



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**

**REQUERIMIENTOS TERMICOS DEL CULTIVO DE  
FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.) EN CUAUTITLAN  
IZCALLI, MEXICO.**

**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**  
**INGENIERO AGRICOLA**  
**P R E S E N T A**  
**JESUS ARIAS MONTES**

**ASESOR: ING. GUSTAVO MERCADO MANCERA**

**CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.**

1966 **7**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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).

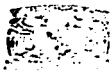
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición 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 LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.  
UNIDAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES - CUAUTITLÁN



DEPARTAMENTO DE  
EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN  
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

"Requerimientos térmicos del cultivo de frijol (*Phaseolus - vulgaris L.*) en Cuautitlán Izcalli, México".

que presenta el pasante: Jesús Arias Montes  
con número de cuentas: 8512683-1 para obtener el TÍTULO de:  
Ingeniero Agrícola.

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 9 de Octubre de 1996

PRESIDENTE Ing. Miguel Bayardo Perro  
VOCAL Ing. Guillermo Basante Butrón  
SECRETARIO Ing. Gustavo Mercado Mancera  
PRIMER SUPLENTE M. en C. Adelina Albanil Encarnación  
SEGUNDO SUPLENTE Ing. Javier Vega Martínez

*[Handwritten signatures and initials over the list of names]*

## AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

Siempre he creído que la mejora de la ética humana, con mucho que puede contribuir a la grandeza del hombre, puede sustituir su comportamiento real en el mundo. La pérdida de la fe, los elementos morales que cada vez más se van debilitando hacen que la confianza y la mesura eventualmente se vayan perdiendo. Sin embargo, existe una breve esperanza a la cual me aferro y por lo que ahora me impulsan a expresar mi agradecimiento y dedicatoria en una sola a quienes se vean reflejados en el espejo de mis palabras.

Porque constituyes un símbolo de eternidad amorosa, sin compromisos y condiciones, y porque serás el único poema que, no obstante todo, depositas tu corazón en el sitio donde lo creaste infinitamente. El presente es un humilde homenaje a tu amor.

A quien salido de un minúsculo paraje supo engrandecer su alma indómita y aventurera abriéndose las puertas de insondables murallas, parto al encuentro de su antonomasia astuta y vibrante, incisiva y perspicaz, jovial y alegre.

La cautela y sana benevolencia se convierten en la más pura razón de eximir los pesares del alma. De naturaleza abundante con ella creció para despachar lúcida y tenuemente sonrisas, sin importar a quién iban dirigidas.

Festiva y alegre, enmarca los cuadros serios y solemnes con sus labios de felicidad y optimismo. Siempre rampante en busca de caminos inconexos, ha logrado forjar su propio altar en las cimas de mi memoria. Nadie soslaya su razón de obsecada solidaridad a costa de sí misma.

Siempre de buen talante, imbuido en una personalidad de instintiva prudencia y sabia inteligencia, maduró paralelamente a su ser. Admiro su evidente elocuencia, su sencillez, su innata nobleza y ese espíritu dogmático por tender la mano pura y franca sin hacer distinción.

Sin formalismos, se guía despreocupado por el mundo con su aureola de personaje mítico. Que el sollozo derramó por él a pesar de su atávica frialdad y laconismo que jamás variara aún --- transcurriendo cien años, pues la verdad se impone.

De admirable y respetable astucia, no parece terminar el arco iris que ante sí cuelga como puente enlazando la fortuna y la gloria; por el contrario, prolonga su haz iluminando el horizonte aún a costa de las adversidades. Si algo admiro es su valentía y claridez redomada.

Personificación de alegría, revelación clara de sensual frialdad y evocadora de contrariedades, prosigue su incentivo de abrir el camino al porvenir, sin ruido y con la quietud artificial de la noche.

Como algo abstracto que zigzaguea hasta topar con el muro -- del destino volviéndose nítida, clara, polícroma. Finaliza formando parte de la figura geométrica que termina por ser decágono. -- Gracias por la hospitalidad dulce y sincera. Que mis lágrimas no se alejen de tí.

A la ternura fresca e inocente que ha dado una nueva excusa para ser feliz; voto por un futuro limpio, sano y digno, cuyo camino bordeen inmarcesibles jardines y bosques.

Por las pláticas infinitas nunca languidecidas, auspicio el motivo de verlo partir tarde para disfrutar su presencia senil -- con ternura y cariño. Dígame cuando se vaya, el color del cielo.

Por la compañía afable, incesante, estimulante y aciago que nunca blande el imberbe, libo mi corazón por esas mentes libres y abiertas.

A pesar de las dificultades yuxtapuestas y recurrentes termino por aquilatar la guía que pudo sopesar el esfuerzo de la enseñanza y el martirio del paulatino aprendizaje que aún puede no lograr la respuesta anhelada, pero que sin duda irá en su búsqueda. Valga pues, mi derecho a agradecimiento a quien se lo merece objetivamente.

Regida por un designio anterior, fraguamos juntos la ineludible necesidad de juntar el alma para gozo de los corazones. Gracias por el amor puro y sano que sin merecerlo me acompañó en un paraíso diáfano no sólo en la realidad, sino también en quiméricas ilusiones alimentadas por delicados gestos. Jamás olvidaré aquellos momentos de paz, donde mi cuerpo se alimentó espiritualmente de la brisa matinal que las olas arrullaban. Existiera un edén que cobije esas olas. Sin embargo, el mar me ha dicho que las olas sufren los avatares de la pleamar.

"¿Por qué debe mi cabeza estallar con el ruido de mil mares, yo, que he amado la calma de las montañas y he caminado sólo a -- través de millas en completo silencio?"

Nietzsche.

## INDICE

	PAGINA
INDICE DE GRAFICAS.....	i
INDICE DE FIGURAS.....	i
INDICE DE TABLAS.....	ii
INDICE DE ANEXOS.....	ii
RESUMEN.....	iii
I INTRODUCCION.....	1
1.1. Objetivos.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
II REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1. Generalidades del cultivo.....	4
2.1.1. Origen.....	4
2.1.2. Clasificación taxonómica y descripción morfológica.....	5
2.1.3. Requerimientos climáticos y edáficos.....	6
2.2. Proceso productivo.....	7
2.2.1. Siembra.....	7
2.2.2. Fertilización.....	8
2.2.3. Control de plagas y enfermedades.....	9
2.2.4. Cosecha.....	11
2.3. Definición y uso de las unidades térmicas.....	12
2.3.1. Métodos para el cálculo de unidades térmicas.....	14
2.3.1.1. Método residual.....	15
2.3.1.1.1. Cálculo de la temperatura base.....	16
2.3.1.1.2. Método directo.....	18
2.3.1.1.3. Método termofisiológico.....	18
2.3.1.1.4. Método exponencial.....	18
2.4. Antecedentes sobre el tema de investigación.....	19
III MATERIALES Y METODO.....	24
3.1. Descripción y ubicación geográfica del lugar.....	24
3.1.1. Características climáticas.....	24
3.1.2. Características edáficas.....	28

3.2. Diseño experimental.....	28
3.2.1. Prueba de medias por el método de Tukey.....	29
3.3. Implementación del experimento.....	29
3.4. Materiales.....	31
3.5. Parámetros a evaluar.....	32
3.5.1. Fenología.....	32
3.5.1.1. Días a emergencia.....	32
3.5.1.2. Días a floración.....	32
3.5.1.3. Días a fructificación.....	32
3.5.1.4. Días a madurez comercial.....	32
3.5.2. Número de plantas por metro lineal.....	32
3.5.3. Altura de planta.....	32
3.5.4. Número de vainas por planta.....	33
3.5.5. Número de semillas por vaina.....	33
3.5.6. Rendimiento.....	33
3.5.7. Correlación entre componentes de rendimiento.....	33
3.5.8. Requerimientos térmicos por cada fase y etapa fenológica.....	33
 IV RESULTADOS.....	 35
4.1. Fenología.....	35
4.1.1. Días a emergencia.....	35
4.1.2. Días a floración.....	36
4.1.3. Días a fructificación.....	37
4.1.4. Días a madurez comercial.....	39
4.2. Número de plantas por metro lineal.....	40
4.3. Altura de planta.....	41
4.4. Número de vainas por planta.....	45
4.5. Número de semillas por vaina.....	46
4.6. Rendimiento.....	47
4.7. Correlación entre componentes de rendimiento.....	48
4.8. Requerimientos térmicos por cada fase y etapa fenológica.....	50
 V ANALISIS.....	 53
 VI CONCLUSIONES.....	 57
 VII BIBLIOGRAFIA.....	 59
 VIII ANEXOS.....	 63



**INDICE DE GRAFICAS**

<b>GRAFICA</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PAGINA</b>
1	Marcha de la Temperatura. Estación Almaraz. 1995.....	26
2	Estación de crecimiento. Estación Almaraz. 1995.....	27
3	Estación de crecimiento. Estación Almaraz. 1987-1995....	27
4	Días a emergencia. Frijol ciclo P-V 1995.....	36
5	Días a floración. Frijol ciclo P-V 1995.....	37
6	Días a fructificación. Frijol ciclo P-V 1995.....	38
7	Días a madurez comercial. Frijol ciclo P-V 1995.....	40
8	Plantas por metro lineal. Frijol ciclo P-V 1995 .....	41
9	Altura de plantas. Frijol ciclo P-V 1995.....	42
10	Número de vainas por planta. Frijol ciclo P-V 1995.....	46
11	Número de semillas por vaina. Frijol ciclo P-V 1995.....	47
12	Rendimiento. Frijol ciclo P-V 1995.....	48

**INDICE DE FIGURAS**

<b>FIGURA</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PAGINA</b>
1	Localización del municipio de Cuautitlán Izcalli, México.....	25
2	Distribución de los tratamientos en campo.....	30

**INDICE DE TABLAS**

<b>TABLA</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PAGINA</b>
1	Correlación entre componentes de rendimiento.....	48
2	Requerimientos térmicos del cultivo de frijol, por tratamiento y etapa fenológica.....	50
3	Requerimientos térmicos del cultivo de frijol, por tratamiento y fase fenológica.....	52

**INDICE DE ANEXOS**

<b>ANEXO</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PAGINA</b>
1	Datos climáticos de la Estación Meteorológica Almaraz para el año 1995.....	64
1a	Datos diarios de precipitación y temperatura máxima, mínima, media. Período 1 de Abril-31 Octubre 1995. Estación Almaraz.....	65
2	Ubicación de la parcela experimental.....	70
3	ANDEVA Días a emergencia.....	71
4	ANDEVA Días a floración.....	71
5	ANDEVA Días a fructificación.....	71
6	ANDEVA Días a madurez comercial.....	72
7	ANDEVA Número de plantas por metro lineal.....	72
8	ANDEVA Altura de planta a 15 DDE.....	72
9	ANDEVA Altura de planta a 30 DDE.....	73
10	ANDEVA Altura de planta a 45 DDE.....	73
11	ANDEVA Altura de planta a 60 DDE.....	73
12	ANDEVA Altura de planta a 75 DDE.....	74
13	ANDEVA Número de vainas por planta.....	74
14	ANDEVA Número de semillas por vaina.....	74
15	ANDEVA Rendimiento.....	75

## RESUMEN

Se estudio la variedad de frijol Flor de Durazno bajo un diseño experimental completamente al azar para establecer las necesidades de calor en condiciones de temporal de las diferentes fases y etapas fenológicas, correlacionar el rendimiento y sus componentes.

El ensayo consistió de 5 repeticiones y 5 tratamientos cada uno de estos siendo una fecha de siembra: 1 y 15 de mayo, 1, 15 y 30 de junio.

El experimento se llevo a efecto durante el periodo comprendido del 10. de mayo al 15 de octubre de 1995, en Cuautitlán Izcalli, Méx. El lugar se ubica a 2252 msnm, cobijado por un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, siendo el más seco de los subhúmedos.

Las características edáficas del terreno son franco-arcillo-arenoso, con un pH de 7.2, moderadamente rico en nitrógeno, rico en calcio y extremadamente rico en magnesio, potasio y fósforo. El ensayo abarcó una superficie de 400 m<sup>2</sup> divididos en 25 unidades experimentales. La siembra fue en dosis de 30 kg/ha; fertilizando con la fórmula 40-40-00, empleando los fertilizantes urea y superfosfato de calcio triple respectivamente.

Se evaluaron los parámetros días a emergencia, días a floración, días a fructificación, días a madurez comercial o cosecha, así como la altura de plantas a 15, 30, 45, 60 y 75 días después de la siembra, número de vainas por planta, número de semillas por vaina, rendimiento.

Posteriormente se realizaron los análisis estadísticos correspondientes arrojando resultados significativos entre

tratamientos en días a emergencia, días a floración, días a fructificación, días a madurez comercial y altura de plantas a diferentes días después de la siembra, pero entre bloques careció de significancia estadística. Las variables de rendimiento, número de semillas por vaina, número de vainas por planta no presentaron significancia entre los tratamientos.

Se observó que los elementos climáticos de humedad y temperatura fueron factores que tuvieron un efecto significativo en los resultados.

Los requerimientos térmicos por etapa fueron de 173.16, 346.76, 151.9 y 212.56 UT para la etapa de germinación, desarrollo vegetativo, desarrollo reproductivo y madurez respectivamente totalizando 884.38 UT.

En relación a las fases, se presentaron cuando se acumularon 173.1, 545.9, 669.8 y 884.38 UT durante la fase de emergencia, floración, fructificación y madurez comercial respectivamente.

Finalmente se llegó a las siguientes conclusiones: la etapa reproductiva fué el periodo con mayor duración y la que más exigencia de calor requiere. Mediante la determinación de etapas y fases pueden programarse las actividades del cultivo; así mismo la mejor fecha de siembra fué la del 15 de junio obteniéndose el mayor rendimiento. Por otro lado, para validar el estudio se sugieren por lo menos 4 años debido a la variabilidad térmica; se plantea la necesidad de disponer de humedad edáfica desde el inicio del ciclo y poder calcular los requerimientos térmicos y la temperatura base.

## I INTRODUCCION

El frijol es un grano de mucha importancia en la dieta de la población mexicana por su alto contenido proteico (14-32%), especialmente en los estratos sociales más pobres, (Chamba, 1985).

Fundamental dentro de la canasta popular como producto básico, su demanda paralelamente va en aumento con el crecimiento demográfico sin llegar a satisfacerlo, a pesar de su explotación en todo tipo de climas que lo hacen invariablemente versátil permitiendo sea cultivado en todas las entidades de la República Mexicana, desde los más áridos hasta los que cuentan con climas tropicales, pasando por los de clima templado. Destaca el estado de Zacatecas, ya que aporta alrededor del 40% de la producción nacional, (INEGI, 1992).

Sumado a lo anterior, resulta importante también el dato de que 2,086,687 de hectáreas en 1994, (INEGI, 1995) se siembran con esta leguminosa colocándola dentro de los tres primeros lugares por superficie de siembra de todos los cultivos comerciales y no comerciales.

No obstante el incremento de la producción que de 585,952 ton en 1989 a 1,364,239 ton en 1994 (INEGI, 1995), aún se está muy lejos de alcanzar un punto de equilibrio entre aquél y las necesidades del grano que demanda la población concomitado con los bajos rendimientos obtenidos a nivel nacional -0.654 ton/ha- (INEGI, 1995), muchas de las veces afectadas por fenómenos ambientales que inciden en la producción y el rendimiento, orillando al gobierno a la importación de grandes volúmenes del grano con onerosas pérdidas de divisas.

Es por los siniestros ambientales que muchas hectáreas se ven afectadas repercutiendo directamente en los costos de inversión utilizados para combatir fenómenos bióticos, llámese plagas, malezas o enfermedades.

Sin embargo, elaborando un estudio fenológico y de requerimientos térmicos del frijol pueden planificarse los insumos, la fecha de siembra conforme a la humedad del suelo, labores sanitarias, la planeación de la época de siembra, el volumen de producción, inclusive los requerimientos de mano de obra o el combate de plagas manejando fechas de siembra realizadas a tiempo eludiendo a aquellos.

El presente estudio se encamina hacia la descripción fenológica del frijol, variedad Flor de Durazno y su relación con las condiciones climáticas para establecer su efecto sobre el rendimiento final del cultivo, para lo que se plantearon los siguientes:

**1.1. Objetivos:**

- a) Determinar las fases y etapas fenológicas del cultivo de frijol, variedad Flor de Durazno, en el ciclo primavera-verano 1995, bajo condiciones de temporal.
- b) Establecer los requerimientos térmicos para cada fase y etapa fenológica mediante el cálculo de Unidades Calor en 5 fechas de siembra en el cultivo de frijol, variedad Flor de Durazno.
- c) Evaluar el rendimiento y su relación con los otros componentes del rendimiento.

**1.2. Hipótesis.**

La etapa de desarrollo vegetativo es la que mayor duración tiene y por ende, mayor exigencia de calor para completarse satisfactoriamente.

## II REVISION DE LITERATURA.

### 2.1 Generalidades del cultivo.

#### 2.1.1. Origen.

El frijol es un cultivo antiquísimo, pues se viene cultivando desde hace 4,000 años por los pueblos mesoamericanos. Es en esta región donde los científicos ubican el origen de esta planta, exactamente entre México y Guatemala, ya que tiene el mayor número de material germoplásmico del mundo (SEP, 1991).

Fue considerada por Linneo de origen asiático, señalando a la India como el posible centro debido a la gran variedad de tipos. Posteriormente De Candolle, apoyado en evidencias arqueológicas, concluyó que esta especie procedía de América. Más tarde Vavilov de acuerdo con Bukasov señalaron el área México-Guatemala como el centro de mayor diversificación. Esta idea ha sido fortalecida con los trabajos de McBryde y Sauer, los cuales agregan que en esta área se ha encontrado a la especie en estado silvestre. Finalmente Burkart hace referencia al mismo lugar como el centro de origen (INIA, 1981).

Los restos más antiguos de esta planta ya domesticada se encontraron en las cuevas de Caxatlán, en el valle de Tehuacán, Puebla y datan de hace 4975 ac. (INIA, 1982).

Debido a la gran variedad arqueológica del frijol y tal vez a su grado de endemismo, se ha sugerido una domesticación múltiple dentro de Mesoamérica a partir de una especie ancestral, la cual era polimórfica y estaba ampliamente distribuida. La planta más antigua de Sudamérica fue hallada en Perú y data de hace unos 2,200 años;



debido a esto se cree que fue introducido a las costas de Perú por Centroamérica (INIA, 1982).

#### 2.1.2. Clasificación taxonómica y descripción morfológica.

El frijol común se clasifica taxonómicamente mediante el siguiente esquema (Cronquist, 1980).

Reino.....Vegetal  
Subreino.....Embryobionta  
Grupo.....Fanerogama  
División.....Spermatofita  
Subdivisión.....Angiospermae  
Clase.....Dicotiledoneae  
Orden.....Rosales  
Familia.....Leguminosae  
Subfamilia.....Papilionoidea  
Género.....Phaseolus  
Especie.....vulgaris

Es una planta arbustiva y de crecimiento tanto determinado como indeterminado. Su altura varía entre 30 y 90 cm. Existen otros tipos como el frijol trepador, de crecimiento indeterminado que alcanza alturas de 2 o mas metros. La raíz principal puede alcanzar una profundidad de 1 a 2 metros; así mismo, posee raíces laterales desarrollando una radícula cónica; en ellas se encuentran las

bacterias simbióticas que fijan el nitrógeno del aire. Sus hojas son pinnadas, trifoliadas y pubescentes, variando su tamaño. La inflorescencia es en racimo naciendo en la axila de las hojas. La flor está compuesta por 5 sépalos, 5 pétalos, 10 estambres y un pistilo. La flor la componen estructuras diversas como el estandarte que es el pétalo más grande situado en la parte superior de la corola; las alas que son los dos pétalos laterales y la quilla, son los dos pétalos inferiores unidos por los bordes laterales. Las semillas están cerradas en una vaina en cantidad que fluctúa de 5 a 8 (SEP, 1991).

#### 2.1.3. Requerimientos climáticos y edáficos.

Es un cultivo que se desarrolla bien en regiones templadas, áridas y tropicales con lluvias entre los 250 mm y 1500 mm/año. Puede cultivarse desde los 0 hasta los 2600 msnm.

Desarrollan bien en suelos fértiles de estructura media como el franco-limo-arcilloso, debiendo ser profundos y bien drenados; se cultiva en suelos de textura franco-limosa a ligeramente arenosa, aunque tolera suelos franco-arcillosos.

Los ciclos vegetativos para el frijol en general están entre 75 días para tipos arbustivos precoces de clima caliente moderado y de 270 a 330 días para tipos tardíos de talla voluble y que son propios de climas fríos. Debido a la alta sensibilidad al frío, el frijol es recomendable sembrarlo en la época exacta en la cual la posibilidad de que se presente una helada sea mínima, (Frere, et.al., 1978).

García (1987) indica, como regiones productoras las tropicales donde existen zonas templadas por la altitud, como las situadas

entre 500 y 2600 msnm donde deberían encontrarse los termoperíodos que de acuerdo a la experiencia mundial ubican al frijol en climas de verano cálido. Señala además que son adecuadas las temperaturas medias de 17°C aproximadamente, que corresponden a una altitud de 2000 m. Las zonas con buena exposición pueden estar situadas varios cientos de metros mas arriba siempre que las temperaturas sean superiores a 8°C para la germinación y de 15°C para la floración.

Se obtienen buenas cosechas con precipitaciones de 200 a 350 mm durante el ciclo y aún con 150 mm para ciclos cortos de 75 días.

Se consideran temperaturas óptimas al rango de 18 a 21°C para el desarrollo vegetativo y las temperaturas mínimas para el desarrollo de las distintas fases son: 8°C para la germinación, 15°C para la floración, de 18 a 20°C para maduración de vainas. Las temperaturas mas altas de 27 a 30°C pueden ser toleradas siempre que se tenga una humedad relativa suficiente que seria alrededor del 50%. Cifras inferiores a esta humedad en floración ocasionan caída de flores. El rango de pH está entre 5.5 y 6.5, (Frere, et.al. 1978).

## 2.2. Proceso productivo.

### 2.2.1. Siembra.

La siembra se establece según el método a emplear pudiendo ser al voleo, a chorrillo, siembra por esqueje, en camas meloneras o siembra en hileras; esta última es la más extendida y usada. Dependiendo del método de siembra se emplea semilla variando de 20 a 90 kg/ha. De la forma tradicional, en hileras, comunmente se emplea 30 kg/ha. La semilla es depositada de 2 a 6 cm de profundidad, 2 ó 3 semillas por golpe distanciadas de 20 a 30 cm y cuyos surcos deben ir

separados de 70 a 90 cm. En suelos húmedos y fríos de estructura pesada se siembra a menor profundidad y en suelos ligeros de menor humedad y de mas alta temperatura a mayor profundidad (SEP, 1991).

Para variedades de mata (precozes) se recomienda fechas de siembra del 20 al 30 de junio en temporal, como en los valles de Toluca, Valle de México, en la zona de Cuautitlán, Zumpango por ejemplo, (Corzo, 1991).

#### 2.2.2. Fertilización.

Bajo condiciones normales, el frijol obtiene de la atmósfera el nitrógeno necesario a través de la fijación simbiótica, por lo que es conveniente aplicar este elemento en dosis moderadas en un tiempo temprano en el ciclo, cuando aún no se han desarrollado sus nódulos. Puede aplicarse estiércol en dosis de 25 ton/ha, dos o tres meses antes de la siembra, (SEP, 1991).

En base a la aplicación de fertilizantes químicos dependiendo de la zona de producción y del tipo de suelo se utilizan fórmulas de fertilización como la 40-40-00.

Bien pueden aplicarse ambos fertilizantes, el nitrogenado y el fosfatado, a la vez, tratando de no quemar la planta, ya sea al voleo, en bandas a una profundidad aproximada de 6 cm, es decir, unos 2.5 a 3.0 cm por debajo de la semilla o a un lado, o en bandas a ambos lados del sistema radicular. Este último método se emplea para postaplicaciones en casos de deficiencias nutrimentales en el cultivo distribuyendo los fertilizantes en dos bandas a ambos lados de la hilera de las plantas a una profundidad de 4 a 8 cm, (SEP, 1991).

Baste aclarar que debido a que el frijol, como leguminosa que es, obtiene el nitrógeno de la atmósfera y del agua del suelo bajo condiciones normales fijándolo a través de los nódulos por medio de las bacterias; por lo tanto se debe aplicar el nitrógeno en dosis moderadas. Si es aplicado la cantidad de estiércol ya mencionado párrafos arriba, ya no será necesario añadir fertilizantes químicos, realizando la tarea de 2 a 3 meses antes de la siembra. La aplicación del fertilizante químico se realiza después de la siembra, una vez germinada la semilla.

### 2.2.3. Control de plagas y enfermedades.

Son muchas las plagas que atacan al frijol, de ahí que sea necesario inspeccionar frecuentemente el cultivo para identificar o encontrar síntomas de plagas como pueden ser huevos, larvas, excrementos, nidos y daños en las plantas.

Mediante un control sanitario antes de la siembra se pueden combatir plagas subterráneas, áfidos, trips, chicharritas, mosquita blanca, minador de la hoja o conchuela. Un método sencillo y hasta cierto punto eficaz es el barbecho y la rastra antes de siembra; con ello se eliminan mediante la acción de la luz solar los insectos, larvas, gusanos, huevos, bacterias y hongos.

Las plagas mas comunes del frijol son conchuela, chicharritas, mosquita blanca, doradillas, trips, picudo del ejote, minador de la hoja y pulgones. El método anterior es plausible de combatirlos.

Cuando la infestación está muy avanzada se controla químicamente con Carbaryl, Diazinón, Supracid u Omethoate en el caso de las

chicharritas. Esta plaga puede prevenirse con el uso de variedades resistentes, (SEP, 1991).

La conchuela se controla con productos como Carbaryl, Malati6n, Parati6n metilico y Methomyl atacando en cuanto se descubran de dos o m1s conchuelas por metro cuadrado. La mosquita blanca puede reducirse eliminando las malezas hu6spedes o bien, por medios qu6micos a saber: Parati6n etilico, Endosulf1n, Dimethoato, Carbifenoti6n y cuando el ataque es fuerte se recomienda aplicar cualquiera de estos productos cada cinco d1as. Existe un control biol6gico por medio de avispas las cuales parasitan la mosca blanca, (SEP, 1991).

Los trips se combaten con Dimethoato, Omethoato, Malati6n o Endosulf1n iniciando el combate en cuanto se descubran da1os en las hojas o cuando se hallen once trips por planta. Al picudo del ejote se le combate con Carbaryl, Endosulf1n, Azinfos metilico o Carbifenoti6n iniciando el combate en la floraci6n y en la formaci6n de vainas. En el caso del minador de la hoja se aplica Dimethoato, Omethoato, Endosulf1n, Naled o Triclorfon en cuanto se encuentren aproximadamente 20% de hojas minadas. En lo referente a pulgones se les roc1a Malati6n, Mevinfos, Dimethoato, Diazin6n o Naled en el momento de los primeros focos de infestaci6n, (SEP, 1991).

Por lo que toca a las enfermedades, tambi6n son un serio problema abarcando hongos, bacterias y virus como agentes pat6genos. De las enfermedades fungosas m1s comunes est1n el chahuixtle; este problema puede combatirse usando variedades resistentes, por medio de rotaciones de dos a1os o m1s con otros cultivos. Si es con el uso de

químicos se emplean aspersiones de Zineb, Maneb, Clorotalonil o Ziram, (SEP, 1991).

La antracnosis puede prevenirse mediante el uso de semilla certificada, variedades resistentes, entre otros. Químicamente se controla con Zineb, Clorotalonil o Ziram. Las pudriciones radiculares se controlan con la rotación de cultivos y con el tratamiento mediante fungicidas en la semilla;; asimismo debe evitarse el exceso de humedad, destruir los residuos de la cosecha anterior o aplicar una rotación de cultivos de más de dos años y con aspersiones de Benomyl, (SEP, 1991).

La cenicilla se controla con aspersiones de azufre, Keraltrone o Clorotalonil. Se puede prevenir usando variedades resistentes.

Respecto a las enfermedades bacteriales están el tizón del halo y el tizón común prevenibles con variedades resistentes.

Las enfermedades virales son el mosaico común y el mosaico amarillo. Pueden evitarse utilizando variedades resistentes a dichas enfermedades y con barbechos y cruza.

Sobre las malezas, el cultivo debe prescindir de ellas principalmente durante los primeros 40 días de vida. El control se efectúa por métodos mecánicos y/o químicos, con máquinas cultivadoras, a porque con máquinas surcadoras o alomadoras y con Propham, Tri-allate y TCA respectivamente, (SEP,1991).

#### 2.2.4. Cosecha.

La cosecha del frijol se efectúa una vez que el grano está ya maduro y ha alcanzado cierto grado de endurecimiento. Planta y vaina son de color amarillo procurando efectuar la cosecha antes de que

abran para evitar pérdidas de granos. El corte del cultivo se puede realizar de acuerdo a los siguientes métodos o instrumentos:

- a) Arranque a mano.
- b) Corte mediante guadaña.
- c) Arrancadora.

En ocasiones se deja el material cortado un tiempo en hileras al sol para su secado y postmaduración. La trilla puede hacerse en forma rústica con una trilladora estacionaria o mediante una cosechadora combinada de granos. Puede cosecharse con una cosechadora combinada que corta, trilla y limpia los granos en una sola operación.

Cuando no se utiliza la cosechadora combinada, el grano debe limpiarse por separado. La limpieza del grano es importante sobre todo en la producción destinada a la industrialización. Para esto, los granos deben estar limpios de semillas, malezas, piedras, tierra y de semillas quebradas, así como de granos decolorados, (SEP, 1991).

### 2.3. Definición y uso de las unidades térmicas.

La temperatura es un elemento climático muy importante en el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Comúnmente se le emplea con valores de temperatura máxima, mínima y media; sin embargo, su empleo en la fenología agrícola no es suficiente; se requiere de determinadas expresiones que lo hagan funcional. Una de ellas es el empleo de índices agrotérmicos como las Unidades Térmicas (U.T.) llamadas también unidades calor, requerimientos de calor o grados días de desarrollo, que no son más que las sumas de las temperaturas diarias registradas durante el ciclo biológico de un cultivo. Este concepto indica que el desarrollo y crecimiento de un cultivo depende



de la cantidad de calor que este recibe, es decir, que un cultivo alcanzará una etapa fenológica cuando reúna cierta cantidad de calor, independientemente del tiempo requerido para ello, (Villalpando, 1991).

El concepto encierra la relación entre la temperatura y la fase de desarrollo de la planta. En otras, palabras es una forma de medir o cuantificar una etapa fenológica del cultivo que difiere del tiempo calendario considerando que las variaciones climáticas ocurren en diferentes años, (Garza, 1986).

En el siglo XVIII el físico y naturalista francés Ferchault de Reamur al inventar el termómetro que lleva su nombre, realizó el experimento de sumar las temperaturas medias diarias mayores de 0°C desde la germinación hasta la madurez de un cultivo. Ferchault fue el primero que sumó las temperaturas medias diarias estableciendo el precedente sobre el estudio de las unidades térmicas, (Garza, 1986). Arnold citado por Garza (1986), consigna que desde los años 40's las unidades térmicas han sido utilizadas para el intervalo de sucesivas plantaciones y para predecir fechas de cosecha en cultivos muy perecederos usándose además para comparar la duración de las etapas de crecimiento y el tiempo que una variedad requiere para madurar. También en la predicción de los distintos genotipos para programas de mejoramiento y producción de semillas.

Otras formas de utilizar las unidades térmicas, en adelante se abreviarán con las letras U T, son para programar días de plantación en orden a cosecha, predecir la aparición de insectos, enfermedades disponiendo así de medios de control oportunos y eficaces calendarizados de acuerdo con las épocas de mayor incidencia,

realizar una zonificación agrícola con base en mapas fenológicos, pronosticar fechas de floración o madurez, elaborar calendarios de cosechas escalonadas, estimar el rendimiento de diversos cultivos, así como de programar la asistencia técnica con base en la fenología de los cultivos, (Torres, 1995).

Así las cosas, el uso de las U.T. permite comprender las interrelaciones entre el cultivo y las variaciones del ambiente a lo largo del periodo de crecimiento del cultivo, estudiando las transformaciones periódicas y la interacción del organismo con el ambiente. (Villalpando, 1991).

De las U.T. se desprende la constante térmica, o sea, la cantidad de temperatura acumulada que necesita una especie vegetal para completar su ciclo vegetativo y esta cantidad de temperatura es constante. (Torres, 1995)

### 2.3.1. Métodos para el cálculo de unidades térmicas.

Es común encontrar en la literatura las U.T. requeridas en una determinada especie, pero no se mencionan los métodos de cálculo de U. T.

Para medir los requerimientos de calor o térmicos, se acumulan las U. T. desde la siembra hasta que el cultivo alcanza un estado fenológico particular. Las U.T. diarias se calculan restando de la temperatura media diaria una temperatura base abajo de la cual se considera que el crecimiento prácticamente cesa, (Garza, 1986). Giovanni citado por Garza (1986), buscando una temperatura media óptima para cada etapa de desarrollo, encontró al método residual

como eficiente ya que considera un umbral máximo y un umbral mínimo en el cual la planta posee su rango de sensibilidad térmica.

Además del método empleado por Giovanni existen otros métodos los cuales en su mayor parte se basan en las temperaturas máxima y mínima diarias. Cross y Zuber, citados por Garza (1986), señalan que no existe un acuerdo universal acerca de cual método de cálculo es mejor y a su juicio los elementos climáticos y biológicos condicionan el método a emplear.

Se dice que el método más exacto para medir la cantidad de calor diariamente acumulado arriba de cierta temperatura base es calcular el área entre una curva termográfica y la temperatura base; empero, este método requiere mucho tiempo. Esa es su desventaja, (Garza, 1986).

Se han propuesto varios métodos para el cálculo de U.T. como son el método residual, el método directo, el método termofisiológico, el método exponencial, el método de Snyder, entre otros.

En estudios hechos con diferentes métodos se ha evaluado concluyentemente que los métodos residual y termofisiológico son los que hasta ahora han dado los mejores resultados. A continuación se describe el método residual, mismo que se utilizó en el presente estudio y una breve descripción de los otros métodos.

#### 2.3.1.1. Método residual.

Los parámetros que se utilizan en éste método son la temperatura máxima, temperatura mínima y una temperatura base que depende de cada especie vegetal y debajo de la cual el crecimiento y desarrollo se inhiben. Este método elimina la variabilidad del método directo, pues

suma las temperaturas al cero vital en vista de que no toda temperatura arriba de cero es útil para el desarrollo de la planta.

La acumulación de U.T. en éste método se supone que ocurre en forma lineal, aunque no siempre es así. Su cálculo se hace mediante la siguiente fórmula:

$$U.T. = \text{temp. máxima} + \text{temp. mínima}/2 - \text{temp. base}$$

Pero al considerar una temperatura base para todo el ciclo del cultivo, puede causar errores en sobre o subestimar esa temperatura, ya que las exigencias de temperatura por parte del cultivo varían de acuerdo al estado fenológico de él, por lo tanto se recomienda calcular la temperatura base para cada fase fenológica. A continuación se presenta un método alternativo para la estimación de éste parámetro.

#### 2.3.1.1.1. Cálculo de la temperatura base.

En 1977, Monteich citado por Villalpando (1991), propuso la siguiente ecuación para el cálculo de la temperatura base:

$$1/t = (T - T_b)b \quad (1)$$

donde:

t= Tiempo requerido para alcanzar una etapa de desarrollo en particular.

T= Temperatura promedio durante este período

T<sub>b</sub>= Temperatura base

b= Recíproco del requerimiento térmico para que el proceso ocurra.

En ausencia de sensibilidad al fotoperíodo y vernalización, la tasa de desarrollo expresada como el inverso de los días que dura una

etapa fenológica, es una función lineal positiva de la temperatura a partir de una temperatura base, en donde la tasa es cero, hasta una temperatura óptima, en donde la tasa es máxima. Sobre la temperatura óptima existe una relación lineal negativa hasta una temperatura techo, umbral máxima, en donde la tasa de desarrollo es de nuevo cero. De esta manera puede establecerse que a temperaturas subóptimas la relación puede ser descrita como:

$$1/t = a + bT \quad (2)$$

donde:

t= Tiempo en días que dura una etapa fenológica.

T= Temperatura promedio de la etapa.

a y b= Constantes de regresión que dependen de la especie y variedad.

Así, la temperatura base está dada por:

$$T_b = -a/b \quad (3)$$

que se basa en la ecuación propuesta por Monteich, anteriormente descrita.

De acuerdo a la ecuación (2), una etapa fenológica se completará cuando el requerimiento térmico (RT), apropiado para el genotipo, haya sido acumulado. El RT se mide en grados-día sobre una  $T_b$  y es calculado restando la  $T_b$  a la temperatura promedio diaria para cada día y acumulando cada uno de los subtotaless desde el momento de la siembra. Si las constantes a y b se calculan utilizando la ecuación (2), entonces el RT puede ser calculado como:

$$RT = 1/b$$

#### 2.3.1.2. Método directo

El método directo es más fácil ya que se suman las temperaturas diarias a lo largo del ciclo biológico. Las temperaturas bajo cero no se computan. La desventaja es que es variable, (Garza, 1986).

#### 2.3.1.3. Método termofisiológico.

Empleando temperaturas constantes y un fotoperiodo de 12 horas luz en un cultivo de maíz en la etapa de plántula, reciente a la germinación, se obtuvieron datos que permiten calcular la constante térmica mediante una tabla numérica. Para cada cultivo se requiere de atmósfera controlada y de un modelo matemático.

#### 2.3.1.4. Método exponencial.

Este método se basa en la ley de Ven't Hoff y Arrhenius y dice: "la velocidad de las reacciones físico-químicas del crecimiento se eleva a una potencia "x" por cada aumento de 10°C de temperatura". Así las cosas, en este método se considera el incremento de temperatura diaria tomando a 4.5°C como temperatura base; el resultado se divide entre 10, lo que será la potencia "x" con una base de 2. De lo anterior se deriva la siguiente ecuación:

$$(t.\text{media} - 4.5^{\circ}\text{C})/10 = x, \text{ por lo tanto } 2 \text{ elevado a "x"}$$

Como conclusión se dice que: a una temperatura media la velocidad de crecimiento es 2 a la "x" mayor a 4.5°C. Este índice diario se suma para obtener la constante térmica. Su desventaja es la relativa complejidad estadística.

#### 2.4. Antecedentes sobre el tema de investigación.

La mayoría de los estudios consultados en la literatura sobre el tema de estudio, tienen el objetivo de conocer los requerimientos térmicos de un cultivo, pero los estudios encaminados a determinar las necesidades de calor por fase y etapa fenológica son muy escasos. En este contexto se halló el trabajo de Adisarwanto, et.al. (1994), referente a necesidades térmicas del haba el cual encontró que la acumulación de calor en la emergencia promedió 208 días grado de desarrollo. Su estudio se encaminó a determinar el efecto de la fecha de siembra sobre la floración y la vernalización en dos localidades diferentes del sur australiano.

Wiggans (1956) consignó que las plantas aparte de requerir condiciones favorables de humedad, se ven afectadas por la temperatura. En su estudio con avena concluyó que, aunque otros factores como la lluvia y enfermedades, puedan afectar el crecimiento de las plantas, la temperatura es el mejor factor en la determinación de su madurez.

Murray (1977) después de diferentes experiencias llegó a la conclusión de que la tasa de desarrollo no está en función directa de la escala de temperatura ya que varía de acuerdo con la fase fenológica.

La acumulación de U.T. durante una etapa vegetativa varía de un lugar a otro, ya que al calcular la constante térmica para maíz Bootsma (1977) determinó que en Kentville se requieren 2,207 U.T.; en Truro 2,249 U.T. y en Charlottetown 2,421 U.T.

Pascala y Damarío (1954), confirmaron que existe variabilidad en la cantidad necesaria de las U.T para completar el desarrollo vegetativo del cultivo de trigo, aún en el mismo lugar para años diferentes y para distintas fechas de siembra.

Hayek y Gutierrez (1979), coincidieron que el desarrollo de las plantas depende de la temperatura, factor importante para planificar las épocas de siembra, determinar las probables fechas de maduración de los productos, practicar siembras seriadas, etc.

Bloc y Gouet (1977), relacionaron el efecto de las U.T. sobre la madurez de maíz mediante estimaciones de temperatura base en función del método residual que relaciona la temperatura máxima y mínima restando una temperatura base propuesta. Concluyeron que el método de U.T. acumuladas para la predicción de madurez en maíz es más eficiente que utilizando el número de días y que los períodos fenológicos deben controlarse para diferentes tipos de suelo y fechas de siembra.

En Valles Altos, Hernández (1963), estudio los requerimientos térmicos de algunas variedades de maíz haciendo con esto una distribución en localidades que reúnan las necesidades requeridas por las variedades estimando la cantidad de U.T. necesarias, de siembra a floración y madurez fisiológica. Al analizar las U.T. de siembra a floración, observó en cada material genético diferentes requerimientos: Tlaxcala 169 SMC2 acumuló 744.3 U.T.; H-129 883.7 U.T.; H-32 724.9.

Mora (1985), determinó las condiciones agroclimáticas en función de las U.T. en variedades de trigo en el Campo Agrícola Experimental El Bajío, utilizando el método directo ya que presentó el mejor



ajuste para la región. El experimento se hizo con dos fechas de siembra: 10. y 24 de diciembre llegando a la conclusión que los requerimientos de U.T. fueron mayores en la fecha del 10. de diciembre con 2,291 y de 2095 para el 24. El rendimiento fue mayor en las variedades sembradas en la primera fecha.

Rocha (1987) observó la diversidad del material genético y regiones ecológicas ya que existe el problema de la distribución y adaptación de los cultivos agrícolas; así mismo, determinó las necesidades térmicas de varios tipos de maíz criollo concluyendo que existe una relación directa entre el crecimiento de la planta y las U.T. acumuladas en los tipos de maíz criollo.

Corzo (1991), empleó el método residual en su estudio del potencial térmico y estación de crecimiento para cultivos básicos usando como temperatura base 8°C.

En relación al frijol sólo se encontró un estudio hecho en 9 lugares diferentes de Escocia, Inglaterra y Wellesborne para estudiar la relación entre la temperatura y el crecimiento y desarrollo del frijol bajo cobertura plástica. La relación entre desarrollo y temperatura se expresó en Unidades Calor para de esta forma poder predecir cuáles son las zonas y/o condiciones más adecuadas para la producción del frijol. El requerimiento medio de UC desde la siembra hasta la cosecha para el cv. Marcus fue de 2087 UC; los datos cotejados demostraron que en ninguna parte de Inglaterra y Gales tuvieron una probabilidad mayor del 50% para registrar esta cifra. Con una temperatura global de 1.5°C, 58.3% de la zona podría acumular suficientes UC para así poderse cultivar el cv. Marcus. Los

cultivares mejorados genéticamente necesitan sólo 1900 UC para alcanzar la madurez.

Nuevamente en Inglaterra se realizaron pruebas de campo durante el período de 1988-1990 en 8 lugares diferentes del país obteniendo una media de horas calor para el cv. Marcus desde la siembra hasta la cosecha de 2069 UC. En uno de los sitios experimentales, el uso de coberteras plásticas hizo aumentar la media hasta 2098 UC, (Dodd, 1991).

Las observaciones diarias desde hace 29 años de la temperatura del aire en las estaciones climáticas distribuidas por todo el Reino Unido, mostraron un período de siembra de 14 días (mediados de mayo) en la costa sur de Inglaterra, pero tienen más alta probabilidad de que la cosecha no se lleve a cabo en Escocia. Se realizaron mapas de Gales e Inglaterra indicando la probabilidad de alcanzar 2000 UC con biotermas cada 5 kms; sin embargo, menos del 2% de la zona tenía mayor del 60% de probabilidad de recibir 2000 UC durante el presente clima; no obstante lo anterior, esta zona aumentó a 70% con una temperatura media de 1.5°C. Aunque 2000 UC es la cantidad de calor más adecuada para frijol. Estas pruebas demostraron que podría ser más preciso utilizar una cifra mejor a 2087 UC desde la siembra hasta la cosecha. Cuando el mapa se volvió a trazar utilizando 2087 UC y el clima actual, en ninguna parte de Inglaterra y Gales mostraron un cambio razonable para cultivar las variedades actuales de frijol. (Dodd, 1991)

Robertson y Frazier citados por Flores (1990) encontraron que el frijol requiere 1800 U.C. de siembra a cosecha determinadas por el método residual.

Finalmente, en lo referente a fechas de siembra se tiene información de Fernández y Alvarado (1973) en Cd. Guerrero, Chih. cuya conclusión fue que la mejor época de siembra para las seis variedades evaluadas, fue del 25 de mayo al 15 de junio.

Alvarado (1982) citado por Sánchez (1991) menciona que en siembras tardías (durante el mes de julio) puede haber una reducción en el rendimiento de grano hasta de una tonelada por hectárea en la var. Flor de Mayo.

Verastegui (1984) encontró que las mejores fechas de siembra fueron las que se establecieron en la segunda quincena de mayo en Calera, Zacatecas. El mismo Alvarado (1982) considera que en siembras de "medio riego" se obtiene mejor calidad del grano y mayor rendimiento en las fechas del 15 de mayo al 15 de junio.

### III MATERIALES Y METODO

#### 3.1. Descripción y ubicación geográfica del lugar.

La parcela experimental se localiza al costado este de la Estación Meteorológica de la F.E.S. Cuautitlán registrada con el número 14. Así mismo las instalaciones de la F.E.S. se ubican dentro del Municipio de Cuautitlán Izcalli al noroeste de la Cuenca del Valle de México y al oeste de la cabecera del Municipio de Cuautitlán de Romero Rubio, Estado de México.

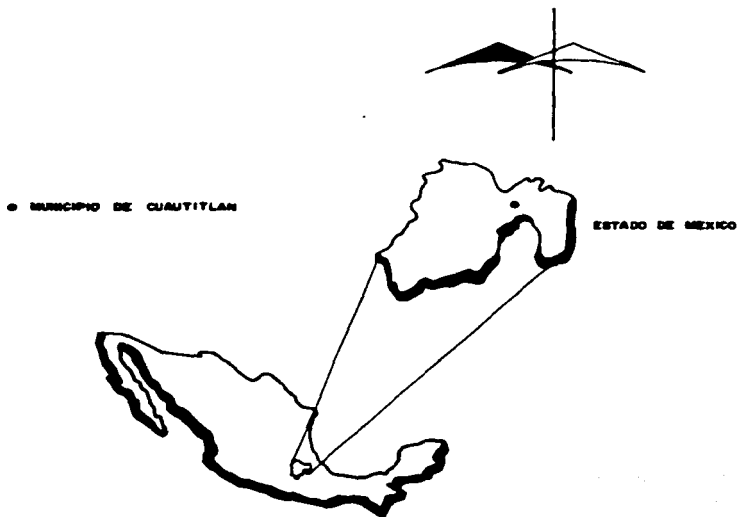
Tomando como referencia las coordenadas de la Estación Meteorológica de la Facultad, la F.E.S. se localiza a los  $99^{\circ}11'42''$  de longitud oeste y  $19^{\circ}04'35''$  de latitud norte.

Geográficamente se encuentra a 2.5 km al noroeste de la cabecera del municipio de Cuautitlán de Romero Rubio; colinda al sur con el municipio de Tuititlán; al sureste con el municipio de Tultepec; al este con el municipio de Melchor Ocampo; al norte con el municipio de Teoloyucan; al noreste con el municipio de Zumpango y al oeste con el municipio de Tepetzotlán (Figura 1).

#### 3.1.1. Características climáticas.

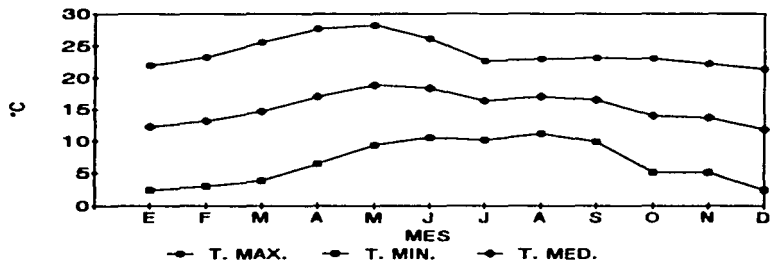
La zona de estudio se clasifica dentro del clima  $C_w, b(i')$ , según la clasificación climática de Köppen modificada por García. En términos coloquiales es un clima templado subhúmedo con lluvias en verano; es el más seco de los subhúmedos, de verano fresco, poca oscilación térmica y sin sequía intraestival, comunicación personal Ing. Gustavo Mercado M., 1995.

FIGURA 1. LOCALIZACION DEL MUNICIPIO DE CUAUTITLAN (ZCALLI, MEXICO).

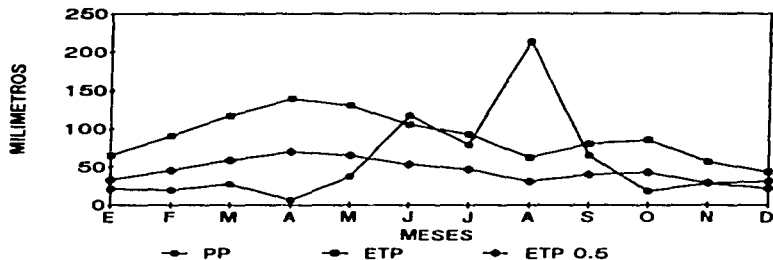


La temperatura media máxima en 1995 fue de 23.9°C, la mínima media fue de 6.6°C y la temperatura media de 15.3°C. La precipitación fue de 662.6 mm, con una evaporación de 1,424.85; la evapotranspiración de 1,068.64 mm; datos obtenidos de la estación meteorológica Almaraz, (Gráficas 1 y 2).

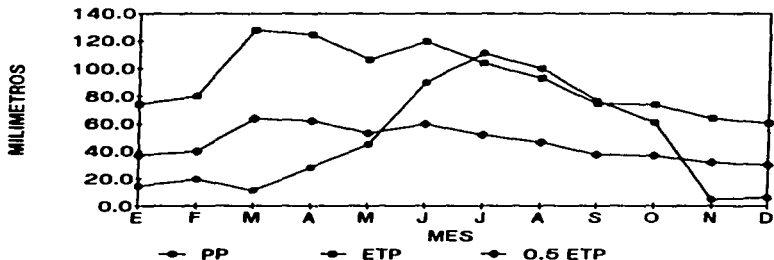
GRAFICA 1. MARCHA DE LA TEMPERATURA  
ESTACION ALMARAZ. 1995



GRAFICA 2. ESTACION DE CRECIMIENTO  
ESTACION ALMARAZ. 1995



GRAFICA 3. ESTACION DE CRECIMIENTO  
ESTACION ALMARAZ. 1987-1995



### 3.1.2. Características edáficas.

El presente trabajo se realizó en la parcela 14 de la F.E.S-C cuyas características físico-químicas se describen a continuación: textura del suelo es franco-arcilloso, con un 50% de espacios porosos; la coloración en seco es gris y en húmedo de gris muy oscuro a negro; el pH es de neutro a muy ligeramente alcalino, o sea, de 7.1 a 7.5; el porcentaje de saturación de bases es de 34. La capacidad de intercambio catiónico es de 41.5 meq/100g de suelo; el porcentaje de M.O. oscila entre medianamente rico (2.86%) a extremadamente rico (5.03%), siendo extremadamente rico en calcio, magnesio, potasio y fósforo y de pobre a extremadamente rico en nitrógeno, (Comunicación personal Q. Arcadia H. Beltrán y la Q. Celia E. Valencia I. del laboratorio de suelos de la F.E.S. Cuautitlán, 1995).

### 3.2. Diseño experimental.

El diseño experimental empleado en la investigación fue el diseño completamente al azar, con 5 repeticiones. Este diseño es usado cuando el material experimental es homogéneo, pues todas las unidades experimentales presentan las mismas características.

El modelo estadístico es:

$$Y_{ij} = \mu + T_j + e_{ij} \quad \text{donde:}$$

$\mu$  = Efecto general

$T_j$  = Efecto de Tratamiento  $i = 1, 2, \dots, t$ ;  $j = 1, 2, \dots, r$

$e_{ij}$  = Error experimental.

(Martínez G., 1988).



### 3.2.1. Prueba de medias por el método de Tukey.

Al efectuar la prueba de F en el ANDEVA, se rechaza la hipótesis de  $H_0: t_1 = t_2 \dots t_n$ , lo que indica que no todos los tratamientos son iguales, por lo que se recurrió al método de Tukey para conocer los efectos significativos. Para su empleo se calculó la diferencia significativa honesta que es:

$$DSH = q\alpha; t, n \sqrt{\frac{S^2}{r}}$$

$q\alpha$  = valor de tablas

$t$  = número de tratamientos.

$n$  =  $(r-1)(t-1)$  grados de libertad

$S^2$  = cuadrado medio del error

$r$  = número de repeticiones

### 3.3. Implementación del experimento.

El experimento constó de 5 tratamientos. Cada uno correspondió a una fecha de siembra teniendo lo siguiente:

<u>Tratamiento</u>	<u>Fecha de siembra</u>
1	1 de mayo
2	15 de mayo
3	1 de junio
4	15 de junio
5	30 de junio

con 5 repeticiones cada uno. Asimismo, la unidad experimental fue de 5 m de largo por 3.2 m de ancho con 4 surcos de 0.80 m entre sí. En total fueron 25 unidades experimentales dando un total de 400 m<sup>2</sup> sin contar los pasillos entre unidades experimentales, que fueron de 0.80m, (Figura 2).

FIG. 2. Distribución de los tratamientos en campo.

COMPLETAMENTE ALEATORIO

R E P E T I C I O N E S	I	T5	T1	T2	T3	T4
	II	T2	T3	T5	T4	T1
	III	T2	T4	T1	T3	T5
	IV	T4	T2	T5	T1	T3
	V	T1	T5	T3	T4	T2

Tratamiento 1: Fecha de siembra 1 de Mayo  
Tratamiento 2: Fecha de siembra 15 de Mayo  
Tratamiento 3: Fecha de siembra 1 de Junio  
Tratamiento 4: Fecha de siembra 15 de Junio  
Tratamiento 5: Fecha de siembra 30 de Junio

Cabe aclarar que las fechas propuestas se consideraron en base al análisis de la gráfica 3, obtenida de la Estación Meteorológica Almaraz, del periodo de julio de 1987 a abril de 1995, que muestra el comportamiento promedio de la estación de crecimiento para la zona de estudio.

#### 3.4. Materiales.

La variedad empleada fue Flor de Durazno, de hábito de crecimiento determinado, de semilla color rosado y jaspeado y fondo crema, utilizándose 3 semillas por golpe cada 20 cm en la costilla del surco dando un total de 30 kg/ha.

El fertilizante se aplicó a un lado de la semilla en el lomo del surco. La fórmula utilizada fue de 40-40-00, empleando como fuente de nitrógeno y fósforo, urea y superfosfato de calcio triple respectivamente.

Con una regla se midieron las alturas de planta. 36 estacas sirvieron para delimitar cada unidad experimental.

Eventualmente se desmalezó el terreno a lo largo del ciclo del cultivo para mantener libre de hierbas al mismo, incluso hasta antes de la siembra de los otros tratamientos con el empleo de azadón, pala recta y una aplicación de herbicida Afalón el día 18 de junio cuya dosis fue de 1.5 kg/ha.

Se empleo Folidol para el control de plagas a razón de 1.5 lt/ha aplicándose como medida preventiva.

Además se empleó la balanza granataria para efectuar el pesado de las muestras y de la producción total obtenida de cada uno de los tratamientos.

Cabe recalcar que el manejo del cultivo fue similar para cada uno de los tratamientos evaluados en esta investigación.

### 3.5. Parámetros a evaluar.

#### 3.5.1. Fenología.

Se tomaron los registros de la aparición y duración de las fases y etapas fenológicas del cultivo en cada fecha de siembra.

##### 3.5.1.1. Días a emergencia.

Se consideró como días a emergencia el día en que el 75% de las plantas emergieron.

##### 3.5.1.2. Días a floración.

Se consideró como días a floración el día en que el 75% de las plantas de cada unidad experimental estaban en la fase de floración.

##### 3.5.1.3. Días a fructificación.

Se tomó como días a fructificación el día en que el 75% de las vainas presentaron una longitud de más de 8 cm.

##### 3.5.1.4. Días a madurez comercial.

Esta fase fenológica se consideró el día en que el 75% de las vainas denotaba una coloración amarillo-paja.

#### 3.5.2. Número de plantas por metro lineal.

Se contabilizó el número de plantas en un metro lineal tomado al azar, pero siempre que fuera representativo de la parcela.

#### 3.5.3. Altura de planta.

Se procedió a medir la altura de planta a los 15, 30, 45, 60 y 75 días después de la emergencia con una muestra de 30 plantas escogidas al azar por unidad experimental o una cantidad

representativa (10, 15 ó 20) cuando la población en su momento era menor por las pérdidas que ocurrieron por la ausencia de precipitación.

#### 3.5.4. Número de vainas por planta.

Se realizó el conteo de este parámetro considerando el número de vainas por planta, en una muestra de 30 plantas, en cada unidad experimental.

#### 3.5.5. Número de semillas por vaina.

Se efectuó el conteo considerando el número de semillas completas por vaina, en una muestra de 30 vainas.

#### 3.5.6. Rendimiento.

Fueron pesados los granos cosechados dentro de la parcela útil y así se obtuvo el rendimiento en cada uno de los tratamientos y sus respectivas repeticiones, extrapolando el valor a ton/ha.

#### 3.5.7. Correlación entre componentes de rendimiento.

Se consideraron las correlaciones siguientes:

1. Rendimiento - Número de semillas por vaina.
2. Rendimiento - Número de vainas por planta.
3. Rendimiento - Altura de planta.
4. Número de semillas por vaina - Número de vainas por planta.
5. Número de semillas por vaina - Altura de planta.
6. Número de vainas por planta - Altura de planta.

Se aclara que la altura considerada fue el dato de los 75 DDE.

#### 3.5.8. Requerimientos térmicos por cada fase y etapa fenológica.

Se calcularon las U.T. para cada etapa fenológica considerada por el método residual, obteniendo el total para cada fase

fenológica. Se consideró una temperatura base de 10°C para el cálculo de las U.T., para todo el ciclo del cultivo por fase y etapa fenológica. Inicialmente teniase previsto el cálculo de la temperatura base para cada fase y etapa fenológica, pero por efecto del déficit de humedad que existió, no fue posible obtenerlo tomando entonces como temperatura base la enunciada anteriormente según lo citado por Villalpando, 1991.

Se tomaron los datos climáticos de la Estación Meteorológica Almaraz, a partir del 10. de mayo hasta la cosecha del último tratamiento, consignadas para su empleo en los cálculos fenológicos y en la determinación de la estación de crecimiento del periodo respectivo, (gráfica 2).

#### IV RESULTADOS.

##### 4.1. Fenología.

Se tomaron las lecturas correspondientes al desarrollo del cultivo reportándose los resultados siguientes.

##### 4.1.1. Días a emergencia.

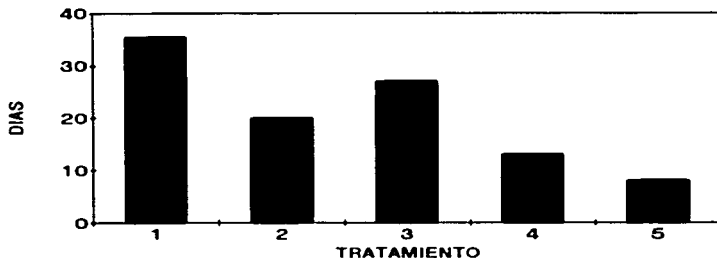
Este parámetro muestra en el andova respectivo (Anexo 3), que existió diferencia altamente significativa entre tratamientos procediéndose a realizar la prueba de Tukey con el resultado siguiente:

Tratamiento	medias
1	35.4 a
3	27.0 b
2	20.0 c
4	13.0 d
5	8.0 e

Categorías con la misma letra tienen igualdad estadística .

Siendo el tratamiento 1 el que presentó el mayor número de días con 35.4 días después de la emergencia y el tratamiento 5 el que tardó menos días en emerger con 8, (Gráfica 4).

GRAFICA 4. DIAS A EMERGENCIA  
FRIJOL CICLO P-V 1995



#### 4.1.2. Días a floración.

En días a floración el andeva respectivo, indica que entre tratamientos existe una diferencia estadística altamente significativa (Anexo 4), procediendo a realizar la prueba de Tukey. La prueba de medias indicó lo siguiente:

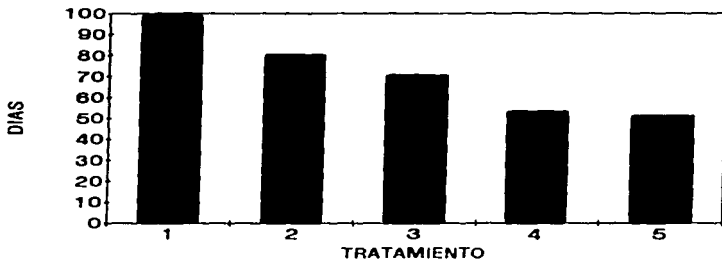
Tratamientos	medias	
1	99.0	a
2	80.0	b
3	70.4	bc
4	53.0	d
5	51.0	d

Categorías con la misma letra tienen igualdad estadística.



Siendo el tratamiento 5 el menor, pues la floración ocurrió en un tiempo de 51 días después de la fecha de siembra, mientras el tratamiento 1 tomo 99 días después de la fecha de siembra para presentar esta fase fenológica (Gráfica 5).

GRAFICA 5. DIAS A FLORACION  
FRIJOL CICLO P-V 1995



#### 4.1.3. Días a fructificación.

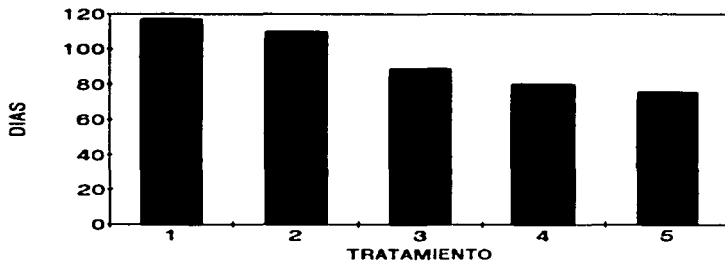
En relación a este parámetro se obtuvo entre tratamientos diferencia altamente significativa (Anexo 5), por lo que se procedió a efectuar la prueba de Tukey obteniendo lo siguiente:

Tratamiento	medias	
1	117.0	a
2	109.4	ab
3	87.4	c
4	79.8	c
5	75.2	c

categorías con la misma letra tienen igualdad estadística.

Por tanto, el tratamiento 5 presentó el menor número de días a fructificación siendo el tratamiento 1 el que llevó más días para esta fase fenológica con 117 días después de la fecha de siembra (Gráfica 6).

GRAFICA 6. DIAS A FRUCTIFICACION  
FRIJOL CICLO P-V 1995.



#### 4.1.4. Días a madurez comercial.

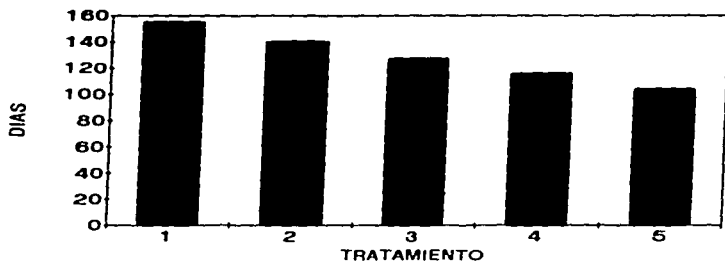
Respecto a este parámetro, entre tratamientos existió diferencia estadística altamente significativa (Anexo 6), procediendo a realizar la prueba de Tukey para esta fuente de variación con el resultado siguiente:

Tratamiento	medias	
1	155.0	a
2	140.0	b
3	127.2	c
4	115.2	d
5	103.6	e

Categorías con la misma letra tienen igualdad estadística.

Evidentemente el tratamiento 5 tuvo un resultado menor, ya que se llevó 103.6 días después de la siembra para ocurrir y el tratamiento 1 con el mayor número de días siendo de 155 (Gráfica 7).

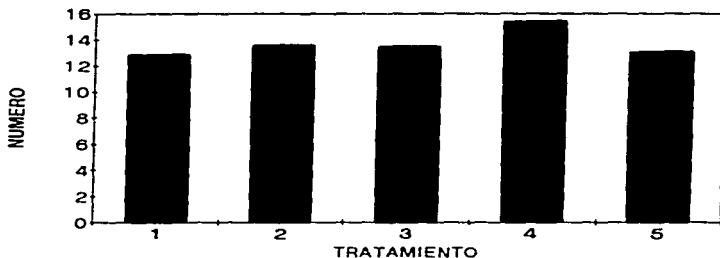
**GRAFICA 7. DIAS A MADUREZ COMERCIAL.  
FRIJOL CICLO P-V 1995**



**4.2. Número de plantas por metro lineal.**

Los resultados de este parámetro indican que no hay diferencia estadística significativa en los tratamientos, (Anexo 7). El promedio fue de 13.6 plantas por metro lineal, (Gráfica 8).

GRAFICA 8. PLANTAS / METRO LINEAL  
FRIJOL CICLO P-V 1995



#### 4.3. Altura de planta.

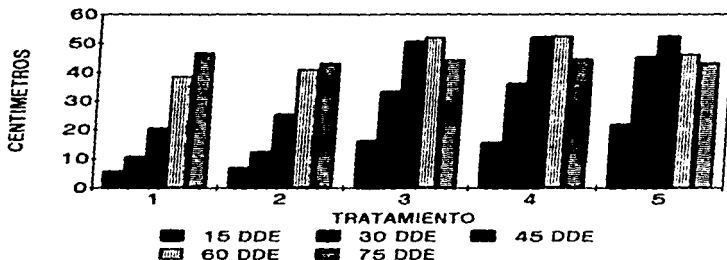
En relación a este parámetro se tomaron varias lecturas. La primera correspondió a 15 días después de la emergencia (DDE) y analizando los resultados se obtuvo diferencia entre tratamientos y fue altamente significativa (Anexo 8), por lo que se procedió a efectuar la prueba de Tukey obteniendo lo siguiente:

Tratamiento	media	
5	21.58	a
3	16.02	b
4	15.30	bc
2	6.86	d
1	5.54	d

Categorías con la misma letra tienen igualdad estadística.

Por lo tanto el tratamiento 5 presentó la mayor altura y el tratamiento 1 la menor con 21.58 cm y 5.54 cm respectivamente, (Gráficas 9), este último de menor altura probablemente causado por la falta de humedad durante la fase de emergencia que contrasta con el tratamiento 5 que tuvo condiciones mas adecuadas de humedad.

GRAFICA 9. ALTURA DE PLANTAS  
FRIJOL CICLO P-V 1995



En la lectura a 30 DDE, se observó diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, (Anexo 9), por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey teniendo lo siguiente:

Tratamiento	medias	
5	45.22	a
4	35.80	ab
3	33.18	bc
2	12.20	d
1	10.46	d

Categorías con la misma letra tienen igualdad estadística.

Así en el tratamiento 5 se tuvo 45.22 cm de altura de planta y en el tratamiento 1 10.46 cm, siendo el valor mayor y menor respectivamente (Gráfica 9) presentándose nuevamente el mismo fenómeno que el anterior muestreo, o sea, la ausencia de humedad en el tratamiento 1.

La lectura a 45 DDE el andeva respectivo muestra que aún se tiene una diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, (Anexo 10), procediéndose a realizar la prueba de Tukey con el resultado siguiente:

Tratamiento	media	
5	52.34	a
4	52.0	ab
3	50.48	abc
2	25.12	d
1	20.40	d

Categorías con la misma letra tienen igualdad estadística.

Se aprecia en el tratamiento 5 una mayor altura de planta con 52.34 cm y el primer tratamiento 20.40 cm con la menor altura (Gráfica 9) nuevamente por la falta de humedad en las unidades experimentales.

Respecto a la lectura a 60 DDE el andeva respectivo nuevamente reportó una diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, (Anexo 11), correspondiendo efectuar la prueba de Tukey con los resultados siguientes:

Tratamiento	medias	
4	52.32	a
3	51.92	ab
5	46.10	abc
2	40.84	c
1	38.54	c

Categorías con la misma letra tienen igualdad estadística.

Se tiene entonces que el tratamiento 4 tuvo la mayor altura con 52.32 cm y el tratamiento 1 la menor altura nuevamente con 38.54 cm, (Gráfica 9). Aquí se aprecia mayor altura en otro tratamiento que igualmente tuvo buenas condiciones de humedad y la misma respuesta del tratamiento 1 con respecto a las otras lecturas de altura de planta.

En la lectura a 75 DDE el andeva respectivo, (Anexo 12), reportó que no hay significancia entre tratamientos, por lo que se dice que no hay diferencia estadística significativa, no habiendo necesidad por lo tanto de recurrir a la prueba de Tukey. Empero, el tratamiento 1 fue el que presentó 46.64 cm de altura y el tratamiento 2 con 43.0 cm siendo el valor más alto y más bajo respectivamente, (Gráfica 9); en esta lectura ahora se invierte el resultado debido a que la planta ya había adquirido un crecimiento normal por disponer de humedad adecuada teniendo las siguientes medias:

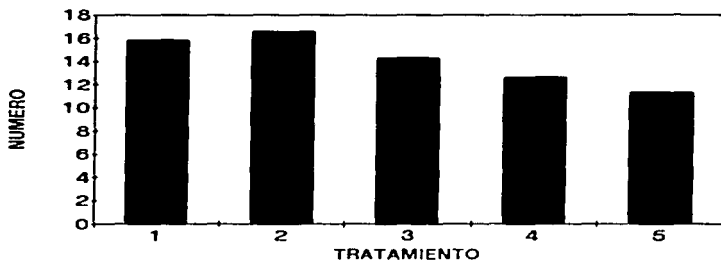


Tratamiento	medias
1	46.64
4	44.36
3	44.12
5	43.12
2	43.00

#### 4.4. Número de vainas por planta.

El andeva de éste parámetro arrojó un resultado de no significancia entre los tratamientos, (Anexo 13), por lo que no fue necesario la tarea de la prueba de Tukey obteniendo un promedio de 14 vainas por planta en general, siendo el tratamiento 2 con 16.5 vainas por planta el mayor valor y el tratamiento 5 el menor valor con 11.5 (Gráfica 11).

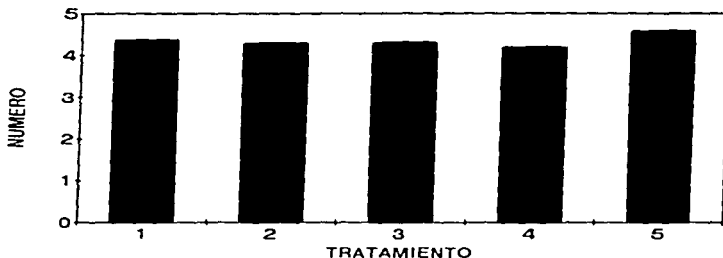
GRAFICA 10. NUMERO DE VAINAS / PLANTA  
FRIJOL CICLO P-V 1995



#### 4.5. Número de semillas por vaina.

Este parámetro tuvo entre tratamientos un resultado no significativo, por lo que no existió diferencia estadística entre ellos, (Anexo 14). El promedio de semillas por vaina fue de 4.0 semillas/vaina, donde el tratamiento 5 tuvo 4.56 semillas en promedio siendo el valor mas alto, (Gráfica 12).

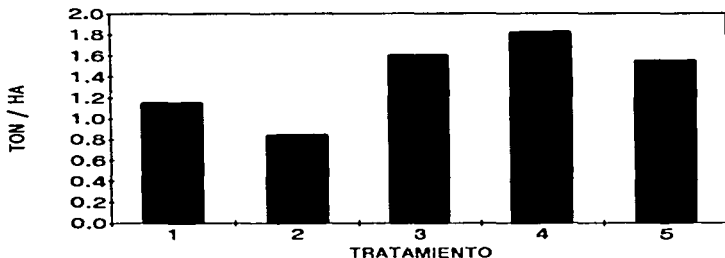
GRAFICA 11. NUMERO DE SEMILLAS / VAINA  
FRIJOL CICLO P-V 1985



#### 4.6. Rendimiento.

Se obtuvo que entre tratamientos no hubo diferencia estadística significativa, (Anexo 15), obteniendo un rendimiento promedio de 1.4 ton/ha, pero el tratamiento 4 sobresalió con 1.818 ton/ha y el tratamiento 2 con el menor rendimiento de 0.838 ton/ha, mientras que los tratamientos 1,3 y 5 tuvieron 1.148, 1.60 y 1.544 ton/ha respectivamente (Gráfica 13).

GRAFICA 12. RENDIMIENTO  
FRIJOL CICLO P-V 1995



4.7. Correlación entre componentes de rendimiento.

Se muestra a continuación la correlación entre componentes de rendimiento y en seguida una explicación de cada correlación.

Tabla 1: Correlación entre componentes de rendimiento.

Correlación	Valor de r	r de tablas 0.05	0.01	Interpretación	Valor de b	regresión r <sup>2</sup>
* 1	0.067	0.81	0.91	NS	-0.02	0.004440
2	0.82	0.81	0.91	*	-0.46	0.671252
3	0.018	0.81	0.91	NS	-0.07	0.000344
4	0.40	0.81	0.91	NS	-6.26	0.162124
5	0.17	0.81	0.91	NS	-0.02	0.028007
6	0.31	0.81	0.91	NS	0.46	0.096159

- \*1. Rendimiento - Número de semillas por vaina.  
 2. Rendimiento - Número de vainas por planta.  
 3. Rendimiento - Altura de planta.  
 4. Número de semillas por vaina - Número de vainas por planta.  
 5. Número de semillas por vaina - Altura de planta.  
 6. Número de vainas por planta - Altura de planta.

La correlación rendimiento con número de semillas por vaina es no significativo estadísticamente hablando, presentando una relación negativa, es decir, por cada kilogramo de incremento en el rendimiento el número de semillas disminuye 0.02 semillas.

La correlación entre el rendimiento y el número de vainas por planta es significativo, por lo que el rendimiento depende de la cantidad de vainas que brotan por cada planta, aunque se pueden obtener menor número de vainas pero con semillas de mayor tamaño y no tener la relación estadística presente en este estudio.

Respecto al rendimiento con altura de planta, se aprecia que no existe significancia y su relación es negativa, es decir, que por cada kilogramo de peso de grano la altura de planta disminuye 0.07 cm; se deduce entonces que no existe una relación directa entre ambos componentes aunque se reconoce la importancia del follaje en la producción de fotosintatos para el buen desarrollo de la planta.

El número de semillas por vaina con el número de vainas por planta fue no significativo y con una relación negativa, observándose que al aumentar el número de semillas por vaina una unidad disminuye 6.2 el número de vainas por planta.

En el caso del número de semillas por vaina con la altura de planta se obtuvo un resultado no significativo, con una relación negativa, esto es que al aumentar el número de semillas por vaina, disminuye la altura 0.02 cm.

Por último, el número de vainas por planta con la altura de la planta también tuvo no significancia, pero el valor de  $b$  fue positivo, siendo las demás correlaciones negativas, lo que implicaría

que si aumenta la altura de la planta 0.46 cm, el número de vainas aumenta también.

**4.8. Requerimientos térmicos por cada fase y etapa fenológica.**

En relación a este parámetro se obtuvo, para cada etapa fenológica considerada:

etapa 1: germinación

etapa 2: desarrollo vegetativo

etapa 3: desarrollo reproductivo

etapa 4: madurez fisiológica,

los requerimientos térmicos para cubrir cada una de ellas.

Así mismo para cada fase fenológica considerada:

fase 1: siembra

fase 2: emergencia

fase 3: floración

fase 4: fructificación

fase 5: madurez comercial

**Tabla 2: Requerimientos térmicos del cultivo de frijol, por tratamiento y etapa fenológica.**

Trat	etapa 1	etapa 2	etapa 3	etapa 4	total
1	299.7	468.2	107.6	242.5	1,118.0
2	172.7	438.3	202.6	196.2	1,009.8
3	227.9	283.5	118.3	250.2	879.9
4	112.1	258.7	187.6	209.4	767.8
5	53.4	285.1	143.4	164.5	646.4
total	865.8	1733.8	759.5	1062.8	4421.9
media	173.16	346.76	151.9	212.56	884.38

Se aprecia en la tabla 2, como mayor resultado el promedio de la segunda etapa (desarrollo vegetativo) con 346.76 U.T. y la tercera etapa (desarrollo reproductivo) con el menor promedio con 151.9 U.T. Se distingue al primer tratamiento con el mayor resultado con 1,118 U.T. y al quinto tratamiento con el menor resultado siendo de 646.4 U.T. Los requerimientos térmicos promedio de los cinco tratamientos fueron de 884.38 U.T.; sin embargo, considerando el efecto de la humedad y la temperatura sobre el cultivo, se considera más representativo para el presente trabajo los datos obtenidos entre los tratamientos 4 y 5 que reportan los siguientes resultados:

Etapa	media
1	82.75
2	271.90
3	165.50
4	186.95

con un requerimiento térmico total de 707.1 U.T., pero bajo las condiciones climáticas de la zona de estudio y con el material genético trabajado.

**Tabla 3. Requerimientos térmicos del cultivo de frijol, por tratamiento y fase fenológica.**

trat	fase 1	fase 2	fase 3	fase 4	fase 5
1	--	299.7	767.9	875.5	1,118.0
2	--	172.7	611.0	813.6	1,009.8
3	--	227.9	511.4	629.7	879.9
4	--	112.1	500.8	558.4	767.8
5	--	53.4	338.5	481.9	646.4
total	--	865.8	2729.6	3359.1	4421.9
media	--	173.1	545.9	671.82	884.38

Se aprecia una media de 173.16 U.T., 545.92 U.T., 671.82 U.T. y 884.38 U.T. para las fases de emergencia, floración, fructificación y madurez comercial respectivamente. Es de notar que existe el mismo resultado entre el total de U.T. por tratamiento de cada etapa con las U.T. de la quinta fase fenológica de cada tratamiento. Esto resulta lógico, ya que la suma de las U.T. de cada etapa es igual a las U.T. de la última fase.

También en el caso de las fases debe considerarse el efecto de la humedad y la temperatura tomando los dos últimos tratamientos como representativos del presente estudio, apreciándose lo siguiente:

Fase	media
1	--
2	82.75
3	419.65
4	520.15
5	707.1



## V ANALISIS.

El estado medio del tiempo tiene la característica de ser variable, impredecible y a veces impresagiable; estas características se presentaron en el período de estudio del frijol atrasando las lluvias con su efecto de ausencia de humedad misma que al no estar presente en el suelo hizo que la semilla no germinara, el embrión no se transformara en plántula y no hubiera desarrollo vegetativo después de la siembra como ocurrió en los primeros 3 tratamientos. Aquí es preciso detenerse para enmarcar dentro del análisis a la estación de crecimiento y el cultivo. Básicamente se aprecia, como lo muestra la gráfica 3 del período 1987-1995, que la estación de crecimiento del cultivo se ubica entre inicios de mayo y mediados de septiembre, pero en el año en que se realizó el experimento la precipitación se retrasó afectando a los tres primeros tratamientos ya que atrasó el ciclo vegetativo de cada uno de ellos. Las fases fenológicas de floración, fructificación y madurez comercial se retrasaron hasta igualarse a las mismas fases de los dos últimos tratamientos en el sentido de que aparecieron casi por las mismas fechas que los dos mencionados.

Paralelamente se aprecia mayor consumo de U.T en las primeras fases y etapas debido que al retrasarse afectaron su ciclo biológico requiriendo mayor U.T. Pudiera pensarse en la insidencia sobre la etapa de desarrollo vegetativo, tan vulnerable a la sequía, de los tres primeros tratamientos, ya que dicha etapa se presentó en el período de disminución pluvial, sin embargo la humedad residual de los días anteriores en que hubo precipitación permitió el desarrollo

de esta etapa, aunque no satisfactoriamente ya que consumo más U.T. y tuvieron menor rendimiento. Respecto a los dos últimos tratamientos que coincidieron con la disminución pluvial al momento de la siembra se deduce que la humedad residual de los días anteriores en que hubo precipitación no afectó el proceso vegetativo.

Las diferentes fases fenológicas estudiadas mostraron así, estar influenciadas por la temperatura y la humedad. Un hecho que llama la atención fue el de las U.T., el cual dieron resultados altos en los primeros 3 tratamientos hasta de más de 1000 U.T. algo que resulta elevado si partimos de la premisa de que existe una relación directa entre el ciclo biológico de un cultivo y las U.T. acumuladas. Si comparamos un cultivo como el maíz de más de 180 días en su ciclo biológico y alrededor de 2500 U.T. es presumible obtener una relación lógica en el frijol, como la guardan los dos últimos tratamientos. Sin embargo, el resultado de los dos últimos tratamientos que están muy por debajo del resultado obtenido por Robertson y Frazier obedece que el material experimental evaluado tiene características propias que respondieron con menor acumulación de calor bajo las condiciones ambientales de la zona de estudio. Por otro lado, la humedad tuvo un efecto directo sobre las fases, ya que fue evidente la gran diferencia cuantitativa mostrada en cada fecha de siembra, es decir, en los tratamientos. Así se tuvo que en los tratamientos 1, 2 y 3 mostraron traslape en el tiempo, en la aparición de las fases y duración de las etapas fenológicas.

En los resultados donde parámetros como número de plantas por metro lineal, número de vainas por planta, número de semillas por vaina y rendimiento no tuvieron diferencia estadística significativa

entre los tratamientos, muestra la uniformidad genética de la variedad empleada, no mostrando diferencias que pudieran atribuirse al efecto del clima sobre el cultivo.

Pero el tiempo de aparición de cada componente en los diferentes tratamientos, esto es, fechas de siembra, sí se vió notablemente influenciado por la acción del clima, teniéndose las diferencias tan marcadas entre los requerimientos térmicos de cada fase y etapa fenológica entre ellos.

El resultado de correlación establece no significancia estadística entre los componentes de rendimiento, excepto entre el rendimiento y el número de vainas por planta. Naturalmente se obtiene mayor rendimiento si existe una cantidad de vainas proporcional a ese rendimiento. Es decir que, es una relación directamente proporcional entre ambos parámetros. Pero no debe olvidarse que cada componente aporta un porcentaje que se expresa en el desarrollo del cultivo que para el productor se refleja en el rendimiento de la planta.

Respecto a los requerimientos térmicos, los últimos 2 tratamientos representan objetivamente la necesidad de calor para cada fase y etapa fenológica, ya que no sufrieron el efecto del déficit de humedad que inicialmente la sufrieron los 3 primeros tratamientos, por lo que se puede afirmar que estos son un resultado adecuado para los objetivos del presente trabajo bajo las condiciones intrínsecas del lugar de estudio y del propio material germoplásmico.

La condición necesaria para llegar a un resultado razonable y obtener la necesidad de calor de un cultivo es la presencia de humedad en el suelo para que la segunda fase o primera etapa, no se prolongue y con ella la acumulación de calor.

Idealmente los primeros días de mayo debieran contar con precipitaciones que posibilitarán la existencia de humedad para que esta no sea una limitante en el estudio fenológico de un cultivo como ocurrió en este caso, pero si el fenómeno meteorológico se ausenta, entonces es perentorio humedecer la tierra con riego salvando aquella situación.

La disminución de la precipitación en la segunda mitad de junio no afectó el desarrollo del cultivo significativamente al parecer por la humedad residual provocada por la precipitación de días anteriores permitiendo que las fases y etapas fenológicas del cultivo se completaran como se puede ver en la gráfica 2 de la estación de crecimiento durante el periodo de estudio. En ese lapso de disminución pluvial coinciden la etapa vegetativa de los primeros 3 tratamientos (1, 15 de mayo y 10. de junio) y la etapa germinativa de los últimos 2 tratamientos (15 y 30 de junio). Así mismo, la fase de emergencia coincidió con dicho lapso en los últimos 3 tratamientos (10., 15 y 30 de junio) como se ve en la gráfica 2.

## VI. CONCLUSIONES.

1. Se valida la hipótesis planteada teniendo a la etapa de desarrollo vegetativo como la de mayor duración y por ende con mayor exigencia de unidades calor con 346.76. Se establece una relación directa entre número de días a completarse una etapa y las necesidades de calor que la misma requiere.

2. La determinación de etapas y fases es indispensable para conocer las características fenológicas del cultivo, ya que pueden programarse, predecirse y estimarse las actividades a desarrollar durante todo el ciclo del cultivo.

3. Se establece que la fecha de siembra del 15 de junio es la mejor época, pues tuvo la mínima cantidad de U.T. y el mayor rendimiento principalmente, que para fines prácticos permite ubicarlo en la época donde existe el menor riesgo de condiciones meteorológicas adversas al desarrollo del cultivo.

4. Se establece que para fines experimentales los resultados del presente estudio deben considerarse bajo las condiciones de la zona de estudio, ya que la acumulación de unidades térmicas es variable para diferentes regiones por las fluctuaciones de temperatura. Así, es conveniente realizar el mismo estudio durante varios años, sugiriéndose por lo menos 4 validando los resultados obtenidos.

5. Es necesario disponer de humedad en el suelo desde el inicio del ciclo vegetativo para evaluar los requerimientos térmicos de cada fase y etapa fenológica y así sean posibles los cálculos de unidades térmicas y temperatura base para cada una de ellas.

6. Una floración al margen de fuertes precipitaciones conlleva obtener mayor número de vainas por planta que correlacionadas con el rendimiento, posibilita mayores cosechas.

7. Para obtener el cálculo de las U.T. es imprescindible proporcionar condiciones de humedad a la planta desde la siembra, con el fin de no sufrir riesgos cuando se contabilizan la temperatura base y las U.T. al momento de realizar los resultados pues estos pueden no corresponder con la realidad.

#### VII BIBLIOGRAFIA.

1. Adisarwanto, T., et. al. 1994. Effect of time of sowing on flowering in faba bean (*Vicia faba*). Australian Journal of Experiment Agriculture; University of Adelaide, Australia.
2. Bloc, D. and J.P. Couet, 1977. Influence of accumulated heat units on maturity in corn: a review. In: agrometeorology of the maize. (Corn) Crop. WMO, No. 481 pp. 76-81.
3. Bootsma, A. 1977. Maturity indices for corn in the low heat unit region of eastern Canada: a review. In agrometeorology of the maize. WMO No. 481. pp. 58-66.
4. Cedillo L. S. y Romero M. J. A. 1995. "Evaluación de la dosis de fertilización en 2 tipos de siembra en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.)". Tesis de Licenciatura; Cuautitlán Izc. Edo. de México. pp. 36-38.
5. Corzo S. J. C. 1991. "Estación de crecimiento y potencial térmico para cultivos básicos en el Edo. de México" Tesis de Licenciatura; Cuautitlán Izc., Edo. de México; pp. 41-45.
6. Cronquist, A. 1980. Introducción a la Botánica. Editorial C.E.C.S.A.; México, D.F.

7. Chamba M. L. E. 1985. "Fertilización con 3 fuentes de NPK en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)". Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
8. Dodd, M. 1991. Suitability of the UK climate present and future for growing navy beans (*Phaseolus vulgaris*). Paper presented at an Association of Applied Biologist Meeting. University of Cambridge, UK. pp. 101-104.
9. Dodd, M. 1991. Thermal time assessment of suitable areas for navy bean (*Phaseolus vulgaris*) production in the UK. University of Cambridge; pp. 221-231
10. Flores, Luis F., et. al. 1990. Metodología de investigación y diagnóstico en relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera. S.A.R.H.; México, ; pag. 87-88.
11. Frère, J.; Riks, Q. y REA, J. 1978. Estudio agroclimatológico de la zona andina. OMM; No. 506; Ginebra, Suiza, 297 pp.
12. García E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Instituto de Geografía. UNAM. México.
13. Garza, M.R. 1986. "Fenología y comparación de métodos de cálculo de unidades calor en girasol (*Helianthus annuus* L.)" Tesis de Licenciatura; Chapingo, Edo. de México; pp. 32-38.



14. Mayek, E. R. y Gutierrez, J. 1979. Periodos vegetativos en Chile: un enfoque basado en la temperatura. Ciencia e Investigación Agronómica. 6 (1). pp. 21-49.
15. Hernández, L.A. 1983. Caracterización de genotipos de maíz de Valles Altos por sus requerimientos de unidades calor. Tesis de Licenciatura. UACH. Chapingo. México.
16. INEGI. 1992. Anuario Estadístico. México.
17. INEGI. 1995. El sector alimentario en México. Comisión de Alimentación México. pag. 52.
18. INIA. 1981. Agricultura técnica en México. SARH. México. pp. 113-125.
19. INIA. 1982. Ciclos de cultivo. SARH. México. pp. 31-34
20. Mora, G.M. 1985. Caracterización agroclimática del cultivo de trigo para el área del Centro Agrícola Experimental del Bajío (CIAB). Memorias de la I Reunión Nacional de Agroclimatología. UNAM: pp. 195-200.
21. Murray, B.D. 1977. Response of maize to environment temperatures; a review. In: agrometeorology of the maize (corn) Crop. WMO No. 481. pp. 15-26.

22. Sánchez Martínez, Ruben. 1991. Manejo de la floración y fechas de siembra del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y su efecto en el daño por el picudo del ejote (*Apion godmani* Wagn.) Colegio de Postgraduados; Chapingo, Edo. de México; pp. 23-24.

23. SEP. 1991. Manuales para educación agropecuaria. Frijol y Chicharo. TRILLAS. México.

24. Torres R. E. 1995. Agrometeorología. Edit. Trillas. México.

25. Villalpando I.F. 1991. Memoria del curso de fenología y temperatura agrícola. Guadalajara, Jal. Méx. pp. 37-38.

26. Wiggans, C. S. 1956. The effect of seasonal temperatures on maturity of oats planted at diferent dates. *Agrow J.* 48, pp. 21-25.

**VIII ANEXOS.**

ANEXO 1. DATOS CLIMATICOS DE LA ESTACION METEOROLOGICA ALMARAZ.  
CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO. 1995.

MES	T°C MAX.	T°C MIN.	T°C MED.	PP.	EVAP.	ETP.	ETP 0.5
ENE	21.9	2.4	12.2	20.9	86.9	65.175	32.5875
FEB	23.2	3.0	13.1	19.6	121.11	90.832	45.4162
MAR	25.5	3.8	14.6	26.9	156.29	117.217	58.6087
ABR	27.6	6.4	17.0	6.4	186.29	139.717	69.8587
MAY	28.2	9.4	18.8	37.3	173.65	130.237	65.1187
JUN	26.1	10.5	18.3	117.4	140.67	105.502	52.7512
JUL	22.6	10.1	16.3	79.0	123.87	92.902	46.4512
AGO	22.9	11.1	17.0	213.2	82.74	62.055	31.0275
SEP	23.1	9.9	16.5	64.7	106.82	80.115	40.0575
OCT	23.0	5.1	14.0	18.2	113.51	85.132	42.5662
NOV	22.2	5.1	13.6	28.5	75.5	56.625	28.3125
DIC	21.3	2.4	11.8	30.5	57.5	43.125	21.5625
-							
X	23.966	6.6	15.2666	662.6	1424.85	1068.637	534.3187

**ANEXO 1a. DATOS DIARIOS DE PRECIPITACION Y TEMPERATURA MAXIMA, MINIMA  
PERIODO: 1 DE ABRIL - 30 DE OCTUBRE 1995. ESTACION ALMARAZ.**

MES	DIA	T°C MAX.	T°C MIN.	T°C MEDIA	PP	
ABRIL	1	25	7.5	16.2	0	
		26	4.5	15.2	0	
		26	5	15.5	0	
		27	4	15.7	0	
		26.5	11.5	19	0	
		27	3.5	15.2	0	
		28.5	3.5	16	0	
		28	3.5	15.7	0	
		29	6	17.5	0	
		26	4.5	15.2	0	
		28.5	2	15.2	0	
		29	6	17.5	0	
		26.5	5	15.7	0.1	
		27	5	16	0.1	
		15	15	26	9	17.5
	29			9	19	0.1
	29			9	19	0.1
	29			9	19	0.1
	29			10.5	19.7	0
	29			7.5	18.2	0
	30			5.8	17.9	0
	31			7.5	19.2	0
	31.8			7.5	19.6	0
	30			7	18.5	0
	29			10	19.5	1.1
	28.5			7.5	18	0.1
	22			6	14	13.6
	25.5			3.5	14.5	0
	25.8			7	16.4	0.5
	24	5.5	14.7	1.1		
MAYO	1	27.5	9	18.2	0	
		27.5	5	16.2	0	
		28.8	4.5	16.6	0	
		29	7	18	3.8	
		28	7	17.5	1.2	
		28.5	7.5	18	0	
		30	7	18.5	1.3	
		30	11	20.5	0	
		30	6	18.5	0	
		31.5	7	19.2	0	
		30	9	19.5	0	
		29.5	8.5	19	0.1	
		29	8.5	18.7	0.1	
		30	9.5	19.7	0.7	
		15	15	29	11.5	20.2
29.5	7.5			18.5	5	
		30	8	19	0	

Continúa DATOS DIARIOS DE PRECIPITACION Y TEMPERATURA MAXIMA, MINIMA  
 PERIODO: 1 DE ABRIL - 30 DE OCTUBRE 1995. ESTACION ALMARAZ.

MES	DIA	T°C MAX.	T°C MIN.	T°C MEDIA	PP
		30	10	20	0
		29	11	20	0
		28	12.5	20.2	0
		29	11	20	0
		29.5	11.5	20.5	0.6
		30	9	19.5	0.6
		30	8.5	19.2	0
		27.5	13.5	20.5	0
		27.5	10.5	19	13
		23	11.5	17.2	0
		26.5	13	19.7	10.5
		28	10	19	0
		21.5	12	16.7	0.3
		24	10	17	0.1
		22	12	17	0.2
JUNIO	1	26	8	17	0
		26	7	16.5	0
		27.5	5	16.2	0
		28	5.5	16.9	0
		29.5	7	18.2	0
		30	7.5	18.7	0.1
		30	9	19.5	0
		30	10.5	20.2	0
		30.5	6	18.2	0.2
		29.5	10.5	20	0.2
		27.5	10.5	19	0
		25.8	11	18.4	0
		26	13	19.5	0
		25	10	17.5	0
	15	26.5	9.5	18	0
		25.2	13	19.1	1.5
		23.5	13	18.2	14.8
		23	13	18	0
		24.5	13	18.7	0
		26	13	19.5	0
		26	14	20	1.4
		25	12	18.5	0.9
		27.5	12	19.7	0.6
		26	11	18.5	9
		24.5	9	16.7	0
		25	11	18	0
		26	12.5	19.2	0
		21	13.5	17.2	11.3
		21	13	17	12.4
		22	13	17.5	65.1
JULIO	1	19	12	15.5	2.6
		23.5	12.5	18	2.2
		25	9	17	0
		25	10	17.5	2.6
		24	11	17.5	9.8

Continúa DATOS DIARIOS DE PRECIPITACION Y TEMPERATURA MAXIMA, MINIMA  
 PERIODO: 1 DE ABRIL - 30 DE OCTUBRE 1995. ESTACION ALMARAZ.

MES	DIA	T°C MAX.	T°C MIN.	T°C MEDIA	PP
		22.5	10	16.2	0
		20.5	8	14.2	0
		21	11	16	0
		22	11	16.5	0
		21.2	10	15.6	0
		20	12.5	16.2	3.5
		21	11.5	16.2	5.2
		22	11	16.5	19
		19	10	14.5	0.7
	15	23	9	16	11.2
		22	11	16.5	0
		23.5	11	17.2	0.3
		23	9	16	1.8
		23.5	12	17.7	4.8
		22	11.5	16.7	0
		24.5	9	16.7	0
		24	10	17	5.4
		23.5	7	15.2	0
		23	9	16	6
		23	12	17.5	4.3
		20.5	8.8	14.6	0
		21.7	9	15.3	0
		23.5	8.7	16.1	0
		23	7.9	15.4	0
		25	9	17	16.7
		25	9.5	17.2	0
		25	8.5	16.7	0
		25	7.5	16.2	0
		25.8	9.5	17.6	0
		25	10	17.5	4.3
		24	10	17	0
		23	10	16.5	2.2
		23	13.5	18.2	5.7
		24.5	14	19.2	49.9
		21.8	13	17.4	4.3
		23	10.2	16.7	8.8
		23	12	17.5	0
		19.8	13	16.4	2.8
		21	13	17	4.9
		24	11.5	17.7	3.5
	15	22.8	14	18.4	1
		23	10.5	16.7	26.5
		21	11.8	16.4	12.2
		23	10.5	16.7	11
		21	10.5	15.7	0
		21	10.5	15.7	1.5
		22.8	11	16.9	22.4
		23	10.5	16.7	14.4
		21.5	12.5	17	0.1
		22.5	8.5	15.5	0.9

Continúa DATOS DIARIOS DE PRECIPITACION Y TEMPERATURA MAXIMA, MINIMA  
 PERIODO: 1 DE ABRIL - 30 DE OCTUBRE 1995. ESTACION ALMARAZ.

MES	DIA	T°C MAX.	T°C MIN.	T°C MEDIA	PP
		24.8	13.5	19.1	20
		24	12.5	18.2	13
		23	13	18	0
		23	10.5	16.7	0
		21.8	11	16.4	0.1
		20	6.8	13.4	1.9
		23.9	9	16.4	2
		20	13	16.5	14.8
		21.2	11	17.1	2.4
		22	12	17	0
		21.5	12	16.7	0
		21.9	11	16.4	0
		20	12	16	0
		22.8	8	15.4	0
		22	4.5	13.2	0
		22	3.5	13.2	0
		23	8	15.5	0
		22.8	10	16.4	12.6
		23.5	10	16.7	0.1
		24.8	8.5	16.6	0.5
		23	10.5	16.7	0
	15	24.5	10	17.2	0
		24.8	9.4	17.1	6.5
		24.8	12	18.4	0
		24.8	12.5	18.2	0
		24	14	19.1	0
		22.5	12	17.2	0.3
		22.5	10.5	16.5	0
		22.5	17.2	17.2	11.1
		25	9.5	17.2	12.6
		23.5	11	17	0
		23	9	16.4	0.4
		23.8	10	17	1.5
		24	9.2	15.8	0
		22.5	8.5	15.2	0
		22	10.5	17.6	0
		24.8	10.5	13.2	0
		24	2.5	12.5	0
		23	1.5	12.5	0
		24	10.5	17.2	0
		23.5	6	14.7	0
		24.5	7	15.7	0
		24.5	5.5	15	0
		25.8	1	11.2	0
		21.5	1	12.5	0
		21	4	13.2	0
		23	3.5	11.7	0
		23.5	0	10.2	0
		24	-3.5	9.75	0
		21	-1.5	9.2	0.1
		20.5	-2	9.2	0
		21	10	15.5	0

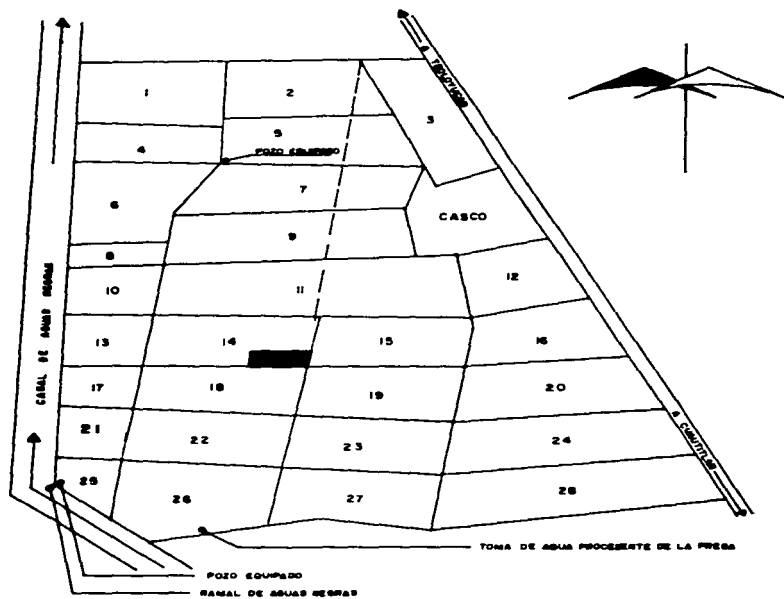


Continúa DATOS DIARIOS DE PRECIPITACION Y TEMPERATURA MAXIMA, MINIMA  
 PERIODO: 1 DE ABRIL - 30 DE OCTUBRE 1995. ESTACION ALMARAZ.

MES	DIA	T°C MAX.	T°C MIN.	T°C MEDIA	PP
		17	9	13	1
	15	18	1	9.5	0
		21	-2	9.5	0
		25	2.5	13.7	0
		24.5	4	14.2	0
		26	7	16.5	6.7
		20	12	16	2
		21.5	10	15.7	0
		24.2	5.5	14.8	0
		26	5	15.5	0
		22	6.5	14.2	0.3
		24.5	10.5	17.5	1.5
		24	9.5	16.5	0.1
		25.5	9	17.2	1.6
		25	5	15	0
		24	9	16.5	0.1
		24	6	15	0
OCTUBRE	31	25	5.5	15.2	5

ESTA TESIS NO DEBE  
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

ANEXO 2. UBICACION DE LA PARCELA EXPERIMENTAL No. 14



ANEXO 3. ANDEVA Días a emergencia.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	0.05	Ft	0.01
TRATAMIENTOS	4	3384.24	596.06	3725.37	**	2.87	4.43 **
ERROR	20	3.2	0.16				
TOTAL	24	2387.44					

ANEXO 4. ANDEVA Días a floración.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	0.05	Ft	0.01
TRATAMIENTOS	4	7944.24	1986.06	51.37	*	2.87	4.43 **
ERROR	20	773.2	38.66				
TOTAL	24	8717.44					

ANEXO 5. ANDEVA Días a fructificación.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	0.05	Ft	0.01
TRATAMIENTOS	4	6822.56	1705.64	41.0	*	2.87	4.43 **
ERROR	20	832.0	41.6				
TOTAL	24	7654.56					

ANEXO 6. ANDEVA Días a madurez comercial.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	0.05	Ft	0.01
TRATAMIENTOS	4	8163.2	2040.8	220.86	*	2.87	4.43 **
ERROR	20	184.8	9.24				
TOTAL	24	8348.0					

ANEXO 7. ANDEVA Número de plantas por metro lineal.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	0.05	Ft	0.01
TRATAMIENTOS	4	19.7624	4.9406	0.47	NS	2.87	4.43 NS
ERROR	20	211.62	10.581				
TOTAL	24	231.3824					

ANEXO 8. ANDEVA Altura de planta a 15 DDE.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	0.05	Ft.	0.01
TRATAMIENTOS	4	906.8	226.7	42.24	*	2.87	4.43 **
ERROR	20	107.34	5.367				
TOTAL	24	1014.14					

ANEXO 9. ANDEVA Altura de planta a 30 DDE.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	0.05	Ft.	0.01
TRATAMIENTOS	4	4697.602	1174.4005	60.85	* 2.87	4.43	**
ERROR	20	385.988	19.2994				
TOTAL	24	5083.590					

ANEXO 10. ANDEVA Altura de planta a 45 DDE.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	0.05	Ft.	0.01
TRATAMIENTOS	4	5058.286	1264.5715	31.11	* 2.87	4.43	**
ERROR	20	813.068	40.6534				
TOTAL	24	5871.354					

ANEXO 11. ANDEVA Altura de planta a 60 DDE.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	0.05	Ft.	0.01
TRATAMIENTOS	4	786.3	196.575	16.94	* 2.87	4.43	**
ERROR	20	232.04	11.602				
TOTAL	24	1018.34					

ANEXO 12. ANDEVA Altura de planta a 75 DDE.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	4	42.902	10.7255	1.07	NS 2.87	4.43 NS
ERROR	20	199.54	9.977			
TOTAL	24	242.442				

ANEXO 13. ANDEVA Número de vainas por planta.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	4	96.184	24.046	1.84	NS 2.87	4.43 NS
ERROR	20	261.016	13.0508			
TOTAL	24	357.2				

ANEXO 14. ANDEVA Número de semillas por vaina.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	4	0.3976	0.0994	0.92	NS 2.87	4.43 NS
ERROR	20	2.16	0.108			
TOTAL	24	2.5576				

**ANEXO 15. ANDEVA Rendimiento.**

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>FC.</b>	<b>Ft.</b>	<b>0.05</b>	<b>0.01</b>
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>4</b>	<b>3.071336</b>	<b>0.767834</b>	<b>1.47</b>	<b>NS</b>	<b>2.87</b>	<b>4.43 NS</b>
<b>ERROR</b>	<b>20</b>	<b>10.38116</b>	<b>0.519058</b>				
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>13.452496</b>					