

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN



**CALENDARIZACION DE LAS ACTIVIDADES
AGRICOLAS PARA EL CULTIVO DE CACAHUATE EN
EL MUNICIPIO DE IGUALA, ESTADO DE GUERRERO.**

TRABAJO DE SEMINARIO

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A ;
VICTOR LOPEZ GONZALEZ**

ASESOR: ING. GUSTAVO MERCADO MANCERA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

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

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN



DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN
PRESENTE.

AT'N: ING. RAFAEL RODRIGUEZ CEBALLOS
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES-C.

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautilán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

"Técnicas Selectas de la Producción Agrícola Actual"
Calendarización de las Actividades Agrícolas para el Cultivo
de Cacahuata en el Municipio de Iguala, Estado de Guerrero.

que presenta al pasante: Victor López González
con número de cuenta: 2905553-2 para obtener el Título de:
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautilán Icaali, Edo. de México, a 23 de Enero de 19 96

MODULO:	PROFESOR:	FIRMA:
<u>Segundo</u>	<u>M. en C. Adelina Alboni Encarnación</u>	
<u>Segundo</u>	<u>Ing. Francisco Cruz Pizarro</u>	
<u>Asesor</u>	<u>Ing. Gustavo Mercedes Mancera</u>	

DEDICATORIAS.

A mis padres: Blas y Raquel, por su amor...por su ejemplo de superación con honestidad, perseverancia , tenacidad; en bien de la familia y el país.

A mis hermanos: Marco Antonio...porque aún está, Marcos, Francisco, Blas, Esther, Guadalupe, por su cariño y comprensión.

A María Delia, por su amor...y mis pequeños: Diego Alberto y Andrea, por conmovir a este padre.

A los campesinos de la URECCH en la Costa Chica y los de la Costa Grande en Guerrero, por su inquebrantable esperanza y esfuerzo por un futuro mejor. A todos los "compas" de allá y acá, por su ejemplo en la noble lucha.

A mis amigos.

RECONOCIMIENTOS.

A la U.N.A.M. , alumnos y profesores,...con los que convivi y los que me enseñaron através de la ciencia, a conocer algo de lo universal, a comprenderlo, para poder transformarlo.

En especial a los profesores: Ing. Angel Casados y Ing. Otilio A. Acevedo por su disposición y apoyo para que me titulara, que en su momento no fue posible.

Al Ing. Gustavo Mercado, compañero y asesor del presente trabajo, así como a los demás profesores participantes del Segundo Seminario de Titulación, por todo el conocimiento y apoyo brindados.

INDICE .

- i. Lista de cuadros.
- ii. Lista de figuras.
- iii. Lista de gráficas.
- iiii. Lista de anexos.
- iiiii. Resumen.

	Página:
I. INTRODUCCION.	1
1.1. OBJETIVOS.	2
II. MARCO TEORICO DE REFERENCIA.	3
2.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO.	3
2.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA Y TAXONÓMICA.	4
2.2.1. Descripción botánica.	4
2.2.2. Descripción taxonómica.	5
2.3. TIPOS Y VARIEDADES DE CULTIVO.	6
2.4. EL PROCESO AGRÍCOLA DEL CULTIVO DE CACAHUATE.	7
2.4.1. Requerimientos climáticos y edáficos.	7
2.4.2. Requerimientos nutricionales.	8
2.4.3. Preparación del suelo.	8
2.4.4. Preparación de la semilla.	9
2.4.5. Siembra.	9
2.4.6. Riegos.	10
2.4.7. Labores de cultivo.	10
2.4.8. Cosecha.	11
2.4.9. Labores postcosecha.	11
2.5. FENOLOGÍA DEL CULTIVO.	12
2.5.1. Definición de Fenología.	12
2.5.2. Fases y etapas fenológicas.	12
2.5.3. Variables que controlan la Fenología.	13
2.5.4. Fenología del cultivo de cacahuete.	13
2.6. ESTACIÓN DE CRECIMIENTO.	14
2.6.1. Definición.	14
2.6.2. Estación de crecimiento por disponibilidad de humedad.	14
2.6.3. Estación de crecimiento por disponibilidad de temperatura.	15
2.6.4. Componentes de la estación de crecimiento.	15
2.6.5. Tipos de estación de crecimiento.	15
III. METODOLOGIA.	18
3.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.	18
3.1.1. Localización.	18
3.1.2. Hidrografía.	18

3.1.3.	Clima.	18
3.1.4.	Orografía.	18
3.1.5.	Clasificación y uso del suelo.	18
3.1.6.	Flora.	19
3.2.	MÉTODO UTILIZADO.	19
3.2.1.	Las unidades térmicas.	19
3.2.2.	El método residual	20
3.2.3.	El método de Thornthwaite.	20
3.2.4.	Datos normales.	21
3.2.5.	Programa Agroclim.	21
3.2.6.	Fechas de siembra para el cultivo de cacahuate.	22
3.2.7.	Etapas fenológicas del cultivo de cacahuate.	22
3.3.	PARÁMETROS A DETERMINAR.	22
3.3.1.	Fenología del cultivo de cacahuate.	22
3.3.2.	Requerimientos térmicos por etapa fenológica.	23
3.3.3.	Determinación de la estación de crecimiento en la zona de estudio.	23
3.3.4.	Calendarización de las labores de cultivo para el cacahuate.	23
IV.	RESULTADOS Y ANALISIS.	24
4.1.	VARIABLES DETERMINADAS.	24
4.1.1.	Estimación de las temperaturas promedio diarias.	24
4.1.2.	Duración del día.	25
4.1.3.	Precipitación acumulada.	26
4.1.4.	Valores diarios acumulados de evapotranspiración potencial.	27
4.1.5.	Grados día de desarrollo acumulados diariamente.	28
4.2.	DETERMINACIÓN DE LA ESTACIÓN DE CRECIMIENTO	28
4.2.1.	Estación de crecimiento para el municipio de Iguala.	28
4.3.	FENOLOGÍA DEL CULTIVO DE CACAHUATE.	30
4.3.1.	Fenología del cultivo de cacahuate por fecha de siembra	30
4.4.	REQUERIMIENTOS TERMICOS POR ETAPA FENOLOGICA.	34
4.4.1.	Grados día de desarrollo por etapa fenológica.	34
4.5.	CALENDARIZACION DE LAS LABORES DE CULTIVO PARA EL CACAHUATE.	35
4.5.1.	Calendario de labores de cultivo por fecha de siembra.	35
V.	CONCLUSIONES	38
VI.	BIBLIOGRAFIA.	40
VII.	ANEXOS.	42

i Lista de cuadros.

		Página :
Cuadro No. 1.	Composición química de la semilla de cacahuete. %.	3
Cuadro No. 2.	Composición química de la torta de cacahuete. %.	4
Cuadro No. 3.	Los diez Estados productores de cacahuete mas importantes en México. 1994.	4
Cuadro No. 4.	Clasificación taxonómica del cacahuete <i>Arachis hypogaea</i> . L.	5
Cuadro No. 5.	Varietades obtenidas por el I. N. I. A. 1987.	7
Cuadro No. 6.	Nutrientes que extrae el cacahuete del suelo. Kg./Ha.	8
Cuadro No. 7.	Diferentes variedades de cacahuete en el Estado de Guerrero y sus fechas de siembra.	9
Cuadro No. 8.	Herbicidas usados en el cultivo de cacahuete.	10
Cuadro No. 9.	Fases fenológicas del cacahuete <i>Arachis hypogaea</i> . L.	13
Cuadro No. 10.	Duración de las etapas fenológicas del cacahuete <i>Arachis hypogaea</i> . L.	22
Cuadro No. 11.	Fenología del cultivo de cacahuete. Fecha de siembra: 1° de Junio. Iguala, Guerrero.	31
Cuadro No. 12.	Fenología del cultivo de cacahuete. Fecha de siembra: 1° de Mayo. Iguala Guerrero.	32
Cuadro No. 13.	Fenología del cultivo de cacahuete. Fecha de siembra: 15 de Mayo. Iguala, Guerrero	33
Cuadro No. 14.	Fenología del cultivo de cacahuete. Fecha de siembra: 15 de Junio. Iguala, Guerrero	33

ii. Lista de figuras.

		Página :
Figura No. 1.	Principales fases fenológicas del cacahuato <i>Arachis hypogaea</i> L.	14
Figura No. 2.	Mapa del Estado de Guerrero y sus municipios.	19

iii. Lista de gráficas.

		Página :
Gráfica No. 1.	Estación de crecimiento normal.	16
Gráfica No. 2.	Estación de crecimiento intermedia.	16
Gráfica No. 3.	Estación de crecimiento húmeda todo el año	17
Gráfica No. 4.	Estación de crecimiento seca todo el año.	17
Gráfica No. 5.	Comportamiento de la temperatura. Estación Iguala, Guerrero. Latitud N. 18-21, longitud W. 99-32, altitud 731 msnm.	24
Gráfica No. 6.	Duración del fotoperiodo. Estación Iguala, Guerrero. Latitud N. 18-21, longitud W. 99-32, altitud 731 msnm.	25
Gráfica No. 7.	Comportamiento de la precipitación. Estación Iguala, Guerrero. Latitud N. 18-21, longitud W. 99-32, altitud 731 msnm.	26
Gráfica No. 8.	Comportamiento de la evapotranspiración potencial. Estación Iguala, Guerrero. Latitud N. 18-21, longitud W. 99-32, altitud 731 msnm.	27
Gráfica No. 9.	Evapotranspiración potencial al 0.5. Estación Iguala, Guerrero. Latitud N. 18-21, longitud W. 99-32, altitud 731 msnm.	28
Gráfica No. 10.	Estación de crecimiento. Municipio Iguala, Edo. de Guerrero.	29
Gráfica No. 11.	Calendario de labores de cultivo para el cacahuate. Fecha de siembra: 1° de Mayo. Municipio Iguala, Guerrero.	35
Gráfica No. 12.	Calendario de labores de cultivo para el cacahuate. Fecha de siembra: 15 de Mayo. Municipio Iguala, Guerrero.	36
Gráfica No. 13.	Calendario de labores de cultivo para el cacahuate. Fecha de siembra: 1° de Junio. Municipio Iguala, Guerrero.	36
Gráfica No. 14.	Calendario de labores de cultivo para el cacahuate. Fecha de siembra: 15 de Junio. Municipio Iguala, Guerrero.	37

iii. Lista de anexos.

		Página :
Anexo No. 1.	Claves de los municipios del Estado de Guerrero.	42
Anexo No. 2.	Normales climatológicas. Estación clave 11-0334 Iguala, Guerrero.	43
Anexo No. 3.	Cuadro con los días del calendario (calendario juliano).	44
Anexo No. 4.	Temperaturas promedio diarias estimadas en °C. Estación clave 11-0334 Iguala, Guerrero.	45
Anexo No. 5.	Comportamiento de la temperatura (°C). Estación clave 11-0334 Iguala, Guerrero. Latitud N. 18° 21 , longitud W. 99° 32 , altitud 731 msnm.	46
Anexo No. 6.	Duración del día. Estación clave 11-0334 Iguala, Guerrero	47
Anexo No. 7.	Precipitación acumulada diariamente (mm). Estación clave 11-0334, Iguala, Guerrero.	48
Anexo No. 8.	Valores acumulados diarios de 1.00* ETP (mm). Estación clave 11-0334 Iguala, Guerrero.	49
Anexo No. 9.	Diferencias diarias de precipitación - 1.00*ETP (mm). Estación clave 11-0334 Iguala, Guerrero.	50
Anexo No. 10.	Grados - día (GDD) acumulados diariamente (base 10 °C). Estación clave 11-0334 Iguala, Guerrero.	51
Anexo No. 11.	Resumen del periodo de crecimiento, por fecha de siembra. Estación clave 11-0334 Iguala, Guerrero.	52

iiii. Resumen.

El cacahuate *Arachis hypogaea* L., es una planta oleaginosa, que se utiliza para la extracción de aceite comestible, consumo directo y como materia prima para numerosos subproductos: farmacéuticos, culinarios, e industriales, consumidos por el hombre; también sirve como forraje para alimento animal.

En México, son 29 los Estados en los que se siembra; en primer lugar esta Puebla, en segundo Chihuahua, en tercero Sinaloa y en cuarto Guerrero (1995), es en este último Estado y específicamente en el municipio de Iguala en el que se planteó este estudio, la importancia económica, social y cultural de este cultivo, estriba en que reedita económicamente más al productor que lo que puede obtener con la siembra de cultivos tradicionales como el maíz y el frijol; y dado que el 84 % de las tierras abiertas al cultivo son de temporal, es necesario conocer las condiciones agroclimáticas que se presentan en la región en las que se va a establecer el cultivo, para economizar insumos agrícolas y tener más certidumbre de obtener buenos rendimientos; por tal motivo se plantearon los siguientes objetivos: a) describir la fenología del cultivo de cacahuate, b) calcular las unidades térmicas requeridas por cada fase fenológica del cultivo, c) establecer la estación de crecimiento, y d) determinar las labores agrícolas del cultivo.

En México, es comúnmente sembrado en regiones de clima tropical y subtropical, y el municipio de Iguala, es una zona de clima cálido subhúmedo (Aw); existen dos tipos de suelos, los chemozems en el valle, donde se establecen los cultivos y en segundo lugar los parais en la zona de lomeríos, aptos para la ganadería extensiva.

Las variables climatológicas que controlan la Fenología de los cultivos, como la temperatura, la precipitación, la evapotranspiración, etc. así como el componente genético de la planta, por sí solas no proporcionan una explicación suficiente de las causas del desarrollo de los cultivos, de ahí que sea necesario manejarlas como índices agroclimáticos, en este estudio se calcularon los siguientes: la evapotranspiración potencial, fotoperiodo, grados-día de desarrollo (GDD), diferencias entre la precipitación y la evapotranspiración potencial; con el fin de determinar los siguientes parámetros: a) la fenología del cultivo, por cada fecha de siembra programada y por cada etapa fenológica, así como su cantidad de grados día de desarrollo, precipitación, evapotranspiración potencial, temperatura y fotoperiodo; b) los requerimientos térmicos por cada etapa fenológica, a partir de los grados día de desarrollo; c) la estación de crecimiento en la que existen las condiciones favorables de temperatura y humedad en el que el cultivo se pueda desarrollar; y d) con lo anterior se determinó las labores agrícolas para la producción de cacahuate.

Para realizar lo anterior, se utilizó la información de las normales climatológicas mensuales, de la estación meteorológica clave 11-0334 Iguala, las que con ayuda del programa "Agroclim", dieron como resultado normales diarias, de cada uno de los índices agroclimáticos mencionados, indicándonos lo siguiente: que la temperatura, presenta un intervalo de 22.2 °C a 29.1°C, el fotoperiodo un intervalo de 11.1 a 13.3 horas luz; no siendo estas limitantes para el rendimiento del cultivo; la precipitación presenta un intervalo que va de 5.0 mm pasando por un máximo de 216 mm, a 8.0 mm, en total 1042 mm anuales; la evapotranspiración potencial presenta un intervalo que va de 76 mm pasando por un máximo de 191 mm, a 74 mm; para determinar la estación de crecimiento por disponibilidad de humedad se calculó el 0.5 de la evapotranspiración (según la FAO 1981), los grados día de desarrollo se calcularon tomando en cuenta la temperatura base de 10 °C para el cultivo en cuestión. Con lo anterior se determinó: que la estación de crecimiento en la zona de estudio es de tipo normal; fueron propuestas cuatro fechas de siembra (1° y 15 de Mayo, así como 1° y 15 de Junio), en función de la fecha recomendada en la literatura revisada como la más adecuada para iniciar las siembras (el 1° de Junio), se calculó los grados-día de desarrollo para las cuatro etapas fenológica del

cultivo, estos se tomaron como constantes para las otras fechas, siendo los necesarios para que el cultivo pueda alcanzar el desarrollo en cada etapa, con esto resultó que en las fechas del 1° y 15 de Mayo el ciclo de cultivo se acorta a 129 y 132 días respectivamente, la duración de este, en la fecha 15 de Junio se alargó a 138 días, también respecto al del 1° de Junio con 135 días; lo anterior, debido a la influencia de la precipitación sobre la temperatura.

Se calendarizó las labores de cultivo a partir de cada una de las fechas de siembra propuestas y se concluyó: a) que la estación de crecimiento en el municipio de Iguala, Guerrero, inicia su periodo de lluvias el día 4 de Junio, el inicio del periodo húmedo es el día 28 de Junio, el fin del periodo húmedo es el día 27 de Octubre y el fin del periodo de lluvias será para el día 22 de noviembre; b) respecto a la fenología del cultivo, en función de la fecha adecuada de siembra, se concluye que la fecha mas adecuada para iniciar las siembras es el 1° de Junio, teniéndose para cada fase fenológica las siguientes fechas de aparición: para la siembra el día 1° de Junio, la emergencia el día 9 de Junio, para la floración el día 11 de Julio, la emisión de clavos florales el día 25 de Agosto y la madurez del fruto el día 14 de Octubre; c) con respecto a los requerimientos térmicos por etapa fenológica se obtuvieron los siguientes GDD: la primer etapa comprende 142, la segunda 536, la tercera 700 y la cuarta 764; d) el calendario de labores para el cultivo es el siguiente: i) el 1° de mayo comienza la preparación de la tierra; ii) el 1° de Junio se siembra y se fertiliza; iii) el manejo y control de plagas será del 1° de Junio al 25 de Agosto; iiiii) control de malezas, del 1° de Junio al 31 de Julio; iiiiii) prevención y control de enfermedades, del 25 de Agosto en adelante; iiiiii) la cosecha será después del 14 de Octubre.

I. INTRODUCCION.

El Estado de Guerrero por su producción de cacahuete a nivel nacional, ocupó el cuarto lugar en el año de 1994 entre los Estados productores, posición que desde 1980 ha variado pero entre el 2° y 6° lugar; la importancia económica de este cultivo, estriba en que es utilizado para consumo humano, en forma directa y para la extracción de aceite, así como alimento para el ganado.

Es un cultivo de clima subtropical, que se puede cultivar con técnica tradicional y moderna, reeditando al productor un beneficio económico mayor que el que obtiene con los cultivos tradicionales de maíz y frijol.

Por tal motivo y en razón de los problemas socio económicos que se le presentan a los productores para poder tener un nivel de vida mas decoroso y adecuado a su esfuerzo, el cultivo del cacahuete se presenta como una alternativa, para sustituir o rotarse con los cultivos tradicionales de subsistencia en la región de estudio, en el Estado de Guerrero; y cumplir además con uno de los objetivos del agro mexicano, buscar ser productivo y rentable, que sea el fuerte sustento de los sectores secundario y terciario, que hagan de nuestra nación un país autosuficiente y competitivo a nivel mundial.

La importancia del presente trabajo, estriba en poder utilizar la técnica agrícola que del cultivo se tiene, de una manera mas adecuada, racional y planificada, buscando que dicha planificación tenga por objetivos, la calendarización del cultivo en el periodo de tiempo adecuado, a las condiciones agrometeorológicas de la zona en donde se va a establecer; buscando con esto, la obtención de los mayores rendimientos del cultivo y la optimización de los insumos utilizados; una herramienta básica para esto es el cálculo de los índices agroclimáticos que permiten estimar el comportamiento del cultivo ante las condiciones climáticas predominantes en una zona, otra herramienta más de suma importancia, que se utilizó para el cálculo de dichos índices agroclimáticos a partir de normales climatológicas, es el programa computarizado "agroclim"; el uso de esta técnica en la planificación agrícola, hace mas rápido y eficiente este tipo de cálculos.

La zona elegida para realizar el presente trabajo es el municipio de Iguala, Estado de Guerrero, por las siguientes razones: es uno de los municipios en donde se producen predominantemente cultivos de subsistencia, pero también cacahuete, con fuertes deficiencias técnicas y tecnológicas, y es uno de los más pobres del país, predominantemente rural; es una zona en la que no bastará este estudio para mejorar la producción de cacahuete, sin tener presente que antes, es necesario concientizar a los campesinos, sensibilizarlos, de que sus condiciones de vida pueden cambiar; organizarlos e irlos asesorando, en lo técnico, legal, comercial, educativo, etc.; e induciéndolos a la autogestión; y en los hechos aplicar lo planeado; este trabajo puede ser un primer paso para el noble reto, y para quien esto escribe, el requisito para poder obtener la titulación y en un futuro inmediato ostentarse como Ingeniero Agrícola.

...por lo tanto se plantearon los siguientes objetivos:

1.1. Objetivos.

- 1.- Describir la fenología del cultivo del cacahuete en el Municipio de Iguala, Estado de Guerrero.**
- 2.- Calcular las unidades térmicas requeridas en cada fase fenológica del cultivo del cacahuete.**
- 3.- Establecer la estación de crecimiento para el Municipio de Iguala, Estado de Guerrero.**
- 4.- Determinar las labores agrícolas del cultivo del cacahuete en el Municipio de Iguala, Estado de Guerrero.**

II.- MARCO TEORICO DE REFERENCIA.

2.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO.

El cacahuete era conocido por los habitantes del continente Americano mucho antes de que Cristóbal Colón llegase. En Perú se descubrieron granos semejantes a los actuales, enterrados en las tumbas precolombianas situadas en Ancon Pachacamac y otros lugares de la época preincaica, más o menos 950 años A. de C.; en México ya lo conocían los náhuas que lo consumían como alimento y para la extracción de aceite.

Los portugueses llevaron la planta a Europa (28), los españoles lo mencionan en el siglo XVI; al principio era cultivado en cantidades limitadas y con carácter familiar. En 1753 Carlos Linneo lo clasifica como *Arachis hypogaea*; el origen del cacahuete lo fija Vavilov en el Octavo Centro de Origen de las Plantas Cultivadas, precisamente en las regiones semicálidas de Brasil, Perú, Las Antillas y México. (14, 20, 21, 24, 25, 30).

Hacia fines del siglo XIX en Francia y luego en Estados Unidos se cultivó en gran escala, principalmente para la obtención de aceite comestible, que contiene cerca del 53 % de ácido oleico, 25% de ácido linoleico, y es rico en vitaminas B y E. Tiene más proteína que el mijo, el sorgo, el camote, el ñame y la yuca. El cacahuete o maní contiene 200 gramos de proteína por kilogramo de semilla, de 100 kilos de cacahuete descascarado se pueden obtener de 40 a 60 kilogramos de aceite.

Actualmente el aceite no deshidratado es usado como sustituto del aceite de oliva para ensaladas en la cocina (24, 25, 28), para consumo humano es utilizado en diferentes ingredientes, para crema, margarina, dulces, pasteles y jabonería fina; en cosméticos, productos farmacéuticos, pinturas, lubricantes especiales; el hombre consume también el cacahuete en forma directa, sin cáscara, tostados, salados o garrapiñados.

En México el 12 % de producción se destina para producir aceite comestible y el 88 % restante se utiliza para consumo directo.

A continuación el cuadro número 1 muestra la composición química de la semilla :

Cuadro No. 1. Composición química de la semilla de cacahuete. %.

Humedad	5.0
Proteína	28.5
Lípidos	46.3
Fibra cruda	2.8
Extracto libre de N.	13.3
Cenizas	2.9
Azúcares reducidos	0.2
Azúcares disacáridos	4.5
Almidón	4.0
Pentosas	2.5

Fuente: (27) 1984.

Después de extraer el aceite, queda un residuo o torta con alto contenido de proteínas y se utiliza como alimento para el ganado en forma de forraje verde y ensilado. El cuadro número 2 muestra la composición química de la torta:

Cuadro No. 2. Composición química de la torta de cacahuete. %

Humedad	7.0
Proteínas	40.0
Cerosa	7.0
Carbohidratos	22.0
Fibras	10.0
Cenizas	5.0

Fuente: (25), 1979.

El heno es de gran valor alimenticio y es muy apreciado para darlo a las vacas lecheras. También la cáscara de cacahuete se usa para combustible en calderas y para hacer furfural, el cual se convierte en nylon; además se usa también como material inerte en fertilizantes químicos. (4, 14, 24, 25)

En México los Estados productores más importantes son los que se enlistan en el cuadro número 3:

Cuadro No. 3. Los diez Estados productores de cacahuete más importantes en México, 1994.

Estado	Producción total (Tons.)
1.- Puebla.	25,250.00
2.- Chihuahua.	12,368.00
3.- Sinaloa.	11,883.00
4.- Guerrero.	8,453.00
5.- Oaxaca.	6,565.00
6.- Morelos.	4,497.00
7.- Guanajuato.	2,567.00
8.- Nayarit.	2,380.00
9.- San Luis Potosí.	2,329.00
10.- Sonora.	1,022.00

Fuente: (11), 1993.

Para 1994 el Estado de Guerrero ocupó el 4º lugar a nivel nacional por su producción, cabe señalar que son 29 las entidades federativas en las que se siembra cacahuete; en Cd. Delicias, Chihuahua la producción se exporta a Estados Unidos por su buena calidad. (11, 14, 25)

2.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA Y TAXONÓMICA,

2.2.1. Descripción botánica.- El cacahuete es una planta herbácea anual con las siguientes características morfológicas:

a) Sistema radicular.- Está constituido por una raíz pivotante central, de la que se originan raíces secundarias, terciarias, hasta los pelos absorbentes y alcanza una profundidad de hasta 1.30 m.;

también llega a formar raíces adventicias, las cuales se desarrollan del hipocótilo de las ramas que caen al suelo y ocasionalmente del ginóforo. Al igual que las demás plantas leguminosas, en sus raíces se originan nódulos por la presencia de bacterias nitrificantes "Rhizobium", estos aparecen 15 días después del brote y se encuentran a 15 cm. de profundidad aproximadamente en plantas adultas.

b) El tallo.- Puede ser erecto o rastroso, de forma angulosa cuando la planta es joven y cilíndrica en su vejez, son pubescentes y alcanzan una altura de 15-70 cm., el tamaño recomendable para variedades erectas es de 50 cm., la mayor o menor ramificación depende de la variedad.

c) Las hojas.- Son en general compuestas, tienen dos pares de folíolos ovalados, ligeramente puntiagudos, con márgenes lisos de 4-8 cm. de largo y ligeramente aserradas en el ápice; tienen en la base del peciolo dos estipulas angostas, alargadas y puntiagudas. Los folíolos de aproximadamente 10 cm. de largo se repliegan durante la noche y se extienden durante el día, tienen estomas en ambas caras y poseen un mesófilo esponjoso.

d) La inflorescencia.- Están insertas en las axilas y las hojas inferiores, de las superiores o de las intermedias, nunca en posición terminal. Se presentan en racimos de 3 a 5 flores de las cuales sólo una o dos alcanzan la madurez; las flores son amarillas y hermafroditas, tienen aproximadamente un 95% de autofecundación. La corola está formada por un estandarte grande, con manchas moradas y alas libres de la quilla que es puntiaguda, tienen nueve estambres unidos alrededor del ovario alargado y con un estambre libre, así el perianto floral es el típico de las leguminosas. Del total de flores producidas sólo el 70% produce ginóforo y de éstos, sólo el 30-40% producen fruto.

e) El fruto.- Es una vaina de 2 a 7 cm. de largo, indehisciente con 2 o 4 semillas ovoides de un tamaño aproximado de 2 cm. de longitud por 1 cm. de ancho. En variedades erectas, las vainas se forman alrededor del tallo, pero en las rastreras están muy esparcidas, se encuentran enterradas de 3 a 10 cm. bajo la superficie del suelo, las vainas son abultadas de color café amarillento, con los bordes prominentes, reticulados y más o menos estrechos entre las semillas.

f) Las semillas.- Son ligeramente redondeadas y comprimidas, con hilum puntiagudo, tienen una testa más o menos gruesa, algo reticulada de color blanco, rosado, rojo, violáceo, negro, poseen dos cotiledones blancos de aspecto aceitoso. (14, 21, 25, 27).

2.2.2. Descripción taxonómica.- Existen varias especies del género *Arachis* pero únicamente la especie *Arachis hypogaea* L. es de importancia agrícola su clasificación se indica en el cuadro número 4 :

Cuadro No. 4. Clasificación taxonómica del cacahuete *Arachis hypogaea* L.

Familia.....	Leguminosa
Subfamilia.....	Papilionacea
Tribu.....	Hedysarace (Arachidíneae)
Subtribu.....	Estiliosantíneae
Género.....	<i>Arachis</i>
Especie.....	<i>hypogaea</i> L.

Fuente (25). 1979.

2.3. TIPOS Y VARIEDADES DE CULTIVO.

Se han utilizado diferentes características para clasificar a las diversas variedades en grupos, pero lo que más se ha usado es la que corresponde al porte de la planta; en base a esto se tiene dos grupos: erectas y rastreras, en las primeras las vainas se agrupan en un manojito alrededor del eje descendente del tallo principal, y en el segundo las vainas se forman en las ramificaciones laterales del tallo, cuyos ginóforos se clavan en la tierra. Se reconocen cuatro grupos de variedades basadas en un conjunto de características comunes, y son :

1.- Grupo español.- Variedades de hábito de crecimiento erecto, follaje verde intenso, no más de dos semillas por vaina, cubierta seminal color canela, vainas y semillas pequeñas de forma oval, producen generalmente de 2,200 a 3,080 semillas por kilogramo, las ramas comúnmente se extienden y esto hace que los surcos se cierren. En condiciones favorables, las plantas alcanzan una altura de 38 cm. o más y una extensión de 90 cm., algunas variedades de este grupo son las Manfredi 112, Spanish, Negro Valencia, Rojo Regional, Starr, Tautui 76, Tuxpan 2, Blanco español. Este grupo no es de alta producción, siendo más difícil para descascarar, por eso se le utiliza más para tostarse o para cocerse. Tienen un ciclo vegetativo de 90 a 110 días, se cultivan en pequeña escala en los Estados de Sinaloa, Yucatán y Nayarit. (5, 9, 14, 21, 25).

2.- Grupo Virginia.- Comprende variedades de porte rastrero y erecto, pero tienen características semejantes como las vainas grandes y paredes gruesas, semillas grandes, vainas de 2 a 3 semillas, el color del follaje es verde oscuro, el tegumento es de color café, tiene aproximadamente 1,100 semillas por kilogramo. Algunas variedades de este grupo son las NC-2, Jumbo, Virginia Bunch, Florigiant, NC-Oaxaca, RF-119, RF-138, RF-132, Georgia 119-20, Veracruz 2 y 3, Bachinba 74; existen variedades exclusivas de algunas regiones que incluyen tipos precoces y tardíos. Los cacahuates de este grupo son los que más se siembran en México, son cultivados principalmente para la producción de aceite, forraje y consumo humano. Tienen un ciclo de vida de 120 a 150 días; las de porte rastrero tienen un posible origen nativo y las de porte erecto son de material vegetativo originario de E.U., de este tipo de cacahuete es el más sembrado en Cd. Delicias, Chihuahua. (5, 8, 9, 14, 20, 21).

3.- Grupo Valencia.- Variedades de tipo erecto, color verde oscuro, tiene de 3-4 semillas por vaina, semillas pequeñas, largas o cortas, cubierta seminal desde el color púrpura hasta rojizo, ciclo de 90 a 110 días.

4.- Grupo Rastrero.- Estas variedades de porte rastrero (llamadas Runner en E.U.) tienen vainas y semillas de tamaño intermedio, entre el tipo español y virginia, las vainas tienen dos semillas con una pequeña constricción entre las mismas, la cáscara es moderadamente gruesa; en un kilogramo hay entre 1,500 a 2,200 semillas. Estas variedades son poco conocidas en México a excepción de Sinaloa y Jalisco cuya semilla la importan de E.U. Entre las variedades más conocidas están la Dixie, Runner, Virginia Runner 67, Early Runner.

Variedades sin clasificar.- Estas variedades de tipo Valencia rojo o Tennessee, son plantas que tienen abundante follaje, de porte alto, tallos color rojizo, poseen de 3 a 4 semillas por vaina, el color de la cubierta varía del rojo oscuro hasta azul y morado; tienen más cantidad de aceite que la Virginia, se cultiva en pequeña escala en los Estados de Jalisco, Sinaloa, Nayarit y Guanajuato. (14, 25).

El Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, actualmente Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, reportó en 1987 la obtención de las variedades que se indican en el cuadro número 5 :

Cuadro No. 5. Variedades obtenidas por el I.N.I.A. 1987.

Cultivo.	Nombre de la variedad.	Año de obtención.	Condición.	Lugar de adaptación.
Cacahuate.	Bachimba 74.	1974	R.	Cd. Delicias, Chih.
	Delicia I.	1966	T.	Nayarit, Oaxaca.
	*RF-214.	1966	R.	Guerrero, Morelos, Istmo de Tehuantepec.
	Rojo regional seleccionado.	1976	T.	Yucatán.

R = riego, T = temporal, * = variedad que dejó de sembrarse comercialmente.

Fuente: (19). 1987.

2.4. EL PROCESO AGRÍCOLA DEL CULTIVO DE CACAHUATE.

2.4.1. Requerimientos climáticos y edáficos.- El ciclo vegetativo del cacahuate, está influenciado por varios factores del clima y del suelo, así como del material genético con el que se cuenta. Las exigencias meteorológicas varían con las etapas fenológicas del cultivo; no obstante dentro de ciertas etapas se presentan periodos críticos, los cuales son el breve intervalo durante el cual la planta presenta la máxima sensibilidad a determinado elemento, de tal manera que las oscilaciones en los valores de ese fenómeno meteorológico se reflejan sobre el rendimiento del cultivo. Los periodos críticos generalmente se presentan poco antes o después de las fases y durante dos o tres semanas. Conocer cuáles son los periodos o etapas críticas de las plantas cultivadas, permite incrementar su producción, así como ahorrar insumos disponibles, maximizando los beneficios.

Prospera bien en climas tropicales y subtropicales, pues es muy susceptible a las heladas, se desarrolla mejor en regiones ubicadas desde el nivel del mar hasta los 1000 metros sobre el nivel del mar; en general se cultiva en la franja comprendida entre los 45° de latitud norte y 30° sur, requiere de aproximadamente cuatro meses para su madurez, las temperaturas promedio de 15° a 30° C son ideales, aunque también le favorecen las de 25° a 30° C. Exige buena iluminación ya que necesita de esta para alcanzar su desarrollo normal, requiere de 10 a 13 horas luz diarias, pero se puede decir que es insensible al fotoperiodo.

Las lluvias que se presentan a intervalos frecuentes son benéficas para su ciclo vegetativo, una precipitación de 400 a 600 milímetros son suficientes para asegurar una buena cosecha; pero pueden ser perjudiciales si se presentan al tiempo de la formación y maduración de las vainas. Hasta el momento de la floración, a los 30-40 días después de la siembra, requiere de humedad moderada; de la floración a la maduración inicial a los 40-50 días, exige mayor humedad; durante el periodo final en la maduración 20-30 días, necesita poca humedad; la cosecha requiere de tiempo seco.

Los suelos en los que puede crecer el cacahuate, son los suelos ligeros, sin piedras, sin residuos vegetales, franco arenosos, fértiles y bien drenados; la profundidad del suelo deseable para el buen desarrollo de las raíces y frutos es de 20-50 centímetros y de 50-90 cm. de subsuelo; aunque puede crecer bien en los suelos arcillosos no se recomienda, pues dificulta la penetración del ginóforo y la cosecha, reduciendo la calidad del fruto al llevar tierra adherida; es susceptible a la salinidad, debido a su requerimiento por el calcio, no son buenos los suelos con pH menor a 6.0, siendo el óptimo entre 7.0

y 7.5; con pH menores de 5.8 se dificulta el establecimiento de las bacterias nitrificantes; sin embargo si aumenta el pH más de 7.5 se aumentan los problemas de alcalinidad del suelo. (4, 8, 14, 15, 21, 25, 28, 29).

2.4.2. Requerimientos nutricionales.- El cacahuete es uno de los cultivos que pueden abastecer parcialmente sus propios requerimientos nutricionales en lo que al Nitrógeno respecta, que es esencial en todas las etapas del desarrollo de las plantas y en general influye en la parte vegetativa de las mismas. (25). Lo anterior se debe a que la planta por ser una leguminosa, las bacterias nitrificantes "Rhyzobium" en sus raíces, fijan el Nitrógeno atmosférico (algunas investigaciones reportan que llegan a fijar 50 o más kg. de N/ha.), es por ello que prospera en suelos arenosos, pobres en Nitrógeno. (8, 25).

Los requerimientos de Fósforo son bajos, pero responde bien a la fertilización fosfatada, sobre todo para la obtención de una buena producción de frutos, pues interviene en la activación de la floración, fructificación y una mejor maduración.

Las necesidades de Potasio son altas; pero la fertilización con este elemento no tiene mucho efecto, el mejor método es aplicarlo al cultivo precedente, con el cual se rota ó incorporándolo al suelo uno o dos meses antes de la siembra; éste elemento favorece a la planta mediante el ascenso en el contenido de aceite en la semilla y favorece el control de enfermedades.

Otro elemento importante es el Calcio, necesario para una buena fructificación y para dar mejor consistencia a la textura de la cáscara de la vaina. La zona de fructificación requiere más calcio que la zona de las raíces

Son importantes también los microelementos, como el Magnesio que la planta utiliza en grandes cantidades y que con la aplicación de yeso se suministra junto con el Calcio que también está contenido; el Manganeseo se puede suministrar aplicando Sulfato de Manganeseo y su deficiencia se puede presentar con pH superior a 6.2, que causa un amarillamiento en los espacios intervenales de las hojas más tiernas. El Boro aumenta el contenido de Fósforo en las raíces hojas y flores, el Cobre aumenta el rendimiento y reduce el porcentaje de frutos mal formados, el Hierro influye en la formación de la clorofila; estos microelementos se pueden aplicar con quelatos o bien solos cuando así su requieran. (14, 25, 27).

Para obtener un rendimiento de 1,500 kg. de cápsulas y 2,000 kg. de forraje por hectárea, el cacahuete extrae del suelo las cantidades de nutrientes que se indican en el cuadro número 6:

Cuadro No. 6. Nutrientes que extrae el cacahuete del suelo.

	Rendimiento	Kg./Ha.				
		N	P	K	Ca	Mg.
Semilla	1,000.00	40.0	9.0	7.7	1.0	3.0
Cáscara	500.00	3.0	0.5	6.4	2.0	1.0
Forraje	2,000.00	35.6	5.0	37.3	25.0	11.0
Total	3,500.00	78.6	14.5	51.4	28.0	25.0

Fuente: (27), 1983.

La rotación de cultivos con el cacahuete, presenta varias ventajas; por ser una planta leguminosa, incorpora al suelo Nitrógeno, cuando el cultivo que le precede se le fertilizó, el cacahuete aprovecha mejor los residuos de dicha fertilización que de una fertilización directa, en particular con respecto al Potasio; se recomienda la rotación cacahuete-cereal-cacahuete. (14, 27).

Para fertilizar el cultivo, se recomienda primero realizar análisis de suelos y después determinar las necesidades de fertilizantes; en la región de la zona de estudio se recomienda aplicar las siguientes fórmulas fertilizantes: 30-80-00 y 40-40-00. (3).

2.4.3. Preparación del suelo.- El cacahuete como todo cultivo, tiene determinados requerimientos físicos y químicos de suelo, por eso es necesario preparar el terreno para proporcionarle

las condiciones favorables para el nacimiento de las semillas y el desarrollo de la planta durante su ciclo vegetativo.

De esto surge la necesidad de fraccionar el suelo mediante diversos trabajos como son : barbecho, rastreo y nivelación. La función del barbecho es facilitar la meteorización y aireación del suelo, para retener más humedad y destruir insectos y malezas, de ésta manera se facilita la penetración de las raíces. El rastreo se realiza para dejar más mullida la tierra y facilitarle la germinación a las semillas; en tanto que la nivelación tiene como fin la obtención de una cama de siembra uniforme para el cultivo, evitándose los problemas de erosión y los problemas de pudriciones por la mala distribución del agua de riego. (4, 5, 8, 9, 14, 27, 30).

2.4.4. Preparación de la semilla.- Debe preferirse semilla certificada, que asegure pureza varietal, alta viabilidad y sanidad; si se descascara mecánicamente la semilla, se debe manejar con cuidado, puede estar más expuesta al ataque de hongos y perder capacidad de germinación, por eso se recomienda tratarla con Arazan al 75 % a razón de 100 a 125 grs. por cada 50 kg. de semilla ó bien usar la combinación de otros fungicidas. (14, 37).

Se recomienda la aplicación de cepas de bacterias "Rhyzobium" a la semilla, cabe aclarar que las cepas son específicas para cada leguminosa. (8, 20, 24).

2.4.5. Siembra.- La época de siembra difiere según la latitud y el clima, pero en general las siembras deben realizarse al inicio de la época de lluvias y cuando haya desaparecido el peligro de heladas, de tal manera que la cosecha coincida con la época de sequía. En las zonas tropicales son necesarias las siembras tempranas, debido a su corto periodo de lluvias, aunque el cacahuate esté expuesto a periodos de sequía a principios del desarrollo vegetativo; también las siembras tempranas están más libres de parásitos que las siembras tardías, además que éstas tienen pérdidas estimadas de 1% diarias, con relación a la fecha óptima. (14, 20, 24, 25, 27).

Las siembras de temporal deben de hacerse cuando el suelo tenga la humedad adecuada, después de las primeras lluvias y con una temperatura del suelo de unos 18° C.

En las siembras de riego, las condiciones climáticas también son las que sirven de base para determinar la fecha de siembra, la temperatura deberá de ser lo bastante elevada para asegurar una germinación rápida y el desarrollo normal de las plantas. (7, 14, 20).

El Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (I.N.I.A.) ha determinado diferentes fechas de siembra en los Estados productores de cacahuate y las del Estado de Guerrero se presentan a continuación en el cuadro número 7 :

Cuadro No. 7. Diferentes variedades de cacahuate en el Estado de Guerrero y sus fechas de siembra.

Variedad	Zona	Tipo	Ciclo Veg.	Epoca de Siembra	Densidad Kg/Ha.	*
Virginia	Guerrero	Erecto	135	1 Jun. 15 Jul.	80	T
Bunch 46-2	"	"	135	1 Jun. 15 Jul.	80	T
RF-214	"	"	135	1 Jun. 15 Jul.	80	T
RF-127	"	"	135	1 Jun. 15 Jul.	80	T
RF-132	"	"	135	1 Jun. 15 Jul.	80	T
Guerrero	"	Rastrero	135	1 Jun. 15 Jul.	60	T

* T = Temporal.

Fuente: (14). 1985.

La densidad de siembra depende mucho de la fertilidad del suelo y la variedad a sembrar, pero en general debe haber una distancia de 75 cm. entre surcos y de 10 a 15 cm. entre plantas de porte erecto, y de 91 cm. entre surcos y de 15 a 20 cm. entre plantas para variedades rastreras. Para plantas de porte erecto, una población de 100,000 plantas por hectárea es una buena densidad, para las de porte rastrero una población de 70,000 plantas por hectárea es una buena densidad.

La profundidad de siembra, en suelos ligeros se recomienda de 4 a 7 cm. y en suelos pesados de 3 a 5 cm.; para variedades de tipo erecto se pueden depositar dos granos por sitio, distanciados entre sí por 40 o 50 cm., en esta forma se requieren de 130 a 200 kgs. de semilla por hectárea; para menores densidades, como una semilla por sitio, cada 15 cm y en surcos separados por 60 cm. se requerirán 60 kgs. de semilla por hectárea.

Método de siembra, el cacahuete se puede sembrar en seco o en húmedo; ambas se pueden efectuar a mano o con sembradora especial, que en lugar de los platos de la sembradora común, tiene un tambor giratorio, que evita que se dañe la semilla por el roce de dichos platos. Puede sembrarse en cama melonera, hileras en plano, al fondo del surco o sobre el bordo. El surco abierto con el arado se usa para la siembra a chorrillo; se recomienda la sembradora especial para optimizar la cantidad de semilla, además de ser más rápida la siembra. (5, 9, 14, 25, 27).

2.4.6. Riegos.- Los riegos dependen de las condiciones climáticas y del suelo en cada región, en general se recomienda aplicar además del riego de siembra cuatro riegos de auxilio; a los 30, 55, 80 y 110 días después de la siembra; o pueden ser a intervalos de 15 días entre riegos, dependiendo de las necesidades del cultivo; debe evitarse el riego en los últimos 20 o 30 días antes de la maduración de las vainas y semillas, para evitar pudriciones y mal desarrollo de las mismas. Lluvias entre los 400 y 600 mm, anuales bien distribuidos durante el ciclo vegetativo de la planta son suficientes para su desarrollo y producción. (25).

2.4.7. Labores de cultivo.- El control de malezas se debe hacer para tener al cultivo libre de la competencia por la humedad, la luz y los nutrientes del suelo, las malezas interfieren también con las operaciones de cosecha; el deshierbe se puede hacer con escardas mecánicas o manuales, el último cultivo se debe dar a más tardar 60 días después de la siembra, antes que se generalice la penetración de los ginóforos al suelo; dichos cultivos deben ser poco profundos para no dañar a las raíces, los posteriores antes de que "cierren" la planta deben hacerse en el centro de los surcos y los posteriores, si se requieren, se deben hacer a mano; otro de los métodos más efectivos es el uso de productos químicos, los herbicidas, que se aplican en banda o incorporados al suelo, o al agua de riego. (14, 21, 25).

Los herbicidas más usados para el cultivo de cacahuete se enlistan en el siguiente cuadro número 8:

Cuadro No. 8. Herbicidas usados en el cultivo de cacahuete.

Producto por nombre técnico.	Dosis por hectárea.	Epoca de aplicación.	Formas de aplicación.
Alaclor	1 a 4	lts. Pre-emergente	En banda
Trifluralin	2 a 25	lts. Pre-siembra	Incorporado
Methazole	1 a 4	kg. Pre-emergente	En banda
Linurón	1 a 1.75	kg. Pre-emergente	Incorporado
Metolaclor	1 a 4	kg. Pre-emergente	Incorporado
Difenamida	4 a 6	kg. Pre-emergente	Incorporado
TCA	30	kg. Pre-emergente	Incorporado
Dinoseb	12	kg. Pre-emergente	Incorporado
NPA	3.6 a 5.4	kg. Pre-emergente	Incorporado

Fuente: (25). 1979.

Las plagas más importantes en el cultivo de cacahuete son las siguientes: falso medidor *Trichoplusia ni*, diabrotica *Diabrotica duodecimpunctata*, chicharrita *Empoasca fabae*, gusano soldado *Spodoptera exigua* Hubner, varios géneros y spp; barrenador del tallo *Elasmopalpus lignosellus*, gusano bellotero *Heliothis zea*, Trips *Frankliniella fusca*, doradilla *Diabrotica balteata*; además la gallina ciega, las homigas y gusano cortador.

Las enfermedades más importantes en el cultivo de cacahuete son debido a diversos hongos, bacterias y/o combinados con insectos, y se pueden dividir de acuerdo a la época de aparición o de acuerdo al órgano atacado, así durante el nacimiento hallamos fallas y enfermedades favorecidas por suelos mal drenados, sequías e insolaciones. Los causantes son organismos de los géneros: *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Pythium*, *Phytophthora* y *Rhizoctonia* (combinación más conocida como "Damping off"). (4, 14, 25, 27).

La marchitez durante la vegetación se debe a varios organismos como: *Macrophomina phaseoli*, *Sclerotium rolfsii* o más conocida como "podredumbre del tallo". Las enfermedades de órganos aéreos son las más graves y extendidas, llegan a causar pérdidas del 15 al 50 % de la cosecha; y son causadas por organismos como *Cercospora personata*, *Cercospora arachidicola*, *Puccinia arachidis*, *Spog-roya*; *Pseudomonas solanacearum*.

También llegan a presentarse otras enfermedades ocasionales: manchas foliares producidas por *Pleospora* spp; *Mycosphaerella arachidicola*; *Mycosphaerella berkeleyi*; *Alternaria* spp.; pudrición de semilla por *Rhizopus* spp; *Aspergillus flavus*; *Trichoderma viridae*. Mancha negra del tallo por *Colectotrichum* spp. Pudrición de la raíz por *Helminthosporium* spp, *Phymatotrichum omnivorum*, etc..

Se llegan a presentar problemas con nemátodos, principalmente del género *Meloidogyne*, ocasionando nodulaciones en la raíz, tales como *M. Armaria*; *M. Hapla*; *M. Javonica*; etc.. También enfermedades víreas que provocan el mosaico y el achaparramiento en las plantas del cacahuete. (4, 5, 9, 14, 24, 25, 27).

2.4.8. La cosecha.- El tiempo de maduración total de los frutos del cacahuete varía mucho entre grupos y variedades, ya que se realiza de manera continua y sucesiva; una cosecha temprana puede tener como consecuencia un alto porcentaje de semillas sin madurar, por tanto una menor producción; una cosecha tardía puede ocasionar daños a la semilla si hay exceso de humedad. (14, 25).

Para determinar la época de cosecha se arrancan varias plantas por surco para observar si la mayoría de las vainas están maduras, o sea que se determina por muestreo, unos 10 días antes de completar el ciclo vegetativo, las semillas maduras tienen color rosado o rojo, deben haberse despegado internamente de la vaina y su testa debe desprenderse fácilmente, las semillas deben estar completamente desarrolladas, bien formadas, incluso cuando se agitan las vainas de cacahuete se escucha el ruido característico de las semillas sueltas; otro método, no tan seguro, es observando el amarillamiento general de las plantas que indica que la maduración está llegando, pero esto es engañoso porque dicho amarillamiento puede deberse a factores como la presencia de enfermedades, deficiencias nutritivas, etc.; así, cuando se muestrea y se encuentra que el 75 u 80 % de los frutos están maduros, se puede realizar la cosecha. (5, 7, 9, 14, 25, 27).

2.4.9. Labores postcosecha.- Realizada la cosecha, se efectúan las siguientes labores:

a) El secado: Consiste en disminuir el contenido de humedad de la semilla, la que al momento de la cosecha puede ser de 25-30 % (la parte aérea entre 50-80 % y las vainas 33 % o más de humedad) paulatinamente; ésto exponiendo las plantas arrancadas con raíces y frutos a los rayos solares, durante una o tres semanas, hasta que se reduzca la humedad de las semillas a un 8 o 10 %, la

exposición prolongada puede provocar una deshidratación excesiva y como consecuencia un mal sabor del fruto, pérdida de calidad y no servir para consumo humano.

b) La trilla: Es el desprendimiento de las vainas de la planta ya sea en forma manual o mecánica; se arrancan los frutos y luego se encostalan para su venta o almacenamiento, en tanto que el follaje de las plantas se puede utilizar como forraje henoificado.

c) El desgrane: Consiste en la ruptura de las vainas para separar la semilla de la cáscara, se hace principalmente a presión, con desgranadoras que tienen rodillos suaves que trillan y separan la cáscara de la semilla. En buenas condiciones se puede obtener 25 a 30 % de cáscara y 70 a 75 % de semilla, esto puede variar dependiendo de las variedades, se calcula que un 5 % se pierde por el arrancado en la cosecha, un 3 % en el sacudido cuando se le quita la tierra y del 5 al 10 % o más por frutos mal formados.

d) El almacenaje: Los granos deben almacenarse en lugar bien cubierto, con buena ventilación, protegidos de los insectos y roedores, si se piensa dejar las semillas para la próxima cosecha o tiempo largo, se recomienda almacenarlas con cáscara; previamente las bodegas deben ser tratadas con insecticidas como bromuro de metilo. El hecho de almacenar las semillas con cáscara es con el fin de conservar el poder germinativo, el cual se calcula puede durar hasta 2 años. Las semillas destinadas para la siembra deben conservarse con su cutícula, ésta proporciona mejor protección contra fitopatógenos.

Si la semilla va a usarse en la industria de alimentos para la obtención de aceite y de pasta, no debe tratarse con insecticidas, la extracción de aceite se efectúa usando el método combinado de extracción con expulsor y con disolventes, o el prensado continuo por medio de expulsores. (14, 21, 25, 27).

2.5. FENOLOGIA DEL CULTIVO.

2.5.1. Definición de Fenología.- La Fenología es la rama de la Ecología que estudia los fenómenos periódicos de los seres vivos y sus relaciones con las condiciones ambientales, tales como la temperatura, insolación, humedad, etc. (12, 15, 22, 23, 29).

Por Fenología Vegetal podemos citar: "La Fenología es una rama de la agrometeorología que trata de las relaciones entre las condiciones climatológicas y los fenómenos biológicos periódicos, los ejemplos más evidentes son: aparición de las primeras hojas, brotación de yemas, floración, etc., estos fenómenos se denominan fases fenológicas". (15, 31).

2.5.2. Fases y etapas fenológicas.- Es necesario distinguir las fases y etapas fenológicas de un cultivo; la aparición, transformación o desaparición rápida de órganos vegetales se llama fase, la emergencia de las plantas pequeñas, el espigamiento del trigo, la floración del manzano, la brotación de la vid, la madurez del maíz, etc. son verdaderas fases fenológicas; una etapa, se encuentra delimitada por dos fases sucesivas; el comienzo y fin de fases y etapas sirven como medio para juzgar la rapidez del desarrollo de las plantas.

Un fenómeno meteorológico puede ser benéfico o perjudicial dependiendo en que época del ciclo vegetativo se presenta; para conocer las características ecológicas de un vegetal es indispensable dividir la vida del vegetal en sus etapas.

Si comparamos las áreas donde se siembran diferentes especies y rendimientos medios de éstas, veremos que cada cultivo prospera en regímenes diferentes con buenos rendimientos, y si se realizan siembras experimentales de una especie durante todo el año en una localidad, sucede que las

mejores fechas de siembra son las adoptadas comúnmente por los agricultores, ya que el cultivo encuentra en tal época la menor sucesión de adversidades meteorológicas durante su desarrollo. (12, 15, 29, 31).

2.5.3. Variables que controlan la Fenología.- Las principales variables que controlan la fenología de los cultivos son: fecha de siembra, duración del día, temperatura, suministro de humedad, componente genético de la planta y manejo del cultivo.

Con base en datos de observaciones fenológicas precisas, recopiladas durante varios años es posible:

- a) Definir las regularidades en el crecimiento de una planta.
- b) Proponer calendarios para el control de plagas, enfermedades y malezas de acuerdo con las épocas de mayor incidencia.
- c) Realizar una zonificación agrícola con base en mapas fenológicos.
- d) Pronosticar fechas de floración o madurez y elaborar calendarios de cosechas de forma escalonada.
- e) Estimar el rendimiento de diversos cultivos.
- f) Programar la asistencia técnica con base en la fenología de los cultivos, etc. (31).

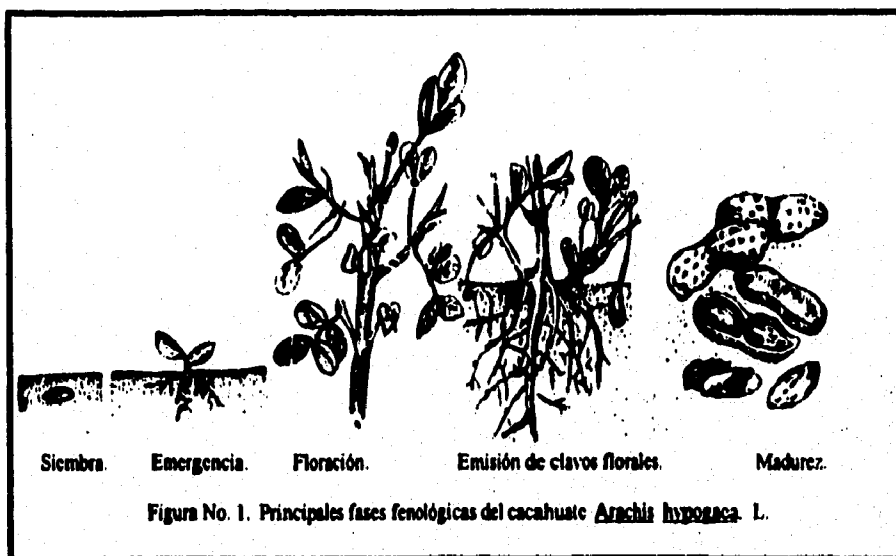
Un cultivo puede acelerar o retardar el desarrollo de sus fases fenológicas, si crece en condiciones climatológicas diferentes a las de su región de origen.

2.5.4. Fenología del cultivo de cacahuete.- Generalmente las especies vegetales que pertenecen a una misma familia botánica presentan similares fases fenológicas, la descripción fenológica del cultivo que se presenta a continuación en el cuadro número 9 y en la figura número 1 puede servir como ejemplo para otros cultivos.

Cuadro. No. 9. Fases fenológicas del cacahuete *Arachis hypogaea*, L.

1) Siembra. Fecha en que se realiza la siembra.
2) Emergencia. Momento en que aparecen los cotiledones sobre la superficie del suelo.
3) Floración. Momento en que aparece la primer flor.
4) Emisión de clavos florales. Fecha en que aparece el primer clavo floral.
5) Madurez. Fecha en que se logra un fruto apto para la comercialización. Esto debe detectarse por medio de muestreo, puesto que cuando el fruto adquiere dicho estado la planta de cacahuete aún se encuentra completamente verde.

Fuente: (11), 1993.



Fuente: (31), 1993

2.6. ESTACIÓN DE CRECIMIENTO.

2.6.1. Definición.- La estación de crecimiento se puede definir como el periodo de tiempo durante el año en el que existe disponibilidad de agua y además de temperaturas favorables para el desarrollo de los cultivos. (10, 13).

Para favorecer el desarrollo de una especie vegetal, en una localidad específica, se deben cumplir dos condiciones esenciales:

a) La existencia de un intervalo suficientemente amplio para que la planta pueda completar su desarrollo desde el nacimiento o el brote, hasta la plena madurez de los frutos y semillas.

b) Que durante dicho intervalo las condiciones atmosféricas adversas no lleguen a alcanzar una intensidad tal, que pueda disminuir el rendimiento más allá de los límites convenientes.

La estación de crecimiento para un genotipo, está determinado por algún o algunos de los elementos ambientales como las heladas, la precipitación pluvial, la humedad del suelo y del aire, el fotoperiodo, el termoperiodo, el granizo, el viento, la incidencia de plagas y enfermedades y otros cuya variación en el tiempo llegue a niveles que limiten el rendimiento potencial del cultivo. (10, 13, 15).

2.6.2. Estación de crecimiento por disponibilidad de humedad.- Según la FAO (1981), la determinación del periodo de crecimiento se basa en un modelo sencillo de balance hídrico, en el que se comparan las precipitaciones con la evapotranspiración potencial. Entendiendo como estación de crecimiento por disponibilidad de humedad, el periodo en días, durante el año, en el cual las precipitaciones son superiores a la mitad de la evapotranspiración potencial, más el periodo necesario para evapotranspirar hasta 100 mm. de agua procedente de las precipitaciones excedentes y supuestamente almacenada en el perfil del suelo. Además excluye del periodo todo intervalo de tiempo durante el cual, aunque haya agua disponible, las temperaturas medias diarias sean demasiado bajas para el crecimiento de los cultivos, es decir, menores de cinco grados centígrados. (10, 13)

2.6.3. Estación de crecimiento por disponibilidad de temperatura.- Se designa con este nombre, al periodo en días durante el cual nuestro cultivo se desarrolla sin ser afectado por bajas temperaturas, comúnmente llamadas heladas. Básicamente este tipo de estación de crecimiento depende de la presencia de temperaturas, las cuales pueden afectar notablemente el desarrollo de cultivos. (10, 13). También se le denomina periodo libre de heladas.

2.6.4. Componentes de la estación de crecimiento.- Los componentes de la estación de crecimiento son los siguientes:

a) Inicio del periodo de crecimiento: Se da con el establecimiento de la época de lluvias, se puede tener la certeza del inicio de las lluvias, si se toma como principio del periodo de crecimiento (o inicio de la estación lluviosa) el momento en el cual las precipitaciones son iguales o superiores a la mitad de la evapotranspiración potencial ($PP = 0.5 \text{ ETP}$), siendo las lluvias suficientes para satisfacer las exigencias hídricas de los cultivos en su fase inicial.

b) Inicio del periodo húmedo: El periodo húmedo tiene su inicio, cuando las precipitaciones son superiores a la evapotranspiración potencial. Este periodo, es incluido dentro de un periodo normal de crecimiento. Durante este lapso, no solo es posible satisfacer plenamente la demanda de evapotranspiración de las plantas con su parte desarrollada completamente o al máximo, sino además, reponer el déficit de humedad del perfil del suelo.

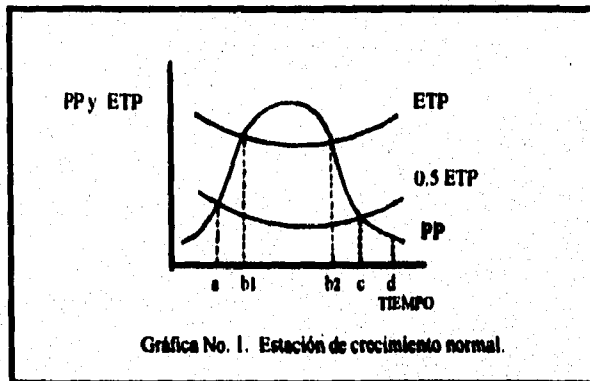
c) Final del periodo húmedo: Se considera como el momento, después del periodo húmedo, en el que la precipitación es igual al 0.5 de la ETP. Esto se aprecia cuando la frecuencia y cantidad de las precipitaciones disminuye notablemente y aumenta el déficit de precipitaciones, lo cual determina una clara alteración del ambiente, que a su vez origina visibles cambios en las respuestas fisiológicas de los cultivos, además de que se ven obligados a madurar con precipitaciones iguales a 0.5 de la ETP o menores.

d) Fin del periodo de crecimiento: Se da cuando el suelo pierde la humedad almacenada durante el periodo de lluvias. Al definir la longitud del periodo de crecimiento, hay que tener en cuenta el agua almacenada en el suelo; el periodo de crecimiento de la mayoría de los cultivos prosigue después de terminada la estación de las lluvias y en mayor o menor grado, los cultivos maduran a menudo aprovechando las reservas de humedad acumuladas en el suelo. Se ha propuesto un máximo de 100 mm. de agua almacenada a disposición de los cultivos. En consecuencia, el final del periodo de crecimiento es el tiempo necesario para la evapotranspiración de esos 100 mm. si no ha habido exceso de precipitación durante el periodo húmedo, que se añaden a la duración de la estación de lluvias. (10).

2.6.5. Tipos de estación de crecimiento.- Conforme a lo anterior y con base en la precipitación pluvial se tiene una clasificación de cuatro tipos de estación de crecimiento:

a) Estación de crecimiento normal: Es en la que se presentan las cuatro etapas. Es característica de las regiones templadas donde se practica la agricultura de temporal. Inicia cuando la precipitación es igual a 0.5 de la ETP y también se le denomina a este punto inicio de las lluvias. Cuando la precipitación es mayor a la ETP se tiene un periodo húmedo, aquí, al existir un exceso de agua se supone que hay un almacenamiento en el perfil del suelo. Luego, cuando la precipitación es igual a 0.5 de la ETP se considera como la terminación de la temporada de lluvias, después de la cual la planta puede seguir viviendo con el agua almacenada en el suelo. El valor de 100 mm. de almacenamiento de agua en el suelo, resultó de la diferencia entre la capacidad de almacenamiento para

suelos someros (50 mm) y suelos profundos (150 mm). (13). La gráfica número 1 nos muestra este tipo de estación de crecimiento:



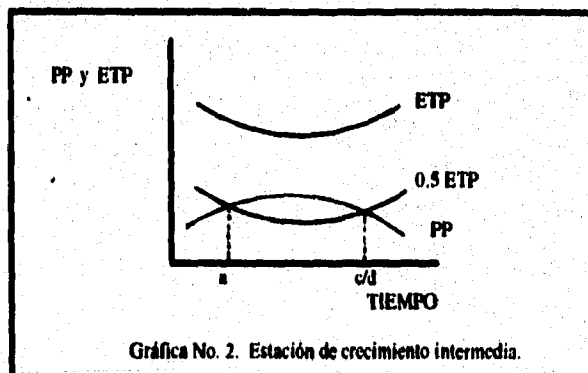
Gráfica No. 1. Estación de crecimiento normal.

Fuente (10). 1991.

Donde: a = Comienzo del periodo de crecimiento (y de las lluvias).
 b1 y b2 = Comienzo y final, del periodo húmedo.
 c = Final de las lluvias.
 d = Final del periodo de crecimiento.
 PP = Precipitación.
 ETP = Evapotranspiración potencial. (10).

*Estas claves tambien son para las siguientes tres gráficas

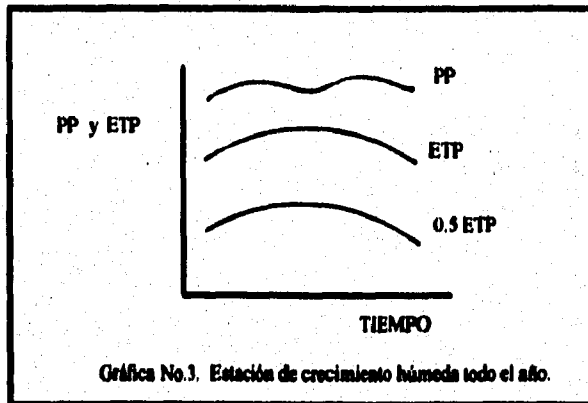
b) Estación de crecimiento intermedia: Se observa donde la precipitación pluviál es igual al 0.5 de la ETP, no presenta un periodo húmedo. Aquí la estación de crecimiento inicia cuando se establece el periodo de lluvias y finaliza cuando el periodo de lluvias termina. No existe almacenamiento de agua en el suelo. Se observa en las regiones semiáridas del país. (13). Véase este tipo de estación en la gráfica número 2:



Gráfica No. 2. Estación de crecimiento intermedia.

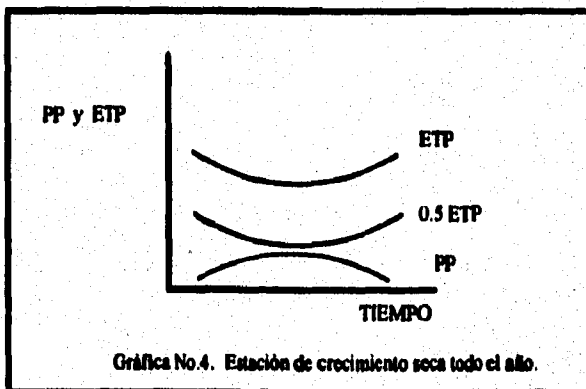
Fuente: (10). 1991.

c) Estación de crecimiento húmeda: Es donde la precipitación pluvial media mensual siempre es mayor a la ETP media mensual, por lo que se considera un periodo de crecimiento de 365 días. Es característica de las regiones de trópico húmedo. (13), esta se ilustra en la gráfica número 3:



Fuente: (10), 1991.

d) Estación de crecimiento seca: Es donde la precipitación pluvial siempre es menor a 0.5 de la ETP, dando como resultado que no exista humedad para el desarrollo de un cultivo, considerándose un periodo de cero días. Es característico de las zonas áridas del norte del país. (13), esta se ilustra en la gráfica número 4.



Fuente: (10), 1991.

III.- METODOLOGIA.

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.

3.1.1. Localización.- El municipio de Iguala se encuentra al norte de Chilpancingo, capital del Estado de Guerrero, su cabecera municipal, Iguala de la Independencia, se encuentra entre los paralelos 18° 31' y 18° 27' de latitud norte y entre los 99° 29' y 99° 42' de longitud oeste, respecto al meridiano de Greenwich; (Ver Figura No. 2 y Anexo No. 1). (2, 18).

Tiene una superficie de 567.1 km. cuadrados que representa el 0.89 y 6.54% del territorio total del Estado y de la región respectivamente. Se encuentra asentado en los comienzos de la representación de la cuenca del Río Balsas. Colinda al norte con los municipios de Buenavista de Cuellar y Taxco; al este con los de Huixtluco, Tepecoacuilco y Cocula; al oeste con el de Teloloapan. Iguala de la Independencia se encuentra situada a 731 metros sobre el nivel del mar.

3.1.2. Hidrografía.- Las corrientes hidrológicas que componen los recursos del municipio son el río San Juan y laguna de Tuxpan, éstos tienen caudales permanentes; también se cuenta con varios pozos para la extracción de agua.

3.1.3. Clima.- Predomina el cálido subhúmedo (Aw), localizado en todo el territorio municipal; la temperatura media anual se registra en 25° C, comprendida de abril a septiembre, mientras que en época de frío alcanza los 23° C. Las lluvias se presentan en junio, julio, agosto y septiembre, con un promedio anual de precipitación pluvial de 1,100 mm. La dirección de los vientos son de la manera siguiente: en primavera de sur a norte, en invierno de suroeste al sureste, en verano de norte a sur, en otoño de sur a norte.

3.1.4. Orografía.- La configuración del suelo es representativa de tres tipos de relieve; los que constituyen las zonas accidentadas que forman un 40 % del territorio municipal, localizadas principalmente en Coscoyula de Alvarez, en esta parte destacan los cerros de Tuxpan 1,695 metros, Conejo 1,237 metros y Grande o Pipila de 1,420 metros; el 30 % lo componen zonas semiplanas localizadas al oriente y sur del municipio sobre las localidades de Ahuchupan, Motlapa, Ceja Blanca y Planta de Zapotal; las zonas planas que constituyen el 30 % restante se localizan en el centro, norte y oriente.

3.1.5. Clasificación y uso de suelo.- Existen dos tipos de suelo, los clasificados como chemozem o negros, localizados en la parte central del municipio, conocido como el Valle de Iguala, se caracteriza porque tiene cantidades significativas de sales de calcio y profundidades de 60 a 90 cm., en segundo lugar están los denominados estapa paraire o pradera con descalcificación, aptos para la explotación extensiva de la ganadería. (2)

La superficie censada (1994) de unidades de producción rural es de 16,422.190 hectáreas, de éstas el 50.94 % es ejidal, el 46.95% pequeña propiedad y el 2.11 % es pública.

La superficie destinada a la agricultura es de 13,244.859 hectáreas que representan el 14.26 % de la extensión territorial municipal; de las cuales el 84% son de temporal, el 15.2 % de riego y el 0.4 % de humedad.

El municipio cuenta con 2,736.051 hectáreas de agostadero, con prácticas ganaderas; 11.0 hectáreas con bosque o selva (1.0 has. sólo con bosque o selva y 10.0 has. de bosque o selva con pastos); y 430.280 has. sin vegetación. (16)

3.1.6. Flora.- La vegetación esta compuesta principalmente por selva baja caducifolia y matorral cracaule; los primeros se distinguen por ser árboles menores de 15 mts., troncos cortos y torcidos, con hojas lineales y abundantes; entre las más comunes están el casahuate, brasil, etc. los segundos matorrales son distinguidos por grandes cactus de tallos cilíndricos, propios de zonas áridas o semiáridas. (2).

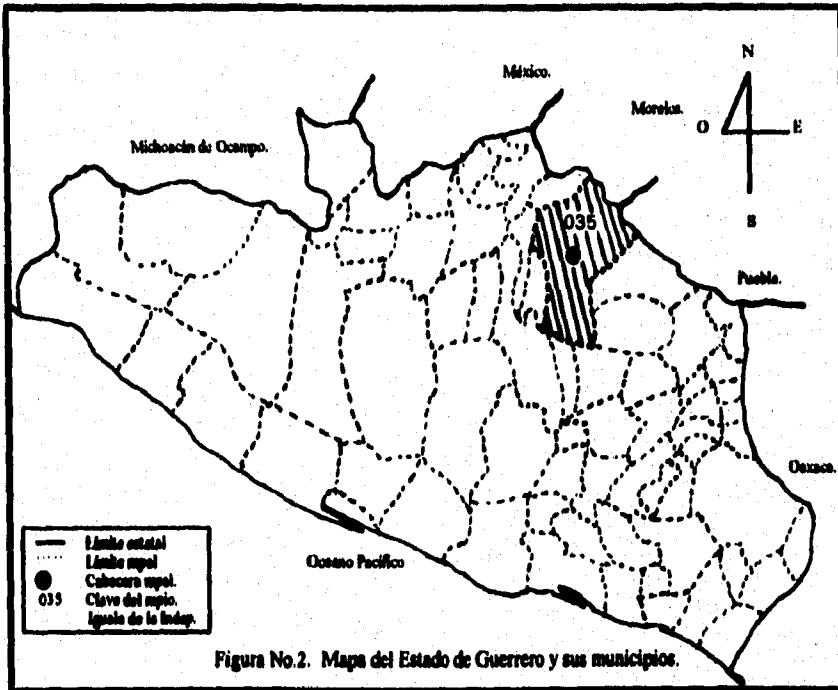


Figura No.2. Mapa del Estado de Guerrero y sus municipios.

Fuente: (10). 1993.

3.2. MÉTODO UTILIZADO.

3.2.1. Las unidades térmicas.- La temperatura afecta el desarrollo de las plantas a través de su influencia sobre la velocidad de los procesos metabólicos. Para describir la influencia de la temperatura sobre la fenología de las plantas se ha usado el concepto de sumas de temperatura, también llamadas unidades térmicas, grados día de desarrollo, (GDD) o unidades térmicas de crecimiento. Este concepto postula que el crecimiento y desarrollo de un cultivo, depende de la cantidad de calor que éste recibe, o sea que un cultivo alcanzará una determinada etapa fenológica cuando haya recibido una cierta cantidad de calor, independientemente del tiempo requerido para ello. El éxito de este concepto depende de la estrecha relación que exista entre temperatura y radiación solar, temperatura y fotoperiodo, y la adaptación de variedades a fotoperiodos locales.

Para el cálculo de unidades térmicas, se han expuesto varios métodos: directo, residual, fisiológico, exponencial, etc. Sin embargo, en evaluaciones de métodos realizadas, se ha llegado a la

conclusión de que los métodos residual y fisiológico son los que han mostrado mejor ajuste con los requerimientos térmicos de los cultivos. (12, 13, 29).

3.2.2. El método residual.- Los parámetros requeridos para calcular unidades térmicas por este método son: 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; para el cacahuate se tiene que su temperatura base es de 10°C y su temperatura umbral máxima es de 35°C.

La acumulación de unidades térmicas en este método se supone que ocurre en forma lineal, pero no es estrictamente cierto, sin embargo, la aproximación lineal da buenos resultados en la práctica. Para calcular las unidades por este método, se emplea la siguiente fórmula:

$$U.T. = \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{T_{\text{máx.}} + T_{\text{mín.}}}{2} \right) - T_{\text{base}} \right]$$

Donde: U.T. = Unidades térmicas acumuladas.
 T máx. = Temperatura máxima
 T mín. = Temperatura mínima.
 T base = Temperatura base.
 i = días, decenas, etc., 1, 2, 3, ..., n. (12, 13, 23, 29)

3.2.3. El método de Thornthwaite.- Este es probablemente el más usado a nivel mundial, debido a que sólo exige el uso de una variable meteorológica: la temperatura, la evapotranspiración potencial (ETP), es definida como la cantidad de agua que se perdería por evaporación y transpiración si el suelo estuviera saturado, la fórmula empleada para obtener esta variable es:

$$ETP = 1.6 (10 T/I)^4$$

Donde: ETP = Evapotranspiración potencial en un mes de 30 días en cm.

T = Temperatura media del aire en °C

I = índice de calor anual que es igual a la suma de los doce índices de calor mensual i donde:

$$i = (T/5)^{1.514}$$

$$a = 0.00000675(I)^3 - 0.0000771(I)^2 + 0.01792(I) + 0.49239$$

El índice de calor mensual se puede obtener a través de tablas, generalmente el valor de ETP se corrige con un factor de latitud "f" el cual se obtiene de tablas para latitudes norte y sur respectivamente, (tablas que no se anexan por anunciar solo estos métodos); así ETP = ETP x f (12, 13, 23, 29, 31).

3.2.4. Datos normales.- Para realizar el cálculo de los índices agroclimáticos de la zona elegida, se utilizaron datos climatológicos Normales mensuales, de la estación clave 11-0334 Iguala, Guerrero, a cargo de la Dirección General de Geografía y Meteorología, de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, de estos datos se estimarán los datos normales diarios (no se encontraron disponibles en la literatura revisada) (Ver anexos Nos. 2, 3, 4, 6, 5, 7, 8, 9, 10).

El periodo general de datos utilizados comprende desde 1941 a 1970, y los parámetros que nos proporciona son:

<u>Temperaturas. (°C).</u>	<u>Precipitación. (mm.)</u>
a) Máxima extrema.	a) Total.
b) Promedio de máxima.	b) Máxima.
c) Media.	c) Máxima del mes en 24 hrs.
d) Promedio de mínima.	d) Mínima.
e) Mínima extrema.	
f) Oscilación.	

Frecuencia de elementos y fenómenos especiales.

- a) Días con lluvias apreciables.
- b) Días con lluvias inspreciables.
- c) Días despejados.
- d) Días medio nublados.
- e) Días nublado/cerrado.
- f) Días con rocío.
- g) Días con granizo.
- h) Días con heladas.
- i) Días con tormenta eléctrica.
- j) Días con niebla.
- k) Días con nevada.

3.2.5. Programa Agroclim.- Se utilizó el programa computarizado "Agroclim", facilitado a la carrera de Ingeniería Agrícola por el Colegio de Postgraduados de Chapingo, para calcular datos y parámetros climatológicos diarios a partir de promedios mensuales, que es como comúnmente se reportan en las estaciones meteorológicas; la importancia de obtener datos diarios estriba en que son más aplicables a los cultivos, pues se puede determinar y evaluar los periodos de crecimiento y respuestas fenológicas de los mismos, en tanto que los periodos mensuales son muy largos y fuera de fase respecto a las etapas críticas de los cultivos, tales como siembra, emergencia, embuche, floración, madurez, cosecha, etc.; las normales diarias son más orientadas al desarrollo de los cultivos.

El programa genera estimaciones diarias de temperatura, duración del día, de precipitación y ETP. También se obtienen valores diarios de los índices: grados días de desarrollo (GDD), y diferencias entre la precipitación y la ETP; se puede obtener un resumen del periodo de crecimiento y las fechas esperadas para las diferentes etapas fenológicas así como las normales climatológicas asociadas.

Las bases para calcular las temperaturas y la ETP diarias, reside en el hecho de que la variación de ambas en una localidad específica es esencialmente un fenómeno periódico, el cual se debe fundamentalmente al cambio en la posición del sol. Un modelo de regresión periódica se utilizó para describir ambas en función del tiempo. La precipitación de una localidad específica es generalmente mucho más variable y está sujeta a influencias locales y regionales. La precipitación diaria se estimó por un proceso de promediación fraccionada. (1).

El resultado de los cálculos realizados con este programa se encuentran en los Anexos Nos.: 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10.

3.2.6. Fechas de siembra para el cultivo de cacahuete.- Se propusieron cuatro fechas de siembra para establecer el cultivo, en base a la fecha de siembra recomendada para el inicio de las siembras en el Estado de Guerrero por el I.N.I.A., que es la del 1º de Junio (véase el cuadro número 7), las fechas son las siguientes:

- a) 1º de Mayo.
- b) 15 de Mayo.
- c) 1º de Junio.
- d) 15 de Junio.

El tomar en cuenta dos fechas anteriores a la fecha recomendada y una despues, tiene por objetivo compararias, ver las condiciones climáticas en las que se encontrarán las fases fenológicas, tomando como parámetro los requerimientos en GDD para cada una de ellas en la fecha recomendada y como afectarán dichas condiciones las labores de cultivo.

3.2.7. Etapas fenológicas del cultivo de cacahuete.- Considerando que en la literatura revisada (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 20, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 31), no se encontró nada definido sobre el número de días en los que se desarrolla cada una de las cuatro etapas fenológicas del cultivo (ver el punto 2.5.2 y el cuadro número 9) y que se reportan 135 días de ciclo vegetativo para las variedades que se siembran en el Estado de Guerrero (ver cuadro número 7), se tuvo que deducir la duración de cada una de ellas en función de: su ciclo vegetativo y de los días aproximados en los que se realizan cada una de las diferentes actividades agrícolas como son: preparación del suelo, riegos, siembra, deshierbes, desarrollo vegetativo, floración, formación de clavos, maduración del fruto, combate de plagas y enfermedades de lo anterior resultó el siguiente cuadro número 10:

Cuadro No. 10. Duración de las etapas fenológicas del cacahuete
Arachis hypogaea L.

<u>Etapas fenológicas.</u>	<u>Días.</u>
1.- Siembra-emergencia.	8.
2.- Emergencia-floración.	32.
3.- Floración-emisión de clavos florales	45.
4.- Emisión de clavos florales-madurez del fruto.	50.

Fuente: López, G. V. 1993.

3.3. PARÁMETROS A DETERMINAR .

3.3.1. Fenología del cultivo de cacahuete.- Para obtener este parámetro, se alimentó al programa Agroclim con los datos normales descritos en el punto 3.2.6., para generar a partir de las cuatro fechas de siembra propuestas en el punto 3.2.7. y para cada una de las etapas fenológicas del cultivo, los GDD, la Precipitación, la ETP, la Temperatura promedio y el Fotoperiodo que requerirán.

3.3.2. Requerimientos térmicos por etapa fenológica.- De los datos a obtener del programa Agroclim están los que indican la cantidad de GDD y la temperatura promedio necesarios por etapa.

Para estimar las fechas en las cuales se espera cada etapa fenológica del cultivo, se asume que en áreas de temperatura variable, la tasa de desarrollo de los cultivos, esta más relacionada con las acumulaciones de temperatura arriba de cierto valor base (GDD), que la computación del tiempo solamente. A partir de la fecha de siembra especificada en la literatura revisada como la adecuada, los GDD acumulados en cada etapa se tomarán como parámetros, para determinar los días que son necesarios para que se dé cada una de las etapas fenológicas, en función de cada una de las cuatro fechas de siembra propuestas.

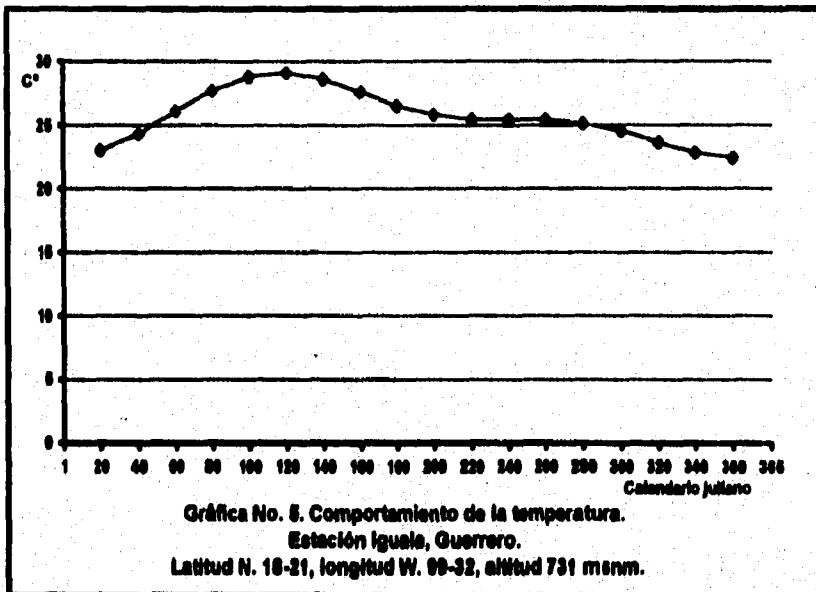
3.3.3. Determinación de la estación de crecimiento en la zona de estudio.- Se buscó su obtención, usando las gráficas obtenidas de los datos de las normales climatológicas diarias estimadas por el programa Agroclim; para esto se interpolaron las gráficas de la ETP, ETP al 0.5 y la precipitación, para determinar el inicio del la época de lluvias y del periodo húmedo, así como el final de las mismas; para obtener un resumen del periodo de crecimiento, en función de cada fecha de siembra propuesta, fue necesario alimentar al programa con la fecha de inicio y final del periodo de interés, una temperatura base para los GDD (que para el cacahuete es de 10) y un factor de ajuste (1.0) para la ETP; generando con el programa el número de días totales del ciclo vegetativo, la temperatura promedio diaria, los GDD acumulados, la precipitación y ETP acumuladas.

3.3.4. Calendarización de las labores de cultivo para el cacahuete.- Con los parámetros anteriores se espera determinar cuál es la estación de crecimiento y la fecha de siembra más adecuada para el cultivo en el Municipio de Iguala, Gro., en función de los requerimientos del cultivo y los índices agroclimáticos estimados, para elaborar un calendario de labores de cultivo; no se intenta definir esto para cada una de las variedades que se siembran en el Estado, sino determinar la estación de crecimiento para el cultivo, para que se pueda establecer, tanto el Virginia Bunch 46-2, como los RF-214, RF-127, RF-132, estos cuatro de porte erecto e incluso la variedad rastrera llamada Guerrero.

IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS.

4.1. VARIABLES DETERMINADAS.

4.1.1. Estimación de las temperaturas promedio diarias.- Los cálculos realizados por el programa Agroclim, fueron en primer término, para estimar temperaturas promedio diarias en grados centígrados, para la estación de Iguala, Guerrero, tomando en cuenta los días del calendario juliano. (Ver Anexos Nos.3, 4); a continuación se muestra el comportamiento de la temperatura en la gráfica número 5:

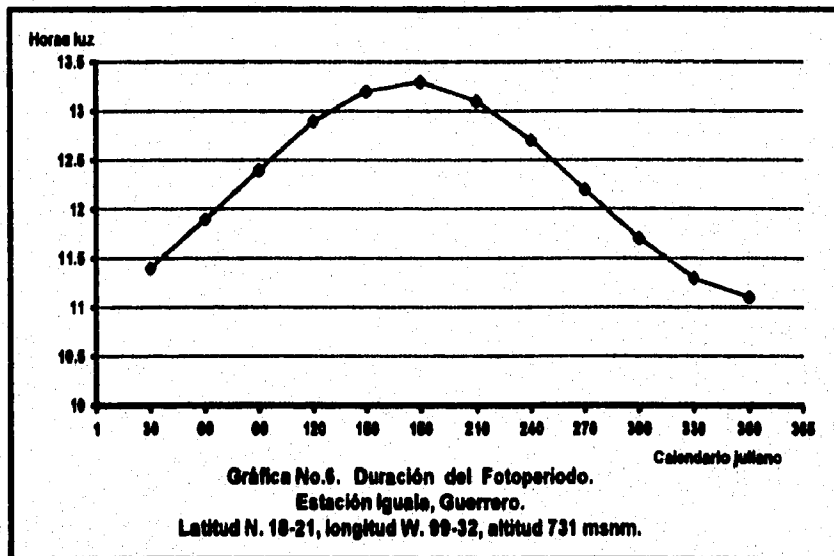


Estos datos son muy importantes, dado que indican la cantidad de temperatura que el cultivo de cacahuete tendrá a su disposición ; esto permite estimar si la temperatura de algún día específico es la suficiente para un desarrollo normal de las plantas cultivadas, dadas las necesidades de las mismas, en función de la etapa fenológica en la que se encuentran.

La literatura reporta que el cultivo del cacahuete no se desarrolla bien -e incluso no desarrolla- si la temperatura desciende mas de 10 °C , y que su rango de adaptabilidad y desarrollo óptimo es entre los 15 °C y los 30 °C, incluso entre 25 °C y 30 °C,(obviamente en función de otros factores climáticos como luminosidad y humedad); la gráfica obtenida muestra un rango de temperaturas que comienza con 23 °C, que corresponde al día 20 de Enero y al día 20 juliano; pasando por una temperatura máxima de 29.1 °C para el día 30 de Abril, que corresponde al día juliano 120 y una última temperatura de 22.4 °C para el día 26 de Diciembre que corresponde al día 360 juliano.

Lo anterior es resultado lógico de la situación geográfica (por latitud y longitud) en la que se encuentra la zona de estudio, que da como resultado que el clima sea del tipo Aw, cálido subhúmedo; por lo que en esta zona no se presenta un periodo de ocurrencia de heladas.

4.1.2. Duración del día.- La duración del día estimada por el programa Agroclim, la presenta en horas y centésimas, también como las otras variables, en función de los días del calendario juliano (Ver Anexos Nos. 3, 6); dichos datos dieron por resultado la siguiente gráfica:

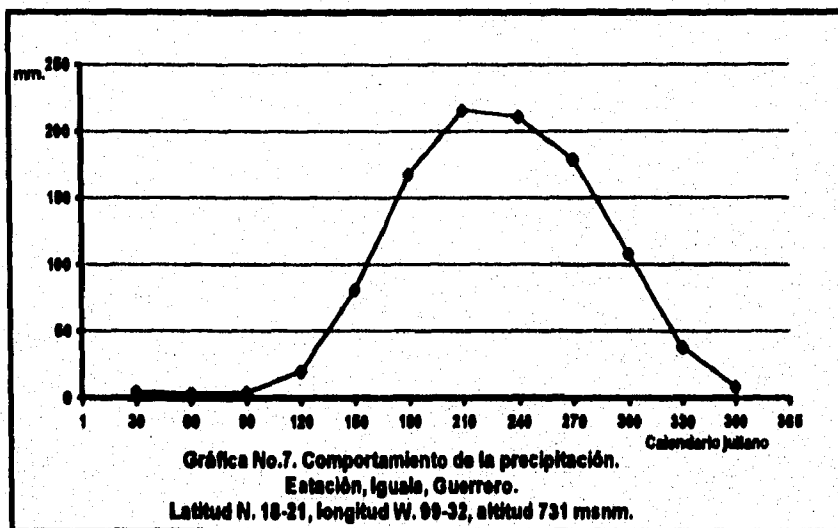


La importancia de la duración del día o fotoperiodo, estriba en los procesos morfológicos y fisiológicos en los que influye durante el desarrollo de las plantas; por eso a las plantas se les considera de día largo, día corto, o insensibles, dependiendo de sus requerimientos de luz y la falta de dichos requerimientos afecta notablemente el desarrollo y rendimiento de los cultivos; de la revisión bibliográfica se sabe que el cacahuete necesita de buena iluminación para alcanzar su desarrollo normal, y que requiere de un rango de 10 a 13 horas de luz diarias, pero que también se considera al cultivo como insensible al fotoperiodo.

La gráfica indica que el fotoperiodo en la área de estudio presenta un rango que va desde las 11.4 horas luz para el día 30 de Enero, pasando por un máximo de 13.3 horas de luz para el día 29 de Junio, hasta 11.1 horas de luz el día 26 de diciembre; fechas que corresponden también a los días 30, 180 y 360 julianos, respectivamente.

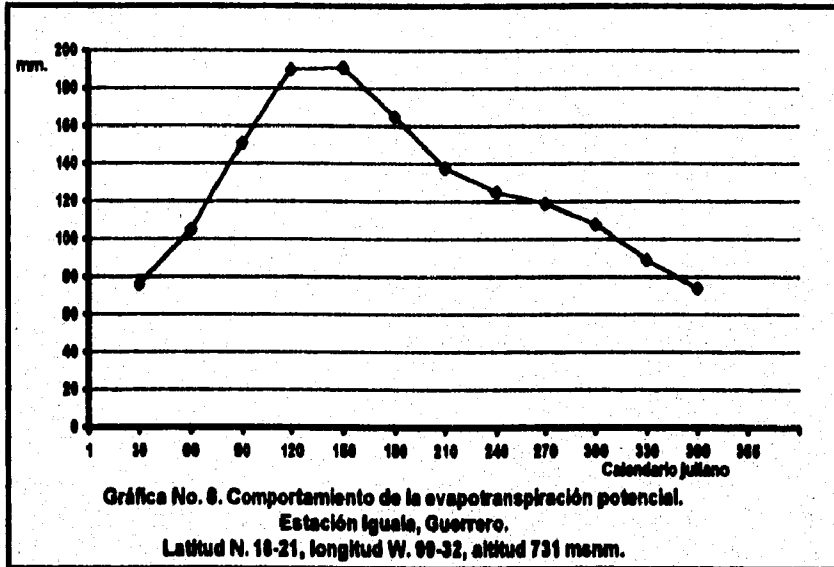
De lo anterior se deduce que el cultivo del cacahuete encontrará condiciones de suficiente luminosidad y temperatura para poder obtener un buen desarrollo y rendimiento (claro, si los otros factores agroclimáticos también son favorables).

4.1.3. Precipitación acumulada.- El resultado del cálculo de la precipitación acumulada diariamente en milímetros por el programa Agroclim se presenta en los Anexos Nos. 7 y 9, a continuación se presenta el comportamiento de precipitación en la gráfica número 7:



El comportamiento de la precipitación en la gráfica, muestra el siguiente rango: desde 5.0 mm. para el día 30 de Enero, pasando por un máximo de 216 mm. el día 29 de Julio, hasta 8.0 mm. del día 26 de Diciembre; fechas que corresponden a los días 30, 210 y 360 julianos respectivamente. La literatura revisada al respecto, indica que de 400 a 600 mm. anuales de precipitación son suficientes para asegurar una buena cosecha, siendo perjudiciales si se presentan durante el tiempo de formación y maduración del fruto; esta gráfica muestra una distribución propia de una estación de crecimiento normal, que puede permitir ubicar al cultivo en la fecha de siembra más adecuada y hacer que la precipitación sea mejor aprovechada por el cultivo, por cada una de sus etapas fenológicas; con respecto a la precipitación acumulada en la zona de estudio tenemos que es de 1042 mm. anuales, suficientes para el cultivo.

4.1.4. Valores diarios acumulados de evapotranspiración potencial.- El programa Agroclim, estimó valores diarios de ETP tomando en cuenta un factor de ajuste, cuyo valor es de 1.00 para hacer equivalente los datos obtenidos por el método de Thornthwaite respecto a los que equivaldría con el de Penman (1). (Ver Anexo No. 8); el comportamiento de la evapotranspiración se expresa en la siguiente gráfica:

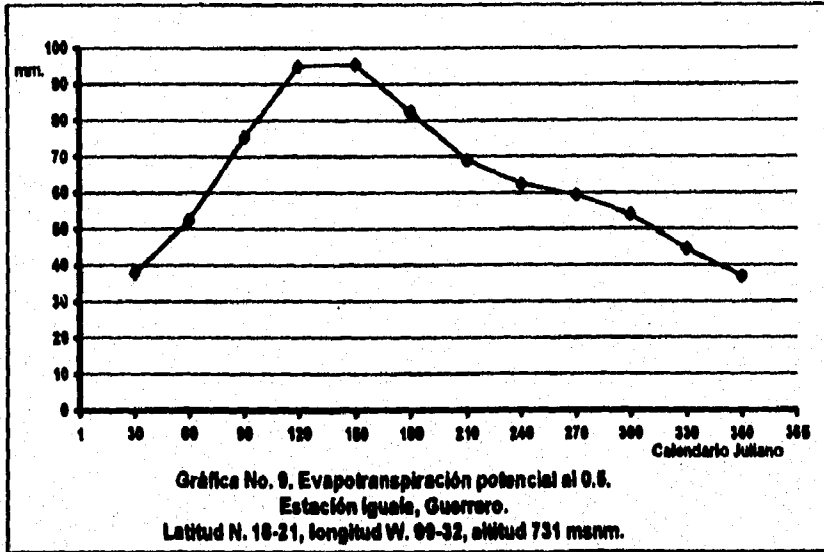


La evapotranspiración en la gráfica presenta el siguiente rango: para el día 30 de Enero se tienen 76 mm., pasando por el día 30 de Mayo con 191 mm. como máximo y para el 26 de Diciembre se tienen 74 mm.; las fechas anteriores corresponden a los días 30, 150 y 360 julianos.

La cantidad de agua que se evapora del suelo y de las plantas es un parámetro muy importante a tomar en cuenta, pues se debe combinar esta información con la que se tiene de la precipitación y así poder ver si la humedad que está disponible en el suelo es suficiente para que el cultivo pueda desarrollarse normalmente, de lo contrario nos indicará la necesidad de aplicar riegos al cultivo para satisfacer sus necesidades hídricas.

Para determinar con más seguridad, que el tiempo en el que se va a implantar el cultivo es el más adecuado, por la presencia de suficiente humedad en el suelo para su desarrollo, se tomó como parámetro un modelo sencillo de balance hídrico propuesto por la FAO (10), consistente en determinar el 0.5 de la evapotranspiración potencial (0.5 ETP), que comparado con la precipitación nos indicará el tipo de estación de crecimiento que hay en la zona de estudio, si la precipitación es igual o mayor al 0.5 de la ETP indica el momento de inicio del período de lluvias en la estación de crecimiento, si es mayor la precipitación habrá un período húmedo, si vuelve a ser igual marca el fin de las lluvias.

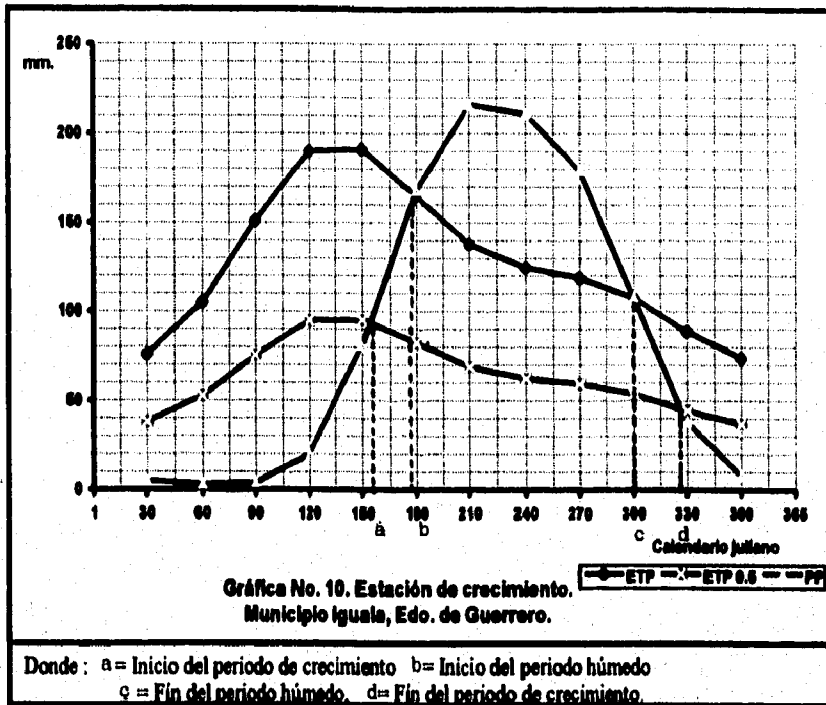
Se muestra a continuación la gráfica número 9 que resulta de calcular el 0.5 de la evapotranspiración potencial:



4.1.5. Grados día de desarrollo acumulados diariamente.- La estimación hecha por el programa Agroclim de esta variable, se realizó tomando en cuenta la temperatura base de 10° C para el cacahuete (Ver Anexo No.10); los datos diarios obtenidos nos indican la cantidad de temperatura acumulada y se puede determinar la cantidad de temperatura disponible que tiene un efecto fisiológico y morfológico en el desarrollo del cultivo en general (a partir de la fecha de siembra) y en cada una de sus etapas fenológicas, así, el desarrollo de las plantas no solo es debido a una simple suma de tiempo. (12, 29).

4.2. DETERMINACIÓN DE LA ESTACIÓN DE CRECIMIENTO.

4.2.1. Estación de crecimiento para el municipio de Iguala.-La literatura nos indica que la estación de crecimiento es el intervalo de tiempo durante el año, en el que existen condiciones favorables de humedad y temperatura para el desarrollo de los cultivos (10, 13); en la siguiente gráfica número 10, se tiene en el eje de las abscisas los días del calendario juliano y en el eje de las ordenadas los valores que indican el comportamiento de la evapotranspiración potencial, la evapotranspiración potencial al 0.5 y la precipitación, según los datos de la estación de Iguala, Guerrero; válidos para su zona de influencia, que abarca obviamente al municipio de Iguala.



Como se observa, la gráfica es del tipo de estación de crecimiento normal, es decir que presenta un periodo corto de lluvias en verano y el resto del año seco, característico de un régimen tropical aunque el municipio de Iguala presenta un clima cálido subhúmedo.

La intersección de las curvas, de 0.5 ETP y PP nos indica el inicio del periodo de crecimiento y corresponde al día 4 de Junio (día 155 juliano); la intersección de las curvas de PP y la ETP indica el inicio del periodo húmedo, que se da el día 28 de Junio (el día 179 juliano); la intersección de las curvas de PP y ETP el 27 de Octubre (que corresponde al día 300 juliano), indica la terminación del periodo húmedo; cuando se vuelven a intersectar las curvas de 0.5 ETP y la PP para el día 22 de Noviembre (día 326 juliano), indica el fin de las lluvias.

Cabe mencionar , que en la definición de los componentes de la estación de crecimiento, se considera que las lluvias inician también hasta que se intersecta la curva de 0.5 ETP con la de PP, porque si bien días antes ha comenzado a llover, el agua precipitada a las plantas y al suelo es evapotranspirada casi en su totalidad y no hay un real almacenamiento de agua en el suelo y por tanto no estará disponible para el cultivo; para aprovechar el tiempo de las primeras lluvias y establecer el cultivo antes del inicio del periodo lluvioso, sería necesario aplicar riego; en el entendido, de las dificultades que tienen la mayoría de los productores , acerca de la disponibilidad de agua para riego (el 84% de las tierras cultivadas es de temporal), es necesario entonces tener en cuenta este parámetro del inicio del periodo de crecimiento y de las lluvias para el 4 de Junio, para comenzar a sembrar, obviamente uno o dos meses antes, debió de haberse barbechado y rastreado la tierra para tener una buena cama de siembra .

El inicio del periodo húmedo que presenta la gráfica número 10 el día 28 de Junio, indica que comienza a haber almacenamiento de agua en el suelo y dicha humedad puede ser aprovechada por las plantas; entre la fecha del inicio de las lluvias 4 de Junio y el 28 de Junio, la humedad aún no excede a la evapotranspiración, pero como la cantidad de agua precipitada va en ascenso, es un buen tiempo para realizar las siembras, pues le proporciona a la semilla las condiciones de humedad necesarias para la germinación e inicio del desarrollo vegetativo; del inicio del periodo húmedo al fin del mismo la precipitación va de los 81 mm. pasando por un máximo de 216 mm. para el día 29 de Julio, a los 108 mm., la humedad en el suelo es suficiente para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo, pues la precipitación ya es mayor a la evapotranspiración, periodo húmedo de 121 días suficientes para las etapas de germinación, desarrollo vegetativo, floración y en menor cantidad para la formación del fruto; del fin del periodo húmedo al fin del periodo de lluvias, la precipitación va de los 108 mm. a los 38 mm. 26 días en los que la precipitación va en descenso y bien puede servir para que en esas fechas el cultivo desarrolle sus dos últimas etapas fenológicas, al final de la formación del fruto y la de madurez del fruto, pues cabe recordar que para la cosecha y labores de postcosecha se requiere de tiempo seco.

Si se interpola lo anterior con los datos obtenidos de temperaturas promedio diarias, se ve que en el intervalo referido va de 27.9 °C a 26.6 °C, va en descenso porque la humedad producto de las lluvias, hace disminuir la incidencia de la temperatura directamente; no obstante las temperaturas siguen siendo adecuadas para el buen desarrollo de las plantas de cacahuete, dado el rango establecido en la literatura para un buen desarrollo del cultivo (15 °C - 30 °C); condiciones favorables que se mantienen durante toda la estación de crecimiento, la última fecha, el 26 de Diciembre, indica una temperatura de 22.4 °C. Por consiguiente no hay un periodo de heladas.

Si se interpola también a lo anterior, los datos resultantes de fotoperiodo u horas luz diarias disponibles, se observa que partiendo del inicio del periodo de lluvias al inicio del periodo húmedo se mantiene en 13.3 horas de luz al día; y a partir del inicio del periodo húmedo, hasta el final de éste, las horas luz van de 13.3 como máximo hasta 11.7; del fin del periodo húmedo al fin del periodo de lluvias, las horas luz van de 11.7 a 11.3, este rango de horas luz es suficiente para satisfacer las necesidades fotosintéticas del cultivo y se presentan de tal manera que se puede hacer coincidir este último rango de temperaturas con la segunda y tercera etapas fenológicas del cultivo, donde se requieren de la mejor disposición de luz, temperatura y humedad, para un buen desarrollo vegetativo, floración y formación del fruto; además de que está dentro del rango de horas luz necesarias para un buen desarrollo, según la literatura revisada, aunque también se menciona que el cacahuete es insensible al fotoperiodo, así, este factor no es limitante potencial para el cultivo bajo estas condiciones.

4.3. FENOLOGÍA DEL CULTIVO DE CACAHUATE.

4.3.1. Fenología del cultivo de cacahuete por fecha de siembra.- Una vez definida la estación de crecimiento, se hace necesario determinar las fechas en las que se espera cada una de las etapas fenológicas del cultivo. Para la primer etapa de siembra-emergencia se requieren 8 días, para la segunda etapa emergencia-floración 32 días; para la tercera etapa floración-emisión de clavos florales 45 días, y para la cuarta etapa emisión de clavos florales-maduración del fruto 50 días, determinadas para la fecha de siembra del 1° de Junio, reportada en la literatura como la recomendada para el inicio de las siembras. Es necesario recordar que se propusieron cuatro fechas de siembra: el 1° de Mayo, el 15 de Mayo, 1° de Junio, 15 de Junio, a fin de determinar cuál es la más adecuada para establecer el cultivo en las mejores condiciones que presenta la estación de crecimiento determinada. En función de los días establecidos para cada etapa fenológica, se determinó con ayuda de las salidas del programa Agroclim (Anexos: 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10), la cantidad de GDD para cada una, por medio de la obtención de la diferencia entre los GDD acumulados entre las etapas; primeramente para la fecha de siembra

recomendada para la zona de estudio; lo anterior con el objetivo de que los GDD estimados, sirvan como constantes (necesarios para el desarrollo de cada etapa) para las dos fechas de siembra anteriores a la recomendada y para la posterior a la misma; esto determinó fechas específicas en las que se tendrán cada una de las cinco fases fenológicas del cultivo; para las tres fechas de siembra no solo se obtuvo la diferencia, sino que también se sumaron los GDD considerados como constantes. Tanto para la fecha de siembra recomendada, como para las otras, la precipitación se obtuvo por la diferencia entre la precipitación acumulada entre etapas, de igual forma se obtuvo la ETP; en tanto que la duración del día y la temperatura promedio diarias se obtuvieron por medio de la suma y promediación de los datos (promedios diarios) estimados también por el programa Agroclim.

De los cálculos realizados por cada fecha de siembra, se obtuvieron los cuadros 11, 12, 13 y 14 que se muestran a continuación.

a) Fecha de siembra: 1º de Junio, el cuadro número 11 muestra los resultados obtenidos para esta fecha de siembra recomendada:

Cuadro No. 11. Fenología del cultivo de cacahuete. Fecha de siembra: 1º de Junio. Iguala, Guerrero.

Etap.	No. De días.	Fecha.	G. D. D. base 10.	PP (mm)	ETP (mm) 1.00 *	Temp. prom. °C.	Horas luz prom./día
1	8	9 de Junio	142	34	47	27.8	13.1
2	32	11 de Julio	536	212	164	26.7	13.13
3	45	25 de Agos.	700	320	193	25.5	13.0
4	50	14 de Oct.	764	282	195	25.3	12.3
Total.	135		2142	848	599	26.3	13.0

A esta fecha de siembra corresponde la primera fase fenológica (día juliano 152), la segunda se presentará para el 9 de Junio (día juliano 160) -ya han iniciado las lluvias el 4 de Junio-, la tercera para el 11 de Julio (día juliano 192) -ya ha empezado el periodo húmedo el 28 de Julio-, la cuarta el 25 de Agosto (día juliano 237) -en la parte de la curva que presenta mayor humedad-, y la quinta para el 14 de Octubre (día juliano 28) -casi al final del periodo húmedo-, lo anterior se puede apreciar en la gráfica número 10.

Los GDD determinados por etapa son los necesarios para cada una de las fases y se alcanzarán para las fechas señaladas; el intervalo de inicio y fin del periodo de crecimiento es del 1º de Junio al 14 de Octubre 135 días en total.

La precipitación aquí es mayor a la ETP, existe humedad almacenada en el suelo, disponible para el cultivo; las cuatro etapas encuentran condiciones adecuadas para su desarrollo, la primera tendrá suficiente humedad para germinar (aunque sea un poco menor la precipitación a la ETP) y comenzar el desarrollo vegetativo, mismo que encontrará humedad en aumento, para la tercera igualmente, después de iniciada esta última, la precipitación comienza a disminuir, adecuándose a los requerimientos climáticos para la cuarta etapa.

Con respecto a los otros índices agroclimáticos, no muestran gran variación y están dentro de los intervalos indicados en la literatura como adecuados, por lo que no se presentan como limitantes para el rendimiento del cultivo.

En el supuesto de querer recorrer unos días antes la fecha de siembra, digamos los ocho días de la siembra a la germinación (haciendo coincidir esta última con el inicio del periodo de lluvias), se puede deducir que no hay problemas para la germinación y la segunda etapa, aún el inicio de la tercer

etapa fenológica, pero como ya coincidiría con la máxima humedad del periodo de crecimiento, se pueden presentar problemas por enfermedades fungosas para la cuarta etapa, además se dificultaría la cosecha.

Como se puede observar en el anexo número 9, se presenta un déficit de humedad hasta el 15 de Junio y a continuación de esta fecha al 15 de Octubre hay humedad en el suelo disponible para el cultivo, esto coincide con las deducciones hechas.

b) Fecha de siembra : 1° de Mayo, el cuadro número 12 muestra los resultados encontrados para esta fecha:

Cuadro No. 12. Fenología del cultivo de cacahuete. Fecha de siembra 1° de Mayo. Iguala, Guerrero.

Etapa.	No. De días.	Fecha.	G. D. D. base 10.	PP (mm)	ETP (mm) 1.00 *	Temp. prom. °C.	Horas luz prom./día.
1	8	9 de Mayo	142	9	53	29.0	13.0
2	29	7 de Junio	536	105	180	28.4	13.1
3	42	19 de Julio	700	278	212	24.1	13.3
4	50	7 de Sept.	764	350	208	25.5	12.6
Total.	129		2142	742	653	26.8	13.0

La primera fase fenológica corresponde a la fecha de siembra (día juliano 121), la segunda se presenta para el día 9 de Mayo (día juliano 129), la tercera el día 7 de Junio (día juliano 158) -el inicio del periodo de lluvias es el 4 de Junio-, la cuarta el día 19 de Julio (día juliano 200) y la quinta para el día 7 de septiembre (día juliano 250) -el inicio del periodo húmedo es el 28 de Junio-.

Partiendo de los requerimientos de GDD para el cultivo, vemos que para la segunda y tercera etapa los días para que se presenten estas disminuyeron con respecto a los de la fecha del 1° de Junio; y en general el intervalo de fechas del inicio al fin del periodo de crecimiento es del 1° de Mayo al 7 de septiembre, 129 días.

La cantidad de precipitación que se presenta en las cuatro etapas es menor con respecto a la cantidad de evapotranspiración que se presenta para las mismas, por lo tanto no hay humedad en el suelo, para que germine la semilla y se desarrollen las plantas de cacahuete; con respecto a los otros índices se puede decir que son óptimos y por tanto no limitante, como se vió en los puntos 4.1.1 y 4.1.2.

De querer sembrar en esta fecha, es necesario contar con agua de riego, para aplicar como mínimo cuatro riegos, para obtener buena producción.

Lo anterior se comprueba con las estimaciones del programa Agroclim que se presentan en el anexo número 9, en donde en las fechas mencionadas para cada etapa, hay un déficit de humedad para las dos primeras etapas.

c) Fecha de siembra: 15 de Mayo, los resultados obtenidos para esta fecha se presentan en el siguiente cuadro número 13:

Cuadro No. 13. Fenología del cultivo de cacahuete. Fecha de siembra 15 de Mayo. Iguala, Guerrero.

Etapa	No. de días.	Fecha.	G. D. D. base 10	PP (mm)	ETP (mm) 1.00*	Temp. prom. °C.	Horas luz Prom./día.
1	8	23 de Mayo	142	34	50	28.6	13.1
2	30	22 de Junio	536	148	173	27.7	13.3
3	44	5 de Agosto	700	317	203	26.0	13.2
4	50	24 de Sept.	764	324	203	25.4	12.4
Total.	132		2142	824	629	26.9	13.0

La fecha de siembra del 15 de Mayo corresponde a la primera fase (día juliano 135), la segunda se presentará el 23 de Mayo (día juliano 143), la tercera el 22 de Junio (día juliano 173)-ya ha comenzado el periodo de lluvias- la cuarta el 5 de Agosto -180 juliano- (apenas un día antes comienza el periodo húmedo), y la quinta el 4 de Agosto (día juliano 217) -aún dentro del periodo húmedo, a 33 días de su terminación-.

Aquí los GDD influyeron también en el tiempo que requerirán la segunda y tercera etapas acortándolas, con respecto a la fecha del 1° de Junio, y con respecto al 1° de Mayo se alargan, esto es debido al efecto que tiene la precipitación en la temperatura, la atenua, por lo que ya en la tercera etapa la precipitación es mayor a la ETP, manteniéndose la cuarta etapa con igual número de días a las fechas ya mencionadas; el intervalo del inicio y fin del periodo de crecimiento va del 15 de Mayo al 24 de Septiembre, en total 132 días, más que el 1° de Mayo y menos que el 1° de Junio.

La precipitación en las dos primeras etapas es aún menor a la evapotranspiración por lo que tampoco hay una cantidad de humedad mínima necesaria para favorecer el buen desarrollo de dichas etapas fenológicas del cultivo, solamente que se utilice agua de riego, la ventaja es que sería menor la cantidad de agua utilizada con respecto a la fecha anterior; para la tercera y cuarta etapa ya hay mayor precipitación que ETP, como se manifiesta en los totales acumulados.

En cuanto a los demás índices agroclimáticos tampoco se presentan como limitantes del rendimiento.

Si se observa el anexo número 9, encontramos que para la primer etapa hay déficit de humedad, así hasta el 15 de Junio, después ya para la segunda, tercera y cuarta etapas hay humedad disponible.

d) Fecha de siembra: 15 de Junio, para esta última fecha de siembra propuesta, se obtuvieron los resultados que se presentan a continuación en el cuadro número 14:

Cuadro No. 14. Fenología del cultivo de cacahuete. Fecha 15 de Junio. Iguala, Guerrero.

Etapa	No. de días.	Fecha.	G. D. D. base 10.	PP (mm)	ETP (mm) 1.00 *	Temp. prom. °C.	Horas luz prom./día
1	8	23 de Junio	142	57	43	27.0	13.3
2	33	26 de Julio	536	237	155	26.1	13.3
3	46	10 de Sept.	700	320	190	25.5	13.1
4	51	31 de Oct.	764	207	188	25.0	12.0
Total.	138		2142	821	576	25.9	13.0

La primera fase corresponde a la fecha de siembra (día juliano 166), la segunda se presentará para el día 23 de Junio (día juliano 174) -a cinco días de iniciar el periodo húmedo-, la tercera para el día 26 de Julio (día juliano 207) -en el ascenso del periodo húmedo-, la cuarta será para el día 10 de Septiembre (día juliano 253) - en el nivel máximo de precipitación y el periodo húmedo-, la quinta será para el día 31 de Octubre (día juliano 304) -cuatro días después que termina el periodo húmedo.

Los días en los que cada una de las etapas alcanzará los GDD necesarios para el desarrollo, tienden a alargarse en la segunda, tercera y cuarta; al ser mayor la humedad, en comparación con la que se presenta en las anteriores fechas de siembra, la temperatura disminuye, así como la ETP.

Como consecuencia de lo anterior, el inicio del periodo de crecimiento comienza el 15 de Junio y termina el 31 de Octubre, en total son 138 días.

La precipitación es suficiente para el desarrollo de las etapas fenológicas del cultivo de cacahuete, siendo mayor que la evapotranspiración en todas y en cada una de ellas, el suelo ya tiene suficiente agua almacenada; la primera etapa encontrará condiciones óptimas para germinar, así como la siguiente para desarrollarse vegetativamente, (habrá que tener en cuenta que por la cantidad de humedad presente se puede presentar el peligro de enfermedades fungosas, y dificultar las labores de cultivo); las otras dos etapas igualmente encontrarán condiciones adecuadas para su desarrollo.

Para esta fecha, tampoco habrá limitantes por los otros índices agroclimáticos, estos tampoco varían mucho con respecto a las anteriores fechas estudiadas.

Analizando el anexo número 9, podemos constatar que en las primeras tres etapas hay disponibilidad de humedad y en la cuarta un ligero déficit, que se presenta a partir del 16 de Octubre, no obstante no es limitante para el rendimiento del cultivo, aunque disminuye la cantidad de humedad porque se acerca el fin del periodo húmedo, aún continúan las lluvias -también en descenso-, y que también encuadra en las necesidades del cultivo para el fin de esta etapa, pudiendo encontrar condiciones adecuadas para la cosecha y labores postcosecha.

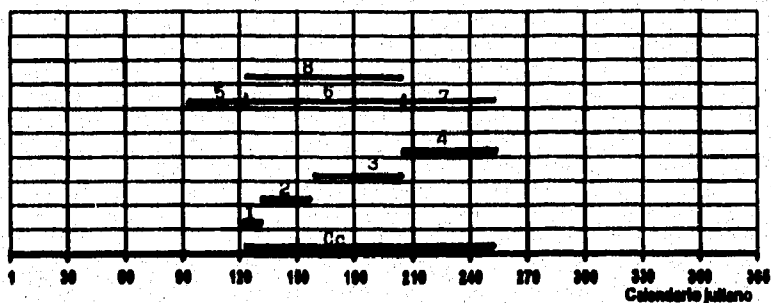
4.4. REQUERIMIENTOS TÉRMICOS POR ETAPA FENOLÓGICA.

4.4.1. Grados día de desarrollo por etapa fenológica.- Una vez que se determinaron las fechas para cada fase fenológica y la cantidad de precipitación, evapotranspiración, temperaturas promedio, horas luz, es importante analizar lo siguiente: en las cuatro fechas de siembra, se manejaron como constantes los GDD (calculados para la fecha de siembra del 1° de Junio); para las cuatro se requirieron en la primera etapa de 8 días, para las otras etapas hay variación, el número de días para la segunda etapa se requirieron de 29, 30, 32, 33; para la tercera etapa se requirieron de 42, 44, 45, 46; para la cuarta 50, 50, 50, y 51 respectivamente; así, resultó que el ciclo de cultivo o periodo de crecimiento es de 129 días para el 1° de Mayo, 132 para el 15 de Mayo, 135 para el 1° de Junio y 138 para el 15 de Junio.

Como se puede observar en los datos anteriores, hay una tendencia de menos a más, y es debida a la interacción que existe entre los factores agroclimáticos, así el aumento progresivo de la precipitación tiene un efecto atenuante en la temperatura y por tanto en la ETP; por lo que se va alargando el tiempo para que se presente cada fase. Si se ve a partir de los GDD de la fecha del 1° de Junio, se puede deducir que para el 1° y 15 Mayo, en cada una de sus etapas y del periodo de crecimiento en total, el tiempo se acorta, debido a que existe mayor temperatura, ETP y menos precipitación. Para el 15 de Junio el tiempo para que se de cada una de sus etapas y el periodo de crecimiento en total, es mayor con respecto a la fecha del 1° de Junio.

4.5. CALENDARIZACIÓN DE LAS LABORES DE CULTIVO PARA EL CACAHUATE.

4.5.1. Calendario de labores de cultivo por fecha de siembra.- Con los resultados anteriores obtenidos, también es posible determinar las labores de cultivo, en cada una de las fechas propuestas; esto da una visión más práctica de como se verían influenciadas estas actividades con respecto a las condiciones agroclimáticas estimadas; a continuación en los cuadros 11, 12, 13 y 14 se muestran los calendarios de cultivo para las fechas de siembra propuestas:



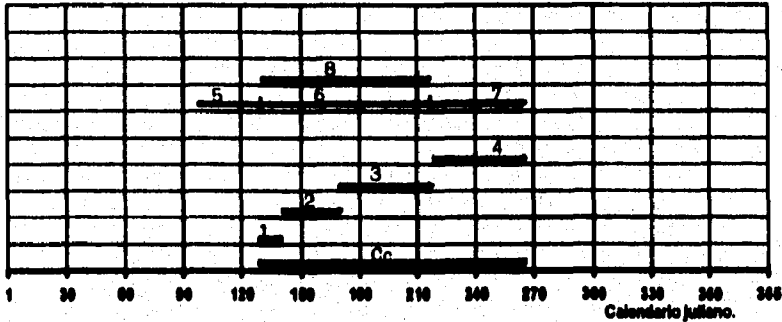
Gráfica No. 11. Calendario de labores de cultivo para el cacahuete
Fecha de siembra: 1° de Mayo.
Municipio Iguala, Guerrero.

Donde:

Clave	Descripción
Cc	Ciclo de cultivo
1	Etapa siembra-emergencia.
2	Etapa emergencia- floración.
3	Etapa floración- emisión de clavos florales.
4	Etapa emisión de clavos florales-madurez.
5	Preparación de tierra.
6	Fertilización y control de malezas.
7	Control de enfermedades y cosecha.
8	Control de plagas.

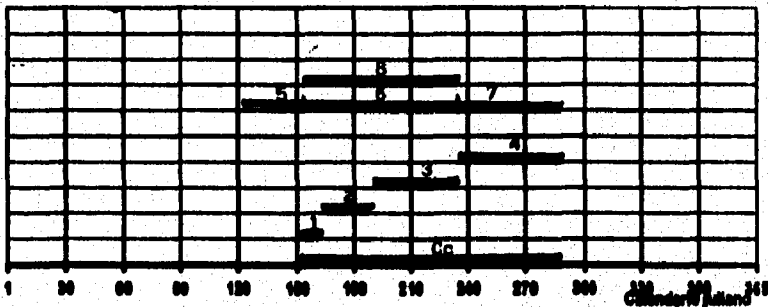
* Estas mismas claves sirven para las gráficas siguientes..

Esta gráfica muestra un ciclo de cultivo que va del día 1° de Mayo al 7 de Septiembre.
(Ver resumen en el anexo número 11).



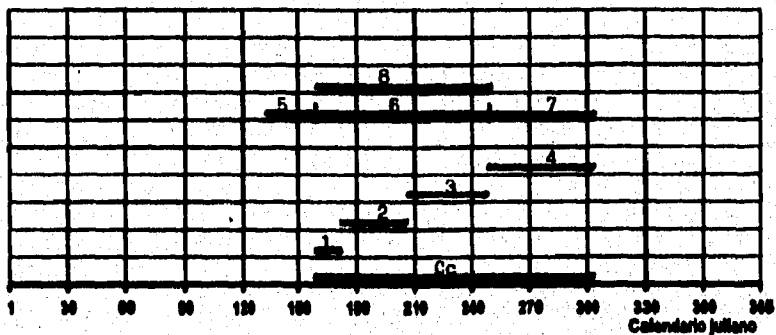
**Gráfica No. 12. Calendario de labores de cultivo para el cacahuete.
Fecha de siembra: 15 de Mayo.
Municipio Iguala, Guerrero.**

Esta gráfica muestra un ciclo de cultivo que va del día 15 de Mayo al día 24 de Septiembre. (Ver resumen en el anexo número 11).



**Gráfica No. 13. Calendario de labores de cultivo para el cacahuete.
Fecha de siembra: 1º de Junio.
Municipio Iguala, Guerrero.**

Esta gráfica indica un ciclo de cultivo que va del día 1º de Junio al día 14 de Octubre. (Ver resumen en el anexo número 11).



Gráfica No. 14. Calendario de labores de cultivo para el cacahuete
Fecha de siembra: 15 de Junio.
Municipio Iguala, Guerrero.

Esta gráfica muestra un ciclo de cultivo que va del día 15 de Junio al día 31 de Octubre.
(Ver resumen en el anexo número 11).

V. CONCLUSIONES.

1.- De los resultados obtenidos del programa Agroclim y la revisión bibliográfica, se obtuvo que la estación de crecimiento para el municipio de Iguala, Estado de Guerrero es de tipo normal, con un inicio de lluvias el día 4 de Junio, presentándose el inicio del periodo húmedo el día 28 de Junio, el fin del periodo húmedo para el día 27 de Octubre y el fin de las lluvias el día 22 de Noviembre.

2.- Se determinó a partir de las cinco fases fenológicas del cultivo, cuatro etapas que son : a) Siembra-emergencia, b) Emergencia-floración, c) Floración-emisión de clavos florales, d) Emisión de clavos florales-madurez.

De los cuadros obtenidos sobre la fenología del cultivo por fecha de siembra y de la estación de crecimiento obtenida, resultó que la mejor fecha de siembra -de las propuestas- es la del 1° de Junio (a partir de aquí se puede sembrar).

Se concluye que para esta fecha de siembra, se presentan 2142 GDD, 848 mm de precipitación y 599 mm de evapotranspiración acumuladas; una temperatura de 26.3°C y 13.0 horas luz promedios, que exceptuando la precipitación, no se presentan como factores limitantes del rendimiento, estan dentro de los rangos que la literatura indica como óptimos.

Las fechas en las que se presentará cada una de las cinco fases fenológicas del cultivo son las siguientes:

1.- Siembra.	1° de Junio.
2.- Emergencia	9 de Junio
3.- Floración.	11 de Julio.
4.- Emisión de clavos florales.	25 de Agosto.
5.- Madurez.	14 de Octubre.

3.- Los requerimientos térmicos y su duración por etapa fenológica, en la fecha de siembra escogida del 1° de Junio son los siguientes:

<u>Etapas.</u>	<u>Días desde la siembra.</u>	<u>GDD (base 10)</u>
1	8	142
2	32	536
3	45	700
4	<u>50</u>	<u>764</u>
Total:	135	2142

4.- Del análisis realizado en general, se obtuvo que para la fecha de siembra estimada como adecuada, el calendario de cultivo es el que se muestra en la gráfica número 13, cuya descripción es la siguiente:

a) El ciclo de cultivo abarca del día 1° de Junio al 14 de Octubre, 135 días.

b) Al menos un mes antes de la fecha de siembra (el 1° de Mayo), se debe preparar bien la tierra (barbecho, rastreo y nivelación).

c) Fertilizar y sembrar para el 1° de Junio

d) Control de plagas desde la siembra (1° de Junio), hasta los inicios de la maduración (25 de agosto aproximadamente).

e) Control de malezas, durante los primeros 30 - 60 días después de la siembra (1° de Junio y 31 de Julio)

f) Prevención y control de enfermedades al final de la tercera e inicio de la cuarta etapa fenológica (del día 25 de Agosto en adelante).

g) La cuarta etapa concluirá cuando por muestreo se determine que ya esta madura la semilla y que las condiciones de humedad de la misma y el medio ambiente son adecuadas para la cosecha (después del 14 de Octubre).

5.- Al realizar este tipo de calendarizaciones tambien se pueden utilizar intervalos de tiempo menores, en este trabajo fueron de veinte y treinta días, para graficar los datos diarios estimados por el programa Agroclim; pudiendo ser más exácta la apreciación; no obstante, la diferencia mostrada entre la fecha de siembra recomendada y la estimada en este estudio es de cuatro días, poca diferencia.

Por otra parte, este tipo de calendarizaciones es de primordial importancia para la planeación agrícola, porque se busca la optimización de esfuerzos y la economía de insumos para hacer del trabajo agrícola una actividad rentable y que repercuta también en beneficios sociales para los productores fortaleciendo el sector primario (necesario para un país que aspira a un mayor desarrollo), así, el contar con una herramienta como el programa Agroclim para estimar valores diarios de índices agroclimáticos y con estos calendarizar las labores de cultivo (de cualquier cultivo), facilita eficientemente los cálculos de dichos índices y labor de calendarización.

VI. BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Aceves, N. L. A. 1992. Agroclim - Programa de Cómputo para Determinar y Evaluar Periodos de Crecimiento y Respuestas Fenológicas de Sorgo y otras Gramíneas. Manual del Usuario. Intersoil, University of Nebraska, U.S.A. p.p. 1-19.
- 2.- Centro Nacional de Estudios Municipales. Secretaría de Gobernación. 1988. Los Municipios de Guerrero. Colección : Enciclopedia de los Municipios de México, 1ª edición. p.p. 203-207.
- 3.- CIAPAC-SARH-INIA. 1981. Logros y Aportaciones de la Investigación Agrícola en el Estado de Guerrero. Campo Agrícola Experimental de Iguala. Iguala, Gro. México. p.p. 36-38.
- 4.- CIAPAN-SARH-INIA. 1978. Cultivo del Cacahuete en el " Valle de Culiacán ". Texto Parcial, Guía para la Asistencia Técnica Agrícola, México. p.p. 1-3
- 5.- CIAGON-SARH-INIA. 1984. Guía para Cultivar Cacahuete de Temporal en las Huastecas. Campo Agrícola Experimental de las Huastecas. Folleto para productores No. 9 Tampico, Tamps. México. p.p. 2-13.
- 6.- CIAGON. 1979. Cacahuete: Una nueva alternativa para la región de las Huastecas. Desplegable No. 11.
- 7.- CIAMEC-SARH-INIA. 1975. Guía Técnica para la Asistencia Técnica Agrícola. Área de Influencia del Campo Agrícola Experimental "Iguala", México. p.p. 37-39.
- 8.- CIAPY-SARH-INIA. 1978. Avances Técnicos del Cultivo de Cacahuete en la Zona Sur de Quintana Roo. Campo Agrícola Experimental Chetumal, Quintana Roo. Desplegable No. 8.
- 9.- CIAPY-SARH-INIA. 1982. Guía Técnica, el Cultivo del Cacahuete en el Estado de Yucatán. Campo Agrícola Experimental de Uxmal. Yucatán, México. p.p. 3-10.
- 10.- Corzo, S. J. C. 1991. Estación de Crecimiento y Potencial Térmico para Cultivos Básicos. Tesis, Ingeniería Agrícola, F.E.S.-C., UNAM, México. p.p. 25-88.
- 11.- DGIAPFS-SAGDR. 1995. Estadísticas de Producción . Cultivo : Cacahuete, Modalidad Riego y Temporal, Año Agrícola 1994, México. Síntesis.
- 12.- De Fina, A. L. y Ravelo, A. C. 1979. Climatología y Fenología Agrícolas. Universidad de Buenos Aires, Argentina. p.p. 217-224.
- 13.- García, Z. A. 1991. Determinación de la Estación de Crecimiento y Fechas de siembra para tres Cultivos Forrajeros Alfalfa *Medicago sativa* L., Avena *Avena* spp., y Veza *Vicia sativa* L., en el ciclo Otoño-Invierno en la F.E.S.-C. Tesis, Ingeniería Agrícola, F.E.S.-C, UNAM, México. p.p. 21-34.
- 14.- Guevara, R. J. R. 1985. Proyecto para el Establecimiento Comercial del Cultivo del Cacahuete en la Fuente, Municipio de Tequiquilapan, Querétaro. Tesis, Ingeniería Agrícola, F.E.S.-C., UNAM, México. p.p. 32-63.
- 15.- Hinojosa, C. G. A. 1984. Fenología. Depto. de Irrigación, UACH, México. p.p. 3-45.

- 16.- INEGI. 1994. Guerrero, Resultados Definitivos, VII Censo Agrícola y Ganadero. Tomo I, México. p.p. 16-33.
- 17.- INEGI. 1994. VII Censo Ejidal. Resumen Nacional, Resultados Definitivos, México. p.p. 14-15.
- 18.- INEGI-Gobierno del Estado de Guerrero. 1993. Anuario Estadístico del Estado de Guerrero. México. p.p. 1-324.
- 19.- INTA-SARH. 1987. Listado de Variedades de Cacahuete Liberadas por el INIA, 1942-1985. México, D.F.
- 20.- Ithie C. G. 1966. Vida Rural de México. Revista, Vol 9. Impreso por ENA, S.A., México. pp. 30-34.
- 21.- Ochoa, J. I., et. al. 1986. Cultivo y Mejoramiento de Plantas Tropicales y Subtropicales. Ed. Limusa, volúmen II, 7ª reimpresión, México. p.p. 1171-1177.
- 22.- Ochoa, I. A. J. M. 1986. Aplicación de la Fenología en Especies Frutales. Tesis. Ingeniería Agrícola, F.E.S.-C., UNAM, México. p.p.
- 23.- Papadakis, J. 1980. El Clima. Ed. Albatros. Buenos Aires, Argentina. p.p. 24-48.
- 24.- FAO. 1980. El Maní o Cacahuete. Serie mejores cultivos, No. 7; edición española, 39 pags.
- 25.- Robles, S. R. 1979. Producción de Oleaginosas y Textiles. Editorial Limusa. 2ª edición. México. p.p. 287-315.
- 26.- Rojas, G. M. 1984. Manual Teórico-Práctico de Herbicidas y Fitorreguladores. Editorial Limusa, 2ª edición. México. p.p. 83-84.
- 27.- Sánchez, P. A., et. al. 1984. Cultivos Oleaginosos. Manuales para la Educación Agropecuaria; Área Producción Vegetal. Editorial Trillas, 3ª reimpresión. México. p.p. 49-58.
- 28.- SARH-INIA. 1982. Ciclos de Cultivo. - Diagramas de las principales especies vegetales, con las cuales se efectúan investigaciones agrícolas en México-. Publicación especial. No. 90. Diagrama 10 Pág. 53.
- 29.- Torres, R. E. 1984. Agrometeorología. Editorial Diana, 2ª impresión. México. p.p. 109-147.
- 30.- Vavilov. 1986. El Origen de las Plantas Cultivadas. En : Apuntes de la materia Botánica Sistemática. Carrera de Ingeniería Agrícola. Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán. U. N. A. M.
- 31.- Villalando, I. J. F. y Ruiz, C. J. A. 1993. Observaciones Agrometeorológicas y su uso en la Agricultura. Editorial Uthes, 1ª impresión. México. p.p. 11-121.

VII. ANEXOS.

Anexo No. 1. : Claves de los municipios del Estado de Guerrero.

CLAVE MUNICIPIO	CLAVE MUNICIPIO
001	ACAPULCO DE JUAREZ
002	AHUACUOTZINGO
003	AJUCHITLAN DEL PROGRESO
004	ALCOZAUCA DE GUERRERO
005	ALPOYECA
006	APAXTLA
007	ARCELIA
008	ATENANGO DEL RIO
009	ATLAMAJALCINGO DEL MONTE
010	ATLIXTAC
011	ATOYAC DE ALVAREZ
012	AYUTLA DE LOS LIBRES
013	AZOYU
014	BENITO JUAREZ
015	BUENAVISTA DE CUELLAR
016	COAHUAYUTLA DE JOSE MA. IZAZAGA
017	COCULA
018	COPALA
019	COPALILLO
020	COPANAToyAC
021	COYUCA DE BENITEZ
022	COYUCA DE CATALAN
023	CUAJINICUILAPA
024	CUALAC
025	CUAUTEPEC
026	CUETZALA DEL PROGRESO
027	CUTZAMALA DE PINZON
028	CHILAPA DE ALVAREZ
029	CHILPANCINGO DE LOS BRAVO
030	FLORENCIO VILLARREAL
031	GENERAL CANUTO A. NERI
032	GENERAL HELIODORO CASTILLO
033	HUAMUXTITLAN
034	HUITZUCO DE LOS FIGUEROA
035	IGUALA DE LA INDEPENDENCIA
036	IGUALAPA
037	IXCATEOPAN DE CUAUHTEMOC
038	JOSE AZUETA
039	JUAN R. ESCUDERO
040	LEONARDO BRAVO
041	MALINALTEPEC
042	MARTIR DE CUILAPAN
043	METLATONOC
044	MOCHITLAN
045	OLINALA
046	OMETEPEC
047	PEDRO ASCENCIO ALQUISIRAS
048	PETATLAN
049	PILCAYA
050	PUNGARABATO
051	QUECHULTENANGO
052	SAN LUIS ACATLAN
053	SAN MARCOS
054	SAN MIGUEL TOTOLAPAN
055	TAXCO DE ALARCON
056	TECOANAPA
057	TECPAN DE GALEANA
058	TELOLOAPAN
059	TEPECOACUILCO DE TRUJANO
060	TETIPAC
061	TIXTLA DE GUERRERO
062	TLACOACHISTLAHUACA
063	TLACOAPA
064	TLALCHAPA
065	TLALIXTAQUILLA DE MALDONADO
066	TLAPA DE COMONFORT
067	TLAPEHUALA
068	UNION, LA
069	XALPATLAHUAC
070	XOCHIHUEHUETLAN
071	XOCHISTLAHUACA
072	ZAPOTITLAN TABLAS
073	ZIRANDARO
074	ZITLALA
075	EDUARDO NERI

Fuente: (18).

ANEXO No. 3. : Cuadro con los días del calendario. (Calendario Juliano).

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	1	32	60	91	121	152	182	213	244	274	305	335
2	2	33	61	92	122	153	183	214	245	275	306	336
3	3	34	62	93	123	154	184	215	246	276	307	337
4	4	35	63	94	124	155	185	216	247	277	308	338
5	5	36	64	95	125	156	186	217	248	278	309	339
6	6	37	65	96	126	157	187	218	249	279	310	340
7	7	38	66	97	127	158	188	219	250	280	311	341
8	8	39	67	98	128	159	189	220	251	281	312	342
9	9	40	68	99	129	160	190	221	252	282	313	343
10	10	41	69	100	130	161	191	222	253	283	314	344
11	11	42	70	101	131	162	192	223	254	284	315	345
12	12	43	71	102	132	163	193	224	255	285	316	346
13	13	44	72	103	133	164	194	225	256	286	317	347
14	14	45	73	104	134	165	195	226	257	287	318	348
15	15	46	74	105	135	166	196	227	258	288	319	349
16	16	47	75	106	136	167	197	228	259	289	320	350
17	17	48	76	107	137	168	198	229	260	290	321	351
18	18	49	77	108	138	169	199	230	261	291	322	352
19	19	50	78	109	139	170	200	231	262	292	323	353
20	20	51	79	110	140	171	201	232	263	293	324	354
21	21	52	80	111	141	172	202	233	264	294	325	355
22	22	53	81	112	142	173	203	234	265	295	326	356
23	23	54	82	113	143	174	204	235	266	296	327	357
24	24	55	83	114	144	175	205	236	267	297	328	358
25	25	56	84	115	145	176	206	237	268	298	329	359
26	26	57	85	116	146	177	207	238	269	299	330	360
27	27	58	86	117	147	178	208	239	270	300	331	361
28	28	59	87	118	148	179	209	240	271	301	332	362
29	29	****	88	119	149	180	210	241	272	302	333	363
30	30	****	89	120	150	181	211	242	273	303	334	364
31	31	****	90	****	151	****	212	243	****	304	****	365

INTSORMIL - UNIVERSIDAD DE NEBRASKA-LINCOLN

ANEXO No. 4. : Temperaturas promedio diarias estimadas en °C
 Estación clave 11-0334 Iguala, Guerrero.

IA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	22.5	23.7	26.1	28.4	29.0	28.0	26.5	25.5	25.4	25.2	24.3	23.0
2	22.5	23.8	26.1	28.4	29.0	28.0	26.4	25.5	25.4	25.2	24.2	22.9
3	22.5	23.9	26.2	28.5	29.0	27.9	26.4	25.5	25.4	25.2	24.2	22.9
4	22.5	24.0	26.3	28.5	29.0	27.9	26.3	25.5	25.4	25.2	24.2	22.9
5	22.5	24.0	26.4	28.6	29.0	27.8	26.3	25.5	25.4	25.2	24.1	22.8
6	22.5	24.1	26.5	28.6	29.0	27.7	26.2	25.4	25.4	25.1	24.1	22.8
7	22.6	24.2	26.6	28.7	29.0	27.7	26.2	25.4	25.4	25.1	24.0	22.8
8	22.6	24.3	26.7	28.7	28.9	27.6	26.1	25.4	25.4	25.1	24.0	22.7
9	22.6	24.3	26.7	28.7	28.9	27.6	26.1	25.4	25.4	25.1	23.9	22.7
0	22.6	24.4	26.8	28.8	28.9	27.5	26.1	25.4	25.4	25.0	23.9	22.7
1	22.7	24.5	26.9	28.8	28.9	27.5	26.0	25.4	25.4	25.0	23.8	22.7
2	22.7	24.6	27.0	28.8	28.8	27.4	26.0	25.4	25.4	25.0	23.8	22.6
3	22.7	24.7	27.1	28.9	28.8	27.4	26.0	25.4	25.4	25.0	23.8	22.6
4	22.8	24.8	27.2	28.9	28.8	27.3	25.9	25.4	25.4	24.9	23.7	22.6
5	22.8	24.8	27.2	28.9	28.7	27.3	25.9	25.4	25.4	24.9	23.7	22.6
6	22.9	24.9	27.3	28.9	28.7	27.2	25.9	25.4	25.4	24.9	23.6	22.5
7	22.9	25.0	27.4	29.0	28.7	27.2	25.8	25.4	25.4	24.9	23.6	22.5
8	22.9	25.1	27.5	29.0	28.6	27.1	25.8	25.4	25.4	24.8	23.5	22.5
9	23.0	25.2	27.5	29.0	28.6	27.0	25.8	25.4	25.4	24.8	23.5	22.5
0	23.0	25.3	27.6	29.0	28.6	27.0	25.7	25.4	25.4	24.8	23.4	22.5
1	23.1	25.4	27.7	29.0	28.5	26.9	25.7	25.4	25.3	24.7	23.4	22.5
2	23.1	25.4	27.8	29.0	28.5	26.9	25.7	25.4	25.3	24.7	23.3	22.5
3	23.2	25.5	27.8	29.0	28.4	26.8	25.7	25.4	25.3	24.6	23.3	22.5
4	23.2	25.6	27.9	29.1	28.4	26.8	25.6	25.4	25.3	24.6	23.3	22.4
5	23.3	25.7	28.0	29.1	28.3	26.7	25.6	25.4	25.3	24.6	23.2	22.4
6	23.4	25.8	28.0	29.1	28.3	26.7	25.6	25.4	25.3	24.5	23.2	22.4
7	23.4	25.9	28.1	29.1	28.3	26.6	25.6	25.4	25.3	24.5	23.1	22.4
8	23.5	26.0	28.1	29.1	28.2	26.6	25.6	25.4	25.3	24.5	23.1	22.4
9	23.5	****	28.2	29.1	28.2	26.5	25.5	25.4	25.3	24.4	23.1	22.4
0	23.6	****	28.3	29.1	28.1	26.5	25.5	25.4	25.2	24.4	23.0	22.5
31	23.7	****	28.3	****	28.1	****	25.5	25.4	****	24.3	****	22.5

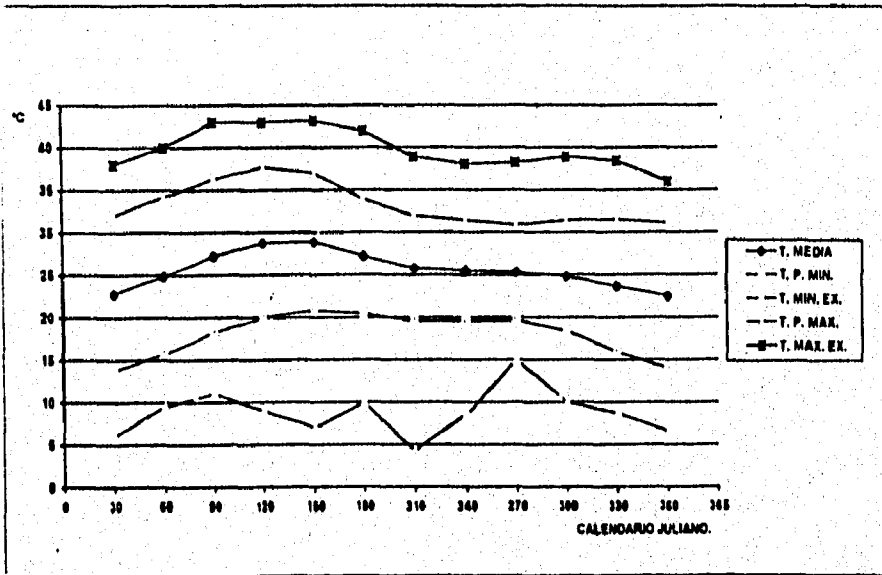
R-CUADRADA = 99.83

INTSORMIL - UNIVERSIDAD DE NEBRASKA-LINCOLN

ANEXO No. 5. : Comportamiento de la temperatura (°C).

Estación clave 11-0334 Iguala, Guerrero.

Latitud N. 18°21'; Longitud W. 99°32'; altitud 731 msnm



ANEXO No. 6. : Duración del día.

Estación clave 11-0334 Iguala, Guerrero.

UNIDADES: HORAS Y CENTESIMAS
(MULTIPLICAR LA FRACCION DECIMAL POR 60 PARA OBTENER MINUTOS).

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	11.2	11.4	11.9	12.4	12.9	13.3	13.3	13.1	12.6	12.1	11.6	11.2
2	11.2	11.5	11.9	12.4	12.9	13.3	13.3	13.1	12.6	12.1	11.6	11.2
3	11.2	11.5	11.9	12.4	12.9	13.3	13.3	13.0	12.6	12.1	11.6	11.2
4	11.2	11.5	11.9	12.5	12.9	13.3	13.3	13.0	12.5	12.0	11.5	11.2
5	11.2	11.5	11.9	12.5	13.0	13.3	13.3	13.0	12.5	12.0	11.5	11.2
6	11.2	11.5	12.0	12.5	13.0	13.3	13.3	13.0	12.5	12.0	11.5	11.2
7	11.2	11.5	12.0	12.5	13.0	13.3	13.3	13.0	12.5	12.0	11.5	11.2
8	11.2	11.5	12.0	12.5	13.0	13.3	13.3	13.0	12.5	12.0	11.5	11.2
9	11.2	11.6	12.0	12.5	13.0	13.3	13.3	13.0	12.5	11.9	11.5	11.2
10	11.2	11.6	12.0	12.6	13.0	13.3	13.3	12.9	12.4	11.9	11.5	11.2
11	11.2	11.6	12.0	12.6	13.0	13.3	13.3	12.9	12.4	11.9	11.4	11.2
12	11.2	11.6	12.1	12.6	13.1	13.3	13.3	12.9	12.4	11.9	11.4	11.2
13	11.2	11.6	12.1	12.6	13.1	13.3	13.3	12.9	12.4	11.9	11.4	11.2
14	11.2	11.6	12.1	12.6	13.1	13.3	13.3	12.9	12.4	11.9	11.4	11.1
15	11.2	11.6	12.1	12.6	13.1	13.3	13.2	12.9	12.4	11.8	11.4	11.1
16	11.3	11.7	12.1	12.7	13.1	13.3	13.2	12.9	12.3	11.8	11.4	11.1
17	11.3	11.7	12.1	12.7	13.1	13.3	13.2	12.8	12.3	11.8	11.4	11.1
18	11.3	11.7	12.2	12.7	13.1	13.3	13.2	12.8	12.3	11.8	11.4	11.1
19	11.3	11.7	12.2	12.7	13.1	13.3	13.2	12.8	12.3	11.8	11.3	11.1
20	11.3	11.7	12.2	12.7	13.1	13.3	13.2	12.8	12.3	11.8	11.3	11.1
21	11.3	11.7	12.2	12.7	13.2	13.3	13.2	12.8	12.3	11.8	11.3	11.1
22	11.3	11.8	12.2	12.8	13.2	13.3	13.2	12.8	12.2	11.7	11.3	11.1
23	11.3	11.8	12.3	12.8	13.2	13.3	13.2	12.7	12.2	11.7	11.3	11.1
24	11.3	11.8	12.3	12.8	13.2	13.3	13.2	12.7	12.2	11.7	11.3	11.1
25	11.4	11.8	12.3	12.8	13.2	13.3	13.1	12.7	12.2	11.7	11.3	11.1
26	11.4	11.8	12.3	12.8	13.2	13.3	13.1	12.7	12.2	11.7	11.3	11.1
27	11.4	11.8	12.3	12.8	13.2	13.3	13.1	12.7	12.2	11.7	11.3	11.1
28	11.4	11.9	12.3	12.9	13.2	13.3	13.1	12.7	12.1	11.6	11.2	11.1
29	11.4	****	12.4	12.9	13.2	13.3	13.1	12.6	12.1	11.6	11.2	11.1
30	11.4	****	12.4	12.9	13.2	13.3	13.1	12.6	12.1	11.6	11.2	11.1
31	11.4	****	12.4	****	13.3	****	13.1	12.6	****	11.6	****	11.2

LATITUD: 18 GRADOS, 21 MINUTOS

INTSORMIL - UNIVERSIDAD DE NEBRASKA-LINCOLN

ANEXO No. 7. : Precipitación acumulada diariamente (mm).
 Estación clave 11-0334 Iguala, Guerrero.

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	0	5	8	12	33	121	295	519	735	906	1004	1034
2	0	5	8	13	34	125	303	526	741	911	1006	1035
3	0	5	8	13	35	130	310	533	748	916	1008	1035
4	1	6	9	13	36	134	317	540	755	921	1009	1035
5	1	6	9	13	37	138	324	547	762	925	1011	1036
6	1	6	9	13	39	142	331	555	768	930	1013	1036
7	1	6	9	13	40	147	338	562	775	935	1015	1037
8	1	6	9	14	41	151	345	569	782	940	1016	1037
9	1	6	9	14	42	155	353	576	789	945	1018	1037
10	2	7	9	14	43	159	360	584	795	949	1020	1038
11	2	7	9	14	44	164	367	591	802	954	1022	1038
12	2	7	9	14	45	168	374	598	809	959	1024	1038
13	2	7	9	14	47	172	381	605	816	964	1025	1039
14	2	7	9	15	48	176	388	613	822	969	1027	1039
15	2	7	9	15	49	181	396	620	829	974	1029	1039
16	3	7	10	16	53	188	403	627	834	975	1029	1039
17	3	7	10	17	57	195	410	633	839	977	1030	1040
18	3	8	10	18	62	202	417	640	844	979	1030	1040
19	3	8	10	19	66	209	425	647	848	981	1030	1040
20	3	8	10	21	70	217	432	654	853	982	1031	1040
21	3	8	10	22	74	224	439	660	858	984	1031	1040
22	4	8	11	23	79	231	446	667	863	986	1031	1040
23	4	8	11	24	83	238	453	674	868	988	1032	1041
24	4	8	11	25	87	245	461	681	872	990	1032	1041
25	4	8	11	26	91	252	468	687	877	991	1032	1041
26	4	8	11	27	96	260	475	694	882	993	1033	1041
27	4	8	11	28	100	267	482	701	887	995	1033	1041
28	4	8	12	30	104	274	490	708	892	997	1033	1041
29	5	****	12	31	108	281	497	714	897	999	1034	1042
30	5	****	12	32	113	288	504	721	901	1000	1034	1042
31	5	****	12	****	117	****	511	728	****	1002	****	1042

INTSORNIL - UNIVERSIDAD DE NEBRASKA-LINCOLN

ANEXO No. 8. : Valores acumulados diarios de 1.00*ETP (mm).

Estación clave 11-0334 Iguala, Guerrero.

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	2	82	181	338	528	725	888	1029	1157	1276	1385	1470
2	5	85	185	344	535	731	893	1033	1161	1279	1388	1473
3	7	88	189	350	541	737	898	1038	1165	1283	1391	1475
4	9	91	194	356	548	743	903	1042	1169	1287	1394	1478
5	12	94	198	362	554	749	908	1046	1173	1291	1397	1480
6	14	97	203	368	561	755	913	1050	1177	1294	1400	1483
7	17	101	207	374	568	761	917	1054	1181	1298	1403	1485
8	19	104	212	380	574	766	922	1059	1185	1302	1406	1488
9	21	107	216	386	581	772	927	1063	1189	1306	1409	1490
10	24	110	221	392	587	778	931	1067	1193	1309	1412	1493
11	26	113	226	398	594	783	936	1071	1197	1313	1415	1495
12	29	117	230	405	600	789	941	1075	1201	1316	1418	1497
13	31	120	235	411	607	794	945	1080	1205	1320	1421	1500
14	34	124	240	417	613	800	950	1084	1209	1324	1424	1502
15	36	127	245	424	620	805	955	1088	1213	1327	1427	1505
16	39	131	250	430	626	811	959	1092	1217	1331	1430	1507
17	41	134	255	437	633	816	964	1096	1221	1334	1433	1509
18	44	138	260	443	639	822	968	1100	1225	1338	1435	1512
19	46	141	266	449	645	827	973	1104	1229	1341	1438	1514
20	49	145	271	456	652	832	977	1108	1233	1345	1441	1516
21	52	149	276	462	658	838	981	1112	1237	1348	1444	1519
22	54	153	281	469	664	843	986	1117	1241	1352	1446	1521
23	57	157	287	476	670	848	990	1121	1245	1355	1449	1523
24	60	160	292	482	677	853	995	1125	1249	1358	1452	1526
25	62	164	298	489	683	858	999	1129	1253	1362	1455	1528
26	65	168	303	495	689	863	1003	1133	1256	1365	1457	1531
27	68	173	309	502	695	868	1008	1137	1260	1368	1460	1533
28	71	177	315	508	701	873	1012	1141	1264	1372	1462	1535
29	74	****	320	515	707	878	1016	1145	1268	1375	1465	1538
30	76	****	326	522	713	883	1021	1149	1272	1378	1468	1540
31	79	****	332	****	719	****	1025	1153	****	1381	****	1542

R-CUADRADA (PARA TEMPERATURA) = 99.83

INTSORMIL - UNIVERSIDAD DE NEBRASKA-LINCOLN

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

ANEXO No. 9. : Diferencias diarias de precipitación - 1.00°ETP (mm).

Estación clave 11-0334 Iguala, Guerrero.

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	-2.2	-2.8	-4.1	-5.7	-5.5	-1.7	2.2	3.0	2.7	1.0	-1.4	-2.2
2	-2.2	-2.8	-4.2	-5.7	-5.5	-1.7	2.3	3.0	2.7	1.0	-1.4	-2.2
3	-2.2	-2.8	-4.2	-5.8	-5.5	-1.7	2.3	3.0	2.7	1.0	-1.4	-2.2
4	-2.2	-2.9	-4.3	-5.8	-5.5	-1.6	2.3	3.0	2.7	1.1	-1.3	-2.2
5	-2.2	-2.9	-4.3	-5.8	-5.4	-1.6	2.3	3.0	2.7	1.1	-1.3	-2.2
6	-2.2	-2.9	-4.4	-5.9	-5.4	-1.5	2.4	3.0	2.7	1.1	-1.3	-2.1
7	-2.2	-3.0	-4.4	-5.9	-5.4	-1.5	2.4	3.0	2.7	1.1	-1.3	-2.1
8	-2.2	-3.0	-4.5	-6.0	-5.4	-1.5	2.4	3.0	2.7	1.1	-1.2	-2.1
9	-2.3	-3.1	-4.5	-6.0	-5.4	-1.4	2.5	3.0	2.7	1.1	-1.2	-2.1
10	-2.3	-3.1	-4.6	-6.0	-5.4	-1.4	2.5	3.1	2.8	1.2	-1.2	-2.1
11	-2.3	-3.1	-4.7	-6.1	-5.4	-1.4	2.5	3.1	2.8	1.2	-1.2	-2.1
12	-2.3	-3.2	-4.7	-6.1	-5.4	-1.3	2.5	3.1	2.8	1.2	-1.2	-2.1
13	-2.3	-3.2	-4.8	-6.1	-5.4	-1.3	2.6	3.1	2.8	1.2	-1.1	-2.1
14	-2.3	-3.3	-4.8	-6.2	-5.3	-1.3	2.6	3.1	2.8	1.2	-1.1	-2.1
15	-2.3	-3.3	-4.9	-6.2	-5.3	-1.2	2.6	3.1	2.8	1.2	-1.1	-2.0
16	-2.4	-3.4	-4.8	-5.3	-2.2	1.7	2.7	2.6	0.9	-1.8	-2.5	-2.2
17	-2.4	-3.5	-4.9	-5.3	-2.2	1.8	2.7	2.6	0.9	-1.7	-2.5	-2.2
18	-2.4	-3.5	-5.0	-5.3	-2.1	1.8	2.7	2.6	0.9	-1.7	-2.5	-2.2
19	-2.4	-3.6	-5.0	-5.3	-2.1	1.8	2.8	2.6	0.9	-1.7	-2.4	-2.2
20	-2.4	-3.6	-5.1	-5.3	-2.1	1.9	2.8	2.6	0.9	-1.7	-2.4	-2.2
21	-2.5	-3.7	-5.1	-5.4	-2.1	1.9	2.8	2.7	0.9	-1.7	-2.4	-2.2
22	-2.5	-3.7	-5.2	-5.4	-2.0	1.9	2.8	2.7	0.9	-1.6	-2.4	-2.2
23	-2.5	-3.8	-5.2	-5.4	-2.0	2.0	2.8	2.7	0.9	-1.6	-2.4	-2.2
24	-2.5	-3.8	-5.3	-5.4	-2.0	2.0	2.8	2.7	0.9	-1.6	-2.3	-2.2
25	-2.6	-3.9	-5.3	-5.4	-1.9	2.0	2.9	2.7	0.9	-1.6	-2.3	-2.2
26	-2.6	-3.9	-5.4	-5.4	-1.9	2.1	2.9	2.7	0.9	-1.5	-2.3	-2.2
27	-2.6	-4.0	-5.4	-5.4	-1.9	2.1	2.9	2.7	1.0	-1.5	-2.3	-2.2
28	-2.6	-4.0	-5.5	-5.4	-1.9	2.1	2.9	2.7	1.0	-1.5	-2.3	-2.2
29	-2.7	****	-5.5	-5.5	-1.8	2.2	2.9	2.7	1.0	-1.5	-2.3	-2.2
30	-2.7	****	-5.6	-5.5	-1.8	2.2	2.9	2.7	1.0	-1.5	-2.2	-2.2
31	-2.7	****	-5.6	****	-1.8	****	3.0	2.7	****	-1.4	****	-2.2

INTSORMIL - UNIVERSIDAD DE NEBRASKA-LINCOLN

ANEXO No. 10. : Grados-día (GDD) acumulados diariamente (base 10 °C).
 Estación clave 11-0334 Iguala, Guerrero.

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	12	415	832	1370	1936	2513	3029	3521	3998	4459	4918	5326
2	25	429	848	1388	1955	2531	3045	3536	4014	4474	4932	5339
3	37	442	864	1406	1974	2549	3061	3552	4029	4489	4946	5352
4	50	456	881	1425	1993	2567	3078	3567	4044	4504	4960	5365
5	62	470	897	1444	2012	2585	3094	3583	4060	4519	4975	5377
6	75	485	913	1462	2031	2602	3110	3598	4075	4535	4989	5390
7	88	499	930	1481	2050	2620	3127	3614	4091	4550	5003	5403
8	100	513	947	1499	2069	2638	3143	3629	4106	4565	5017	5416
9	113	527	963	1518	2088	2655	3159	3644	4121	4580	5031	5428
10	125	542	980	1537	2107	2673	3175	3660	4137	4595	5044	5441
11	138	556	997	1556	2125	2690	3191	3675	4152	4610	5058	5454
12	151	571	1014	1575	2144	2708	3207	3691	4167	4625	5072	5466
13	164	586	1031	1593	2163	2725	3223	3706	4183	4640	5086	5479
14	176	600	1048	1612	2182	2742	3239	3721	4198	4655	5100	5491
15	189	615	1066	1631	2201	2760	3255	3737	4214	4670	5113	5504
16	202	630	1083	1650	2219	2777	3271	3752	4229	4685	5127	5517
17	215	645	1100	1669	2238	2794	3286	3768	4244	4699	5140	5529
18	228	660	1118	1688	2257	2811	3302	3783	4260	4714	5154	5542
19	241	675	1135	1707	2275	2828	3318	3798	4275	4729	5167	5554
20	254	691	1153	1726	2294	2845	3334	3814	4290	4744	5181	5567
21	267	706	1171	1745	2312	2862	3349	3829	4306	4758	5194	5579
22	280	721	1188	1764	2331	2879	3365	3844	4321	4773	5208	5592
23	293	737	1206	1783	2349	2896	3381	3860	4336	4788	5221	5604
24	307	752	1224	1802	2368	2913	3396	3875	4352	4802	5234	5616
25	320	768	1242	1821	2386	2929	3412	3891	4367	4817	5247	5629
26	333	784	1260	1841	2404	2946	3428	3906	4382	4832	5261	5641
27	347	800	1278	1860	2422	2963	3443	3921	4398	4846	5274	5654
28	360	816	1296	1879	2441	2979	3459	3937	4413	4860	5287	5666
29	374	****	1315	1898	2459	2996	3474	3952	4428	4875	5300	5679
30	387	****	1333	1917	2477	3012	3490	3967	4443	4889	5313	5691
31	401	****	1351	****	2495	****	3505	3983	****	4904	****	5704

R-CUADRADA = 99.83

INTSORMIL - UNIVERSIDAD DE NEBRASKA-LINCOLN

**ANEXO No. 11. Resumen del periodo de crecimiento, por fecha de siembra.
Estación clave 11-0334 Iguala, Guerrero.**

Fecha de inicio: 5/1
Fecha de fin: 9/7
Número total de días: 129.
Temperatura promedio: 26.8 °C.
Grados-día acumulados (base 10 °C): 2142.
Precipitación acumulada: 742 mm.
ETP acumulada: 653 mm.

Fecha de inicio: 5/15
Fecha de fin: 9/24
Número total de días: 132.
Temperatura promedio: 26.9 °C.
Grados día acumulados (base 10 °C): 2142.
Precipitación acumulada: 824 mm.
ETP acumulada: 629 mm.

Fecha de inicio: 6/1
Fecha de fin: 10/14
Número total de días: 135.
Temperatura promedio: 26.3 °C.
Grados-día acumulados (base 10 °C): 2142.
Precipitación acumulada: 848 mm.
ETP acumulada: 599 mm.

Fecha de inicio: 6/15
Fecha de fin: 10/31
Número total de días: 138.
Temperatura promedio: 25.9 °C.
Grados-día acumulados (base 10 °C): 2142.
Precipitación acumulada: 821 mm.
ETP acumulada: 576 mm.