad de población está relacionada con el efecto de competencia, ocurriendo tal efecto cuando cada uno de dos o más organismos buscan proporcionarse algún factor particular y cuando la existencia inmediata del factor es inferior a la demanda combinada de los organismos. Así también, menciona que el efecto de competencia es una expresión biológica de la

alteración del equilibrio entre demandas de satisfactores y disponibilidad de los mismos y que una de las formas de interrumpir este equilibrio y propiciar efectos de competencia es incrementando la densidad de población por unidad de superficie.

**Holliday (1960)**, menciona que la densidad afecta el rendimiento. Dos relaciones se presentan al incrementar en amplias variaciones de los valores, la densidad de población; Una asintótica en la cual al incrementar la densidad, el rendimiento se eleva a un máximo y se mantiene relativamente constante a altas densidades y una relación parabólica en donde los rendimientos se incrementan a un máximo y después declinan a altas densidades.

**Westermann y Crosther (1977)**, indicaron que para incrementar el rendimiento en semilla con altas poblaciones en frijol, deben usarse genotipos de crecimiento determinado, puesto que han sido seleccionados para tal fin, pero esto es válido hasta un cierto límite después del cual no se tienen incrementos en el rendimiento.

**Cárdenas (1961)**, en investigaciones realizadas en México, recomienda para la mesa central, sembrar los frijoles de hábito determinado variedad canario a una distancia entre surco de 40-60 cm y un espaciamiento entre plantas de 5-10 cm. Para frijoles de semiguia una separación entre surcos de 60-80 cm. Y entre plantas de 10-20 cm.

### **2.6.1. Efectos de la densidad de población sobre el área foliar**

También llamamos de segundo orden, los componentes fisiológicos del rendimiento son aquellos parámetros que miden la producción de fotosintatos, de tal forma que un cambio de ellos se manifestaría primero en los componentes morfológicos y posteriormente en el rendimiento. El área foliar se refiere a la magnitud del aparato asimilatorio de una planta, es decir que los cambios en densidad de población afectan en cierto grado dependiendo del hábito de crecimiento la magnitud del aparato fotosintético medido por el área foliar por planta.

**Wallece y Munger (1966)**,trabajando con seis variedades de frijol sembradas a distancias de 72 cm., Encontraron que la variedad con un 11% más de área foliar, llegó a tener una producción 215 mayor, de lo cual infieren que existen una relación entre área foliar y rendimiento. También sugieren que el máximo de materia seca, se obtiene cuando el óptimo de área foliar se forma en el menos tiempo.

**Mitchell (1970)**, indica que para la máxima producción de materia seca, el área foliar debe ser suficiente para ofrecer la máxima capacidad de intercepción de la luz solar, no obstante un área excesiva, puede crear condiciones de sombreado para gran parte de las hojas situadas en interior y en la parte inferior de la cubierta, haciendo que los carbohidratos sean utilizados a una mayor velocidad de la que son fotosintetizadas.

**Millar (1972)**, indicó que para que se produzca la mayor cantidad de materia seca, se debe contar con un óptimo de área foliar, ya que el exceso puede ocasionar que los fotosintatos producidos sean consumidos en mayor cantidad debido al aumento en respiración por las hojas que sufran autosembrado. Asimismo, se puede producir la disminución del área foliar al propiciar la defoliación. El índice de área foliar (IAF), se refiere en un estadio dado de la planta al área de las laminas foliares (de una sola cara de las hojas) de las plantas que existen por unidad de área sembrada.

## **2.7. Requerimientos edafoclimaticos**

**Debouck e Hidalgo en 1985**, mencionan que el frijol es una especie anual, ampliamente cultivada desde el trópico hasta las zonas templadas, y se le considera una especie termófila; es decir no soporta heladas. Se cultiva esencialmente para aprovechar el grano, el cual contiene una relación proteínica de alrededor del 22% y más.

Las temperaturas en las que se desarrolla bien el frijol, según white(1985), oscilan entre los 15 y 27 °C, y se reconoce que existe un gran rango de tolerancia entre variedades. Menciona también que, en términos generales, las bajas temperaturas retardan el crecimiento y que las altas lo aceleran, así mismo considera a los extremos de temperatura como la causa de los problemas, incurriendo en la falta de floración y/o esterilidad por aborción de flores.

**Bussmeyer, et al (1980)**, reportan en estudio efectuado en diferentes etapas de desarrollo del cultivo de frijol y en épocas de establecimiento del cultivo, que la productividad de este es influenciada fuertemente por el régimen térmico diario, y que las temperaturas afectan con mayor intensidad durante los primeros 50 días de desarrollo del cultivo, la cual debe ser de 20°C, ya que es donde se define la productividad final que se alcanzara y para el resto del ciclo reporta como favorable una temperatura media de 19 °C.

**Valdés y Faiguenbaum (1991)**, señalan que las temperaturas altas a las que se exponen las vainas de frijol después que alcanzan la madures fisiológica, disminuye su contenido de humedad aproximadamente de 50 - 18 a 20 por ciento, afectan el porcentaje de germinación de las semillas; comportamiento similar solo que en etapas iniciales del llenado de grano en soya, se observo que las altas temperaturas influyen directamente en la germinación, vigor y calidad física de la semilla.

**White (1985)**, señala que la luz también juega un papel importante en la regulación del desarrollo de la planta, principalmente por su efecto en el fotoperíodo, dado que el frijol es una especie de días cortos, en tanto los largos tienden a causar demoras en floración y madurez. En términos generales se puede decir que cada hora adicional de luz en el día puede retrasar la maduración de 2 a 6 días.

**Acosta y White (1991)**, reportaron que en estudio efectuado en la región del altiplano de México, existe diferencia en la respuesta de los genotipo al Fotoperíodo, ya que se observa distinto comportamiento para el inicio de la floración y la maduración fisiológica según la fecha de siembra en que se establezcan los materiales como también debido al origen de los mismos. En cuanto a las condiciones de suelo, el cultivo no es muy exigente, pero de preferencia deben ser suelos profundos y de textura media a ligera, el pH más adecuado es aquel que oscila entre 5.5 y 6.0, pero puede producir bien con pH hasta de 7.5; las necesidades nutritivas para obtener una elevada producción son de 20 – 40 kg./ha de nitrógeno, 40 – 60 kg./ha de fósforo, y de 50 – 120 kg./ha de potasio, aunque el frijol por su capacidad de asociarse con microorganismos fijadores de nitrógeno atmosférico no requieren de altas dosis de fertilización nitrogenada, sin embargo, una pequeña dosis de arranque es benéfica para el buen desarrollo inicial; requiere que los suelos tengan buen drenaje y que tengan una topografía relativamente plana, para que no se provoque zonas de anegamiento; el cultivo es muy sensible a la salinidad del suelo, por lo que requiere que la electroconductividad del mismo no sea mayor de 1 mmhos/cm. El suministro de agua es necesario para lograr un rendimiento máximo, las necesidades de este suministro son de 300 a 500 mm, dependiendo del clima y de la duración del ciclo vegetativo el cual se considera entre 60 a 120 días.

## **2.8. Función de los nutrimentos en frijol**

La nutrición vegetal coadyuva a incrementar la producción de grano en calidad y cantidad, al influir en la inducción de clorofila y la elaboración de azúcares, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos y otros tipos de compuestos. Los nutrimento se clasifican en micro-nutrientes y macronutrientes así tenemos que dentro de los nutrimentos mayores se encuentran. (Lepiz 1983).

**Nitrógeno.-** Es el principal elemento nutritivo de la planta y constituye un componente básico de proteína, vitaminas, enzima, y ácidos nucleicos; este elemento influye en el proceso de desarrollo al aumentar el número de hojas y acelera la fotosíntesis, una deficiencia retrasa la división celular y hace que la planta detenga su crecimiento.

**Fósforo.-** Es un componente del núcleo proteínico y es un nutrimento que interviene en la germinación, formación de raíces, floración, maduración, y calidad de la semilla, la deficiencia de fósforo se manifiesta con plantas raquílicas y enanas con poca ramificación.

**Potasio.-** Es un elemento importante para el sistema metabólico de la planta dentro del proceso de fotosíntesis y economía hídrica; La deficiencia de potasio muestra plantas raquílicas sin vigor y con apariencia de marchitamiento; las hojas se vuelven amarillentas, se manchan y enrollan, las mas bajas se secan dando una apariencia de quemaduras en los bordes y en las puntas.

**Calcio.-** Este elemento activa la formación y el crecimiento de las raíces secundarias e incrementa el vigor de las plantas, así mismo influye en el manejo

de la presión osmótica, la deficiencia de calcio propicia un color oscuro en los bordes terminales de las hojas nuevas, se doblan y marchitan de las puntas, esta deficiencia puede confundirse con la toxicidad de aluminio y magnesio.

**Magnesio.-** Es un componente esencial de la clorofila y es parte importante en la fotosíntesis, los síntomas de deficiencia se manifiestan primeramente en las hojas viejas, al volverse amarillentas hasta anaranjadas entre las venas pero luego pasa a las jóvenes.

## **2.9. Fertilización**

Al decidir de la clase y cantidad de fertilizantes requeridos por un cultivo es una de las decisiones que con más frecuencia tienen que enfrentarse técnicos y agricultores. El empobrecimiento de los suelos, la obtención de híbridos y variedades con mayor potencial de producción que los sembrados actualmente, así como la generación cada vez más creciente de información sobre técnicas de laboratorio, calibración de análisis, respuestas de los cultivos en el campo y el costo cada vez mayor de los fertilizantes, son algunos de los aspectos más importantes relacionados con el problema de la fertilización.

### **Bases para una propuesta practica de Fertilización:**

Teniendo en cuenta lo anterior, es necesario recordar los criterios que deben considerarse para ajustar más a la realidad y con sentido práctico la recomendación de fertilizantes, estos son:

- 1.- Conocer la cantidad de nutrimentos del suelo
- 2.- Los requerimientos nutricionales del cultivo
- 3.- La eficiencia de los fertilizantes en función del suelo
- 4.- El aspecto económica de los fertilizantes

De acuerdo al cuadro básico de fertilización editado en el CESICH en 1990, así como resultados del programa de validación en frijol de riego se sugiere fertilizar con una dosis de 40 - 60 - 00, pudiendo hacer algunas adecuaciones dependiendo del tipo de suelo. Para completar la dosis antes señalada es necesario aplicar 130 kilogramos por hectárea de 18 - 46 - 00; al momento del bordeo en riego por gravedad y/o al momento de la siembra en riego por aspersión. Posteriormente, al segundo cultivo se recomienda aplicar en ambos casos 50 kilogramos por hectárea de urea, con la reserva de precisar esta información técnicamente, se ve la posibilidad de aplicar un fertilizante foliar durante la etapa de prefloración, para propiciar un mayor amarre de flores y vainas. Lo anterior se fundamenta en que hasta la fecha se han observado tendencias positivas aplicando Cosmocel, 20 - 30 - 10, a razón de 2.0 kilogramos por hectárea en 300 ó 400 litros de agua.

## **2.10. Fertirriego o Fertirrigación**

**Definición.** Fertirriego es aplicación artificial de fertilizantes que requieren los cultivos para su desarrollo a través del agua de riego, asimismo si se utiliza para

la aplicación de los agroquímicos al suelo o a los cultivos por este medio, se denomina quimidación. Una forma más de la fertirrigación se considera la aplicación de los fertilizantes y más concretamente, la aplicación de los elementos nutritivos que precisan los cultivos, conjuntamente con el agua de riego, se trata por lo tanto, de aprovechar los sistemas de riego como medio de transporte para distribuir elementos nutritivos disueltos en ella (Dominguez,1993).

La fertirrigación es una técnica que nace con el empleo del sistema de riego por goteo ya que es un método de aplicación del agua de manera eficiente y frecuente con los mínimos desperdicios tanto de agua, como de los fertilizantes al ser aplicados mediante este sistema (Burgueño,1995).

En la fertirrigación los fertilizantes sólidos y líquidos deben ser lo suficiente solubles y compatibles; el suministro de los nutrimento a través de micro aspersion es más efectivo que en otros sistemas de riego debido a que las cantidades necesarias a aplicar de estos elementos son generalmente muy bajas y es difícil calcularlas con grandes caudales de agua y en forma fraccionada, de allí la importancia del riego por goteo con el cual se disminuye las dosis llegando a emplear hasta un 20% de los quelatos que se utilizarían con el sistema de aspersion, además de lograr una distribución más homogénea (Rodríguez, 1982).

### **Ventajas**

Una de las principales ventajas del riego por goteo y la fertirrigación es la creciente habilidad para un adecuado manejo y aplicación de nutrientes, específicamente el

incremento en el uso eficiente del nitrógeno (N) y su virtual eliminación de pérdidas por filtración; otras ventajas importantes de la fertirrigación son:

Incrementa rendimientos y mejora la calidad de los productos debido a que:

- Las cantidades y concentraciones de nutrientes en este método, pueden dosificarse de acuerdo con los requerimientos del cultivo y sus etapas de desarrollo.
- Al aplicar los fertilizantes en forma soluble, se asimilan más rápidamente porque se distribuye en la zona de las raíces, algunos fertilizantes son asimilables directamente, otros requieren transformaciones químicas en el suelo.
- Las raíces del cultivo no se dañan con el fertirriego, como sucede con las técnicas convencionales, y el suelo se compacta menos.

**Ahorro en los costos de la fertilización, debido a que:**

- Cuando se riega con eficiencia y con alta uniformidad de distribución del agua, se requieren menos fertilizantes, que con los métodos tradicionales.
- Se usan menos equipo y menos energía para aplicar los fertilizantes.
- Se reducen las labores agrícolas.
- Se necesita menos personal para supervisar la fertilización.

**Facilita las labores agrícolas:**

- se puede fertilizar cuando el suelo o el cultivo impiden la entrada de la maquinaria de fertilización convencional. (Revista 1,1997).

### **Reduce la contaminación:**

- Si el agua se aplica uniformemente y con alta eficiencia, los excedentes de riego son mínimos, por lo tanto la percolación y el escurrimiento de agua con fertilizantes disminuye (SAGAR, 1997).

### **Desventajas**

- Se requiere inversión inicial
- Se requiere personal calificado.
- Debe adquirirse el equipo de fertirriego y accesorios de seguridad.
- Los fertilizantes solubles son caros.

### **Defectos de fertilización en sistemas mal diseñados, mal operados o con fugas.**

- Desperdicios de fertilizantes.
- Contaminación de acuíferos o corrientes superficiales.

### **Necesidad de capacitar personal para:**

- Seleccionar, manejar, y dosificar fertilizantes y operar el sistema de riego.

Peligros al usar mezclas de fertilizantes:

- Los fertilizantes no compatibles con otros o con el agua de riego, precipitan.
- Se necesita conocer la compatibilidad química de los fertilizantes, con el agua de riego



2 .-NITRATO POTASICO	C	-	C	C	C	C	C	C	135
3 .-SULFATO MAGNESIC	C	C	-	C	I	C	C	I	400
4 .-NITRATO AMONICO	C	C	C	-	I	C	C	C	1185
5 .-NITRATO CALCICO	C	C	I	I	-	I	C	I	2670
6 .-SULFATO AMONICO	C	C	-	C	I	-	C	C	700
7 .-UREA	C	C	-	C	C	C	-	-	1190
8 .-FOSFATO BICALCICO	C	C	I	C	I	C	-	-	-----

Si Los fertilizantes en la solución son incompatibles, se producen insolubilizaciones y precipitaciones de elementos nutritivos, que los hacen menos efectivos causando trastornos en las instalaciones del riego localizado.

En lo que respecta al cloruro y sulfato de potasio son compatible con la mayoría de las soluciones. Por otra parte, no deben mezclarse fertilizantes que en su composición lleven fósforo, calcio, hierro, ya que es muy probable que se formen precipitados.

### 2.3. Cuadro de Antagonismo entre minerales

Relación	Valor Aprox.	Efectos
Ca : Mg	> 5 : 1	Se incrementa la indisponibilidad de Mg: sucediendo lo mismo con alto PH < disponibilidad de P.
	3 : 1 a 4 : 1	Rango optimo. Mayoría de cult.
	< 3 : 1	La toma de P puede ser inhibida
	1 : 1	Mínimo límite aceptable, con valores más bajos se reduce disponibilidad de Ca.
K : Mg	> 2 : 1	Mg inhibido

	< 3 : 2	Optimo en cultivos de grano
	< 1 : 1	Optimo en vegetales y caña
	< 3 : 5	Optimo en frutales e invernaderos
Na	> 10%	Deficiencia de Ca y Mg y físicas

Dentro de los principales antagonismos conocidos estan:

- Ca – Mg
- Mg – P
- Ca – Fe
- NH<sub>4</sub><sup>+</sup> - Ca

No se ha encontrado todavía una explicación definitiva a todas estas interacciones ionicas. Revista 1, 1997.

### **Efectos de los fertilizantes en el agua de riego.**

Al disolverse los fertilizantes en el agua, sus características químicas se ven alteradas. Por lo tanto Estas alteraciones influyen en dos aspectos fundamentales como son:.

a).- Modifican la CE, ya que la adición de las distintas sales fertilizantes aumentan el contenido salino del agua, es decir se empeora la calidad del agua desde el punto de vista osmótico, pudiendo repercutir negativamente en el cultivo. Lo ideal es que los fertilizantes no aumenten en mas de 1 mmho/cm la Conductividad Eléctrica (CE) del agua de riego. Siendo así, se recomienda el fraccionamiento de la fertilización llegando en ocasiones a ser la aplicación diaria. De esta forma la CE del agua de riego debe estar entre 2 y 3 mmhos/cm, dependiendo del tipo de cultivo que se trate.

b).– Modifican el pH, debido a que los fertilizantes son altamente disociables, es claro que influyen en las propiedades químicas y en particular del PH, con sus respectivas consecuencias. Por ejemplo si se aumenta el PH se corre el riesgo de tener precipitaciones de calcio, ya que en PH alcalino, el catión es menos soluble. Por el contrario, si se baja el PH, se evitara las obstrucciones y se limpiara la instalación. Por lo que el valor en el pH del agua de riego deberá estar comprendiendo entre 6.0 y 6.5 para evitar precipitaciones.

## 2.11. Plagas y enfermedades

### 2.11.1 Plagas.

Los insectos que se comen las hojas, las vainas, las semillas, etc., constituyen una las plagas, mas importantes que se tienen son:

#### 2.4. Cuadro de las principales plagas y su control

NOMBRE	PRODUCTO	DOSIS	EPOCA DE APLIC.
CONCHUELA ( <i>Epilacha verivestis</i> )	Basudin 25	1.0 – 1.5 lt/ha	Cuando encuentre adultos y larvas en el envés de la hoja.
	Folimat	400 – 600 cc/ha	
	Decis 2.5 CE	200 – 300 cc/ha	
MINADOR DE LA HOJA ( <i>Liriomiza Sp.</i> )	Basudin 25	1.0 – 2.0 lt/ha	Cuando encuentre 20 hojas minadas de cada 100.
	Dimecron 100 ce	300 – 600 cc/ha	
	Trigard 75 PH	100 – 150 gr./ha	
MOSQUITA BLANCA ( <i>Trialeurodes Sp.</i> )	Folimat	400 – 600 cc/ha	Cuando encuentre las primeras mosquitas.
	Dimecron 100 ce	750 cc./ha	
	Nuvacron 60	750 – 1000 cc/ha	
	Curacron 500	1.25 – lt/ha	
CHICHARITA	Folimat	400 – 600 cc/ha	Cuando encuentre de 3 a
	Basudin 25	1.0 – 2.0 lt/ha	

(Empoasca Fabea)	Dimecron 100 ce.	300 – 600 cc/ha	5 chicharritas por planta.
	Nuvacron 60	750 – 1000 cc/ha.	
	Folimat	400 – 600 cc/ha	
PICUDO DEL EJOTE (Apion Godmani)	Basudin 25	1.0 – 2.0 lt/ha	Al iniciar la floración y formación de vainas.
	Folimat	400 – 600 cc/ha	
DORADILLA O DIABROTICA (Diabrotica balteada)	Basudin 4% g	20 – 25kg	Cuando se encuentre 2 insectos por planta.
	Basudin 25	1.0 – 20 lt/ha	
	Nuvacron 60	750 – 100 cc/ha	
	Folimat	400 – 600 cc /ha	
	Servín 80% PH	1.0 – 1.5 kg/ha	

### 2.11.2. Enfermedades.

Las enfermedades que se presentan en el cultivo del frijol son factores que limitan el rendimiento, de estas se conocen más de 30 a nivel mundial, que son causadas por hongos, bacterias, virus, nemátodos y organismos tipo mycoplasma. Entre las enfermedades más comunes que atacan al en México se encuentran.: la antracnosis, la mancha anular, la mancha foliar por *Ascochyta*, la mancha redonda, las pudriciones de raíz, el tizón común y el tizón del halo.

**Antracnosis.** La antracnosis es probablemente la enfermedad más importante del frijol común, *Phaseolus vulgaris*, a nivel mundial. Esta enfermedad está distribuida en todos los países frijoleros del mundo; si embargo, causa mayores daños en zonas templadas y subtropicales que en las tropicales. La antracnosis puede causar daños muy severos ocasionando perdidas totales en el rendimiento, sobre todo cuando se siembra semilla infectada de una variedad susceptible, así mismo las condiciones ambientales son favorables por mucho tiempo y la enfermedad empieza durante las primeras fases temprano del ciclo del cultivo.

La antracnosis se encuentra reportada en 14 estados productores de frijol en México, su importancia radica en que se presenta con mayor severidad de ataque en las zonas más productoras de frijol, las cuales son áreas compactas que presentan mayor vulnerabilidad al desarrollo de la epifitias por esta enfermedad, Las zonas productoras de frijol, donde se presenta la antracnosis, representan alrededor de del 75% del total de la superficie sembrada en el País.

En México se ha encontrado esta enfermedad en siembras comerciales de frijol en unicultivo, con una incidencia del 100% y en frijol asociado con maíz, con una incidencia del 54% en la etapa de plántula y del 92% en plantas adultas. Respecto a las perdidas que causa en el rendimiento, hay reportes en México de pérdidas en producción de hasta un 47% en frijol, solo por esta enfermedad. En frijol asociado con maíz se ha encontrado la antracnosis asociada con mancha angular, reportan perdidas del 61%.

**La antracnosis es un hongo que pertenece a:** La clase Deuteromicetos; orden: Melanconiales, y sus características son, acérvulo en forma de disco o de cojín, ceroso, subepidérmico, típicamente con espinas o setas negras en los bordes. La temperatura optima para el crecimiento del hongo en cultivo es de 22.5 °C y la producción de conidios es favorecida en temperaturas entre los 10 y 14 °C y severamente limitada a temperaturas mayores de 30°C. Los aislamientos tienden a perder viabilidad y patogenicidad cuando se transfieren con frecuencia, por lo que es necesario realizarlos con plantas inoculadas o almacenarlos a bajas temperaturas.

**Sintomatología.** Los síntomas de la enfermedad pueden aparecer en todas las partes aéreas de las plantas como son: hojas, tallos, vainas, pecíolo, sépalos, brácteas florales y semilla, los síntomas se manifiestan con manchas características de 2-3 mm; de color pardo, con bordes rojizos, negruzcos, aislados o confluentes. En tiempo húmedo, suele aparecer sobre la superficie de las manchas, exudados de color rosado, que es el momento de abundante esporulación. Un síntoma típico es la formación de canchales oscuros, hundidos en las vainas, estos se profundizan hasta alcanzar la semilla, que cuando son afectadas muestran lesiones de color pardo, y al germinar presentan úlceras negruzcas en los cotiledones. Si los tallos son atacados poco tiempo después de emerger, llegan a formar canchales profundos que ocasionan la muerte de plantas. Sobre el follaje un síntoma característico es el ennegrecimiento de las nervaduras, en el envés de las hojas.

**Epidemiología.** La Antracnosis es una enfermedad de clima fresco, alta humedad relativa y lluvias frecuentes; La infección del hongo es favorecida por temperaturas entre 13 y 26 °C, con un óptimo de 17 °C, Tanto la infección como el desarrollo del hongo son retardados o inhibidos en temperaturas menores de 7 °C o mayores de 33 °C. Alta humedad relativa, mayor de 92 % y una lamina de agua es requerida durante los estados de la germinación de conidios, incubación y esporulación. Lluvias moderadas e intervalos frecuentes acompañados de corrientes de viento que resulten de salpique son muy importantes para la diseminación de los conidios a cortas distancias e intervienen para que la antracnosis se convierta en una

epidemia severa. La semilla infectada es quizás la forma más importante de supervivencia del hongo de la antracnosis del frijol y la manera más eficiente de diseminar el patógeno, sobre todo a largas distancias.

### **Medidas de manejo y control**

En México, el cultivo del frijol se realiza en mayor parte por agricultores de escasos recursos, los cuales no utilizan fungicidas para el control de la antracnosis debido a la poca rentabilidad del cultivo, al elevado precio del agroquímico, el alto riesgo que en algunas zonas representa la siembra del frijol, el desconocimiento de la enfermedad o del producto para su control. Los fungicidas recomendados para esta enfermedad son el Daconil, el manzate 200, el Cobrezate y el delsene; en cultivos establecidos para desinfectar la semilla se recomienda ferbam, ziram y arazan. Otra medida de prevención es la eliminación de los residuos infectados durante la cosecha; sin embargo generalmente esto se lleva acabo, quedando algunas semillas infectadas o restos de plantas que pueden servir para perpetuar la enfermedad en el campo.

**Mancha angular.** La mancha angular se presenta en las regiones tropicales y subtropicales, y las pérdidas que causa en el rendimiento han sido del 50%, en Estados Unidos; 40-60% en Colombia y 80% en México. Este hongo pertenece a la clase. Deuteromicetos; orden: moniliales; familia: Stilbaceae. Los síntomas de infección son comunes en las hojas, y se presentan generalmente como lesiones angulares delimitadas por las nervaduras. Inicialmente aparece en el envés de las hojas como pequeños puntos grises, y dependiendo de la variedad puede

presentar un halo clorótico de márgenes indefinidos, generalmente el patógeno puede producir estructuras reproductivas.

La infección generalmente se presenta en las hojas inferiores, las cuales se convierten en fuentes de inóculo secundario de las hojas superiores y de las vainas, logrando así causar la defoliación completa de la planta e infectar la totalidad de los tejidos. En el tallo, las ramas, y los peciolo, las lesiones son de color café – rojizo con bordes más oscuros y de forma alargada, en condiciones de alta humedad, produce estructuras reproductivas sobre estas lesiones, estas en las vainas son manchas ovales o circulares de centro rojo marrón, que se presentan en ocasiones, bordes oscuros, así mismo estas pueden aumentar de tamaño cubriendo completamente las vainas. El complejo climático más favorable para el desarrollo de la enfermedad la determina la temperatura moderada, agua continua sobre el follaje y en el tallo o por la humedad alta (mas de 48 horas). Las variaciones de luz y temperatura también determinan el comportamiento del hongo y sus infecciones en el campo. La temperatura de adaptación oscila entre 15 y 25 °C, La densidad de población es otro de los factores que influyen ya que a mayor densidad de población mayor es la incidencia.

**Manejo.** Existen diferentes medidas de control que al integrarlas pueden evitar que ocurran pérdidas severas en el rendimiento. Las más importantes son la rotación de cultivos, la eliminación de residuos de cosecha, el uso de semilla libre del patógeno, la aplicación de fungicidas y el uso de variedades resistentes entre

los fungicidas se recomienda aplicar daconil, Combrezate y Manzate, antes y al momento de aparecer los primeros síntomas.

**Pudrición de la raíz.** Los patógenos que causan las pudriciones radicales se encuentran en todas las regiones donde se cultiva el frijol. Por lo tanto la importancia económica de la pudrición de las raíces es difícil de evaluar. Uno de los defectos principales del ataque de estos patógenos es la mala germinación, sin embrago, esto también puede ser debido al uso de semilla de mala calidad. En la mayoría de los casos los síntomas primarios causados por este organismo ocurre por debajo del nivel del suelo, esto puede dificultar la observación del problema en sus primeros estados. También puede ocurrir que los daños se presenten en las raíces más pequeñas, siendo muy difícil extraerlas para observar en ella los síntomas de la enfermedad.

**Pudrición por rhizoctonia** . Esta ocasiona daños principalmente en condiciones húmedas, durante las dos primeras semanas después de la siembra, especialmente cuando el frijol es mas susceptible. El ataque disminuye la emergencia de las plántulas, esta se retrasa debido a la siembra muy profunda y a la textura muy pesada del suelo.

**Epidemiología.** La severidad de la enfermedad depende de: la humedad del suelo, la temperatura, el estado de nutrición, los exudados de la planta y sus raíces las cuales estimulan el crecimiento.

**Pudrición de raíz por Fusarium.** Son micelios abundante y algodonoso, frecuentemente de color rosa, púrpura o amarillo. Los síntomas iniciales aparecen como lesiones o vetas rojizas en el hipocotilo y en la raíz primaria, a medida que progresa la infección, las lesiones se unen, se tornan de color café y pueden extenderse hasta la superficie del suelo. Las lesiones no tienen un margen bien definido y pueden presentar agrietamiento. En el follaje no se observa un marchitamiento muy pronunciado, aunque el crecimiento se retarda, se amarillea y las hojas se caen permanentemente.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **3.1. Localización del sitio experimental**

El presente trabajo de investigación, se llevo acabo en el campo experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Pecuarias ( INIFAP), localizado al noreste de la ciudad Anahuac Nuevo León, teniendo como coordenadas geográficas 27° 14' de latitud Norte, 100° 09' longitud oeste del meridiano de greenwich y una altitud de 187 MSNM. El establecimiento del lote para el de frijol fue realizado durante el ciclo primavera – verano de 1998.

### **3.2. Características del clima**

De acuerdo al sistema de clasificación de climas realizada por Koppen, modificada por García (1973), el clima que predomina en la región de Anahuac N.L. se define como: BW(h')hW(x')(e)

DONDE:

B .- Clima muy seco

W .- Muy árido

(h')h muy cálido

W(x') Con tendencia a llover todo el año

(e) muy extremoso

La temperatura media anual es de 26°C con una precipitación media anual de alrededor de 284mm., esta se presentó durante los meses más lluviosos en el año que corresponden (Abril a Septiembre), siendo el más lluvioso el mes de Agosto. Los vientos dominantes en la región son del (SE) con una velocidad media anual de 16 a 23km/hra. Los nortes, por lo general duran pocos días, sin embargo algunas veces se suceden una que otra y parece que son solo un temporal. La humedad relativa en época de lluvia alcanza un valor máximo de 85.6%, mientras que en la época de sequía muestra un mínimo de 44.2%.

**Cuadro 3.1. Temperaturas Para los Meses de Marzo a Julio (Duración del Cultivo).**

Mes	Temperatura (°c)	
	Máxima	Mínima
Marzo	14.6	12.28
Abril	29.77	15.97
Mayo	36.6	21.8

Junio	39.3	24.6
Julio	39.8	24.3

### 3.3. Suelo.

El frijol prospera mejor en suelos fértiles y de estructura media, como el franco Arcilloso, que se caracteriza por ser profundos y bien drenados, así mismo el frijol crece bien en suelos con PH entre 5.5 a 6.5. el cultivo se realizo en un suelo profundo que se ha trabajado anteriormente durante varios años, en el que los residuos de cada cosecha se incorporan al mismo, para aumentar su contenido de materia orgánica.

El análisis del suelo se realizó en el laboratorio de calidad de aguas del departamento de riego y drenaje de la “Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro” reportando las siguientes características físico - químicas del suelo, señaladas el cuadro .

**Cuadro 3.2. Característica Físico Químico del Suelo en el Sitio del Experimento.**

Características	Resultados
P.H.	8.08
C.E.	1.11
Na.	64
K	54
NO3	77
Arena	28.8%

Limo	28.8%
Arcilla	43.2%

El suelo que se tiene en el lugar del sitio experimental está considerado según la clasificación FAO-UNESCO, modifica por DETENAL, como un Xerosol lúvico, según el sistema de clasificación americano, se ubica dentro del orden aridisol y suborden argid. Los aridosoles se caracterizan por ser suelos de zonas áridas con una precipitación media anual alrededor de 350mm.

#### **3.4. Agua.**

El agua de riego que se utilizo en el trabajo se extrae del distrito de riego Anáhuac 001, que se localiza en la parte norte del estado de Nuevo León, este limita al norte con los E.U.A., al sur con el distrito de Apodaca, al este con el estado de Tamaulipas, y al oeste con el estado de Coahuila. Su ubicación geográfica esta comprendida entre los meridianos  $99^{\circ} 25'$  y  $100^{\circ} 51'$  longitud oeste y entre los paralelos  $26^{\circ} 25'$  y  $27^{\circ} 45'$  latitud norte. El área de influencia de este distrito comprende los municipios de Sabinas, Vallecillo, Lampazos, Villaldama, Bustamantes y Anáhuac; conjuntamente estos municipios suman una superficie de 1'408,360 Has.

#### **3.6. Material genético utilizado.**

El material genético que se utilizó fue la variedad Peruano y pinto laguna 80 ya que se desea conocer si son redituables para estas condiciones climáticas.

### **3.5. Tratamientos evaluados**

El estudio consistió en evaluar el comportamiento de desarrollo en dos variedades de frijol de alta y baja densidad con una densidad de población alta 375,000pl./ha. y en baja 250,00pl./ha.

**Los tratamientos fueron los siguientes:**

**1). Tratamiento I y III.** En estos tratamientos se propuso dar riegos y fertilización normales, estos tratamientos se conformaron de frijol pinto laguna y peruano (densidad normal)

**2). Tratamiento II y IV.** En estos se programó una fertilización mayor en comparación con el tratamiento I y III, para ver el comportamiento de desarrollo y producción de grano, estos tratamientos se conformaron con frijol pinto laguna y peruano (alta densidad)

#### **3.5.1. Distribución de los tratamientos.**

Los tratamientos se distribuyeron en el campo de la siguiente manera; las densidades normales a dos camas por tratamiento con dos hileras por cama, y las altas densidades a tres camas por tratamiento con tres hileras por cama.

### **3.5.2. Diseño experimental.**

El trabajo consistió en evaluar cuatro tratamientos diferentes de dos variedades (Peruano 80 y Pinto Laguna), bajo condiciones de riego por goteo con fertirrigación, estudiando el rendimiento de grano bajo la prueba (t student).

## **3.7. Manejo del experimento**

### **3.7.1. Preparación del terreno**

La preparación del terreno para el establecimiento del experimento se efectuó el 20 de febrero de 1998, las labores realizadas fueron, barbecho, rastreo. Posteriormente se levantaron las camas meloneras dando un espaciamiento entre ellas de 1.70 Mts. El riego de presembrado se efectuó el 27 de febrero, para asegurar un porcentaje mayor de plantas emergidas. Así mismo la cintilla de riego se instaló a una profundidad de 6 cm.

### **3.7.2. Siembra**

La siembra se realizo mecánicamente el 23 de marzo. Sembrado en dos hileras por cama en las variedades de frijol normal y tres hileras en las camas de variedades de frijol de alta densidad.

### 3.7.3. Labores culturales

Se realizaron dos deshierbes con azadón durante el desarrollo del cultivo a fin de evitar la competencia entre el cultivo y las malezas.

### 3.7.4. Fertilización en la siembra

Se inició dando una fertilización a las camas con una dosis de 100kg/ha. de la formula 18-46-00 , la dosis estimada para cada cama fue en, las variedades normales 119-69-00 Kg./ha. Aplicando un total de 17.6 Kg. De urea y 5.88 Kg. De Acido Fosfórico, para variedades de alta densidad 400-184-440 Kg./ha. En la que se aplico 88.8 Kg. De Urea , 23.46 Kg. De Acido Fosfórico, y 89.76 Kg. De Tio H. Sulfato de Potasio (KTS).

**Cuadro 3.3. Fertilización en las Etapas del Cultivo.**

Formula	Formula
119-69-00	400-184-440
Densidad Normal	Alta Densidad

Etapas	% N	% P	%K	% N	% P	% K
1	3.5	15.76	4.74	3.5	15.76	4.74
V3	1.3	3.0	1.2	1.3	3.0	1.2
V4	2.6	9.1	2.4	2.6	9.1	2.4
R5	10.3	15.2	10.5	10.3	15.2	10.5
R6	14.9	15.2	16.6	14.9	15.2	16.6
R7	20.6	18.2	21.1	20.6	18.2	21.1
R8	28.4	21.2	28.6	28.4	21.2	28.6
R9	21.9	18.2	19.6	21.9	18.2	19.6

---

### 3.7.5. Medición de la humedad del suelo

La medición de la humedad del suelo se efectuó a diario, ya que se establecieron tensiómetros en el área donde se realizaba el experimento, permitiendo de esta forma conocer el contenido de humedad del suelo y con ello poder regar cada que el cultivo presentara deficiencia de humedad, los riegos se dieron hasta llegar a 20cb.

### 3.7.6. Cosecha

La cosecha se llevo acabo en madurez fisiológica, esta se realizo cuando se observo el marchitamiento de las hojas y caída de las mismas, por otra parte se dejo que todas las plantas se secaran y que las vainas perdieran su pigmentación,

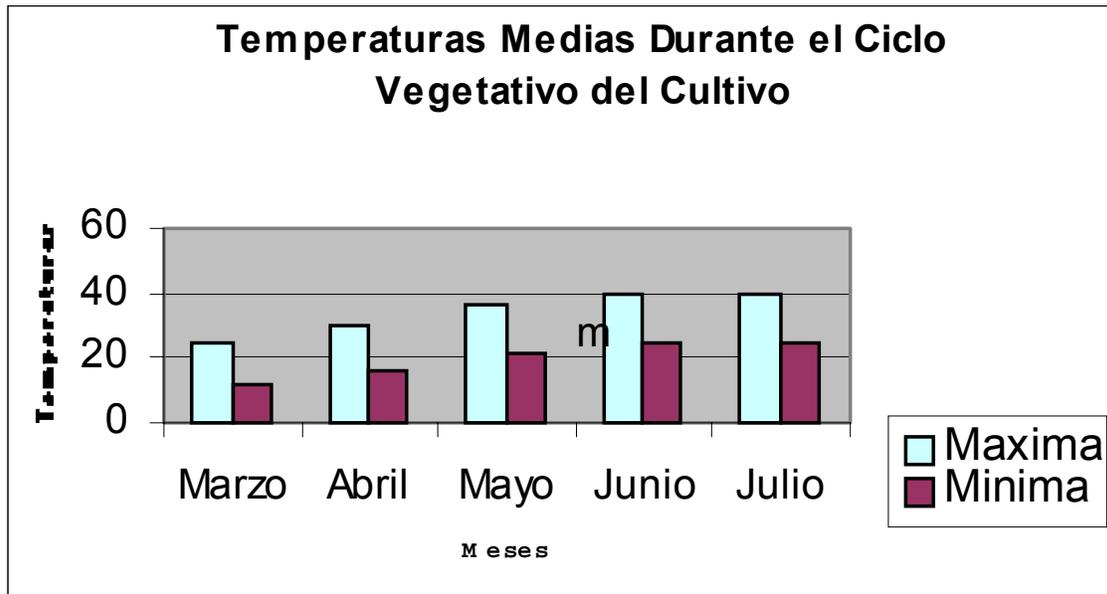
momento en el cual las semillas adquieren su coloración típica y su contenido de agua hasta alcanzar el 15%.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

### **4.1. Condiciones climáticas.**

Durante el desarrollo del cultivo, las lluvias que se presentaron no tuvieron una incidencia ya que fueron mínimas, en lo que respecta a las temperaturas representaron un papel muy importante ya que fueron las causantes del abortamiento de flores lo que afectó en el rendimiento del cultivo tanto en frijol (normal como alta densidad). Las temperaturas oscilaron entre los (30 y 44 °c) como se muestra en la (figura 4.0.).

Figura 4.1. Temperaturas Medias el Periodo que se Realizo el Experimento.



#### 4.2. Fenología.

Las etapas fenológicas del cultivo son descritas según la escala del CIAT 1990 (cuadro 4.0) en donde se observa que el numero de días a emergencia del cultivo se de seis días. El ciclo vegetativo del cultivo es de 85 días, el inicio de floración y maduración fue alcanzado a los 34 y 70 días después de la siembra respectivamente. Para esta determinación se realizaron dos muestreos.

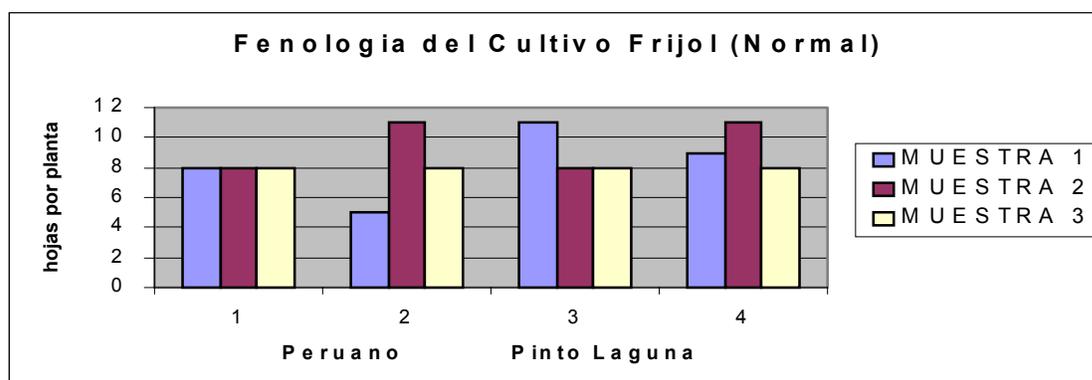
**Cuadro 4.1. Etapas de desarrollo del cultivo de frijol.**

Etapas	Días	Características	Meses
V0. Germinación	6	Cuando la semilla tiene la suficiente humedad.	Marzo
V1. Emergencia	9	Cuando los cotiledones aparecen al nivel del suelo.	Marzo - Abril
V2. Hojas Primarias	15	Cuando las hojas primarias	Abril

		están desplegadas.	
V3. 1ª. Hoja Trifoliada	23	Cuando la planta presenta la 1ª. Hoja abierta y plana.	Abril
V4. 3ª. Hoja Trifoliada	28	Cuando la 3ª. Hoja se encuentra desplegada.	Abril
R5. Prefloración	34	Cuando aparece el primer botón o el 1er. Racimo.	Abril
R6. Floración	39	Cuando la planta presenta la 1ª. Flor abierta.	Abril – Mayo
R7. Formación de Vaina	48	Cuando la planta presenta la 1ª. Vaina con la corola colgada	Mayo
R8. Llenado de Vaina	70	Cuando el 50% de las plantas empiezan a llenar la 1ª. vaina	Mayo – Junio
R9. Maduración	85	En esta ocurre la maduración	Junio - Julio

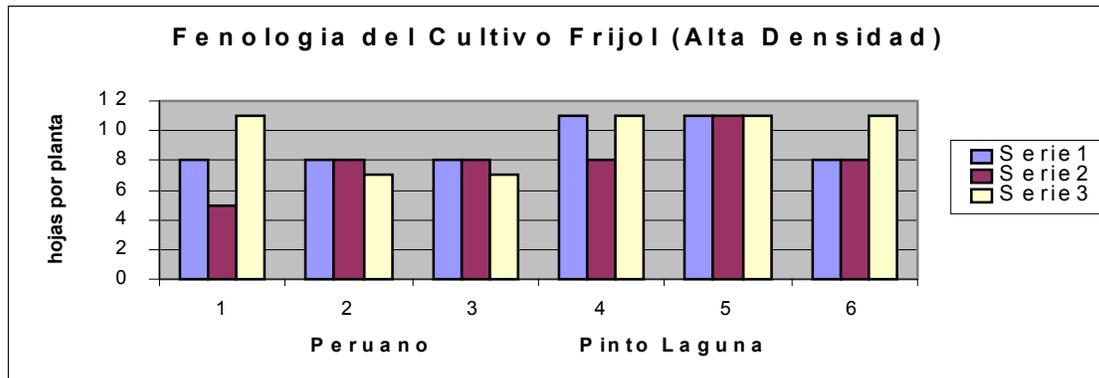
Primer muestreo, la fenología del cultivo se realizó tomando tres muestras al azar por cama de siembra, arrojando valores de 5 a 11 hojas por planta en los tratamientos de alta y baja densidad, esta actividad se realizó a los 26 días después de la siembra lo que representa la etapa V4 que corresponde a la 3ª hoja trifoliada. Claramente se ve que existe varianza en el número de hojas del frijol peruano en comparación con el pinto laguna a esta fecha. La variación que se presenta en las variedades se debe a las características de las variedades ya que una es de ciclo corto y otra de ciclo largo, caso del frijol Peruano. Ver fig.(4.2. y 4.3.)

Figura 4.2. Fenología del Cultivo (F.C.) observada a los 26 Días después de la



Siembra (DDS). Frijol Densidad Normal.

Figura 4.3. Fenología del Cultivo (F.C.) en Variedades de Alta Densidad a los 26 Días Después de la Siembra.



El segundo muestreo de la Fenología del cultivo se realizó a los 35 días después de la siembra, para estas alturas del cultivo las plantas en promedio presentaban el mismo numero de hojas, el muestreo se realizo en la etapa R6 que corresponde a la floración Como se ve en las figuras (4.4 y 4.5).

Figura 4.4. Fenología del Cultivo en la Densidad Normal, a los 35 Días Después de la Siembra. (Floración).

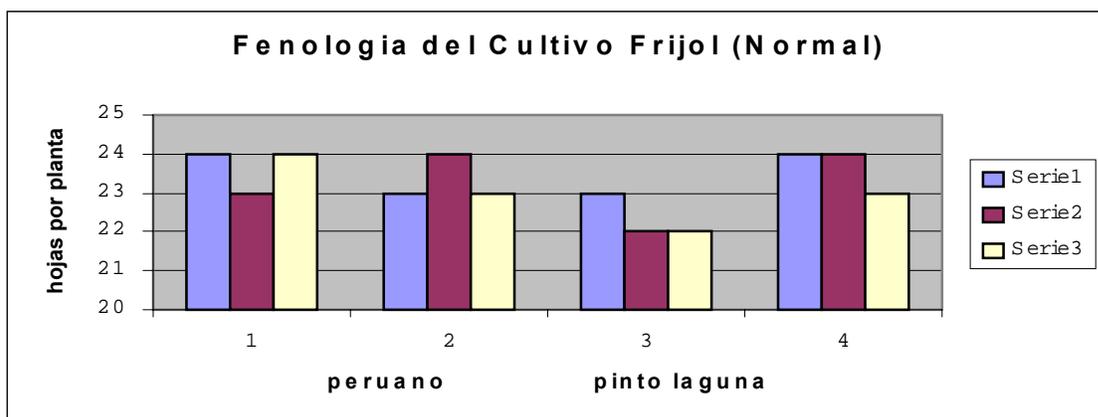
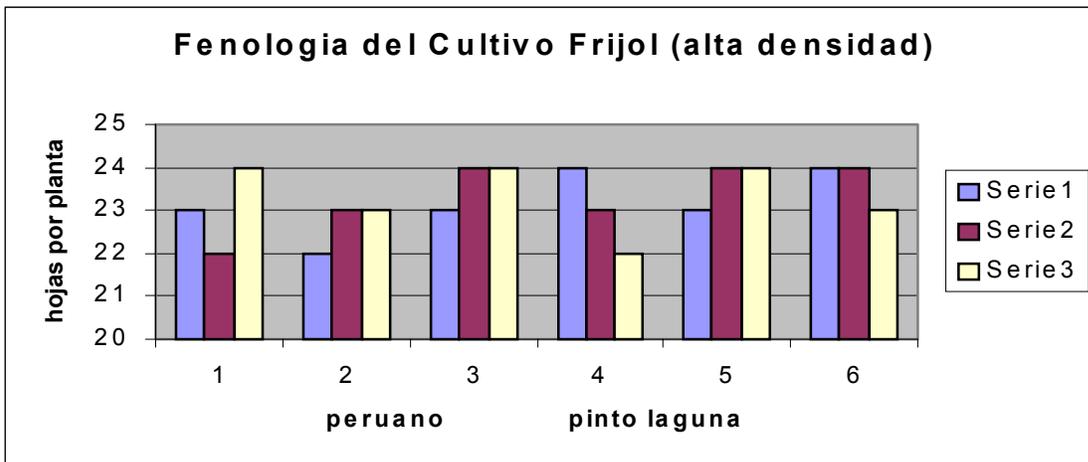


Figura 4.5. Fenología del Cultivo en Alta Densidad, a los 35 Días Después de la Siembra. (Floración).



### 4.3. Humedad del suelo

En las figuras 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13 se muestra el comportamiento de la humedad del suelo en los perfiles de (0-30 y 60 – 90). En el área de estudio. Dichas muestras se tomaron mensualmente.

Figura 4.6. Contenido de Humedad en el Suelo, Mes de abril Profundidad (0 – 30) .

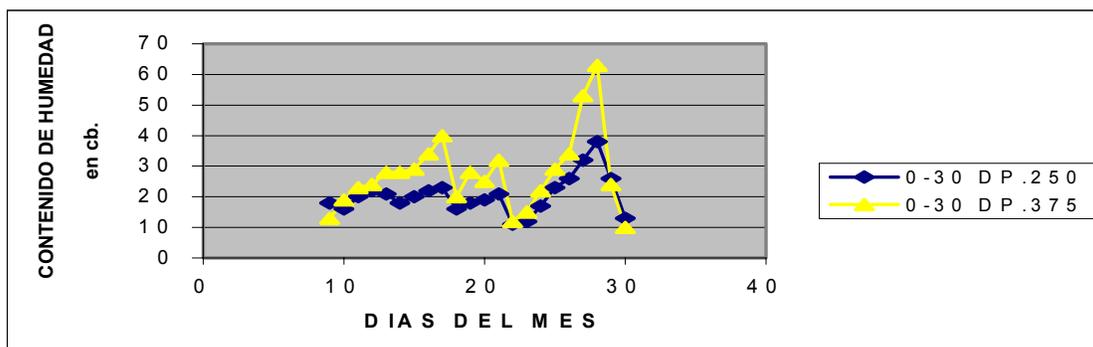
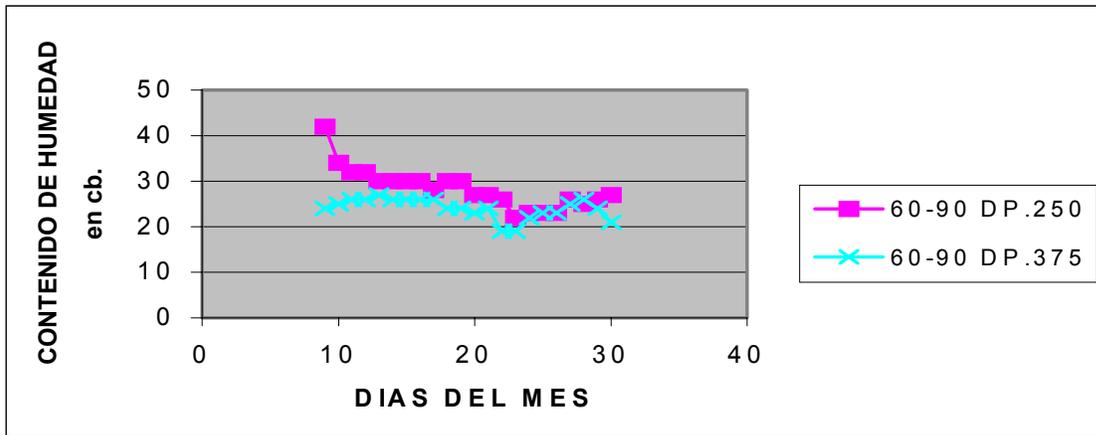


Figura 4.7. Contenido de Humedad en el Suelo, Mes de Abril Profundidad (60 – 90)



En el mes de abril fig.4.6 y 4.7 se muestra un comportamiento diferente en los contenidos de humedad en los perfiles seleccionados, en el que los tratamientos de alta densidad muestran menor humedad en comparación con las densidades normales, en las etapas (V2 a R6), que comprende de la 1ª hoja trifoliada a la floración.

Respecto al mes de mayo Fig. (4.8 y 4.9) el comportamiento de la humedad fue diferente a la del mes de abril, ya que en mayo se observa claramente que no hubo una uniformidad de la humedad, estando en este mes las etapas formado y llenado de vaina lo que pudo ocasionar disminución en el rendimiento.

Figura 4.8. Contenido de Humedad en el Suelo Mes de Mayo, Perfil (0-30)

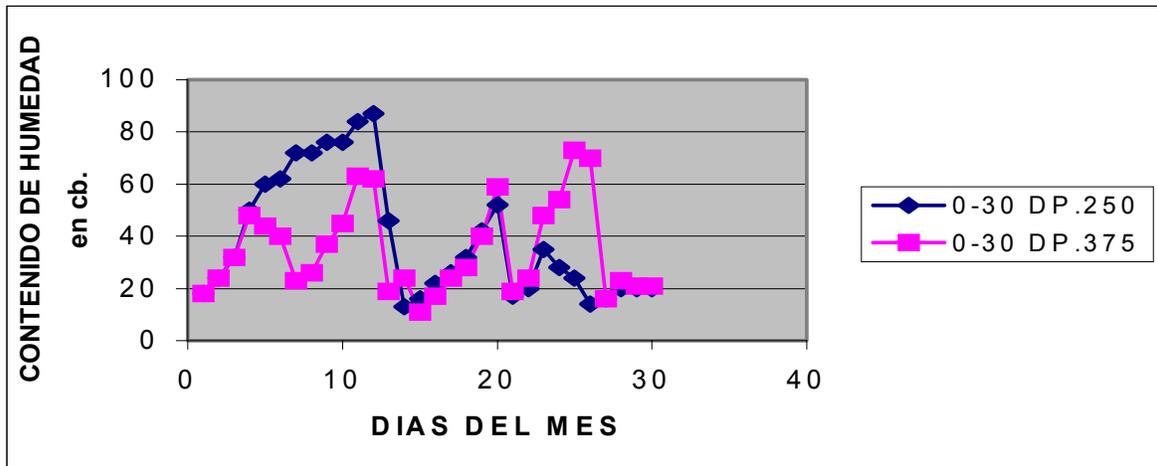
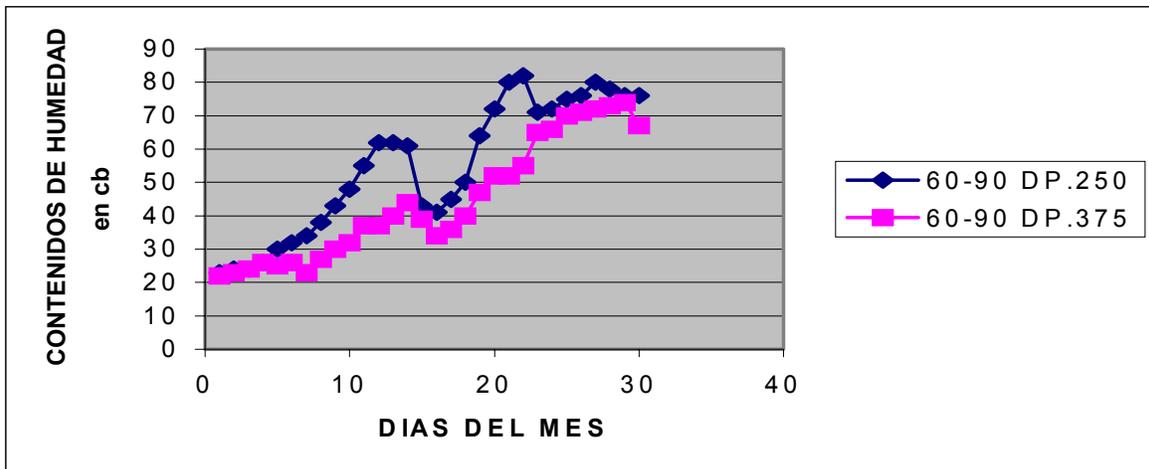


Figura 4.9. Contenido de Humedad en el Suelo Mes de Mayo, perfil (60-90)



En la etapa de maduración, que se presentó en el mes de junio se observa un comportamiento muy variable ya que en los primeros días del mes la humedad era muy baja, esto en la finalización de la etapa llenado de vainas, al iniciar la maduración la humedad fluctuó marcadamente entre 20 y 80 Centí Bares (cb.) esto en el perfil 0-30 ya que en el 60-90 la humedad se mantuvo entre 45 y 80 cb. Siendo 200 la máxima sensibilidad del tensiometro digital. Fig.(4.10 y 4.11)

Figura 4.10. Contenido de Humedad en el Suelo Mes de Junio, Perfil (0-30)

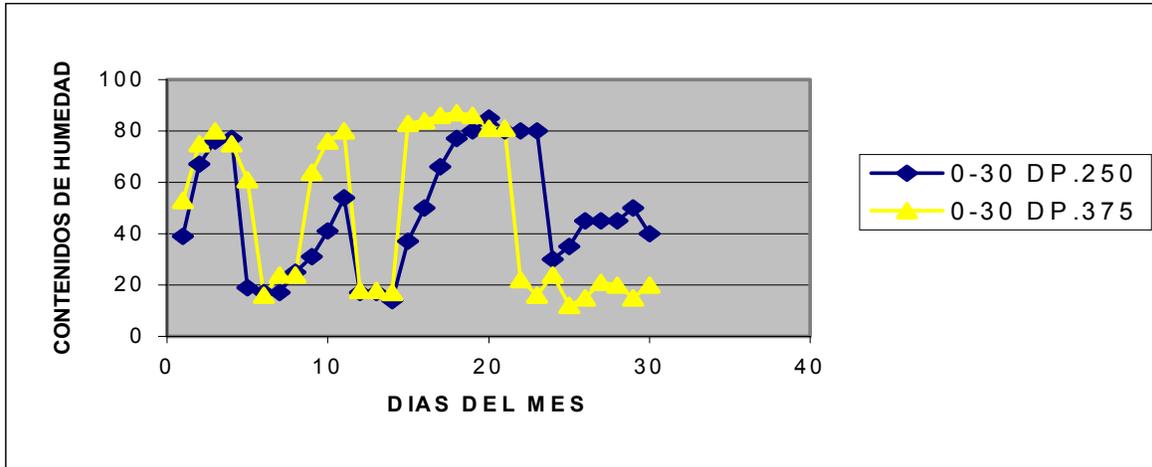
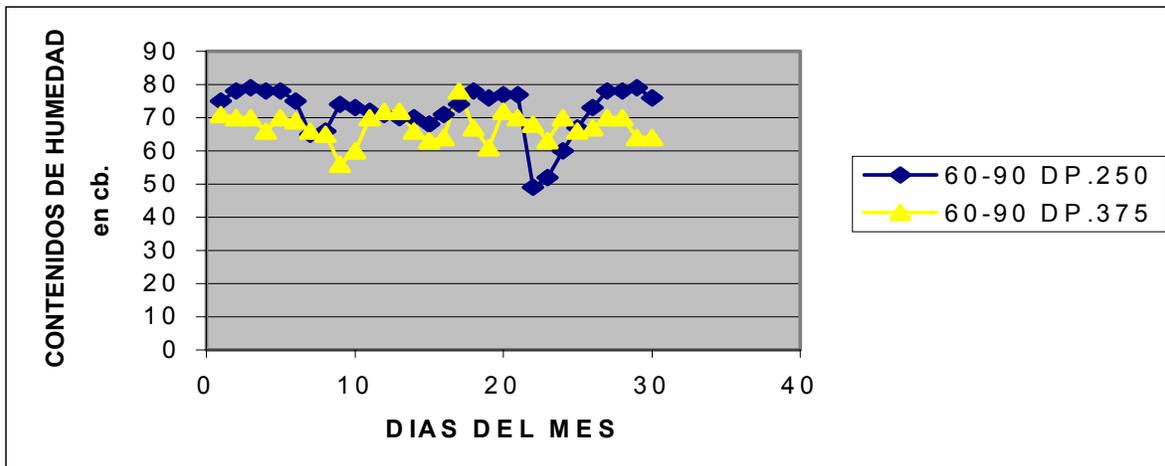


Figura 4.11. Contenido de Humedad en el Suelo Mes de Junio, perfil (60-90)



Para los primeros días del mes de julio la humedad en el perfil 0-30 fluctúa entre los 20 y 45 cb. , mientras en el perfil de 60-90 entre 60-80 cb., esta variación entre los perfiles es debido a que la planta necesita de agua y como no tiene la suficiente tiene que absorber la del perfil inferior por tener una raíz típica pivotante en este caso absorbió del perfil 60-90, se da el caso de déficit hídrico de agua en la planta, en la etapa de madures fisiológica Fig. 4.12 y 4.13.

Figura 4.12. Contenido de Humedad en el Suelo Mes de Julio, perfil (0-30)

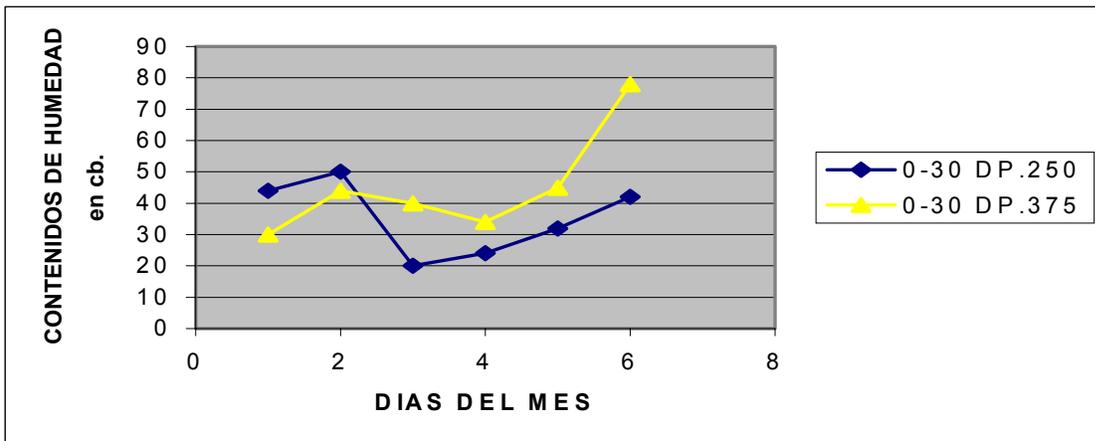
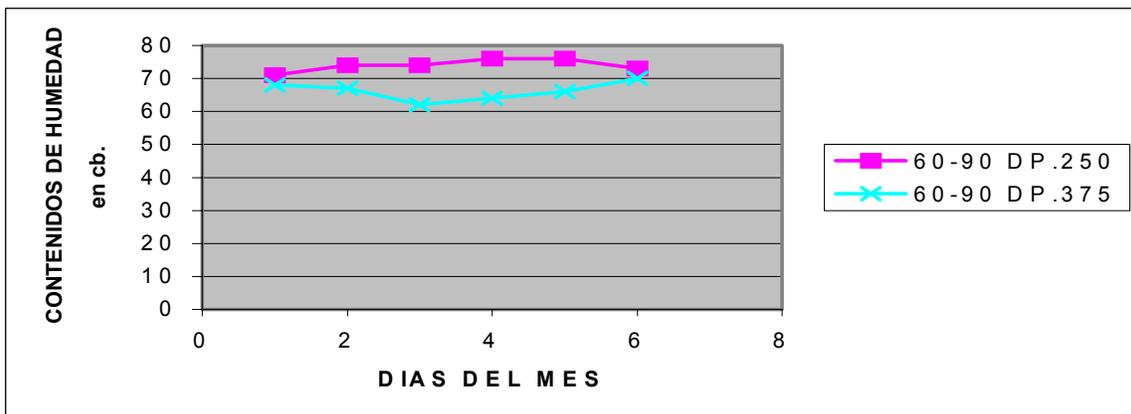
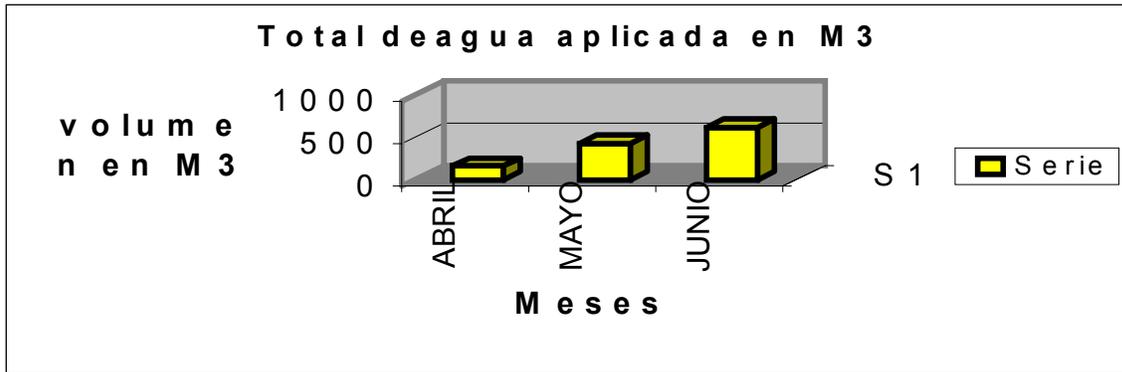


Figura 4.13. Contenido de Humedad en el Suelo Mes de Julio, perfil (60-90)



Durante el ciclo del cultivo se aplicó un total de agua  $1,190 \text{ M}^3$ , en la parcela experimental, en Abril  $159 \text{ M}^3$ , Mayo  $432 \text{ M}^3$ , Junio  $624 \text{ M}^3$ , lo que equivale a  $7,000 \text{ M}^3/\text{ha}$  equivalente a una lamina de riego total de 70cm.. Lo que se puede observar en la figura 4.14. donde se representa la cantidad mensual en  $\text{M}^3$ .

Figura 4.14. Total de Agua que se Aplico Durante la Duración del Cultivo.



#### 4.5. Area foliar.

Existen diversos métodos para determinar el área foliar. Sin duda el mas conveniente pero también el mas costoso al principio, consiste en utilizar una máquina que mide el área foliar por medio de un sistema óptico. Una alternativa es dibujar el contorno de las hojas y recortar los dibujos, pesar el papel y calcular una relación entre el peso del papel y sus áreas. En este caso la determinación se hizo usando una maya de puntos conformada, por una cuadrícula de  $\text{cm}^2$ . Fig. 4.14 y 4.15.

Figura 4.15. Indice de Area Foliar Frijol Densidad Normal (Peruano y Pinto L.)

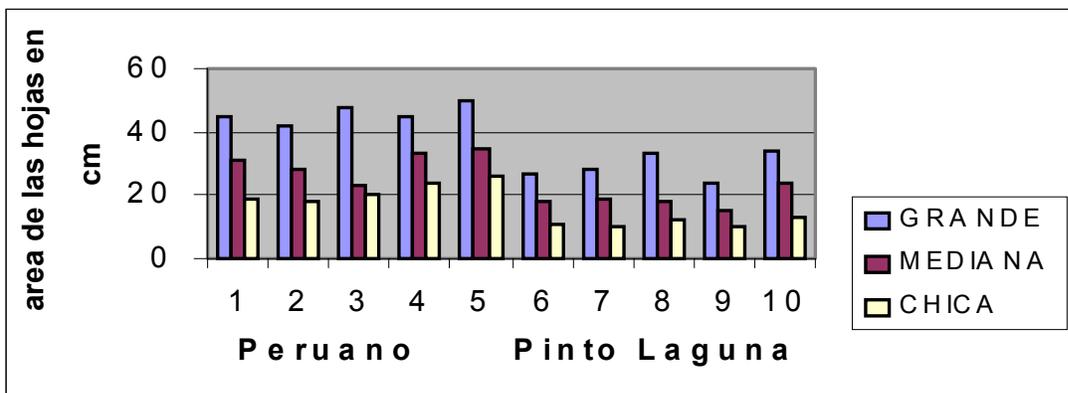
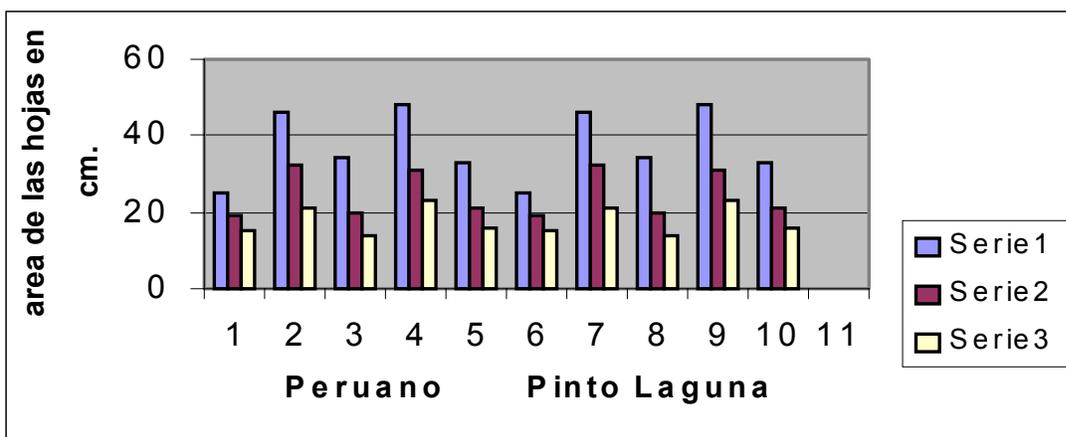


Figura 4.16. Índice de Area Foliar Frijol Alta Densidad (Peruano y Pinto laguna)



El área foliar de las plantas en las densidades normales presento una variación marcada en cuanto al tamaño de las hojas, siendo mas grandes la de la variedad peruano ver. Grafica 4.15, en lo que respecta a las altas densidades el comportamiento fue similar en las dos variedades como se puede ver en la gráfica 4.16.

#### 4.6. Densidad de población

En el experimento se propuso una densidad de siembra de (250,000 ptas./ha. En densidades normales y 375,000 ptas./ha. En alta densidad). Esto con la finalidad de comprobar si la densidad de población, es un factor determinante para una mayor o menor producción en el rendimiento de grano. En nuestro experimento se realizó un muestreo de densidad de población para ver que densidad se tenía en

el campo o área del experimento, dando los siguientes resultados en promedio, (247,000 plantas./ha. en densidades normales y 373,000 plantas./ha en alta densidad), lo que indica que no hubo una germinación del 100%de lo establecido. Teniendo el 98.8% de germinación en densidad normal y 99.4% en alta densidad.

#### 4.7. Rendimiento de grano.

En el cuadro 4.1 se presentan los valores del rendimiento de grano por hectárea, donde se observa una variación, el tratamiento 1 que corresponde al frijol pinto laguna con una densidad de población de 248,000 plantas por hectárea y una dosis de fertilización de 119-69-00, posee una diferencia estadística altamente significativa con respecto a los demás tratamientos estudiados.

en general las altas densidades de población y dosis de fertilización, no favorecieron al rendimiento de este cultivo el cual fue limitado en su potencial de producción por condiciones de clima presentes en el desarrollo del cultivo (44 grados centígrados en la s etapas de floración y llenado de vaina ), las cuales su potencial de producción disminuyo en más del 95% , la principal fue la de la variedad Peruano debido a que es de ciclo largo.

Cuadro 4.2. resultados de la Prueba t student al 0.05%.

Tratamientos	D.P. Ptas./ha.	Rto. En Kg./ha.	Significancia
			P.L. Peruano
Pinto Laguna	250,000	591	**

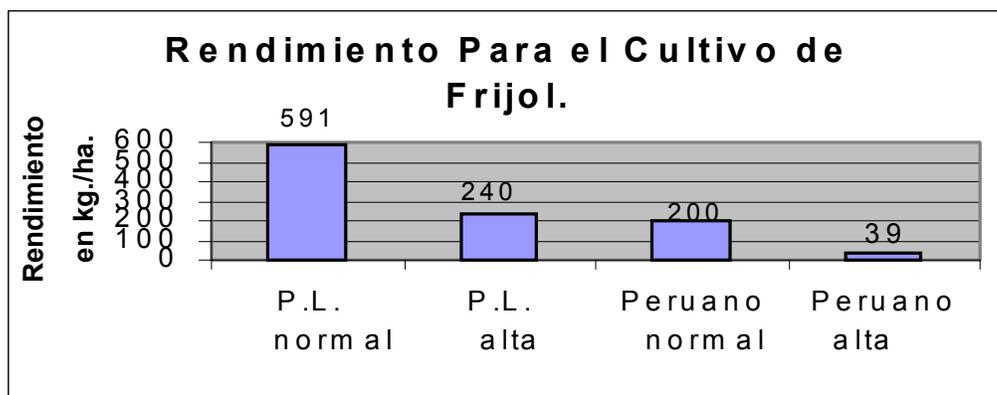
Pinto Laguna	375,000	240	*
Peruano	250,000	200	*
Peruano	375,000	39	N.S.

\*\* . Altamente significativo

\*.Significativos

N.S. (No significativo).

**Figura 4.17. Rendimiento de Frijol Pinto Laguna y Peruano en Diferentes Densidades de siembra en Anáhuac.**



## CONCLUSION Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados que se obtuvieron en este trabajo de investigación, podemos concluir que:

Las variedades establecidas en este trabajo respondieron positivamente en el desarrollo del cultivo , en el caso de la variedad peruano la planta se desarrollo frondosa en alta y baja densidad, sin embargo en la fase de floración y llenado de

vaina se vio afectada por las altas temperaturas lo que ocasiono un decremento en rendimiento de grano, caso contrario a la variedad pinto laguna, que aunque no se obtuvo el rendimiento esperado fue la que mejor respondió en la producción.

El rendimiento del cultivo de frijol variedad peruano (normal y alta densidad) y pinto laguna (normal y alta densidad), no representaron el incremento en la producción de grano esperado, ya que las condiciones climáticas que se presentaron en este ciclo oscilaron entre 44°C, lo que afecto en forma significativa el rendimiento de grano del cultivo.

Con respecto a las densidades de siembra establecidas, se puede decir que las altas densidades de población y dosis de fertilización, no repercutieron en el rendimiento como se esperaba, las cuales arrojaron rendimientos muy por debajo de las densidades normales siendo la mas eficiente o mejor variedad la pinto laguna aun influenciadas por las altas temperaturas (44°C en las etapas de floración y llenado de vaina), afectando mayormente a la variedad peruano.

En periodo primavera – verano de esta región no se recomienda que se siembren estas variedades de frijol ya que las altas temperaturas, son un factor que afecta fuertemente en la producción.

Bajo las condiciones que se llevo acabo el trabajo no es recomendable sembrar estas variedades de frijol en esta región por ser un lugar muy caluroso, que esta por encima de las temperaturas optimas para el desarrollo del cultivo, y otra por

que representa una fuerte inversión para la adquisición del equipo en este caso para la fertirrigación ( cintilla, tubería de conducción, válvulas, filtros, y motor y/o bomba ) de lo cual por los resultados obtenidos se deduce que no es rentable por no cubrir la inversión para el desarrollo de este cultivo bajo estas condiciones.

#### **BIBLIOGRAFIA.**

Adriano, E.F. 1993. Efectos de la Fecha de Siembra en el Rendimiento y Calidad de semilla de frijol (*P. Vulgaris L.*). En el Altiplano de México Tesis de Maestría, UAAAN, Saltillo, Coahuila.

Cárdenas, R.F. 1982. La densidad de Siembra Influye en el Rendimiento del Frijol, agricultura Técnica en México, SAGAR – INIA. México (12).

Compendio Agropecuario 1997. Revista de Publicaciones Periódicas Mensuales No. 54, febrero de 1998.

Debouck, G.D. Y R. Hidalgo; 1985. Morfología de la Planta De Frijol Común. Investigación y Producción. (Ed.). Marcelino López, Fernando Fernández, CIAT. Cali Colombia.

Doorebos, J. Y A.H. Kassan 1980. Efectos del Agua Sobre el rendimiento de Cultivos. En FAO estudio 33, Riego y Drenaje, roma Italia.

Engleman, E.M. 1989. Contribución al Conocimiento del Frijol en México. Primera Edición, Colegio de Posgraduados de Chapingo México.

García, S.A. 1984. Estabilidad de los Componentes Primarios del Rendimiento de Frijol Sobre Diversos Ambientes, Tesis de Maestría. UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.

Gutiérrez, A.J.L. 1985. Ensayo en el Rendimiento de 22 Líneas y Variedades de Frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.). en el Valle del Yaqui, sonora, Tesis de Licenciatura, UAAAN, Saltillo, México.

Jiménez, M.O.E. Comparación de Riego por Goteo y por Superficie en el Cultivo de frijol, con Acolchado de Suelo Utilizando Películas Delgadas, T.L., UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.

Jiménez, O.J.J. 1997. Respuesta del Cultivo del frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.). Bajo Calendarios de Riego y Dos Densidades de Siembra, T.L., UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.

Juárez , O.M. 1981. Prueba de adaptación de 36 Variedades y Líneas Experimentales de Frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.). en Linares N.L., Ciclo Tardío 1976. Resumen Analítico sobre Frijol. CIAT, Cali Colombia.

Lammont, W.J. 1991. Agua y Suelo. Horticultura y Riego por Goteo, agricultura de las Américas, USA.

Lepiz, I.R. 1986. Frijol en el Noreste de México (Tecnología de Producción). 1ª. Edición, Impreso y Hecho en México.

López, M.G. et al 1985. Frijol Investigación y Producción, PNOD, CIAT.

Martínez, A.J.F. 1983. Rendimiento de Frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.). Bajo Condiciones de Riego y Densidad de Población, T.L., UAAAN, Saltillo, México.

Ramírez, R.J.F. 1981. Respuesta del Cultivo del Frijol a Diferentes Contenidos de Humedad en el Suelo, en Diferentes Etapas de su Desarrollo Durante el Ciclo Tardío de 1979, en Marín N.L., T.L., UANL.

Robles, S.R. Producción de Granos Y Forrajes, 5ª. Edición, Noriega, Editores.

SARH, 1977. El Cultivo de Frijol en México, Folleto de Divulgación No. 53. SARH – INIA. México.

SEP, México, 1987. Frijol y Chícharo, Sexta edición, Editorial Trillas.

Solorzano, V.R. 1977. Determinación de la Densidad Optima de Siembra en Frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.). Bajo Condiciones de Humedad Residual en la Costa de Jalisco . T.L., U. De G., Guadalajara, Jalisco.

Valenzuela, P.J.A. 1991. Densidad de población, Hábito de Crecimiento y ambiente de Producción en el Rendimiento y Calidad de Semilla de Frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.). Tesis de Maestría, UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.

Voysest, O. Variedades de Frijol en América Latina y su Origen, centro Internacional de agricultura tropical (CIAT).

Zelada, S.F.A. 1984. El Frijol Común ( *Phaseolus Vulgaris* L.). Monografía, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

## APENDICE

1.a. Anva del análisis de varianza del rendimiento de grano (en gramos), en el cultivo de frijol (primavera - verano)

FV	GL.	SC	CM	Fc.	F tabla	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	73,853.6	24,617.86	35.50*	9.28	29.46
E.E.	9	6,239.75	693.30			
Total	12	80,093.36				

1.b. Prueba t student para el análisis de varianza

	T1	T2	T3	T4
	591	240	200	39
T4 39	552*	201*	161*	—
T3 200	391*	40 <sup>NS.</sup>	—	
T2 240	351*	—		
T1 591	—			

1.c. Calculo del Comparador

N	2	3	4
R0.05;n;gl 9	3.20	3.95	4.42

$$\text{RMS} = \sqrt{693.3 / 1 * R0.05;n;gl 9.}$$

$$\text{RMS} = 26.33 * R0.05;n;gl 9.$$

1.d. Cuadro del Comparador para el análisis de varianza

	T1	T2	T3	T4
T4	84.25	104.00	116.38	—
T3	104.00	116.38	—	
T2	116.38	—		
T1	—			

