



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN



36
2 eje.

**TOPICOS SELECTOS DE LA PRODUCCION AGRICOLA
ACTUAL. CARACTERIZACION AGROCLIMATICA DE
LA REGION SANTIAGO CASANDEJE
ESTADO DE MEXICO.**

TRABAJO DE SEMINARIO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERA AGRICOLA
P R E S E N T A
JULIA MANUEL LOPEZ

ASESOR: ING. FRANCISCO CRUZ PIZARRO
COASESOR: M.C. ADELINA ALBANIL ENCARNACION

CUAUTITLAN, EDO. DE MEXICO

1984

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está 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.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: OFICIO DE TERMINACION
DE LA PRUEBA ESCRITA.

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

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

Con base en los art. 19 y 20 del Reglamento General de Exámenes, informo a ud., que ha sido concluido el trabajo de Seminario: Tópicos Selectos de la Producción Agrícola
Actual. Caracterización Agroclimática de la Región Santiago Casandeje
Estado de México.


que presenta la pasante: Julia Manuel López
con número de cuenta: 7323367-9 para obtener el TITULO de:
Ingeniera Agrícola

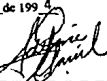
Bajo mi asesoría, cubriendo los requisitos académicos.


ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 7 de noviembre de 1994


NOMBRE Y FIRMA DEL ASESOR
Ing. Francisco Cruz Pizarro.


U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN
MEX. ALBANI Encarnación.


V. B. Francisco Cruz Pizarro
DEPARTAMENTO DE EXAMENES
PROFESIONALES

LAE/DEP/AT/61

BAJAREM

DEDICATORIAS

- A Dios:** Por darme la vida permitiendome tener y realizar mis anhelos.
- A Mi Padre:** Sr. Teodoro Melitón Manuel Cruz, por saber transmitir su fortaleza, amor y apoyo.
- A Mi Madre:** Sra. Felicitas López Reyes, por su gran amor, comprensión y formación espiritual.
- A Mi Esposo:** Sr. Cruz Eduardo, en recuerdo a tu memoria y a la fortaleza que me has brindado para alcanzar las metas que me he propuesto.
- A Mi Hija:** Varia por su amor y ser mi aliciente en los momentos más difíciles de mi vida. Así mismo como una motivación para que se supere día a día.
- A Mis Hermanos:** Celso, José, Jacinta, Fernando, Cesar y Daniel por el gran apoyo moral, colaboración y estímulos constantes que me han brindado. Así como al gran amor que nos une.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, por facilitar mi superación académica y profesional
- Al C. Director General de la FES- Cuautitlán, Dr. Jaime Keller Torres por ser el precursor de la forma de titulación bajo la modalidad de seminario.
- A mi asesor Ing. Francisco Cruz Pizarro por su gran apoyo y orientación en la elaboración de este trabajo.
- A mi coasesor M. C. Adelina Albanil Encarnación por su profesionalismo, por el apoyo que me brindo para la realización del presente.
- Al M.C. Edvino Josafat Vega Rojas por su gran sentido de la responsabilidad y el apoyo brindado durante el desarrollo del seminario.
- A mi maestra, Lic. Celina Verduzco de Aguilera, por todo su apoyo moral, espiritual, y profesional que me ha brindo como persona, alumna y profesionista.
- Al Lic. Francisco Castillo Montemayor por todo el apoyo que me ha brindado en mi desarrollo profesional.
- Con sincero reconocimiento a todos mis maestros y amigos de todos los ámbitos y en particular a:

Adolfo José Manuel Ochoa Ibarra
Guillermo Amante Martínez
Gloria Solares Díaz
Arturo Zarate Ramírez
Esther Lagunas
Patricia Murcia Flores
Alejandra Becerra
Sonia San Miguel
María Meza

A todas las personas que han contribuido a mi formación académica y profesional.

CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	8
INDICE DE FIGURAS	8
INDICE DE MAPAS	8
I. INTRODUCCION.	9
I.1 OBJETIVOS	10
II. REVISION DE LITERATURA	
2.1 La agrometeorología y su función en la agricultura	11
2.2 Definición de la estación de crecimiento.	12
2.3. Importancia de la determinación de la estación de crecimiento.	12
2.4. Criterios para determinar inicio y terminación de la estación de crecimiento.	13
2.5. Estación de crecimiento determinada por la disponibilidad de temperatura para el desarrollo de los cultivos.	14
2.5.1. Daños por heladas.	14
2.6 Fenología.	16
2.6.1. Definición de fenología	17
2.6.2. Elementos de la fenología	18
2.6.3. Importancia de la fenología como base del programa del perfil de desarrollo vegetativo de las plantas cultivadas.	19

2.7	Requerimientos Climáticos y edáficos del frijol. (<i>phaseolus vulgaris</i> L.)	20
2.7.1	Clima.	20
2.7.2	Temperatura.	21
2.7.3	Luz.	22
2.7.4	Humedad.	23
2.7.5	Suelos.	24
2.8	Requerimientos Climáticos y edáficos del manzano (<i>malus spp</i>)	24
2.8.1	Clima.	24
2.8.2	Temperatura.	25
2.8.3	Heladas.	26
2.8.4.	Luz.	27
2.8.5	Humedad.	27
2.8.6	Suelos.	28
III.	MATERIALES Y METODOS.	
3.1	Localización del Area de Estudio	29
3.2	Requerimientos agroclimáticos	31
3.2.1	Temperatura media, máxima y mínima	31
3.2.2	Número de días con heladas al año	31
3.2.3	Termoperíodo	31
3.2.4	Precipitación	31
3.2.5	Clima	32
3.3	Clasificación del suelo de acuerdo a su capacidad de uso agrícola.	32
3.4	Análisis de datos	32

3.5	Variables de estudio de la estación de crecimiento.	33
3.5.1	Evapotranspiración.	33
3.5.2	Precipitación.	33
3.5.3	Temperatura.	33
3.5.4	Índice de acumulación de temperaturas.	33
3.5.4.1.	Índice de acumulación de calor.	33
3.5.4.2.	Índice de acumulación de frío.	34
3.5.5	Período libre de heladas.	34
3.5.6.	Fotoperíodo.	35
3.5.7.	Estación de crecimiento.	35
IV	RESULTADOS Y DISCUSION	36
V	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
VI	BIBLIOGRAFIA.	46
VII	APENDICE	48

INDICE DE CUADROS

1.-	Cuadro N° 1	Fechas en las que ocurren posiblemente los cambios de fases fenológicas para manzano, en el poblado de Santiago Casandeje	37
2.-	Cuadro N° 2	Fenología del frijol.	39
3.-	Cuadro N° 3	Resúmen del manzano y el frijol en la región de Santiago Casandeje	41
4.-	Cuadro N° 4	Datos de duración del día para Atlacomulco, edo., de Mex.	45

INDICE DE FIGURAS

1.-	FIGURA N° 1	Estación de crecimiento Atlacomulco, edo., de Mex., poblado Santiago Casandeje.	42
-----	-------------	---	----

INDICE DE MAPAS

1.-	MAPA N° 1	Localización del área de estudio.	30
-----	-----------	-----------------------------------	----

I.- INTRODUCCION

En las zonas templadas, semifrías o frías de nuestro país la agricultura de temporal encuentra en los factores agroclimáticos su limitante principal. El comportamiento irregular de las lluvias y la eventualidad de las heladas tempranas y las tardías ocasiona que los agricultores establezcan sus cultivos del ciclo primavera verano con dificultad y las de otoño-invierno, con una alta probabilidad de fracaso.

Estos estragos podrán minimizarse conociendo a fondo las características de la distribución, análisis y evolución de dichos factores climáticos, considerando que estos juegan un papel importante en la duración de las distintas fases de desarrollo de cualquier cultivo adaptado a estas zonas. Es por ello el interés de la aplicación de la agroclimatología en el estudio del crecimiento y desarrollo de los cultivos en relación con sus necesidades térmicas e hídricas. Es decir la cantidad necesaria de calor y humedad para el desarrollo de los vegetales, la cual depende de la variación de la temperatura y la precipitación.

En el presente trabajo se seleccionaron los cultivos de frijol y manzano por ser característicos de la zona y formar parte de la economía de la región, por lo que se enfoca principalmente a la determinación de la estación de crecimiento en función al patrón de los cultivo antes mencionados.

I.1 OBJETIVOS

- 1.- Determinar el potencial agroclimático del poblado Santiago Casandeje del Municipio Jocotitlán Estado de México.**
- 2.- Determinar el período libre de heladas y la estación de crecimiento para el desarrollo vegetativo del frijol y manzano.**
- 3.- Determinación de las fechas óptimas de siembra y establecimiento para estos cultivos.**
- 4.- Hacer énfasis en los períodos críticos de estos cultivos en función de los factores ambientales que le son más limitantes.**

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. La agrometeorología y su aplicación en la agricultura.

La agrometeorología estudia la relación del tiempo con las cosechas, con las enfermedades con las plagas de los cultivos agrícolas, así como también la influencia de los factores y elementos del clima sobre la fenología de los cultivos.

La agrometeorología es, pues, un conjunto interdisciplinario de ciencias que se encargan de poner los conocimientos meteorológicos al servicio de la agricultura en un afán de optimizar la producción (Torres R.E., 1984).

La aplicación de la agrometeorología es interdisciplinaria, conjuga su efecto en la distribución de cultivos y variedades en las regiones que le son mas adecuadas, para su explotación comercial nos permite realizar una mejor planeación de trabajos en la conservación de suelos, de irrigación y de drenaje agrícola, y la apertura de áreas de cultivos, entre otras aplicaciones.

Una caracterización agroclimática consiste en determinar con mayor precisión el efecto de los elementos primarios del clima (en forma de índices agroclimáticos), sobre el desarrollo de los cultivos, su cálculo esta basado en los datos de los registros climatológicos que se obtienen de las estaciones meteorológicas.

Entre los elementos agroclimáticos que se pueden obtener de estos registros tenemos a la radiación solar, a la evapotranspiración las unidades de calor las unidades frío, así como las probabilidades de lluvias o fenómenos adversos (como es por ej., el granizo) y la humedad relativa.

2.2 Definición de la Estación de Crecimiento

La estación de crecimiento en una región se define como el período en el cual la disponibilidad de agua y de temperaturas favorables, permiten el desarrollo de los cultivos. La estación de crecimiento es el período en días durante el año en que el agua del terreno, producida en su mayor parte por las lluvias esta a disposición del cultivo.

2.3 Importancia de la Determinación de la Estación de Crecimiento

La FAO señaló en 1981, que para producir cultivos con rendimientos satisfactorios es necesario que estos se mantengan sin limitaciones de humedad y temperatura durante las diferentes etapas de su desarrollo, de lo contrario el crecimiento de las plantas será afectado registrándose reducciones en su rendimiento y en la calidad del grano.

De ésta manera Redd, Pendleton y Benoit citados por Grassi (1983) exponen que existe un común denominador en el cual la estación de crecimiento para un genotipo está determinada por algún o algunos de los elementos ambientales como son las heladas, la precipitación, la humedad del suelo y del aire, el fotoperíodo, el termoperíodo, el granizo y el viento, la incidencia de plagas, enfermedades y otros, cuya variación en el tiempo pueden llegar a niveles que limitan su rendimiento potencial.

Es claro que los elementos más importantes en la definición de la estación del crecimiento y el potencial agrícola de una región son la precipitación y la temperatura; es por eso que la FAO en el año de 1981, realizó una evaluación cuantitativa de las zonas agroecológicas, y definió el concepto de la estación de crecimiento como el período de días durante el año, en donde la evapotranspiración que alcanzara hasta 100 mm. de agua procedente de las precipitaciones sobrantes y supuestamente almacenada en el perfil del suelo. Los cálculos del período de crecimiento se basan en un modelo sencillo de balance hídrico en el que se comparan

las precipitaciones (P) con la evapotranspiración potencial. Durante esta fase se permite cuantificar los períodos en los cuales hay agua disponible para el crecimiento de los cultivos. Posteriormente en los lugares en que las bajas temperaturas limitan el crecimiento durante una parte del período en que hay agua disponible, se hacen reducciones para determinar los nuevos períodos de crecimiento.

Numerosos trabajos se han llevado a cabo con el propósito de establecer las condiciones agroclimáticas en diferentes países, ello ha permitido incorporar el concepto de la estación de crecimiento propuesto por la FAO. En su totalidad los estudios se han desarrollado en lugares en donde la cantidad y la distribución de la lluvia pueden afectar perjudicialmente a los cultivos.

Neild (1970), ha realizado estudios en áreas como son simulación de series, tratando de establecer las variaciones que ocasionan los cambios de temperatura en la estación de crecimiento, para lo cual utilizó 50 años de récords climatológicos para representar tres diferentes tipos de cambios que se dan en la temperatura, usando dentro del modelo de respuesta fenológica el cultivo del maíz. Sus resultados muestran que en los 3 casos hubo decremento en el rendimiento provocado por las alteraciones de bajas y altas temperaturas por período hasta de un mes de reducción en el período de crecimiento simulado.

2.4 Criterio para Determinar el Inicio y Terminación de la Estación de Crecimiento

Entre los criterios existentes para establecer el inicio y la terminación de la estación de crecimiento se utilizan los siguientes criterios: el primer criterio para establecer el inicio es cuando se tiene una precipitación 25 mm, esta cantidad de lluvia se considera adecuada para la siembra y establecimiento de un cultivo, esto de acuerdo con experiencias de la FAO (1981).

El segundo criterio de acuerdo con Frere y Popof en 1980, para establecer el inicio de la estación de crecimiento será cuando la precipitación, sea mayor o igual que

el 0.5 de la evapotranspiración , en este e caso la siembra se puede realizar con un grado de seguridad suficiente.

2.5 La estación de crecimiento determinada por la disponibilidad de temperatura para el desarrollo de los cultivos.

Una vez establecido el período de humedad disponible para el desarrollo de los cultivos, es necesario volver a evaluarlo pero ahora de acuerdo a su relación con la temperatura sobre todo en regiones templados - frías (partes altas), aquí las bajas temperaturas limitan el crecimiento durante una parte del período en que hay agua disponible, por lo que se requiere la reducción en tiempo, días para determinar los períodos del crecimiento en donde tanto el agua como la temperatura permiten el crecimiento de los cultivos. La FAO en 1981 indicó en base a datos disponibles para América Central y del Sur que el crecimiento de los cultivos es severamente afectado cuando la temperatura media diaria es inferior a 5°C.

2.5.1 Daños por helada

Los órganos de las plantas o los individuos completos presentan daños cuando son sometidos a la acción del frío y más aún si este es suficientemente intenso y prologado.

Entre los adelantos más notables que se han observado en los últimos años respecto a conocer cuales son las causas que regulan la resistencia de las plantas a el frío, cabe destacar la influencia de la duración del día. En efecto, según experiencias llevadas a cabo, cada especie acusa la más alta resistencia al frío cuando está expuesta a una duración óptima del día; bajo la influencia de días más largos, más cortos, la resistencia al frío decrece en forma notable.

A las temperaturas que provoca, la muerte de las plantas por frío se le denomina

temperatura letal, sin embargo también hay temperaturas alta que son letales para las plantas y causan daños principalmente por quemaduras.

El nivel térmico de esas temperaturas, si bien varia de acuerdo a la especie, de la variedad, de la edad del vegetal y del estado vegetativo, es un valor bastante fijo.

La resistencia al frío de las especies frutales de hoja caduca es muy elevada durante la época de descanso, pero disminuye notablemente en primavera, al comenzar la actividad fisiológica del vegetal. Por ello, las heladas que con mayor frecuencia producen importantes perjuicios a los cultivos son las heladas tardías y las tempranas.

Las heladas tardías reciben dicha denominación por el hecho de que se registran una vez terminado el invierno, o sea al principio o en plena primavera. A la inversa, las heladas que se presentan antes de que llegue el invierno, lo que corresponde a mediados o fines de otoño, son las llamadas heladas tempranas.

Los principales daños que ocasionan las heladas tardías son los siguientes:

- a).- Destruyen o perjudican seriamente a las plántulas de los cultivos de siembra primaveral, por ejemplo el algodón.
- b).- Inutilizan las flores de las plantas que, generalmente en esa época se hallan en plena espigazón o floración, por ejemplo en el trigo y en el durazno.
- c).- Provocan la malformación de los frutos que, en la primavera, están adquiriendo volumen, por ejemplo en las peras.
- d).- Determinan la muerte de los frutos que, al finalizar el invierno, inician el crecimiento, por ejemplo en los damascos.

Los perjuicios más importantes, provocados por las heladas tempranas quedan enunciados a continuación los cuales pueden resumirse en los dos siguientes puntos.

- a).- Al producir la muerte prematura, de las plantas que fructifican escalonadamente, merman en forma apreciable la cosecha, por ejemplo el algodón.
- b).- Malogran la calidad industrial de ciertos cultivos, como la caña de azúcar y de ciertos frutos, como por ejemplo las olivas, (Romo R.J. y Arteaga R.R., 1989).

2.6 Fenología

Generalidades:

Las estaciones del año traen aparejadas notorias variaciones en el clima ocasionando cambios en los seres vivos, así como al otoño se le asocia con la caída de las hojas de las especies caducifolias, y a la primavera que acompaña el florecimiento de los vegetales, nadie puede dejar de notar estos cambios, los cuales influyen además en las actividades del hombre.

No sólo en el reino vegetal ocurren transformaciones, sino que también los animales presentan cambios a través de su período de vida, sin embargo, hay que hacer notar que estas variaciones son más notables en las plantas, ya sus etapas son fácilmente reconocibles, en la mayoría de las especies.

Existen dos condiciones esenciales para que una especie vegetal pueda desarrollarse en una localidad específica, éstas son según Azzi (1971):

- A.- La existencia de un intervalo lo 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 que le son adversas no lleguen a alcanzar una intensidad tal, que pueda disminuir el rendimiento más allá de los límites convenientes.

2.6.1 Definición de Fenología

De las consideraciones anteriores se puede deducir que los vegetales tienen respuestas diferentes de acuerdo a las condiciones del clima.

La fenología se encarga de estudiar las relaciones de las plantas con el clima. A continuación se dan las principales definiciones de fenología que se encontraron en la literatura consultada.

- A.- La fenología es el estudio de los fenómenos periódicos de la vida animal y vegetal en la biosfera (Azzi, 1971).
- B.- La fenología es la rama de la Ecología que estudia los fenómenos de los seres vivos y sus relaciones con las condiciones ambientales, tales como la temperatura, insolación, humedad, etc. (De Fina y Ravelo, 1973).
- C.- La fenología es la ciencia que trata es estudio de la dependencia de los estadios de desarrollo en plantas y animales relacionados con las condiciones del clima, (definición del diccionario Espasa Calpe, citada por Brom Rojas, 1970).

Por último se tiene la definición que se estima, es la más descriptiva:

- D.- La fenología es el estudio de los fenómenos biológicos arreglados a cierto ritmo periódico, como la brotación de yemas, las inflorescencias, la maduración de los frutos, la caída de las hojas, etc. Estos fenómenos se relacionan con el clima de la localidad donde ocurren. La fenología puede

indicar el clima de un lugar y sobre todo el microclima, (Corzo S.J., 1991).

2 Elementos de la fenología

Las etapas fenológicas son los diferentes estados de crecimiento y desarrollo por los que van pasando los animales y los vegetales. Para una mayor comprensión de las etapas fenológicas describir los elementos de la fenología los cuales son:

Periodo.

Es el tiempo necesario suficiente que necesita una planta para ser estimulada por un excitante externo, que sea capaz de provocarle una reacción necesaria para la repetición intermitente de los estímulos de la misma, así como la duración para lograrlo. Es decir, la periodicidad del tiempo con que se repiten ciertas manifestaciones biológicas, como la apertura de las flores, brotación, fructificación y la maduración de frutos y semillas, pero siempre considerando la influencia de factores externos como la luz, temperatura, agua y otros. De fina e Hinojosa, (1979) citados por Ochoa (1986).

Etapas o subperiodos:

Es el intervalo de tiempo limitado por dos fases.

Durante cada subperiodo, la estructura y las necesidades de los vegetales permanecen constantes, o bien varían en una sola dirección, de tal manera que los equivalentes de exceso y deficiencias, en relación con los factores del clima, deberán determinarse separadamente para cada uno de los diferentes subperiodos en que el ciclo vegetativo de las especies se halla subdividido (De Fina e Hinojosa y Sanchez, 1979) citados por Ochoa (1986).

Fase:

Es la aparición, transformación o desaparición, rápida de los órganos de la planta. Estas transformaciones se presentan en intervalos muy breves y pueden ser visibles o no. (De Fina e Hinojosa, 1979) citados por Ochoa (1986).

Un ejemplo de la fase visible es el caso del maíz, en cual se ha determinado que en un período, menor de 10 días después de que las plantas han empezado a espigar toda la población habrá espigado; un ejemplo de fase no visible es el almendro, en él la fase se presenta cuando los frutos han alcanzado su peso máximo. De aquí que las fases se asocien a un determinado estado de crecimiento y desarrollo del cultivo (floración, espigación, dormancia, etc.), (De Fina e Hinojosa, 1979) citados por Ochoa (1986).

Isofana:

Es la línea que une todos los puntos donde una fase comienza en la misma fecha, deben trazarse en el caso de las plantas por cultivo y de preferencia por variedad. Para su trazo se requiere conocer la fecha en que se inician las diferentes etapas fenológicas de una variedad, en las diversas localidades donde se desarrolla; los datos de las fechas deben ser de 5 a 10 años como mínimo, no obstante si se promedian los valores de cada localidad se tiene que las fechas promedio varían de acuerdo a las características de cada región. (De Fina, 1979) citados por Ochoa (1986).

2.6.3 Importancia de la fenología como base del programa del perfil de desarrollo vegetativo de las plantas cultivadas.

Todas las plantas cultivadas pasan por diferentes etapas de crecimiento y desarrollo, influenciadas por sus relaciones con el medio ambiente. La duración de cada etapa, está determinada por las características genéticas de las variedades, la disponibilidad de color, de nutrientes, del agua y del tipo del suelo entre otros.

En cada una de estas etapas o fases de desarrollo, se realizan prácticas agronómicas específicas que pueden permitir una programación adecuada de riegos y/o un combate oportuno de plagas y enfermedades, es decir existe una relación directa entre el desarrollo de la planta y la aplicación de la práctica agronómica adecuada.

En general se conoce el ciclo vegetativo de todas las variedades de las plantas cultivadas bajo condiciones normales, así mismo la influencia que tienen otros factores en el desarrollo de las plantas, se sabe que las temperaturas alargan el período vegetativo y que las tardías lo acortan, que la falta de nutrientes o de humedad, reducen los ciclos vegetativos y que la fertilización o el riego aplicado cuando la planta no los necesita, prolonga la vida vegetal. Si además se siembra se conoce en que tipo de suelo se va a desarrollar el cultivo, la fecha de siembra y cuales son las condiciones ambientales que normalmente se presentan en la región, es posible, a nivel de gabinete y de campo programar y predecir el desarrollo que va a presentar una determinada variedad de cualquier cultivo y así establecer lo que se ha denominado como "Perfil de Desarrollo Vegetativo", (Castaños, 1981).

2.7 Requerimientos climáticos y edáficos del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

2.7.1 Clima

El clima está integrado básicamente por el aire, la temperatura, la humedad y la luz, las diferentes combinaciones de estos elementos junto con el factor suelo, son lo que determinan la existencia de las distintas y variadas especies vegetales que se tienen sobre la tierra

El frijol es originario de países cálidos, adecuado a los climas calientes, templados, secos, al resguardo de los fríos y los pronunciados cambios de temperaturas diurnas y nocturnas (Tamaro 1981)

Es una planta de clima húmedo en el ambiente y suaves temperaturas:

Las mayores producciones se obtienen en los climas cálidos y las mejores calidades se consiguen en los lugares donde las temperaturas tienen pocas oscilaciones extremas.

En zonas tropicales, donde hay lluvias fuertes y un ambiente muy cálido no es satisfactoria la producción de ejotes ya que esto propicia el desarrollo de enfermedades, el ataque de insectos y es perjudicial el efecto físico de la lluvia sobre las flores, haciéndolas caer.

Los vientos secos y calurosos pueden causar la caída de las flores o una polinización inadecuada.

2.7.2 Temperatura.

El frijol para su completo desarrollo y madurez exige un promedio de 795 U.C. acumuladas en su ciclo según la mayor o menor precocidad del cultivo seleccionado.

Las plantas de esta especie no resisten las heladas por débiles que estas sean. Se considera que por razones de origen el frijol es notablemente sensible al frío por lo que la temperatura mínima de germinación es de 10° C.

Por encima de 35°C la semilla no germina, en ese rango la radícula aparece entre 5 y 10 días después de la siembra y la plántula entre 8 y 10 días (Poroto 1977).

La fase vegetativa no tiene vigor sino es por encima de los 12°C. si la temperatura es menor, se detiene el crecimiento de las plantas, el follaje llega a adquirir una tonalidad amarillenta y por consiguiente no consiguen recuperarse. Para un favorable desarrollo vegetativo y de floración de la planta, la temperatura reinante deberá estar entre un mínimo de 15.6°C y un máximo de 23.9°C. (Martínez 1984).

Las altas temperaturas, en particular en tiempo muy seco, provocan la deshidratación del polen y este pierde su viabilidad, entonces la planta sufre la caída de las flores. La floración también se inhibe a temperaturas menores de 10°C ya que cesa la producción de hormonas para la floración.

En la etapa de formación del fruto de las altas temperaturas provocan el aborto de las semillas y la deformación de los frutos. (Martínez 1984).

Farlow (1981), citado por (Lara G., 1989) observó que las anomalías que se producían en la fructificación de las vainas de judías como consecuencia de temperaturas bajas, estaban relacionadas con la propia capacidad de viabilidad de los óvulos, constatando que por debajo de los 12.8°C estos empezaban a fallar, dando vainas en " ganchillo", mientras que con temperaturas inferiores a 11°C. se ha observado que las temperaturas bajas reducen la capacidad de absorción de las raíces el uso de agua por las plantas se reduce a causa de la baja temperatura de la raíz; cuando la temperatura baja a 10°C se disminuye el uso total de agua en un 73%.

Son también los efectos de la temperatura los que contribuyen a la obtención de semilla de mejor calidad y de mayor resistencia a daños mecánicos.

Las semillas que maduran a temperaturas por encima de los 21°C. presentan bajos porcentajes de germinación una alta susceptibilidad a daños mecánicos; esto en comparación a semillas que maduran a temperaturas menores de 21°C, las cuales presentan mayor calidad y baja susceptibilidad a daños mecánicos (Martínez 1984).

2.7.3 Luz

El frijol puede desarrollarse favorablemente desde 50 °C , latitud norte , hasta los 40 °C de latitud sur. El requerimiento de horas luz para esta especie se ha estimado entre 10 y 14 horas, sin embargo hay autores que consideran que el frijol es indiferente al fotoperíodo.

Sus cuidados en cuanto a intensidad lumínica son bastante importantes y hace que su cultivo fuera de tiempo sea delicado (Martínez, 1984).

La intensidad luminosa es muy importante, estimándose que 1000 luces es el valor necesario para el desarrollo normal de la planta (Poroto 1977).

2.7.4 Humedad

En cuanto a la humedad ambiental, el frijol se desarrolla más favorablemente en regiones de baja humedad relativa (entre 60 a 75%), debido principalmente a la baja incidencia de enfermedades e insectos que atacan las hojas y tallos, como sucede en las zonas húmedas. La elevada humedad del aire contribuye al desarrollo de la mayoría de las enfermedades del frijol, tales como los ataques de roya o antracnosis (Serrano 1979).

El frijol es muy susceptible a las adversidades en cuanto a la humedad del suelo, pues presenta decaimiento tanto cuando la humedad escasea como cuando se encuentra en exceso. Los excesos de humedad dañan el cultivo en cualquier etapa de su desarrollo, pueden causar pudriciones radiculares, o en su defecto, plantas sumamente vigorosas con mayor pérdida de flores por desprendimiento y un deficiente llenado de la vaina.

Por otra parte, cuando la humedad es insuficiente provoca en muchos casos la detención en el crecimiento de las plantas y la caída de las flores.

Cuando el cultivo sufre por falta de agua el follaje se torna verde oscuro y si no recibe agua por largo tiempo puede causar bajas considerables en el rendimiento (Martínez, 1984).

En el momento de iniciar la floración, el cultivo es muy sensible a los excesos o deficiencias de agua en el suelo; si se dispone de agua para riego es indispensable mantener el suelo con un buen contenido de humedad.

El método de riego que se emplea es más común por surcos (Murillo, 1985).

Si durante la floración el cultivo sufre por sequía es probable que gran cantidad de flores se desprendan de las plantas, también en la última parte del desarrollo vegetativo es afectada la longitud de los entrenudos del tallo principal, el número de ramas, el de flores, el número de vainas, la composición de las vainas, el número de

semillas por vainas, por consiguiente, el rendimiento. (Miranda 1966).

2.7.5. Suelos

Al igual que para la mayoría de las leguminosas, el mejor suelo para la producción es un suelo fértil de estructura media, como el franco limoso-arcilloso, bien drenados y con una profundidad mínima de 25 cm. Básicamente el frijol se cultiva en suelos cuya textura varía de franco limoso a ligeramente arenoso, pero tolera bien suelos franco-arcillosos. (SEP., 1985). Los límites óptimos del pH para este cultivo se cifran entre 5.5 y 7.0 (Moroto, 1986).

Se deben de evitar los suelos pesados con problemas de encharcamiento ya que los suelos frecuentemente húmedos y fríos, causan un crecimiento lento de las leguminosas, como estos suelos retienen mucha humedad, se corre el peligro de que se pudra un porcentaje de las semillas. Los suelos pesados son compactos y con las lluvias se forman costras impermeables, que impiden el proceso de germinación, además, cuando la planta se va desarrollando toma un color rojizo y queda achaparrada. Los suelos con un alto contenido de M.O. pueden favorecer un excesivo crecimiento vegetativo de la planta, en perjuicio de su producción de semilla o vainas. (Serrano 1979).

El frijol es una planta altamente sensible a la salinidad del suelo y del agua, sobre todo cuando aparece en formas de cloruro sódico, (Moroto 1966).

Si el suelo es demasiado ácido, puede corregirse por medio de aplicaciones de cal, estas, cuando son necesarias deberán hacerse con mucho cuidado y nunca en exceso, ya que puede resultar perjudicial a la planta (Alvarez, 1981).

2.8 Requerimientos climáticos y edáficos de manzano (malus spp.)

2.8.1 Clima

Cualquier árbol frutal, para dar altos rendimientos de calidad y cantidad, precisa de condiciones climáticas adecuadas, sólo cuando estas se cumplen se puede garantizar

un rendimiento máximo, de ahí que debemos escoger cuidadosamente el lugar de su establecimiento, no perdiendo de vista que cada especie y en especial cada variedad tiene sus propias exigencias climatológicas.

2.8.2. Temperatura

El calor favorece hasta cierto punto la transpiración y mantiene en actividad la vegetación, pero debe de ir acompañado de un cierto grado de humedad en el aire y en el suelo, la fruticultura es óptima únicamente en los países en donde la temperatura media anual llega a 8.1 °C con una temperatura media estival de 15° C.

Es importante conocer cuanto calor necesitan los frutales para realizar el ciclo anual de su vida, cuanto calor necesitan para que la semilla germine, para que las yemas broten y para que los frutos maduren. Para el caso del manzano, las constantes térmicas son: para apuntar las hojas de las yemas 0°C, para que abran las primeras flores 14.23°C, para que maduren los primeros frutos 27-30°C, para el principio de la caída de las hojas 16-21°C., los grados de calor necesarios en las diferentes fases de vegetación son: Brotación a 8°C, floración a 8°C, maduración del fruto de 18 a 25°C. El exceso de calor ocasiona daños como la aridez de los terrenos, la evaporación del agua en el terreno, la marchitez de las hojas y de los frutos, estos daños se previenen cubriendo el terreno con paja o estiércol en un metro alrededor de la planta, para evitar la evaporación del suelo. Se mojan las hojas con agua después de la puesta del sol, se cava con frecuencia y se riega el terreno de la plantación del manzano. Los órganos florales son sensibles a las temperaturas bajas. Los umbrales de resistencia se sitúan en : -9°C, en la fase precedente a la aparición de los pétalos; -3°C, en la aparición de los pétalos y -1.5°C en el período de floración, a estas temperaturas se producen daños en los frutales, incluso cuando los órganos florales están expuestos a ellas durante poco tiempo.

Las temperaturas elevadas durante el período de floración unidas a una baja cantidad de agua tienen efectos perjudiciales sobre el frutal ya que pueden provocar la desecación de las secreciones estigmáticas y dañar considerablemente la fecundación. La penetración del polen del estilo origina un serie de reacciones que pueden ser

considerablemente retardadas si la temperatura es excesivamente baja durante la floración del frutal. La temperatura puede afectar de distintas formas sobre el polen y sobre los óvulos.

Por ejemplo: Una temperatura elevada puede retrasar la maduración y producir degeneración del óvulo, al mismo tiempo que acelera el desarrollo del tubo polínico.

2.8.3 Heladas

La escarcha es producida, como el rocío, por los vapores contenidos en la atmósfera que se condensa en todas las partes aéreas de la planta ó sobre las hojas, sobre los árboles y sobre las ramas a una temperatura inferior a 0°C, este rápido enfriamiento se debe la presencia de corrientes frías o a una excesiva irradiación nocturna de las plantas en las noches serenas. Las partes más afectadas por la escarcha son las que se encuentran dirigidas hacia arriba las que sufren quemaduras en las hojas y ramas.

Los daños producidos por el hielo se manifiestan cuando la temperatura media del área fluctúa en 0°C ya que, en circunstancias especiales de radiación y evaporación las plantas se enfrían a veces más que el aire y así se explican los daños causados por el hielo. Las medidas que deberán tomarse en cuenta para prevenir los efectos del hielo son : No plantar especies y variedades que den brotes tardíos en otoño; injertar de extremo y no de pie, drenar el terreno, abonar y tener las plantas siempre en buen estado de nutrición, como medio de defensa, las plantas deben despuntarse a finales del otoño, especialmente en la parte del leño. Para detener por algún tiempo el movimiento de la savia, la poda se hace siempre en primavera, el terreno se cubre con hojas alrededor del tallo antes del invierno y en agosto los tallos se blanquean con lechado de cal (Tamaro, 1987).

La amplitud de la estación de crecimiento en las plantas corresponde a la estación libre de heladas, y esta se define como el número de días comprendidos entre la última helada de primavera y la primera de otoño.

2.8.4 Luz

Varios autores han comprobado que la luz tiene una influencia muy importante sobre el frutal ya que la disminución de ella, obtenida por entresacado de los frutos , reduce considerablemente el porcentaje del cuajado de estos, este elemento es necesario para una sana alimentación y transpiración de la planta.

"La falta de luz en un frutal da ramas largas y delgadas, produce flores pero no frutos, sólo las ramas expuestas al sol producen frutos. Las pirámides o huecos formados por las ramas demasiado apretadas producen también la escasez de los frutos, la luz abundante, y directa debe bañar a toda la planta, pues con esto se favorece el desarrollo de las ramas laterales, que son siempre las más fructíferas. Se recomienda para las localidades que presenten luz escasa, no solamente dejar las ramas más espaciadas, sino hacer las plantaciones más claras (más espaciadas). La luz influye de sobremanera en la fecundación de las flores, sobre el sabor, el aroma y el colorido de los frutos y de las hojas".(Ramírez 1993).

2.8.5 Humedad

El agua constituye del 80 al 90% de su volumen en las plantas herbáceas y mas del 50% en las leñosas.

Los procesos como la fotosíntesis, la hidrólisis del almidón y otros muchos no podrían realizarse sin la intervención del agua, además de que este elemento sirve como regulador del calor (Tamaro 1987).

El exceso de lluvia sobre los árboles frutales en floración afecta el cuajado y por consiguiente la fructificación, la lluvia directa sobre los árboles puede afectarlos de diferentes maneras como son: el arrastre del polen de la dehiscencia de las anteras, diluye las secreciones estigmáticas a tal grado que se hace imposible la germinación del polen, provoca la rotura de los granos del polen, impide la acción de los insectos polinizadores. El exceso de lluvia, al producirse con violencia, puede dañar mecánicamente a las hojitas jóvenes y a los brotes y puede hacer caer los pétalos

de las flores inutilizar el polen y evitar la fecundación. Si continua por un período demasiado largo impide el desarrollo normal de la planta por la excesiva humedad y falta de calor. Si esto ocurre durante la floración, los granos de polen se hinchan y se abre las anteras antes de que pueda realizarse la fecundación de los óvulos en el ovario. Los frutos resultan más insípidos, muchos se pierden y otros se agrietan debido a la excesiva turgencia de las células parenquimatosas.

También el exceso de lluvia provoca la aparición y difusión del moteado, la más grave enfermedad producida por hongos en el manzano. La lluvia excesiva en los meses de septiembre y octubre obstaculiza la recolección y favorece la aparición del abultamiento en los frutos.

El cultivo del manzano no da buenos rendimientos, si el clima de los meses estivales es demasiado árido lo ideal sería una lluvia de mayo a agosto de al menos 400 mm bien distribuida en el tiempo.

2.8.6 Suelos

El manzano presenta un notable adaptabilidad a distintos tipos de terreno; ofrecen todavía mejores condiciones del cultivo aquellos de textura media, es decir, no demasiado arcillosos, ni demasiado arenosos.

Con respecto al ph, se obtienen buenos rendimientos, tanto en terrenos subácidos y en terrenos tendencialmente calcáreos-alcalinos.

Para los frutales especializados es de vital importancia también la inclinación que puede presentar el terreno, si es leve (no superior al 10%) esta inclinación constituye un hecho positivo; si por el contrario, es notable (superior al 25%) será un grave obstáculo para la mecanización de las operaciones de cultivo, de las cuales difícilmente se puede prescindir.

III.MATERIALES Y METODOS

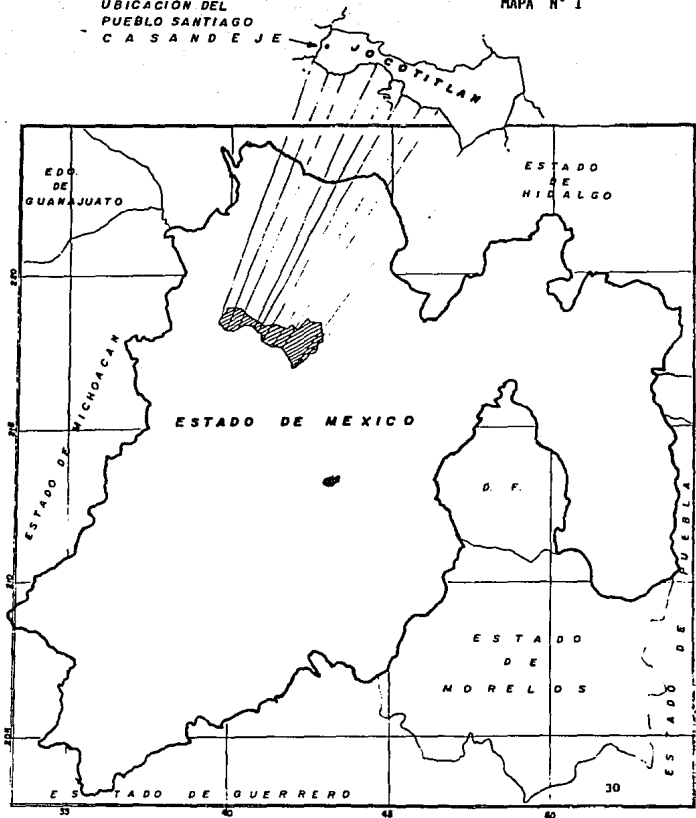
3.1.- Localización del área de estudio.

La localidad Santiago Casandeje del municipio de Jocotitlán Estado de México se encuentra ubicado a una latitud Norte $19^{\circ}46.3'N$. y a una longitud de $99^{\circ}58.6' O$.

Limita al Norte con la presa Cuendo, al sur con San Juan Coajomulco, noreste con Cindeje, sureste con San Miguel Tenochtitla y al oeste con Pueblo Nuevo . Y se encuentra a una altitud de 2540 m s.n.m., como se observa en el ver mapa N° 1.

UBICACION DEL
PUEBLO SANTIAGO
C A S A N D E J E

MAPA N° 1



3.2.- Características climáticas y edáficas del lugar.

3.2.1. Temperatura media, máxima y mínima.

La temperatura media que ocurre en la zona corresponde a la de un clima templado, con temperatura media anual de 15°C., siendo enero el mes más frío, con un promedio de 11.3 , siendo mayo el mes más caliente con 17.2°C. La oscilación anual de la temperatura media mensual es de 6.5°C por lo que pueda considerarse que el lugar tiende a ser extremo.

La temperatura máxima durante el mes de mayo es de de 17.24° C.

La temperatura mínima. Los meses mas fríos son diciembre y enero con 11.4 °C. En cuanto a la temperatura mínima extrema que se ha registrado en la zona, fue de -9 °C.

3.2.2. Número de días con heladas al año.

Este número varía año con año, pero el promedio anual para Santiago Casandeje puede considerarse alto con promedio anual de 106.83 heladas, la mayor frecuencia se presenta en los meses de diciembre con 23 heladas, en enero con 25.76 y en el mes de febrero con 21 heladas.

3.2.3 Termoperíodo.

Es la respuesta de las plantas a una fluctuación rítmica de la temperatura.

3.2.4 Precipitación

En la zona de estudio, el régimen de lluvias es en verano; es decir que la precipitación se concentra básicamente en los meses de mayo a octubre.

Al año se reciben un total de 800 mm. de precipitación, julio es el mes mas lluvioso con 288.3 mm. de precipitación, siendo el mes de febrero el mas seco con 1.0 mm.

3.2.5. Clima.

Tomando en cuenta los datos de temperatura y de precipitación disponibles en la zona y de acuerdo con el sistema de Koppen, modificado por García E. ,1964, reportado por el INEGI 1987, el clima es un c(w2)(w)templado subhúmedo con régimen de lluvias en verano e invierno seco (con menos del 5 % de la precipitación total anual); con verano largo y fresco.

3.3 Clasificación de suelos de acuerdo a su capacidad de uso agrícola.

De acuerdo con el sistema de clasificación del suelo por capacidad de uso empleado por el departamento de agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica y modificado por DETENAL, Colegio de Posgrado (1977), los suelos del estado de México región Atlacomulco pueden considerarse de clase uno; estos suelos son aquellos que presentan muy poca o ninguna limitación para su uso.

3.4. Análisis de datos.

Como en toda zona agrícola del país es de suma importancia conocer las características agroclimáticas de la región a fin de desarrollar una tecnología propia y adecuada que permitan a corto plazo programar en forma óptima el establecimiento de los diversos cultivos, por lo cual en la actualidad se están utilizando los avances logrados en Informática, que en los últimos años se han aplicado en forma intensiva a la agricultura, esto ha generado el desarrollo de programas específicos de cómputo.

El programa AGROCLIM fue creado por el doctor en Ciencias Aceves Navarro, y actualmente es utilizado por los investigadores del Colegio de Posgraduados de Chapingo, Mex.

3.5 Variables de Estudio de la Estación de Crecimiento.

3.5.1 Evapotranspiración

Su utilizó el método de Thornthwaite, el cual se encuentra ampliamente explicado con gran detalle por Ortiz y Pajaro etc, se utilizó además el programa agriclim para obtener en base a datos mensuales, la evapotraspiración a nivel diario.

3.5.2 Precipitación

La precipitación se utilizó a nivel mensual, y se obtuvo de las normales climatológicas (S.M.N).

3.5.3 Temperatura

Para el calculo de los índices de temperatura, como son las unidades calor se utilizo el método residual tomando una temperatura base de 5°C para rompimiento de letargo, 8°C para desborre y floración, y 12 °C para maduración y desarrollo del fruto. y uno de transición de 10°C antes de la caída de hoja, para el manzano y para el frijol la temperatura base fue de 10 °C.

3.5.4 Índice de Acumulación de Temperaturas

3.5.4.1 Índice de Calor

Las unidades térmicas se calcularon por el método Residual, y para cultivo de frijol y para el manzano, como ya se mencionó de acuerdo a la siguiente formula:

$$UT = T^{\circ} \text{ MAX} + T^{\circ} \text{ MIN} / 2 - T^{\circ} \text{ Base} \times \text{número de días del mes}$$

Esta formula se utilizó en forma mensual, y a nivel diario, en el último caso se hizo con el programa agroclim.

Cabe mencionar que dicho programa tiene la particularidad de que requiere pocos datos para su ejecución, y la ventaja es que puede generar información a nivel diario. Dicho programa fue proporcionado por el Colegio de Posgraduados de Chapingo, Mex.

3.5.4.2 Índice de acumulación de frío.

Se utilizó los métodos de DA MOTA y de Winberger, y el promedio de ambos según Calderón nos dan los requerimientos de horas frío en forma más confiable, la fórmula de Da Mota que se presenta a continuación es la siguiente:

$$H.F. = 485.1 - 28.3 \times X \quad \text{en donde } X \text{ es el promedio de temperaturas de los meses más fríos (nov., dic., ene., feb.)}$$

Winberger. Se basa en la correlación entre el número de horas frío y el promedio de temperaturas medias de los meses de diciembre y enero

3.5.5 Período libre de heladas

Para obtener el período libre de heladas se utilizó la metodología de Pajaro y Ortiz, la cual requiere únicamente de datos de temperatura mínima.

$$PLH = 1.7713 + 31.0214 (T^{\circ} \text{mínima}) - 0.6361 (T^{\circ} \text{mínima})^2$$

Esta metodología se empleó por que no se tenía información de ocurrencia de heladas de más de 20 años, las cuales se necesitan para utilizar metodologías más precisas y confiables.

Donde el período libre de heladas se calculó:

La última helada (UH) y primera helada (PH) se calculó:

$$UH = 225.3605 - 0.7396 (PLH) + 0.0004385 (PLH)^2$$

$$PH = 229.5781 + 0.2262 (PLH) + 0.0005098 (PLH)^2$$

Para obtener la estación de crecimiento por ocurrencia de temperatura, se tomará en cuenta el valor de 0°C como criterio para tener heladas. La definición de la fecha de la primera y la última helada será de acuerdo a la metodología utilizada por

Grassi (1983), quien indica que para la estimación de la distribución de los datos se utilizan las siguientes ecuaciones:

La ecuación 1 se utiliza para determinar las primeras heladas, y la segunda ecuación para obtener las últimas heladas.

Primeras heladas		Últimas heladas	
Ecuación 1	$F^* = K$	Ecuación 2	$I^* = K$
	$m+1$		$m+1$

en donde : F^*, I^* = frecuencia acumulativa de primera y última helada.

K = número de orden.

m = número de años con heladas.

Estos valores observados se ajustan a distribuciones normales calculando la media y la desviación normal para cada valor. De esta forma I dará la probabilidad de que ocurra una helada después de un día dado para las últimas heladas y F dará la probabilidad de que ocurra una helada después de un día dado para las primeras heladas y F dará la probabilidad de que ocurra una helada antes de la fecha dada, (FAO, 1981).

3.5.6 Fotoperíodo

El fotoperíodo se calculó de acuerdo con la latitud de la zona.

3.5.7. Estación de Crecimiento

Se obtuvo una vez que se calcularon todos sus componentes ya descritos y de acuerdo con la metodología de la FAO, esta se determinó además al utilizar el período libre de heladas.

IV RESULTADOS Y DISCUSION

Respecto a los datos utilizados de la estación metereológica a nivel mensual, se usaron estos por ser los de más facil y rápida obtención se observó además que en esta estación no reportan datos de evaporación , radiación solar, velocidad del viento, ni presión atmosférica. En cuanto a número de días de heladas no registran las fechas de la última y primera helada es dicha estación.

Para realizar un estudio de mayor precisión se necesita más tiempo e información a nivel diario de por lo menos 10 años, además de programas de computo para su procesamiento y análisis

A continuación se presentan los resultados obtenidos, ya que es importante conocer los aspectos agroclimáticos para los siguientes cultivos:

- Temperaturas (Unidades calor acumuladas)

Como se observa en el cuadro N°1, tenemos una acumulación de 1876 unidades calor (UC), distribuyendose estas en las etapas en que son necesarias (floración, cuajado, desarrollo del fruto, madurez y cosecha).

La zona cuenta con 1982 U.C. se puede concluir que en cuanto a temperatura y en el caso del manzano es factible su establecimiento ya que sus requerimientos térmicos son satisfechos ya que la variedad Golden Delicioso se desarrolla sin problema en este poblado. Teniéndose buen comportamiento y buena producción.

CUADRONº 1

FECHAS EN LAS QUE OCURREN POSIBLEMENTE LOS CAMBIOS DE FASES
FENOLOGICAS PARA EL MANZANO, EN EL POBLADO DE
SANTIAGO CASANDEJE

ETAPAS	FECHAS	UNIDADES CALOR ACUMULADAS	DIAS DEL PERIODO	UNIDADES ACUMULADAS DE FRIO
Brotación	26/03	--	30	799,25
Floración	25/04	343	28	
Cuajado	14/06	--	22	
Desarrollo del fruto	07/09	607	85	
Madurez y cosecha	22/10	926	45	
TOTAL		1876	210	

LA ZONA CUENTA CON 1982 U.C.

- Índice acumulado de horas frío

Con respecto a la cantidad de horas frío se obtuvo por el método de Da Mota un total de 551.47 y por Winberger 980, al promediario como sugiere Calderón (1986), nos da 765.74 horas frío.

Por lo que podemos manejar un rango de 750 a 850 horas frío y determinar que una variedad como es la Golden Delicious con requerimiento de 800 a 1000 horas frío se desarrolla en este poblado concretamente con buena producción.

- Fotoperíodo

Para esta latitud es de 11 a 13.4 horas de duración del día el cual nos indica que la zona tiene duración de día corto a neutro lo cual no afecta al manzano en su ciclo productivo. Sin embargo durante los meses de noviembre y diciembre el fotoperíodo disminuye ocasionando que la planta inicie su reposo.

- Precipitación

Tenemos que para la brotación 16 de marzo (75*) 10 mm. de agua, para la floración 30 mm. 15 de abril (105*) y la lluvia se establece a partir del 25 de abril (115*) con una precipitación de 40 mm.

Pero de acuerdo a donde nos dice que con 10 mm. de agua inician su proceso sin problema vemos que no tenemos limitante para su brotación, para su floración y mucho menos para su desarrollo y madurez.

* día del calendario Juliano

- Evapotranspiración.

Con respecto a la evapotranspiración tenemos que su comportamiento es mas alto durante el mes de marzo y la primera quincena de abril, con relación a la precipitación, y a partir de la segunda quincena de abril hasta el mes de octubre esta por debajo de la precipitación como se se observa en el anexo N° 1.

Para el manzano no es problema ya que a partir del 25 de abril inicia su floración la cual es la etapa crítica y ya se estableció las lluvias, cubriendo este requerimiento.

- Período libre de heladas

De acuerdo al método propuesto por Pajaro y Ortiz tenemos la última helada el 27 de febrero y la primera helada el 23 de noviembre, arrojando un período libre de helada de 268 días sin riego, ya que nuestro cultivo es de 210 días desde su brotación hasta su cosecha salimos perfectamente bien.

FRIJOL:

Fecha de siembra 1° de junio

Fecha de cosecha 29 de septiembre

CUADRO N° 2

FENOLOGÍA DEL FRIJOL

ETAPAS	FECHAS	UNIDADES ACUMULADAS	DIAS DEL PERIODO
Siembra	1/06	--	--
Crecimiento vegetativo	20/06	210.00	20
Floración	25/07	186.00	35
Formación de vaina	9/09	175.15	45
Madurez y cosecha	29/09	159.00	20
TOTAL		721.15	120

Como se observa en el cuadro N°2, se tiene un requerimiento de 721.15 U.C., para este cultivo en su desarrollo fenológico y la zona cuenta con 1173 U.C., lo cual nos indica que se cubren bien los requerimientos de nuestro cultivo.

- **Fotoperíodo:**

En esta zona se tiene una duración del día de corto a neutro (11 a 13.4 horas). Por lo que el cultivo del frijol no tiene problema en su desarrollo ya que su requerimiento es de días neutros y cortos.

- **Presipitación:**

Tenemos para la germinación 145 mm., para la floración 165 mm., para la formación de vainas 135 mm., para la maduración 80 mm. Como se observa no tenemos problema por agua, lo que si tendríamos que realizar oportunamente nuestro control de plagas, enfermedades y de maleza, para evitar baja producción. Aunque en esta zona no representan para este cultivo las plagas y enfermedades problemas.

- **Evapotranspiración:**

Para las etapas del cultivo de frijol encontramos que los requerimientos de humedad se cubren por tener una evapotranspiración menor que la precipitación de la zona. ver anexo

- **Período Libre de heladas:**

Nuestro cultivo de frijol de la variedad Bayo Mecentral es de 120 días y se encuentra que se puede desarrollar oportunamente durante el período libre de heladas de nuestra zona, ya que esta dentro de la estación de crecimiento como se observa en la fig., N° 1.

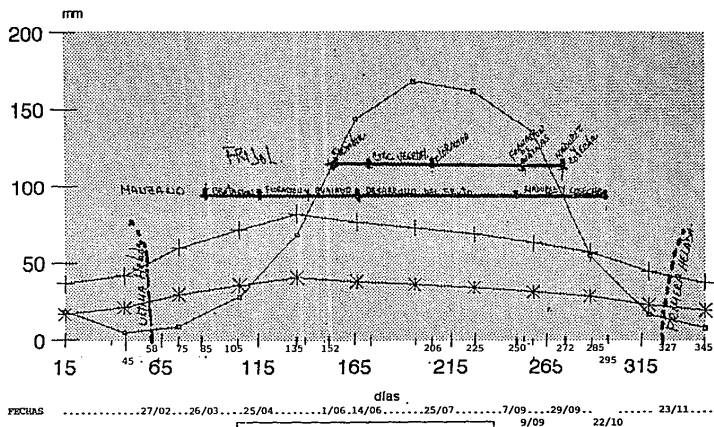
CUADRO N° 3

RESUMEN DEL MANZANO Y DEL FRIJOL EN LA REGION DE SANTIAGO CASANDEJE

CONCEPTO	ESTACION DE CRECIMIENTO	MANZANO	FRIJOL
Cultivar	28/02 - 22/11	Golden Delicious	Bayo Mecentral
Temperatura	15 - 17 °C	5 °C	10 °C
Fotoperíodo (horas luz)	12.1	11.2	12.9
Precipitación acumulada	785 mm.	632 mm.	545 mm.
E.T.P. acumulada	395	330	267
P.L.H.	268	210	120
Indice de acumulación de horas frío	765.74	800- 1000	--

DONDE: E.T.P. = A EVAPOTRANSPIRACION
P.L.H. = PERIODO LIBRE DE HELADAS

Fig. 1 Estación de crecimiento.
Atzacmulco Edo. de México.



—●— pp + etp * 0.5 etp

Lat. 19° 48' Long. 99° 53' 2526 m.s.n.m.
Poblado: Santiago Casandeje

V .-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para la realización de trabajos como el presente se observó en la revisión de literatura que se cuentan con metodologías pero falta información de calidad y cantidad. Esto se debe a la escasez de estaciones meteorológicas con que cuenta nuestro país y a la ausencia de registro de datos de muchas variables climáticas

Los métodos de Da Mota y Winberger proporcionan la estimación más cercana del efectivo de horas frío sobre los árboles de un lugar dado.

Con respecto a la temperatura de la zona vemos que el cultivo del frijol y manzano cuentan con las unidades calor que requieren para llevar a cabo todas sus etapas fenológicas por lo que su establecimiento es factible.

Con respecto a la precipitación encontramos que hay humedad en el suelo suficiente para el buen desarrollo de nuestros cultivos. Cabe mencionar que con estas precipitaciones tenemos pocos problemas de plagas, enfermedades y malezas, si embargo hay que realizar las labores culturales oportunamente.

Fotoperíodo: Solo influye en el cultivo del manzano para iniciar su reposo el frijol se encuentra en los rangos óptimos en esta zona ver cuadro N° 4 (ver apéndice).

Período libre de heladas es bastante amplio de 268 días ya que la última helada es el 27 de febrero y la primera helada es el 23 de noviembre, esto permite que nuestros cultivos no tengan en su desarrollo y producción ocurrencia de riesgo de helada, en sus etapas críticas como es la floración.

Por la anterior vemos que estos cultivos están en un clima óptimo para su buen desarrollo.

El clima es importante conocerlo para poder manejar fechas de siembra, variedades, en general todas las etapas fenológicas de los cultivos.

Y como vimos que la etapa crítica para los dos cultivos es la floración y se cuenta con agua suficiente, temperatura óptima, la ETP, no tiene limitante y sobre todo no se tiene riesgo de heladas.

La floración del manzano tiene que darse el 25 de abril para no tener deficiencia de agua, ya que es la etapa mas crítica y requiere de ella.

El frijol se puede sembrar desde el 15 de mayo hasta el 10 de junio ya que se encuentran con las condiciones óptimas de desarrollo.

Como recomendaciones:

Se debe apoyar la investigación de todos los cultivos y sobre todo a los requerimientos climáticos de cada uno. En las diferentes zonas del país.

Debe impulsarse a las estaciones meteorológicas para contar con datos de calidad de todo el país.

Se debe establecer huertos fenológicos en las diferentes zonas del país.

Dar a conocer los resultados de las investigaciones a todos los que participan en el desarrollo agrícola, y a las autoridades correspondientes para motivar su apoyo.

CUADRO N° 4

INTSORMIL -- UNIVERSIDAD DE NEBRASKA -- LINCOLN

DURACION DEL DIA PARA: ATACOMULCO

UNIDADES: HORAS Y CENTESIMAS

(MULTIPLICAR LA FRACCION DECIMAL POR 60 PARA OBTENER MINUTOS)

DIA	MESES											
	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC
1	11.1	11.4	11.8	12.4	13	13.4	13.4	13.1	12.6	12.1	11.5	11.1
2	11.1	11.4	11.9	12.4	13	13.4	13.4	13.1	12.6	12.1	11.5	11.1
3	11.1	11.4	11.9	12.5	13	13.4	13.4	13.1	12.6	12	11.5	11.1
4	11.1	11.4	11.9	12.5	13	13.4	13.4	13.1	12.6	12	11.5	11.1
5	11.1	11.4	11.9	12.5	13	13.4	13.4	13.1	12.6	12	11.5	11.1
6	11.1	11.4	11.9	12.5	13	13.4	13.4	13.1	12.5	12	11.4	11.1
7	11.1	11.5	12	12.5	13.1	13.4	13.4	13.1	12.5	12	11.4	11.1
8	11.1	11.5	12	12.6	13.1	13.4	13.4	13	12.5	11.9	11.4	11.1
9	11.1	11.5	12	12.6	13.1	13.4	13.4	13	12.5	11.9	11.4	11.1
10	11.1	11.5	12	12.6	13.1	13.4	13.4	13	12.5	11.9	11.4	11.1
11	11.1	11.5	12	12.6	13.1	13.4	13.4	13	12.4	11.9	11.4	11.1
12	11.1	11.5	12	12.6	13.1	13.4	13.4	13	12.4	11.9	11.4	11.1
13	11.1	11.6	12.1	12.6	13.1	13.4	13.3	13	12.4	11.9	11.3	11.1
14	11.2	11.6	12.1	12.7	13.2	13.4	13.3	12.9	12.4	11.8	11.3	11.1
15	11.2	11.6	12.1	12.7	13.2	13.4	13.3	12.9	12.4	11.8	11.3	11.1
16	11.2	11.6	12.1	12.7	13.2	13.4	13.3	12.9	12.4	11.8	11.3	11.1
17	11.2	11.6	12.1	12.7	13.2	13.4	13.3	12.9	12.3	11.8	11.3	11
18	11.2	11.6	12.2	12.7	13.2	13.4	13.3	12.9	12.3	11.8	11.3	11
19	11.2	11.7	12.2	12.8	13.2	13.4	13.3	12.9	12.3	11.7	11.3	11
20	11.2	11.7	12.2	12.8	13.2	13.4	13.3	12.8	12.3	11.7	11.3	11
21	11.2	11.7	12.2	12.8	13.2	13.4	13.3	12.8	12.3	11.7	11.2	11
22	11.2	11.7	12.2	12.8	13.3	13.4	13.3	12.8	12.2	11.7	11.2	11
23	11.3	11.7	12.3	12.8	13.3	13.4	13.3	12.8	12.2	11.7	11.2	11
24	11.3	11.8	12.3	12.8	13.3	13.4	13.2	12.8	12.2	11.7	11.2	11
25	11.3	11.8	12.3	12.9	13.3	13.4	13.2	12.8	12.2	11.6	11.2	11
26	11.3	11.8	12.3	12.9	13.3	13.4	13.2	12.7	12.2	11.6	11.2	11
27	11.3	11.8	12.3	12.9	13.3	13.4	13.2	12.7	12.2	11.6	11.2	11
28	11.3	11.8	12.4	12.9	13.3	13.4	13.2	12.7	12.1	11.6	11.2	11.1
29	11.3	****	12.4	12.9	13.3	13.4	13.2	12.7	12.1	11.6	11.2	11.1
30	11.3	****	12.4	12.9	13.3	13.4	13.2	12.7	12.1	11.6	11.1	11.1
31	11.4	****	12.4	****	13.3	****	13.1	12.6	****	11.5	****	11.1

MEDIA	11.1	11.5	12.1	12.6	13.1	13.4	13.3	12.9	12.3	11.7	11.3	11
-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	----

VI. BIBLIOGRAFIA

Azzi, G., 1971, *Ecología Agraria*. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba.

Calderón A. E. 1986, *Fruticultura General*, Editorial Limusa, México D.F., 759 pp.

Carta estatal de climas 1987, esc: 1:5000; síntesis geográfica, nomenclatura y anexo cartográfico del edo., de México INEGI.

Carta estatal topografía 1994, de la Dirección General de Geografía del Territorio Nacional de la S.S.P. del edo., de México

Castaños, C.M., et. al., 1981, *Etapas de desarrollo de los principales cultivos. Método fenológico para la asistencia técnica*. SARH; representación general del estado de Puebla, Pue. Mex.

Corzo S. J., 1991, *Estación de Crecimiento y Potencial Térmico para los Cultivos Básicos en el Estado de México*, Tesis de Licenciatura de FES-UNAM, Cuatitlán Mex., 178 pp.

Frere, J. y Rea J., 1978, *Estudio Agroclimatológico de la Zona Andina OMM N° 506* Ginebra, Suiza, 297 pp.

Grassi, C.B., 1983, *Riesgo de Primeras y Ultimas Heladas en Puebla y Tlaxcala respecto a los Cultivos Básicos*. Tesis de M.C., Colegio de Posgraduados, Chapingo Mex.

Lalatta F. 1886, *El cultivo moderno del manzano*, Editorial De Vecchi, S.A., Barcelona España.

Lara G. J. 1989, Perfil de desarrollo del frijol de temporal en Cuautitlán, Mex., FES-Cuautitlán UNAM.

Ochoa I.A.J.M., 1986, Aplicación de la fenología en especies frutícolas, Tesis de Licenciatura de FES-UNAM, Cuautitlán, Mex. 166 pp.

O.M.M., 1972, Agriculture Meteorology, Génova, Italia

Ortiz S. C. A., 1987, Elementos de Agrometeorología Cuantitativa, Departamento de Suelos de la Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, Mex, 327 pp.

Pájaro H.D. y Ortiz S.C.A., 1989, Estimación del período de crecimiento por disponibilidad de agua y libre de heladas para la República Mexicana, Memorias de la Segunda Reunión Nacional de Agroclimatología, Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Mex.

Ramírez R. y Cepeda S.M., 1993, El Manzano, Editorial Trillas, México D.F., 208 pp.

Robles S. R., 1983, Producción de Granos y Forrajes, 4a. Edición, Editorial Limusa, México D.F. 592 pp.

Romo G.J. y Arteaga R.R., 1983, Meteorología Agrícola, Departamento de Irrigación, Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo Mex., 247pp.

SEP-TRILLAS, 1985, Área de Producción Frijol y Chicharo, Editorial Trillas, México D.F., 58 pp.

Tamaro D. 1987, Tratado de Fruticultura, Editorial G. Gili S.A. de C.V., México D.F.

Wilsie, 1980, Cultivos - Aclimatación y distribución, Editorial Acribia, México D.F.

VII.- APENDICE

Cuadro N° 4 Datos de duración del día para Atlacomulco

Fe de erratas.

pagina num.	Dice	Debe decir
11	interdisiolinario	interdisciplinario
22	50°C Latitud norte hasta los 40°C de latitud sur	50° latitud norte. hasta 40° de latitud sur.
27	de se volumen	de su volumen.
32	ce clase	de clase
33	aqriclim	agroclim
33	Evapotraspitacion	Evapotranspiración
40	presipitación	precipitación
43	cantida	cantidad
43	si embarqo	sin embargo

29

Se omitio por error lo siguiente.
 Despues de ver mapa N° 1 debe decir.
 La elaboración del presente trabajo se baso en la información generada de la estación metereologica Atlacomulco la cual es la más cercana al poblado de Santiago Casandeje. La estación pertenece a la Secretaria de Agricultura y Recursos hidraulicos. Dicha estación se encuentra ubicada en Atlacomulco. Estado de México a una latitud de 19°48'N y una lonqitud de 99°53'O , a una altitud de 2526m.s.n.m. y cuenta con datos climatologicos desde 1955 a - 1980, con un promedio de 25 años. Los datos que se usaron fue a nivel mensual.