



19
29

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores
"CUAUTITLÁN"



**DETERMINACION DE LA ESTACION 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 FES-CUAUTITLÁN**

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S

Que para obtener el Título de:

Ingeniero Agrícola

p r e s e n t a

Alfredo García Zamudio

Director de Tesis

Ing. Agr. Raymundo Gómez Orta

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.

1 9 9 1



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.

CONTENIDO

	página
LISTA DE ABBREVIATURAS Y SIGLAS	V
INDICE DE GRAFICAS	VII
INDICE DE FIGURAS	VIII
INDICE DE TABLAS	IX
I. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivos	10
1.2. Hipótesis	11
II. DESARROLLO DEL TRABAJO	12
2.1. Revisión Bibliográfica	12
2.1.1. Localidad	12
2.1.1.1. Caracterización fisiográfica	12
2.1.1.2. Suelos	12
2.1.1.3. Clima	14
2.1.2. Cultivos	16
2.1.2.1. Avena	16
2.1.2.1.1. Variedad Chihuahua	16
2.1.2.1.2. Variedad Páramo	16
2.1.2.1.3. Variedad Saia	17
2.1.2.2. Alfalfa	18
2.1.2.2.1. Variedad Valenciana	18
2.1.2.2.2. Variedad Moana	18
2.1.2.2.3. Variedad Puebla	19
76	19

	Página
2.1.2.3. Veza	19
2.1.3. Estación de crecimiento	21
2.1.3.1. Definición	21
2.1.3.1.1. Estación de <u>creci-</u> <u>mi-</u> <u>en-</u> <u>ti-</u> <u>em-</u> <u>po-</u> <u>si-</u> <u>bi-</u> <u>li-</u> <u>dad</u>	22
2.1.3.1.2. Estación de <u>creci-</u> <u>mi-</u> <u>en-</u> <u>ti-</u> <u>em-</u> <u>po-</u> <u>si-</u> <u>bi-</u> <u>li-</u> <u>dad</u>	23
2.1.3.2. Etapas y tipos de estaciones de crecimiento	23
2.1.3.3. "Estación de crecimiento" en otoño-invierno	27
2.1.3.4. Factores determinantes ...	31
2.1.4. Fenología de las especies	35
2.2. Etapa de campo	39
2.2.1. Preparación del terreno	39
2.2.2. Siembra	39
2.2.2.1. Profundidad de siembra ...	39
2.2.3. Labores culturales	40
2.2.4. Fertilización	40
2.2.5. Cosecha	40
2.2.6. Evaluación	41
2.2.6.1. Días a emergencia	41
2.2.6.2. Días a floración	42

	página
2.2.6.3. Días a cosecha	42
2.2.6.4. Rendimiento	42
III. MATERIALES Y METODOS	43
3.1. Materiales	43
3.2. Métodos	43
3.2.1. Método de la frecuencia acumulada - para la probabilidad de lluvias y - heladas	43
3.2.2. Método para calcular el promedio se- manal de heladas	44
3.2.3. Método para calcular la evapotranspi- ración potencial	45
3.2.4. Diseño experimental	45
3.2.4.1. Parcela experimental	52
3.2.4.2. Parcela útil	52
IV. RESULTADOS	55
4.1. Días a emergencia	55
4.2. Días a floración	55
4.3. Días a cosecha	55
4.4. Rendimiento	55
4.5. Análisis de varianza	61
4.5.1. Avena	61
4.5.2. Alfalfa	63
4.5.3. Veza asociada con avena	65
4.6. Comparación de medias	67
4.6.1. Avena	67
4.6.1.1. Entre variedades	67

	página
4.6.1.2. Entre fechas de siembra ..	69
4.6.1.3. Interacción	70
4.6.2. Alfalfa	72
4.6.2.1. Entre variedades	72
4.6.2.2. Entre fechas de siembra ..	72
4.6.3. Veza asociada con avena	74
4.6.3.1. Entre fechas de siembra ..	74
4.7. Factores que incidieron en el ciclo otoño-in vierno	76
V. DISCUSION	78
VI. CONCLUSIONES	87
VII. RECOMENDACIONES	89
VIII. BIBLIOGRAFIA	90
ANEXOS	95

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS.

ANDEVA	Análisis de Varianza.
CAESP	Campo Agrícola Experimental Pabellón.
CAEVANEX	Campo Agrícola Experimental Valle de México.
CEVANEX	Centro Experimental Valle de México.
CIAN	Centro de Investigaciones Agrícolas del Norte.
E(a)	Error para parcela grande.
E(b)	Error para parcela chica.
et al	y otros.
ETP	Evapotranspiración potencial.
FAC	Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo de la Agricultura.
F1, F2, ..., F4	Fecha de siembra número uno, dos, ..., cuatro.
Fc	F calculada.
FES	Facultad de Estudios Superiores.
Ft	F tabulada.
F.V.	Fuente de variación.
G.L.	Grados de libertad.
g	Gramos.
ha	Hectárea.
HCl	Acido clorhídrico.
INEGI	Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
INIA	Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.
Kg	Kilogramo.
m ²	Metro cuadrado.

N.S.	No significativo.
P.ch.	Parcela chica.
P.G.	Parcela grande.
S.C.	Suma de cuadrados.
SPCT	Super fosfato de calcio triple.
spp	Especies.
\bar{X}	Medias.
+	Significativo.
++	Altamente significativo.
2	Varianza.
°C	Grados centigrados.
%	Por ciento.
.01	Noventa y nueve por ciento de confianza.
.05	Noventa y cinco por ciento de confianza.

INDICE DE GRAFICOS

	página
Gráfica 1. Promedio de evapotranspiración y probabilidad de precipitación y heladas, para la PES-Cuautitlán	3
Gráfica 2. Probabilidad semanal de ocurrencia de heladas y etapas fenológicas para avena .	4
Gráfica 3. Probabilidad semanal de ocurrencia de heladas y etapas fenológicas para alfalfa .	4
Gráfica 4. Probabilidad semanal de ocurrencia de heladas y etapas fenológicas para veza ..	5
Gráfica 5. Promedio semanal de ocurrencia de heladas para los meses de Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero y Marzo, para la PES-Cuautitlán	7
Gráfica 6. Probabilidad semanal de ocurrencia de heladas para los meses de Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero y Marzo, para la PES-Cuautitlán	8

Gráfica 7. Probabilidad mensual de ocurrencia de heladas para los meses de Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero y Marzo, para la FES-Cuautitlán

INDICE DE FIGURAS

	página
Figura 1.1 Estación de crecimiento normal	28
Figura 1.2 Período de crecimiento intermedio ...	29
Figura 1.3 Período de crecimiento húmedo todo el - año	29
Figura 1.4 Período de crecimiento seco todo el año	30
Figura 2. Diseño en parcela dividida para tres - variedades de avena y cuatro fechas de siembra	49
Figura 3. Diseño en parcela dividida para tres - variedades de alfalfa y cuatro fechas - de siembra	50
Figura 4. Diseño en Bloques al Azar para la aso- ciación veza-avena para cuatro fechas - de siembra	51
Figura 5.1 Parcela experimental y parcela útil pa- ra avena	53
Figura 5.2 Parcela experimental y parcela útil pa- ra alfalfa	53
Figura 5.3 Parcela experimental y parcela útil pa- ra veza-avena	54

INDICE DE TABLAS

	página
Tabla 1.1 Días a floración a partir de la siembra - para tres variedades de avena y veza en - la PES-Cuautitlán	56
Tabla 1.2 Días a cosecha a partir de la siembra pa- ra tres variedades de avena y veza en la PES-Cuautitlán	56
Tabla 2.1 Rendimiento en kg/ha para fechas de siem- bra y variedades de avena (peso fresco) .	57
Tabla 2.2 Rendimiento en kg/ha para fechas de siem- bra y variedades de alfalfa (peso fresco)	57
Tabla 2.3 Rendimiento en kg/ha por fechas de siem- bra para veza asociada con avena (peso - fresco)	58
Tabla 2.4 Rendimiento en kg/ha para fechas de siem- bra y variedades de avena (peso seco) .	59
Tabla 2.5 Rendimiento en kg/ha para fechas de siem- bra y variedades de alfalfa (peso seco)	59
Tabla 2.6 Rendimiento en kg/ha por fechas de siem- bra para veza asociada con avena (peso - seco)	60

Tabla 3.	Peso fresco de avena en g/parcela útil, - organizadas por tratamiento, parcela prin cipal y Bloques	96
Tabla 3.1	Peso seco de avena en g/parcela útil, or ganizadas por tratamiento, parcela princi pal y Bloques	97
Tabla 4.	Peso fresco de alfalfa en g/parcela útil, organizadas por tratamiento, parcela prin cipal y Bloques	98
Tabla 4.1	Peso seco de alfalfa en g/parcela útil, - organizadas por tratamiento, parcela prin cipal y Bloques	99
Tabla 5.	Peso fresco de veza asociada con avena en g/parcela útil, organizadas por tratamien tos y bloques	100
Tabla 5.1	Peso seco de veza asociada con avena en - g/parcela útil, organizadas por tratamien tos y Bloques	100
Tabla 6.	Datos de precipitación total en milímetros, de 1971 a 1986	101
Tabla 7.	Datos de evaporación total en milímetros de 1977 a 1986	102
Tabla 8.	Datos de temperatura mínima extrema en - °C, de 1975 a 1986	103

I. INTRODUCCION.

En la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, con sede en Cuautitlán Izcalli, Estado de México, se cultivan en el Centro de Producción Agropecuaria (CPA) forrajes en gran proporción, dentro de la actividad agrícola; logrando de esta forma obtener alimentos para el sostenimiento y desarrollo del ganado existente en este lugar.

En la planeación de la producción agropecuaria, es determinante saber, basándonos en la cantidad de animales que contamos, cuanto forraje debemos producir.

Esta producción debe ser diversificada para poder ofrecerle a cada especie lo más adecuado para su desarrollo y también debe ir enfocada a la utilidad y manejo que se le da al ganado.

La producción de forraje en la Facultad abarca los dos ciclos agrícolas (primavera-verano y otoño-invierno); el primero basado en el temporal y el segundo determinado principalmente por el riego.

En cada ciclo agrícola se observa una "estación de crecimiento" en la cual se nota el desarrollo de las especies.

Generalmente la "estación de crecimiento" que se maneja en todos los ámbitos, se encuentra determinada por la humedad (temporada lluviosa) y la temperatura (ausencia y presencia de heladas). Es por eso que en esta zona templada, se ubica

en el ciclo primavera-verano (gráfica 1).

También es importante observar que durante el ciclo otoño-invierno existe una producción agrícola que se auxilia con riegos y que origina otra "estación de crecimiento", la cual tiene sus propias características.

Las especies que sobreviven (denominadas de invierno), soportan bajas temperaturas gracias a mecanismos desarrollados por su manifestación genética; aunque estas bajas temperaturas cuando son severas (bajo cero grados centígrados por varias horas) tienen repercusiones en el desarrollo y rendimiento de la especie.

En este ciclo agrícola (otoño-invierno), es determinante la presencia de bajas temperaturas, que influyen en forma limitante principalmente en las primeras etapas del desarrollo de las especies, es decir, estas plantas de invierno para su desarrollo necesitan verse libres de bajas temperaturas cuando menos hasta que caigan los cotiledones en las leguminosas o hayan arraigado las gramíneas.

En este trabajo se utilizaron fechas de siembra para determinar hasta que momento se puede sembrar sin que las especies se vean muy afectadas por la presencia de bajas temperaturas, es decir, tratando de poder ofrecerle al cultivo un espacio para su desarrollo dentro de las etapas fenológicas críticas (primeras etapas) (gráfica 2,3,4).

Gráfico 1 Promedio de evapotranspiración y probabilidad de precipitación y heladas para la GES-Cuautlán

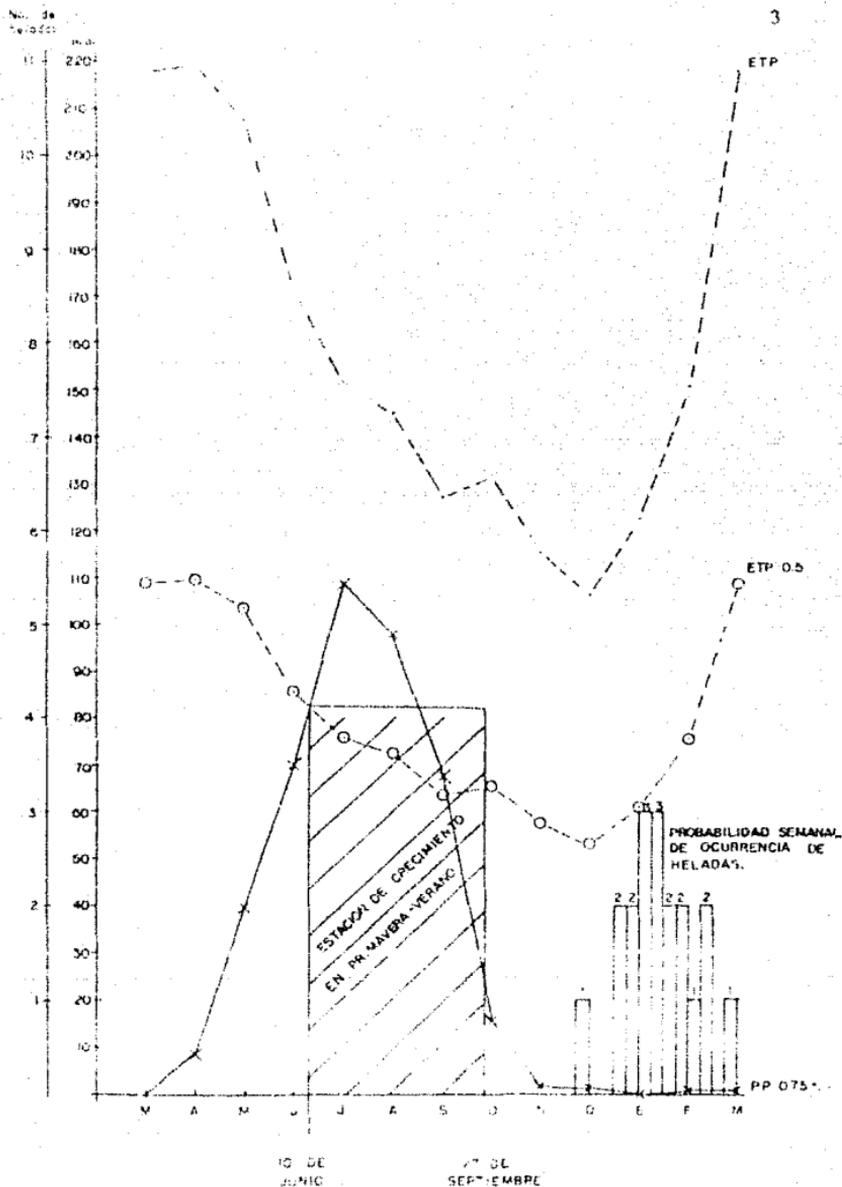


Gráfico 2

Probabilidad semanal de ocurrencia de heladas y etapas fenológicas para el cultivo de avena, en la FES-Cuautitlan.

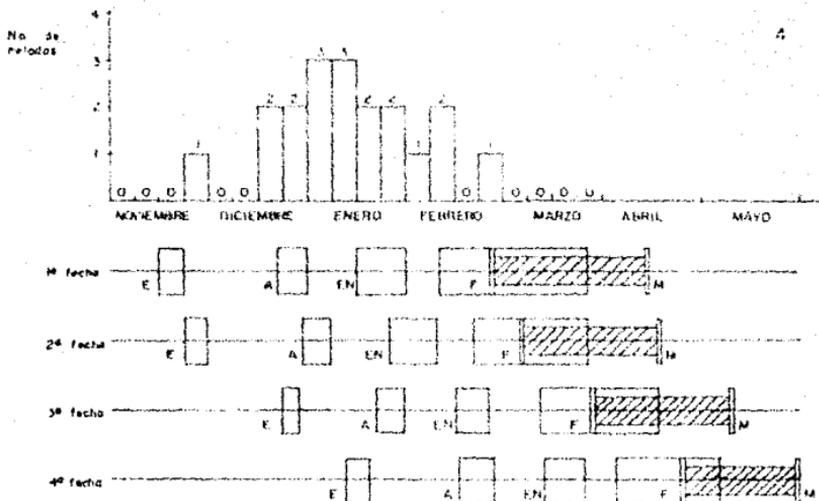
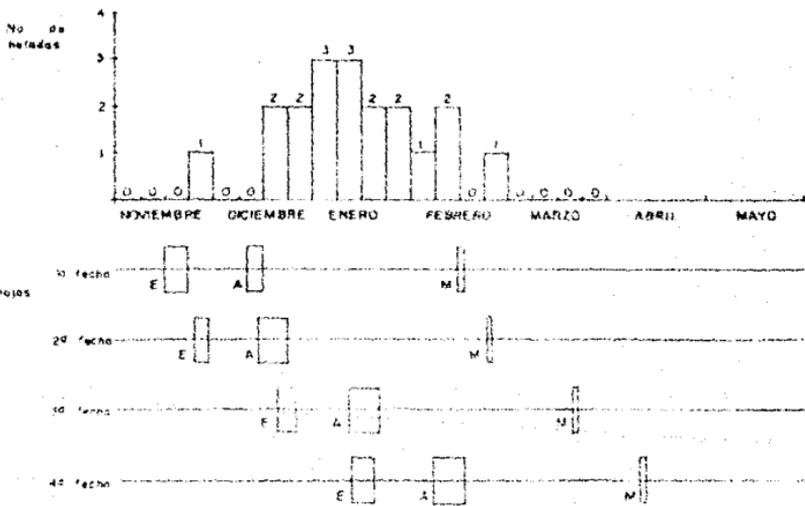
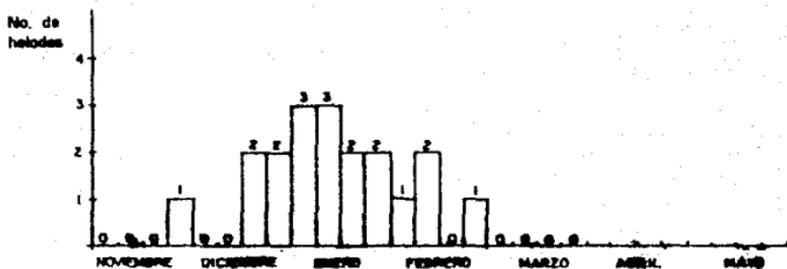


Gráfico 3

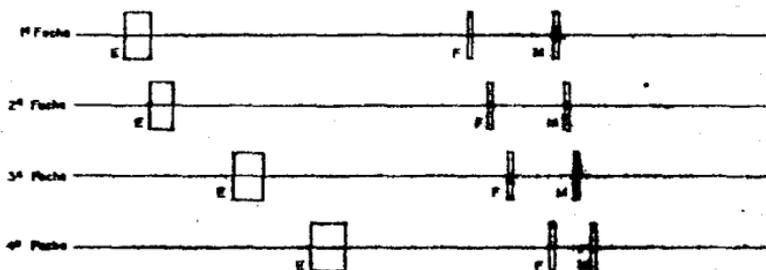
Probabilidad semanal de ocurrencia de heladas y etapas fenológicas para el cultivo de alfalfa, en la FES-Cuautitlan.



Gráfica 4 Probabilidad semanal de ocurrencia de helados y etapas fenológicas para el cultivo de veza, en la FES-Cuautitlán.



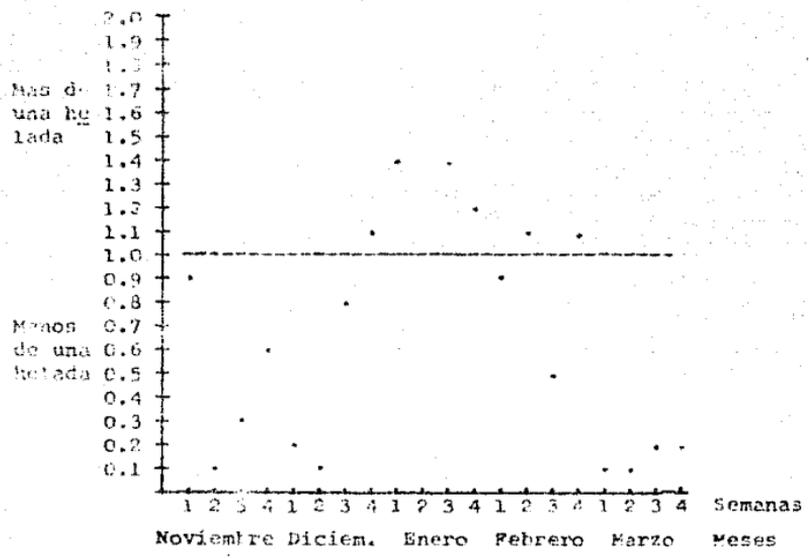
E = Emergente
F = Floración
M = Madurez



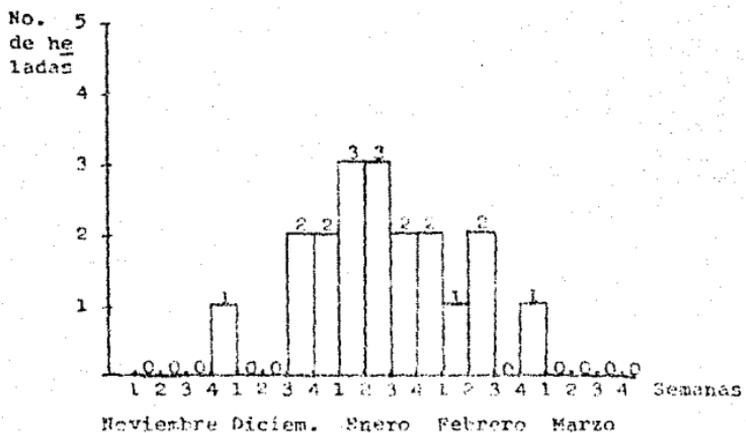
Para designar las fechas de siembra se usó el auxilio de los promedios y la probabilidad de incidencia de heladas en este lugar (gráfica 5, 6, 7).

Así, se propone el 15 de Noviembre, 23 de Noviembre, 19 de Diciembre y 11 de Enero. Es importante destacar que únicamente las dos primeras fechas son adecuadas por la baja probabilidad de presencia de heladas (gráfica 2, 3, 4) que se presentan en las primeras etapas fenológicas; y los dos siguientes se establecen en la época de incidencia de heladas, para observar dentro de la "estación de crecimiento", la respuesta de los cultivos en estas condiciones.

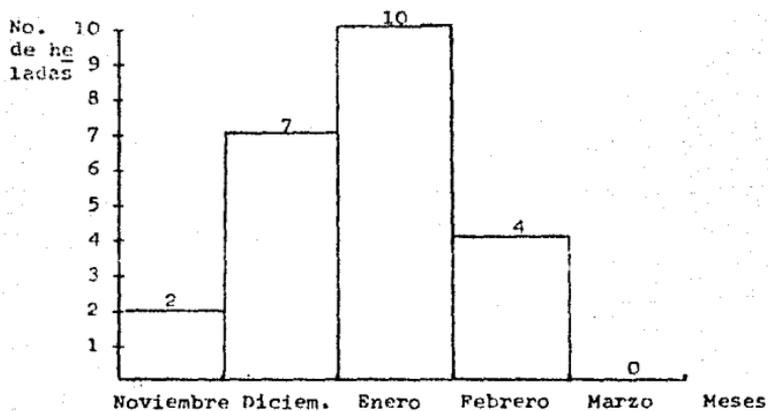
Gráfica 5. Promedio semanal de ocurrencia de heladas para los meses de Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero y Marzo, para la FES-Cuautitlán.



Gráfica 6. Probabilidad semanal de ocurrencia de heladas para los meses de Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero y Marzo, para la PES-Quaquitán.



Gráfica 7. Probabilidad mensual de ocurrencia de heladas para los meses de Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero y Marzo, para la FES-Cuautitlán.



1.1. Objetivos.

- Determinar la "estación de crecimiento" y fechas de siembra para tres especies forrajeras (alfalfa Medicago sativa L., avena Avena spp. L. y veza Vicia sativa L.) en el ciclo otoño-invierno en la FES-Cuautitlán.

- Analizar que factores afectan y determinan la "estación de crecimiento" para las tres especies forrajeras en el ciclo otoño-invierno en la FES-Cuautitlán.

- Comparar tres variedades de avena Avena spp. L. y de alfalfa Medicago sativa L., y recomendar la mejor para la FES-Cuautitlán.

- Definir la estación de crecimiento para el ciclo primavera-verano en la FES-Cuautitlán.

1.2. Hipótesis.

- En la FES-Cuautitlán, la "estación de crecimiento" para el ciclo otoño-invierno está determinada por la temperatura y el fotoperíodo.

- En las primeras fechas de siembra del ciclo otoño-invierno habrá un mejor desarrollo de las especies forrajeras a establecerse en la FES-Cuautitlán.

- En el ciclo primavera-verano, la estación de crecimiento está determinada por la precipitación pluvial y la temperatura principalmente, en la FES-Cuautitlán.

II. DESARROLLO DEL TRABAJO.

2.1. Revisión bibliográfica.

2.1.1. Localidad.

2.1.1.1. Caracterización fisiográfica.

La Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, se encuentra dentro de la Provincia del Eje Neovolcánico, en la Subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac, y se considera junto con sus alrededores un Vaso Lacustre con Lomeríos (INEGI, 1987).

Se localiza en la Cuenca del Valle de México, en las coordenadas $19^{\circ}37'$ y $19^{\circ}45'$ de Latitud Norte y entre los $99^{\circ}07'$ y $99^{\circ}14'$ de Longitud Oeste del meridiano de Greenwich, teniendo una altitud de 2400 metros (INEGI, 1987).

2.1.1.2. Suelos.

Los suelos provienen de la Edad Cenozoica y del Periodo cuaternario. Son de formación aluvial y se originaron a partir de depósitos de material ígneo derivado de las partes altas que circundan la zona (INEGI, 1987).

Es del tipo vertisol pélico, que como todos los vertisoles, desarrollan grietas de, al menos, un centímetro de anchura y 50 centímetros de profundidad durante la estación seca. Contiene un 30% o más de arcilla, la mayor parte de la cual

es del tipo montmorillonita, de manera que el suelo muestra una elevada capacidad de hinchamiento y contracción (Thompson y Frederick, 1980).

Presentan una peculiar acción de "autoengullido", por la cual, el suelo superficial cae en el interior de las grietas durante la estación seca; cuando llueve, el suelo absorbe agua por la superficie y a través de las grietas, y al hincharse el suelo tiende a deslazarse para acomodar el material que ha caído en el fondo de las grietas (Thompson y Frederick, 1980).

La mayoría de los vertisoles presentan una fertilidad elevada porque poseen alta capacidad de cambio catiónico y la acción de mezcla a que se hallan sometidos contribuye a mantener elevada la saturación de bases; sin embargo, su utilización es difícil debido a los movimientos del suelo; el elevado contenido en arcillas hace de estos suelos muy pegajosos en estado húmedo (Thompson y Frederick, 1980).

Las características físicas y químicas para este suelo de acuerdo con Alvarez y Cruz (1990) son las siguientes:

- Profundidad de 0-20 centímetros.

Estrato de textura arcillosa. Color en seco: Pardo grisáceo. Color en húmedo: Negro. pH real: Neutro. Por conductividad eléctrica: No salino. Con densidad aparente de 1.14 g/cm^3 y densidad real de 2.11 g/cm^3 . Con 46% de Espacio Poroso. Extremadamente rico en calcio, magnesio, potasio y fósforo.

Medianamente rico en nitrógeno. Rico en materia orgánica.

- Profundidad de 20-40 centímetros.

Estrato de textura franco arcillosa. Color en seco: gris oscuro. Color en húmedo: gris muy oscuro. pH real: ligeramente alcalino. Por conductividad eléctrica: no salino. Con densidad aparente de 1.04 g/cm^3 y densidad real de 2.16 g/cm^3 . Espacio poroso de 52%. Extremadamente rico en calcio, magnesio, potasio. Medianamente rico en nitrógeno. Mediano en fósforo y materia orgánica.

- Profundidad de 40-60 centímetros.

Estrato de textura arcillosa. Color en seco: gris oscuro. Color en húmedo: gris muy oscuro. pH real: medianamente alcalino. Por conductividad eléctrica: No salino. Con densidad aparente de 1.06 g/cm^3 y densidad real de 2.09 g/cm^3 . Espacio poroso de 50%. Extremadamente rico en calcio, magnesio, potasio y fósforo. Mediano en nitrógeno. Medianamente pobre en materia orgánica.

2.1.1.3. Clima.

De acuerdo con el Sistema de Toppen modificado por Enriqueta García, el clima es $C(W_0)(w)b(i')$, siendo templado, el más seco de los subhúmedos con régimen de lluvias en verano e

invierno seco (con menos del 5% de la precipitación pluvial -
 total anual) y temperatura extremosa con respecto a la osci-
 lación. La temperatura media anual es de 15.7 °C, con una osci-
 lación media mensual de 6.8 °C, siendo enero el mes más -
 frío (temperatura media de 11.5 °C) y junio el más caliente -
 (temperatura media 18.3 °C), la temperatura máxima promedio -
 es de 26.5 °C, la temperatura mínima promedio es de 2.3 °C en
 enero, y 2.9 °C en febrero, aunque se pueden presentar tempe-
 raturas bajo 0 °C durante las noches o al amanecer de estos -
 meses. La precipitación media anual es de 605 mm, siendo ju-
 lio el mes más lluvioso con 128.9 mm y febrero el más seco -
 con 3.8 mm; la probabilidad de lluvias en la zona varía de 43
 a 44% y por lo tanto es necesaria el riego. El promedio de -
 días con heladas es alto (84), empezando en el mes de octubre
 (ocasionalmente se han presentado heladas tempranas entre el
 5 y 10 de septiembre) y terminando en el mes de abril. La fre-
 cuencia de granizadas es baja y se presenta en verano. El pro-
 medio de horas frío oscila entre 800 y 820 al año (Reyna, -
 1978).

2.1.2. Cultivos.

2.1.2.1. Avena (*Avena* spp. L.)

2.1.2.1.1. Variedad Chihuahua.

Según Márquez (1985), es una variedad hermana de la Cuahtémoc, derivada de la cruzada entre AB-177 y Putman 61. Genealogía: 1-15-11C-1R-2C-AF-177 x Putman 61. Descripción: hábito juvenil sesierecto, de ciclo intermedio (de 90 a 115 días hasta la madurez), tiene una altura de 70 a 110 centímetros. Sus hojas son medianas (de 1.5 a 2.5 centímetros de ancho), glabras y con ligula. El tallo es medio grueso, amarillo. La panícula es equilateral, mediana, de 22 a 29 centímetros, requis ondulado, de 50 a 70 espiguillas, con tres granos por espiguilla. Esta variedad es susceptible a la roya del tallo y de la hoja, cenicilla. Es resistente al desgranado. Es buena productora de forraje. Márquez (comunicación personal, 1990) recomienda no sembrarla en primavera-verano por ser atacada por la roya del tallo, pero da buenos resultados en invierno en esta zona. Tiene una alta proporción de hojas a tallo y un fuerte ahijamiento.

2.1.2.1.2. Variedad Páramo.

Se derivó de una cruzada hecha en 1966 en Chapingo, México. Seleccionada en Toluca, México y Roque, Guanajuato. Genealogía AB-177-Curt x Curt-Nodaway-AF-177

I-799-GM-IR-IM-3R-CN.

Descripción: hábito juvenil semierecto, de ciclo precoz (de 85 a 110 días a la madurez fisiológica); su altura varía de 80 a 115 centímetros, sus hojas son de medianas a anchas (de 2.5 centímetros), glabras, con lígula y de color verde intenso. La panícula es equilateral, mediana a larga, de 23.8 a 29 centímetros, raquis cubierto y de 50 a 78 espiguillas, con tres granos por espiguilla. Es una variedad moderadamente susceptible a la roya del tallo y a la hoja roja; es susceptible a la roya de la hoja y a la cenicilla y moderadamente resistente al acame (Márquez, 1985).

2.1.2.1.3. Variedad Saia.

Su hábito es semierecto; de ciclo tardío, madura a los 130 días o más; presenta buen amacollamiento; la altura varía de 120 a 170 centímetros dependiendo de la condición en que se desarrolle. Sus tallos son delgados, de textura muy fina y muy frágiles; de coloración amarilla y con cinco nudos. Sus hojas son angostas, menos de 1.5 centímetros. Es resistente a las royas, susceptible a la cenicilla y al acame; moderadamente susceptible a la hoja roja y al desgranado (Sánchez, 1988).

Es la única variedad comercial en América perteneciente a la especie A. strigosa y se recomienda para forraje, ya que

es de las más rendidoras (Poelhman, 1981).

Especie diploide originaria de Brasil, introducida en 1945 y de crecimiento primaveral (Poelhman, 1981).

2.1.2.2. Alfalfa (*Medicago sativa* L.)

2.1.2.2.1. Variedad Valenciana.

Variedad bien conocida en el país por los buenos resultados obtenidos por los agricultores y ganaderos que la han sembrado. Requiere terrenos profundos, bien fertilizados, tierras limpias de malas hierbas y cultivo que proporcione buena aireación y retenga la humedad por más tiempo (Castro, 1990).

Pertenece al ecotipo mediterráneo, siendo precoz, permitiendo así obtener más de ocho cortes al año. Su resistencia a las heladas y a las enfermedades es escasa. Al intensificar se la explotación, su persistencia disminuye sensiblemente, hasta el punto de que se hace necesario levantar el cultivo - al tercer año (Pozo, 1977).

2.1.2.2.2. Variedad Moza.

De origen Estadounidense y seleccionada a partir del tipo africano, especialmente por su resistencia a los ataques - del ácaro *Terioaphis maculata* (Pozo, 1977).

Presenta cierta tolerancia a enfermedades bacteriales; - generalmente susceptible al mildiú veloso (*Peronospora trifoliorum* DBy) y al pulgón verde; muestra cierta tolerancia a enfermedades radiculares, y moderada resistencia al ataque de nemátodos (Castro, 1990).

Se observa floración temprana. No es resistente al frío. De brote erecto y rebrote muy rápido después del corte (Pozo, 1977).

2.1.2.2.3. Variedad Puebla 76.

Esta variedad se formó del ecotipo "Atlixco", el cual se adaptó a la zona alfalfera del estado de Puebla por selección natural, a través de varias décadas. Originalmente fue colectado en la región de Atlixco, en esta entidad. Es más precoz que otras variedades comerciales, lo cual permite efectuar - nueve e inclusive diez cortes anualmente. Es de crecimiento - erecto y alcanza una altura de 55 centímetros. Su grado de - susceptibilidad a enfermedades es igual al de las variedades de importación (CAEP, 1980).

2.1.2.3. Veza (*Vicia sativa* L.).

De acuerdo a Guerrero (1981), estos son algunas de sus - características: es una planta anual originaria probablemente

del Cáucaso. La raíz es bastante profunda, ramificada y provista de nudosidades en las que viven en simbiosis bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico. Los tallos son semitrepa-dores y pueden alcanzar hasta un metro de longitud. Las hojas compuestas paripinnadas, con un número de folíolos que suele oscilar entre cinco a ocho pares, terminadas en un zarcillo -ramificado. Las flores típicas de las leguminosas se encuentran distribuidas por grupos de dos a cuatro o solitarias en las axilas de las hojas. Las legumbres de cuatro a ocho centí-metros de longitud, contienen generalmente de cuatro a diez -semillas. El forraje que proporciona la veza común es de un -valor nutritivo parecido al de la alfalfa. La veza joven tie-ne como desventaja el poseer más contenido de vicina (glucósí-do que origina ácido cianhídrico con efectos tóxicos para el ganado).

2.1.3. Estación de crecimiento.

2.1.3.1. Definición.

Desde el punto de vista de supervivencia y rendimiento de las plantas de año a año, la estación de crecimiento debe considerarse como uno de los aspectos más importantes del clima (Ortiz, 1981).

Según Ortiz, 1984; Ojeda et al, 1987 (citados por Corzo, 1990), la estación de crecimiento se puede definir como "el período de tiempo durante el año en el cual existe disponibilidad de agua y además las temperaturas son favorables para el desarrollo de los cultivos."

Azvi (citado por Hinojosa, 1984) establece que 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 puede definirse según Aitken (citado por Ortiz, 1981) como el número de meses consecutivos durante el año de que se dispone para el crecimiento activo -

de las plantas, en función de la disponibilidad de agua y temperatura favorable.

Velázquez (citado por Corzo, 1990), considerando los diversos criterios de estación de crecimiento concluye que este concepto ha sido definido tomando como característica principal el elemento climático de mayor importancia en el lugar, - como temperatura umbral de desarrollo, humedad disponible y heladas, entre otros. Sin embargo, opina que es necesario que los criterios deben complementarse para obtener mayor seguridad en el buen desarrollo de los cultivos.

2.1.3.1.1. Estación de crecimiento por disponibilidad de humedad.

Según la FAO, 1981 (citado por Corzo, 1990), se entiende por estación de crecimiento el período (en días) durante el año en el cual las precipitaciones son superiores a la mitad de la evapotranspiración potencial, mas el período necesario para evapotranspirar hasta 100 mm de agua procedente de las precipitaciones excedentes y supuestamente almacenada en el perfil del suelo. Además se excluye del período 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.

2.1.3.1.2. 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 (FAO, 1981: citado por Corzo, 1990).

Ventskevich, 1961 (citado por Corzo, 1990), señala que - la resistencia de los cultivos a las heladas está en función de la fase de su desarrollo.

2.1.3.2. Etapas y tipos de estaciones de creci- - miento.

Ortiz (1984) en relación a la precipitación pluvial di- vide en cuatro etapas a la estación de crecimiento (figura - 1.1):

1. Inicio de la estación 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 (e inicio de la estación lluviosa) el momento en el cual las precipitaciones son iguales o superiores a la mitad de la evapotrans

piración potencial ($P = 0.5$ ETP), siendo las lluvias suficientes para satisfacer las exigencias hídricas de los cultivos en su fase inicial.

2. Período húmedo.

Siempre que la precipitación pluvial sea mayor que la ETP. Este período es incluido dentro de un período normal de crecimiento. Durante este lapso, no solo es posible satisfacer plenamente la demanda de evapotranspiración de las plantas con su parte aérea desarrollada completamente o al máximo sino, además, reponer el déficit de humedad del perfil del suelo.

3. Final del período lluvioso.

Cuando la precipitación pluvial llega de nuevo a ser igual a 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 claros cambios en las respuestas fisiológicas de los cultivos, además de que se ven obligados a madurar con precipitaciones iguales a 0.5 de ETP o menores.

4. Fin de la estación de crecimiento.

Se da cuando el suelo pierde la humedad almacenada durante el período de lluvias. Al definir la longitud del período

do de crecimiento hay que tener en cuenta el agua almacenada en el suelo. El período 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 perfil del suelo. Se ha propuesto un máximo de 100 mm de agua almacenada a disposición de los cultivos. En consecuencia, el final del período de crecimiento es el tiempo necesario para la evapotranspiración de esos 100 mm de agua almacenada (o menos de 100 mm si no ha habido exceso de precipitación durante el período húmedo) que se añaden a la duración de la estación de las lluvias.

Conforme a lo anterior y con base en la precipitación pluvial Ortiz (1984) clasifica cuatro tipos de estación de crecimiento:

1. Estación de crecimiento normal.

Es donde se presentan las cuatro etapas. Es característica de las regiones templadas donde se practica la agricultura de temporal (figura 1.1). Inicia cuando la precipitación es igual a 0.5 de ETP y también se le denomina a este punto inicio de las lluvias. Cuando la precipitación es mayor a la ETP se tiene un período 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 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).

2. Estación de crecimiento intermedia.

Se observa donde la precipitación pluvial es igual a 0.5 ETP, no presenta un período húmedo. Aquí la estación de crecimiento inicia cuando se establece el período de lluvias y finaliza cuando el período de lluvias termina. No existe almacenamiento de agua en el suelo. Se observa en las regiones semi-áridas del país (figura 1.2).

3. 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 período de crecimiento de 365 días. Es característica de las regiones tropicales (figura 1.3).

4. Estación de crecimiento seca.

Es donde la precipitación pluvial siempre es menor a 0.5 de ETP, dando como resultado que no exista humedad para el desarrollo de un cultivo, considerándose un período de cero días. Es característica de las zonas áridas del norte del país (figura 1.4).

2.1.3.3. "Estación de crecimiento" en otoño-in-
vierno.

En otoño-invierno existe una producción agrícola, la cual es posible gracias al riego en algunos lugares (por ejemplo FES-Cuautitlán y pueblos circunvecinos) y a la humedad residual en otros.

El crecimiento de las plantas en esta época del año origina otra "estación de crecimiento" por llamarle de alguna manera.

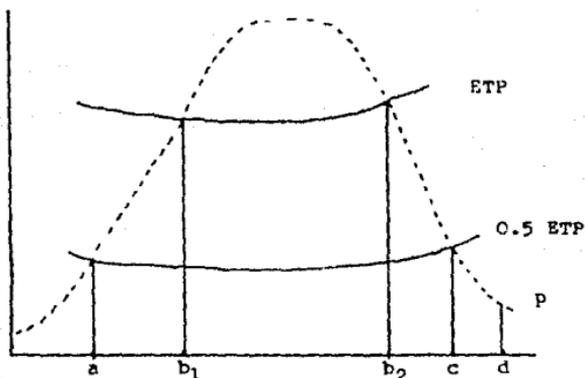
Aquí se cultivan especies de "invierno" que soportan en algunas etapas de su ciclo las bajas temperaturas y llegan finalmente a lograr la producción.

Esta otra "estación de crecimiento" estará influida por las bajas temperaturas, fotoperíodo, termoperíodo y humedad del suelo principalmente.

Como se podrá observar esta "estación de crecimiento" no se encuentra incluida en las clasificaciones anteriores y sin embargo existe y tiene una gran importancia en la Facultad y en la zona y es momento dedicado a la producción forrajera principalmente.

Figura 1. Etapas y tipos de periodos de crecimiento.

Figura 1.1 Estación de crecimiento normal.



ETAPAS DE UNA ESTACION DE CRECIMIENTO NORMAL

- a. Inicio del periodo de crecimiento y de las lluvias.
- b_1 y b_2 . Inicio y final del periodo húmedo.
- c. Terminación de la estación lluviosa.
- d. Terminación del periodo de crecimiento.
- p. Precipitación.

ETP. Evapotranspiración potencial.

Figura 1.2 Período de crecimiento intermedio.

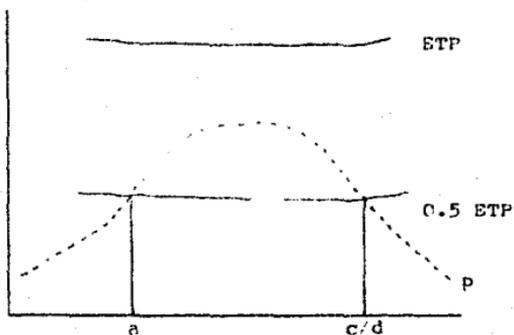


Figura 1.3 Período de crecimiento húmedo todo el año.

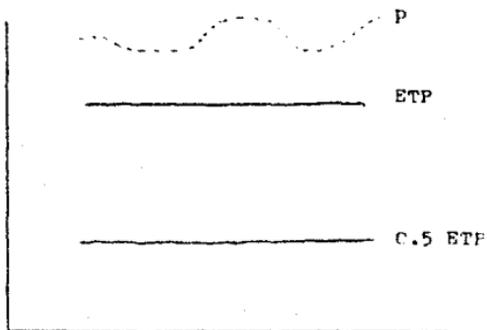
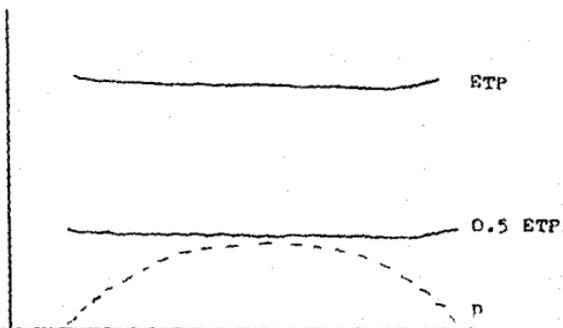


Figura 1.4 Período de crecimiento seco todo el año.



2.1.3.4. Factores determinantes.

Grassi, de acuerdo a Reed, Pendleton, Benoit, entre otros (citado por Corzo, 1990), concluyó que la estación de crecimiento para un genotipo está determinada por algún o algunos de los elementos ambientales como las heladas, la precipitación pluvial, la humedad del suelo y del aire, el fotoperíodo el termoperíodo, 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.

En cuanto a la temperatura, se puede decir que en las zonas con climas estacionales, las plantas adquieren una resistencia a la helada, esto es, la capacidad de sobrevivir a la formación de hielo en los tejidos. La resistencia al frío se va formando lentamente en otoño. La primera premisa para ello es que la planta pase a un estado de resistencia que se inicia en cuanto cesa el crecimiento. Si se ha conseguido esta preparación para la resistencia, entonces se desarrollará el proceso de resistencia. Este proceso tiene distintas fases y cada una supone la preparación para la siguiente. Según la teoría de la resistencia a la helada de I.I. Tumanov, se iniciaría en los cereales de invierno y árboles frutales por una acción de temperaturas muy cercanas al cero, que actuaran durante varios días o semanas. En esta fase previa a la resistencia, se enriquece el protoplasma en azúcares y otros materiales protectores, las células se empobrecen de agua y la va

cuola central se divide en gran número de vacuolas pequeñas. Gracias a ello queda el protoplasma preparado para la siguiente fase, que se desarrolla a lo largo de unas heladas regularmente suaves, entre -3 y -5 °C. En este momento se transforman las estructuras finas del protoplasma y sus enzimas, de modo que las células puedan soportar pérdidas de agua por formación de hielo. A partir de este momento ya pueden entrar las plantas sin ningún riesgo en la fase final del proceso de resistencia, que hace que el protoplasma pueda soportar una helada de -10 hasta -15 °C mínimo (Larcher, 1977).

La sequía es probablemente una de las tensiones más comunes que las plantas han de soportar. Se han desarrollado numerosos mecanismos para evitar la sequía. Algunas plantas anuales sobreviven en forma de semillas, otras cumplen su ciclo de vida durante un breve período después de una lluvia, otras han desarrollado modificaciones anatómicas especiales. Presumiblemente todas las plantas terrestres tienen cierto grado de resistencia a la sequía. En la mayoría de las plantas, esta es conferida aparentemente por la presencia de sustancias hidrofílicas del protoplasma, que pueden ser complejas y de alto peso molecular como las proteínas o ciertos carbohidratos. Sin embargo, tales mecanismos solamente se traducen en conservación del agua y no ayudan a proteger el citoplasma de la deshidratación. Ciertas plantas han desarrollado la capacidad para tolerar o sobrevivir ante extremos considerables de sequía, parece ser que este mecanismo está relacionado con la

capacidad del protoplasma para enlazar agua, la cual es entonces retenida con tenacidad extraordinaria por los tejidos (- Bidwell, 1979).

Del fotoperiodo se puede mencionar que es el mecanismo - que capacita a la planta a responder a la longitud del día - de manera que florece en una época del año específica, determinada por las horas de luz y los días (Bidwell, 1979), además de que regula tanto la iniciación floral como el cese del crecimiento vegetativo en algunas especies. Este factor junto con otros (luz, temperatura) sincronizan a la planta con la - estación de modo que están razonablemente programadas para - completar su ciclo vital en la estación adecuada (Westwood, - 1982). La cantidad de horas luz y horas oscuridad que las - plantas necesitan para iniciar la floración se describe en - términos del fotoperiodo y se refiere a la duración del día - (Grajales y Martínez, 1987). Las plantas fotoperiódicas son - de días largos o de días cortos: es decir, florecen cuando la noche es más corta (día largo) o más larga (día corto) que - una cierta longitud crítica. El fotoperiodo es medido por las hojas; cuando un periodo oscuro crítico o inductivo (o un número suficiente de periodos oscuros críticos) ha sido percibido, la hoja queda inducida y un estímulo floral de naturaleza desconocida se difunde o es transportado al ápice. Entonces éste se induce y florece (Bidwell, 1979).

El termoperíodo es la variación de temperaturas diurna y nocturna necesaria para permitir la realización normal de los procesos fisiológicos que conducirán a la floración de las plantas (Grajales y Martínez, 1987). Es esencialmente un requerimiento de frío que induce a las células, tanto a las del apéndice floral como a las de que de ellas se desarrollan, de modo que puedan florecer cuando son apropiadas otras condiciones (longitud del día, temperatura, madurez para floración, etc.). Muchas plantas perennes y la mayoría de las bianuales poseen este requerimiento. El estímulo puede percibirse por los tallos o las hojas de diferentes plantas. Una vez que el tejido ha sufrido el estímulo, la inducción es esencialmente permanente. Las células derivadas de células vernalizadas están ya inducidas (Pidwell, 1979).

2.1.4. Fenología de las especies.

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. El estudio de la fenología permite comprender las respuestas de los seres vivos al medio ambiente y la variación de éstos a lo largo de su período. Conocer cuales son los periodos o etapas críticas de las plantas cultivadas, permite incrementar su producción, así como ahorrar los insumos disponibles, maximizando de esta manera los beneficios (Hinojosa, 1984).

En las especies utilizadas, se trató de ofrecerles un espacio apropiado para el desarrollo en las etapas que resultan críticas en cuanto a temperatura.

Para avena, que no se presenten heladas hasta que las plántulas hayan arraigado (Robles, 1982).

Cuando las plántulas de alfalfa no cuentan por lo menos con sus cuatro a seis primeras hojas y las raíces han profundizado de cinco a ocho centímetros en el suelo, resultan gravemente sensibles a cualquier alteración de temperatura. Cuando los cotiledones están aún presentes, la plántula es susceptible de helarse y morir si la temperatura ambiental descien-

de por bajo de cero grados centígrados, durante algunas horas (Schultze y Sommerfeldt, citados por Pozo, 1977).

El límite inferior de tolerancia al frío para veza está comprendido entre -5°C y -8°C . La resistencia al frío depende también del estado de desarrollo de la planta, siendo más sensibles las plantas recién nacidas y también las ya bastante desarrolladas. La mayor resistencia corresponde al momento en que acaban de desarrollar sus primeras hojas verdaderas (Gue rrero, 1977).

Diferentes fases fenológicas de la avena (según Duthil, 1980).

Para la germinación las semillas requieren una humedad elevada, y empiezan a exteriorizar entonces la coleorriza y las raíces seminales. Por otra parte, el coleoptilo perfora la capa superficial del suelo y emite la primera hoja, produciéndose la nascencia. Esta primera hoja inicia el desarrollo de la planta. Después da origen a otras que van saliendo de manera telescópica. Tras la aparición de la cuarta hoja, van apareciendo nuevas raíces, que ya serán definitivas, y que surgen de un engrosamiento del rizoma o tallo subterráneo que une el brote inicial con la semilla. Se produce entonces el comienzo del ahijado, que constituye la fase de multiplicación vegetativa de la gramínea: aparece un primer tallo, integrado igualmente por hojas que se separan unas de otras. Después otro, etc. Cada uno de estos tallitos se comportarán co-

mo la cepa inicial, por lo que, tras haber emitido su cuarta hoja, volverán a dar, a su vez, tallos secundarios. Estos tallos secundarios podrán también engendrar tallos terciarios, etc. Posteriormente, cada uno de estos tallos puede dar origen a su inflorescencia. De momento, se trata solamente de una fase de intensa actividad multiplicadora de las hojas y raíces de la gramínea, que se afianza y ocupa el terreno.

La fase de reproducción sexual comienza más tarde, cuando la planta ha recibido suficiente calor (las gramíneas forrajeras son más exigentes que los cereales en lo que se refiere a integrales térmicas). El meristemo apical se transforma y en él aparecen unas yemitas simétricas que son los esbozos de las florecillas. Más abajo, unas zonas claras y opacas alternativamente, indican los nudos y entrenudos de la caña.

Las diversas fases de la alfalfa (según Duthil, 1980).

La germinación se verifica, por lo general, muy pronto, apareciendo al principio los cotiledones, seguidos de una primera hoja simple, a la que suceden luego las hojas normales - trifoliadas. Mientras la alfalfa no posee tres hojas normales de tres folíolos, vive a expensas de las reservas de los cotiledones. Se trata, por lo tanto, de un período crítico, en el que quizá ha de enfrentarse a algunos accidentes o enemigos.

Superado este momento en que posee tres a cuatro hojas, nace desde la base un segundo tallo, procedente de otra yema.

La planta va a vencer este primer período difícil y empieza a adquirir autonomía propia, al formársele las nudosidades en las raíces. La asimilación clorofílica comienza a jugar un papel importante, y la planta forma más hojas. No obstante, conviene notar que, durante el año de su siembra, y puesto que las sustancias nutritivas se emplean para constituir nuevos órganos vegetativos, la alfalfa no acumula reservas hasta la época de floración.

Diferentes fases para la veza.

De la germinación de la semilla, aparecen las hojas cotiledonares en primer lugar, las cuales tienen un aspecto algo succulento; posteriormente aparecen las hojas paripinnadas que son las verdaderas y le darán autonomía a la planta. Es en este momento cuando el nitrógeno fijado por el *Rhizobium* es aprovechado por la planta. La forma de enraizar se presenta como un sistema radicular pivotante más o menos fasciculado. En su etapa vegetativa el crecimiento óptimo tiene lugar a temperaturas entre 20°C y 25°C de media y resiste temperaturas hasta de -8°C. Se muestra sensible a los fenómenos de iluminación: la síntesis proteica exige que elaboren suficientes azúcares para asociarlos al nitrógeno suministrado por las bacterias. En ciertos casos el exceso de sombra o un tiempo de insolación demasiado corto pueden dañar su producción. Las mejores condiciones para la floración de la veza y su maduración son aquellas en que la temperatura media diurna oscila entre 15-20 °C.

2.2. Steps de campo.

2.2.1. Preparación del terreno.

La preparación del terreno para la siembra se realizó con maquinaria y manualmente. Se hizo una aradura y después un rastreado, posteriormente con azadón se hicieron las riegas para la alfalfa y las hileras para la avena y la asociación veza con avena.

2.2.2. Siembra.

La siembra de alfalfa se hizo al "voleo", utilizando 40 kilogramos de semilla por hectárea (CASVAMEX, 1981) para las tres variedades. En avena la siembra fue a "chorrillo", utilizándose una densidad de 90 kilogramos de semilla por hectárea (CASVAMEX, 1981) para las tres variedades. Para veza-avena la siembra se efectuó a "chorrillo" y se utilizaron 90 kilogramos de veza junto con 27 kilogramos de avena por hectárea (Muslera y Ratera, 1984; Guerrero, 1981).

2.2.2.1. Profundidad de siembra.

Para el cultivo de avena conviene sembrar a una profundidad de tres centímetros (CIAN, 1984); para alfalfa es necesaria una profundidad de seis a doce milímetros, si la profundidad es mayor disminuye el porcentaje de germinación (Mudgess et al, 1976) y para veza la profundidad de siembra va de

tres a seis centímetros (Guerrero, 1981).

2.2.3. Labores culturales.

Se hizo un deshierbe manual en la primera etapa de crecimiento y antes de la fertilización en las tres especies.

Normalmente en invierno la avena no tiene problemas con malas hierbas, sobre todo si se prepara bien el terreno (CAEVAMEX, 1981).

En general, las malas hierbas no ocasionaron problemas a las tres especies.

2.2.4. Fertilización.

Para las tres especies se emplearon los mismos fertilizantes, pero en diferentes dosis; estos fueron: urea (46%) y superfosfato de calcio triple (46%).

En avena se aplicó la fórmula 80-40-00 por hectárea (Gutiérrez, 1982). Para alfalfa se utilizó el tratamiento fertilizante 40-80-00 por hectárea (CAEVAMEX, 1981). Para veza asociada con avena 20-75-00 (Guerrero, 1981).

La fertilización de avena fue al amacollar (CIAN, 1984). La alfalfa y la veza asociada con avena se fertilizaron en su primera etapa de crecimiento.

2.2.5. Cosecha.

En invierno, la alfalfa es muy común que casi no florez-

ca, por lo que en esta época los cortes deben hacerse cuando los nuevos brotes tengan una altura de tres a cinco centímetros (CAEVAMEX, 1981). Esta condición en tiempo, se alcanza - aproximadamente a los tres meses en este lugar (Cázares, 1990 comunicación personal).

Si a la avena se le hace solo un corte, se obtiene mayor producción cuando este se efectúa en el estado lechoso-masoso del grano (CIAN, 1984).

De acuerdo con Guerrero (1981), si se consume en verde - la veza, debe segarse al iniciarse la floración, pero antes - de que comiencen a formarse las legumbres.

Cuando se trata de henificar o ensilar, el momento más - apropiado de la siega es cuando aparecen las primeras legum- bres, pero solo debe ensilarse cuando tenga cereal tutor, ya que la veza sola ensila mal, y es conveniente que pase antes algunas horas de aereo, para que pierda alguna humedad (Gue- rrero, 1981).

Si el forraje va destinado a ganado vacuno u ovino, se - debe segar antes de que aparezcan las primeras legumbres; pe- ro si se utiliza para ganado caballar o mular se puede demo- rar un poco más la siega (Guerrero, 1981).

2.2.6. Evaluación.

2.2.6.1. Días a emergencia.

Se contaron los días a partir de la siembra hasta que se

observó en el terreno aproximadamente el 50% de emergencia - en las tres especies.

2.2.6.2. Días a floración.

Se contaron los días a partir de la siembra hasta que se observó en el terreno aproximadamente el 10% de floración; es to solo se hizo para avena y para veza, ya que en invierno la alfalfa no florea.

2.2.6.3. Días a cosecha.

Se contaron los días de acuerdo a los diferentes parámetros para cada especie.

2.2.6.4. Rendimiento.

Determinándose la producción con base húmeda y posteriormente con base seca, mediante la desecación del forraje.

III. MATERIALES Y METODOS.

3.1. Materiales.

Los materiales utilizados para el diseño experimental fueron: tractor, arado de discos, arado de rejas, azadón, rastrillo, coa, pala recta, carretilla, tijeras para cosecha, manguera, cinta métrica, lazo, regla, libreta de campo.

3.2. Metodos.

3.2.1. Método de la frecuencia acumulada para la probabilidad de lluvias y heladas.

Los pasos involucrados en este método son los siguientes:

- a) Tabular los totales de lluvia por meses y años de la serie de datos de la estación meteorológica.
- b) Ordenar las observaciones del valor más grande al valor más pequeño.
- c) Asignar un número, empezando con el número 1 para el valor más grande.
- d) Calcular la frecuencia acumulada para cada observación, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$F_a = \frac{m}{N + 1} \cdot 100$$

donde:

F_a = Frecuencia acumulada

m = Número de orden

N= Número total de observaciones.

- e) Los valores de Fa así obtenidos se grafican y a partir de esta se pueden calcular probabilidades.

3.2.2. Método para calcular el promedio semanal de heladas.

Los pasos involucrados en este método son los siguientes:

- a) Se tabulan los totales de heladas por semanas y años de los meses de ocurrencia de la serie de datos de la estación meteorológica.
- b) Se dividen el número de heladas que cayeron en cada semana de todos los años, entre el número de años registrados.
- c) Calcular el promedio semanal de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Ps = \frac{i}{j}$$

Ps= Promedio semanal

i= Número de heladas de la semana requerida en todos los años del mes analizado.

j= Número total de años.

3.2.3. Método para calcular la evapotranspiración potencial.

Este método utiliza la siguiente ecuación:

$$ETP = EV (1.05)$$

donde:

ETP= Evapotranspiración potencial en mm

EV= Evaporación en mm

1.05= Factor de corrección.

3.2.4. Diseño experimental.

Fueron dos los diseños experimentales empleados, estos son: parcela dividida con arreglo en bloques al azar y bloques al azar.

Para avena y alfalfa (figura 2 y 3), se utilizó parcela dividida con arreglo en bloques al azar. Se empleó este diseño porque se manejaron dos factores, los cuales son: cuatro fechas de siembra y tres variedades (para cada cultivo). Donde la parcela grande fueron las variedades y la parcela chica las fechas de siembra, lo anterior por el hecho de que la parcela grande se estima con menos grados de libertad, ocasionando un mayor error experimental en relación a la parcela

chica que tiene más grados de libertad y menor error experimental. Esto es así porque los factores o variables de estudio no son de igual importancia, interesándonos en mayor grado las fechas de siembra.

Para veza asociada con avena se manejó el diseño de bloques al azar (figura 4.), siendo la fuente de variación las cuatro fechas de siembra.

La razón de usar bloques como fuente de variación en los dos diseños experimentales, fue la observación de una irregular pendiente la cual tendría repercusiones al realizar el riego, quedando algunos bloques con más agua que otros.

Para los dos diseños experimentales se utilizaron cuatro bloques. Existiendo para avena 48 unidades experimentales; para alfalfa 48 unidades experimentales y para veza asociada con avena, 16 unidades experimentales. Teniendo en total para las tres especies 112 unidades experimentales.

Después de haber realizado el análisis de varianza que nos permitió probar $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t = \mu$, y como en algunos casos la F_c resultó ser significativa a un nivel α (rechazo de H_0), entonces para decidir que medias son mejores se efectuó una de las pruebas de rango múltiple (PRM), llamada también comparación múltiple de medias (CMP). La prueba que

se empleó fue la de Tukey (Diferencia mínima significativa honesta) ya que es exacta y confiable, precisamente en el hecho de que cualesquiera que sea el número de medias que entran en la comparación el nivel de significancia, se mantiene constante, además de que es más reservada para dictaminar una diferencia entre tratamientos en comparación con DMS (Diferencia mínima significativa).

La prueba de comparación de medias se efectuó en avena - para peso fresco entre variedades, fechas de siembra e interacción variedades con fechas de siembra; para peso seco entre fechas de siembra e interacción. Para alfalfa se hizo esta prueba entre fechas de siembra en peso fresco y peso seco. Para veza asociada con avena, se realizó esta prueba entre - fechas de siembra para peso fresco y peso seco.

Tratamientos:

Avena	Variedad	Fecha de siembra
1	Chihuahua	15 de Noviembre
2	"	23 " "
3	"	19 " Diciembre
4	"	11 " Enero
5	Páramo	15 " Noviembre
6	"	23 " "
7	"	19 " Diciembre
8	"	11 " Enero
9	Saia	15 " Noviembre
10	"	23 " "
11	"	19 " Diciembre
12	"	11 " Enero

Alfalfa	Variedad	Fecha de siembra
1	Valenciana	15 de Noviembre
2	"	23 " "
3	"	19 " Diciembre
4	"	11 " Enero
5	Moapa	15 " Noviembre
6	"	23 " "
7	"	19 " Diciembre
8	"	11 " Enero
9	Puebla 76	15 " Noviembre
10	"	23 " "
11	"	19 " Diciembre
12	"	11 " Enero

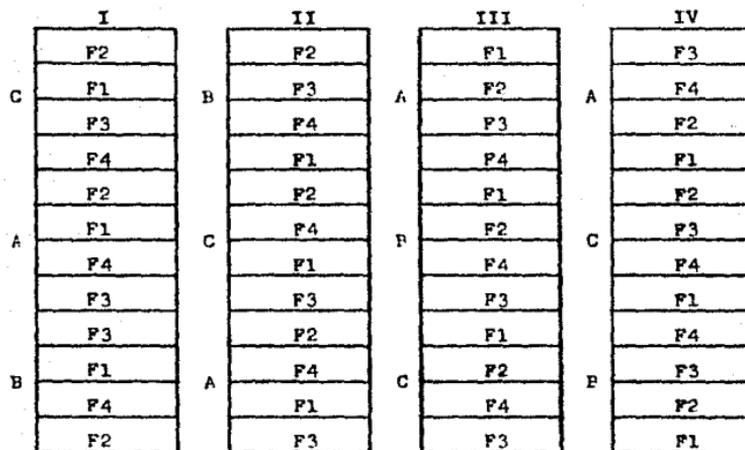
Veza-avena	Variedad	Fecha de siembra
1		15 de Noviembre
2		23 " Noviembre
3		19 " Diciembre
4		11 " Enero

Figura 2. Diseño en parcela dividida para tres variedades de avena y cuatro fechas de siembra.

I		II		III		IV	
A	F3	A	F2	C	F3	B	F2
	F4		F4		F1		F3
	F1		F1		F2		F4
	F2		F3		F4		F1
B	F1	C	F2	A	F1	C	F4
	F3		F4		F2		F3
	F4		F1		F3		F2
	F2		F3		F4		F1
C	F1	B	F2	B	F4	A	F3
	F3		F4		F2		F1
	F4		F1		F1		F4
	F2		F3		F3		F2

Parcela grande	Parcela chica	
Variedades	Fechas de siembra	Bloques
A- Chihuahua	F1- 15 Noviembre	I
B- Páramo	F2- 23 "	II
C- Saia	F3- 19 Diciembre	III
	F4- 11 Enero	IV

Figura 3. Diseño en parcela dividida para tres variedades de alfalfa y cuatro fechas de siembra.



Parcela grande

Parcela chica

Variedades

Fecha de siembra

Bloques

A- Valenciana

F1- 15 Noviembre

I

B- Moapa

F2- 23 "

II

C- Puebla 76

F3- 19 Diciembre

III

F4- 11 Enero

IV

Figura 4. Diseño en Bloques al Azar para la asociación veza-avena para cuatros fechas de siembra.

I	II	III	IV
F1	F4	F4	F3
F3	F2	F1	F2
F4	F3	F2	F1
F2	F1	F3	F4

Fechas de siembra

F1- 15 Noviembre
 F2- 23 "
 F3- 19 Diciembre
 F4- 11 Enero

Bloques

I
 II
 III
 IV

3.2.4.1. Parcela experimental

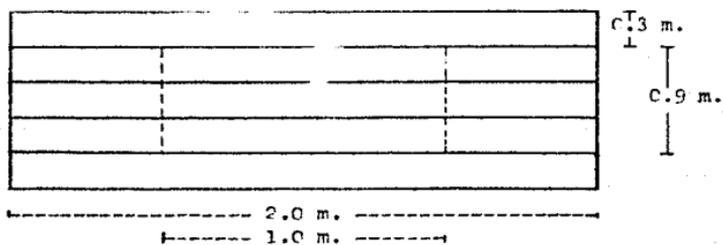
La parcela experimental comprende para avena 3.0 m^2 , con cinco hileras de 2.0 metros de largo cada una, espaciadas 0.3 metros (figura 5.1). Para alfalfa consta de 2.0 m^2 , teniendo 1.0 metro de ancho y 2.0 metros de largo (figura 5.2). Para avena-veza, igualmente consta de cinco hileras de 2.0 metros de largo, distanciadas 0.2 metros; siendo equivalente a 2.0 m^2 (figura 5.3).

3.2.4.2. Parcela útil.

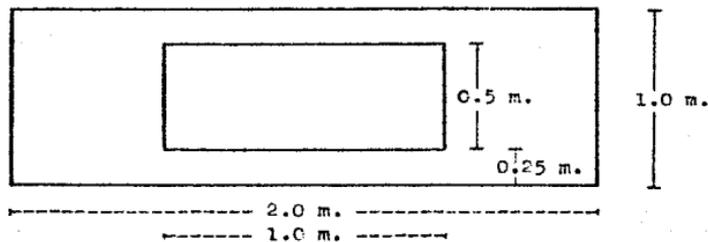
La parcela útil para avena y veza-avena, fueron las tres hileras centrales con solo 1.0 metro de largo (figura 5.1 y 5.3). Para alfalfa estuvo formada por 0.5 metros de ancho y 1.0 metro de largo (figura 5.2).

Figura 5. Parcela experimental y parcela útil para las tres especies forrajeras.

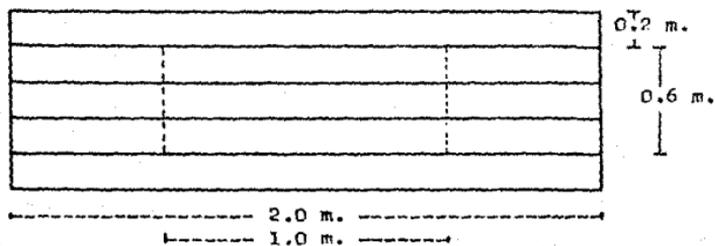
5.1 Parcela experimental y parcela útil para avena.



5.2 Parcela experimental y parcela útil para alfalfa.



5.3 Parcela experimental y parcela útil para veza-avena.



IV. RESULTADOS.

4.1. Días a emergencia.

Para las cuatro fechas de siembra, los resultados no variaron considerablemente. Para que se observara el 50% de emergencia, la alfalfa necesitó seis días, la avena siete y la veza ocho días.

4.2 Días a floración.

Los días a floración se vieron reducidos conforme progresaba la fecha de siembra, y en promedio para el 10% de floración se observó para avena Chihuahua 101 días, avena Páramo - 84 días, avena Saia 120 días y veza 88 días (tabla 1.1).

4.3. Días a cosecha.

Los días a cosecha en promedio para avena Chihuahua fueron 122, avena Páramo 99, Saia 144 y veza 109 (tabla 1.2). Para alfalfa, al igual que el parámetro anterior, éste no se contabilizó, porque se cosechó a los 90 días (tres meses).

4.4. Rendimiento.

Los rendimientos por variedades y fechas de siembra para avena, alfalfa y veza-avena, se pueden observar en la tabla 2 (2.1, 2.2 y 2.3).

Tabla 1. Días a floración y cosecha para avena y veza.

Tabla 1.1 Días a floración a partir de la siembra para tres variedades de avena y veza en la FES-Cuautitlán.

	P1	P2	P3	P4	\bar{X}
Chihuahua	105	102	100	98	101
Páramo	85	87	83	83	84
Saia	130	120	118	115	120
Veza	102	100	81	70	88

Tabla 1.2 Días a cosecha a partir de la siembra para tres variedades de avena y veza en la FES-Cuautitlán.

	P1	P2	P3	P4	\bar{X}
Chihuahua	127	122	120	120	122
Páramo	100	101	98	100	99
Saia	150	145	144	140	144
Veza	127	124	102	85	109

Tabla 2. Rendimiento de kg/ha de avena, alfalfa y veza-avena, para variedades y fechas de siembra, en FES-C (1990).

2.1 Rendimiento en kg/ha para fechas de siembra y variedades de avena (peso fresco).

Variedad	F1	F2	F3	F4	Medias
Chihuahua	35352.2	2240 .0	14000.0	9263.3	20254.4
Fáramo	34285.5	28805.5	24611.1	9680.0	24345.5
Saia	19930.0	22472.2	14166.6	12291.1	17214.4
Medias	29855.9	24559.9	17592.5	10411.5	

2.2 Rendimiento en kg/ha para fechas de siembra y variedades de alfalfa en el primer corte (peso fresco).

Variedad	F1	F2	F3	F4	Medias
Valenciana	11037.4	13323.4	6174.0	7250.0	9446.2
Moapa	11717.4	11443.0	8698.4	6025.0	8220.9
Puebla 76	11995.0	12493.0	6828.0	6975.0	9572.8
Medias	11583.3	12419.8	5566.8	6750.0	

2.3 Rendimiento en kg/ha por fechas de siembra para veza asociada con avena (peso fresco).

Fecha de siembra	Rendimiento
F1	29 916.6
F2	19 416.6
F3	17 545.0
F4	6 541.6

2.4 Rendimiento en kg/ha para fechas de siembra y variedades de avena (peso seco).

Variedad	F1	F2	F3	F4	Medias
Chihuahua	9486.7	6042.2	4083.3	2875.6	5622.2
Páramo	8916.7	8070.0	6903.3	2861.0	6687.8
Saia	6070.0	6875.6	4388.9	3736.7	5267.8
Medias	8157.8	6909.9	5125.2	3157.8	

2.5 Rendimiento en kg/ha para fechas de siembra y variedades de alfalfa en el primer corte (peso seco).

Variedad	F1	F2	F3	F4	Medias
Valenciana	2680.0	3390.0	1616.0	1840.0	2382.0
Moapa	3030.0	2936.0	1066.0	1526.0	2140.0
Puebla 76	3106.0	3180.0	1716.0	1716.0	2430.0
Medias	2938.0	3168.0	1466.0	1694.0	

2.6 Rendimiento en kg/ha por fechas de siembra para vena asociada con avena (peso seco).

Fechas de siembra	Rendimiento
F1	8 375.0
F2	5 438.3
F3	5 855.0
F4	2 166.7

4.5 Análisis de varianza.

4.5.1. Avena.

ANDEVA (peso fresco)							
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc		Ft	
Bloque	3	895517.7	298505.9	1.24	NS	9.78	.01
						4.76	.05
P.G.	2	3318621.5	1659310.7	6.92	*	10.92	.01
						5.14	.05
E(a)	6	1438626.3	239771.0				
Subtotal	11	5652765.5					
P.Ch.	3	20820676.5	6940225.5	58.6	**	4.60	.01
						2.96	.05
PG x PCh	6	4933064.7	822177.4	6.9	**	3.56	.01
E(b)	27	3197174.2	118413.9				
Total	47	34603680.9					

Si $F_c \geq F_t \Rightarrow R H_0$

Ho: Variedad 1= Variedad 2= Variedad 3

Ha: Cuando menos una variedad es diferente.

Si $F_c \geq F_t \Rightarrow R H_0$

Ho: F1= F2= F3= F4

Ha: Cuando menos una fecha de siembra es diferente.

4.5.1. Avena.

ANDEVA (peso seco)					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pt
Bloque	3	101652.1	33884.0	1.7 NS	9.78 .01 4.76 .05
P.G.	2	141632.3	70816.2	3.5 NS	10.92 .01 5.14 .05
E (a)	6	122913.6	20485.6		
Subtotal	11	366198.0			
P.Ch.	3	1400785.4	466928.5	48.9 **	4.60 .01 2.96 .05
PG x PCh	6	314205.2	52367.5	5.5 **	3.56 .01 2.46 .05
E(b)	27	258009.3	9555.9		
Total	47	2339197.9			

Si $F_c \geq F_t \Rightarrow R$ Ho

Ho: Variedad 1= Variedad 2= Variedad 3

Ha: Cuando menos una variedad es diferente.

Si $F_c \geq F_t \Rightarrow R$ Ho

Ho: F1= F2= F3= F4

Ha: Cuando menos una fecha de siembra es diferente.

4.5.2. Alfalfa.

ANDEVA (peso fresco)						
P.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
Floque	3	86591.5	28863.3	2.32 NS	9.78	.01
					4.76	.05
FG	2	44593.9	22296.4	1.79 NS	10.92	.01
					5.14	.05
E(a)	6	74516.4	2419.4			
Subtotal	11	205700.8				
P.Ch.	3	1055772.1	351924.0	25.70 **	4.60	.01
					2.96	.05
Fg x PCh	6	40784.0	6797.3	0.50 NS	3.56	.01
					2.46	.05
E(b)	27	369234.5	13675.4			
Total	47	1671491.4				

Si $F_c \geq F_t \Rightarrow R H_0$

H_0 : Variedad 1= Variedad 2= Variedad 3

H_a : Cuando menos una variedad es diferente.

Si $F_c \geq F_t \Rightarrow R H_0$

H_0 : F1= F2= F3= F4

H_a : Cuando menos una fecha de siembra es diferente.

4.5.2. Alfalfa.

ANDEVA (peso seco)							
F.V.	G.L.	S.C.	G.M.	Fc	Ft		
Eloque	3	5939.7	1979.9	2.6 NS	9.78	.01	
					4.76	.05	
P.G.	2	1935.5	967.8	1.3 NS	10.92	.01	
					5.14	.05	
E(a)	6	4575.4	762.6				
Subtotal	11	12450.6					
P.Ch.	3	66770.6	22256.9	19.7 **	4.60	.01	
					2.96	.05	
PG x PCh	6	3084.0	514.0	0.5 NS	3.56	.01	
					2.46	.05	
E(b)	27	30580.1	1132.6				
Total	47	112885.3					

Si $F_c \geq F_t \Rightarrow R H_0$

H_0 : Variedad 1= Variedad 2= Variedad 3

H_a : Cuando menos una variedad es diferente.

Si $F_c \geq F_t \Rightarrow R H_0$

H_0 : $F_1 = F_2 = F_3 = F_4$

H_a : Cuando menos una fecha de siembra es diferente.

4.5.3. Veza asociada con avena.

ANDEVA (peso fresco)							
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc		Ft	
Bloque	3	89304.7	29768.2	0.185	NS	6.42	.01
						3.63	.05
Tratamiento	3	3960127.7	1320042.5	8.200	##	6.42	.01
						3.63	.05
Error	9	1531539.0	170171.0				
Total	15	5580971.4					

Si $F_c \geq F_t \Rightarrow R H_0$

$H_0: F_1 = F_2 = F_3 = F_4$

H_a : Cuando menos existe una fecha de siembra diferente.

4.5.3. Veza asociada con avena.

ANDEVA (peso seco)						
P.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
Bloques	3	7162.5	2387.5	0.156	NS	6.42 .01 3.63 .05
Tratamientos	3	280787.5	93595.8	6.163	*	6.42 .01 3.63 .05
Error	9	136662.5	15184.7			
Total	15	417450.0				

Si $F_c \geq F_t \Rightarrow R$ Ho

Ho: $F_1 = F_2 = F_3 = F_4$

Ha: Cuando menos existe una fecha de siembra diferente.

4.6. Comparación de medias

4.6.1. Avena.

4.6.1.1. Prueba de Tukey.

Entre variedades (peso fresco).

Variedad	\bar{X}	*
Páramo	2191.1	a
Chihuahua	1822.9	a b
Saia	1549.3	b

* Letras diferentes indican significancia estadística.

4.6.1.2. Prueba de Tukey.

Entre fechas de siembra (peso fresco).

P.S.	\bar{x}	*
F1	2687.0	a
F2	2210.4	b
F3	1583.3	c
F4	937.0	d

* Letras diferentes indican significancia estadística.

4.6.1.2. Prueba de Tukey.

Entre fechas de siembra (peso seco).

P.S.	\bar{x}	a
F1	734.2	
F2	629.6	a
F3	461.3	c
F4	284.2	d

■ Letras diferentes indican significancia estadística.

4.6.1.3. Prueba de Tukey.

Interacción (peso fresco).

Tratamiento	\bar{X}	*
1	3181.7	a
5	3085.7	a b
6	2592.5	a b c
7	2215.0	b c d
10	2022.5	c d e
2	2016.2	c d e f
9	1793.7	c d e f g
11	1275.0	e f g h
3	1260.0	e f g h
12	1106.2	g h
8	871.2	h
4	833.7	h

* Letras diferentes indican significancia estadística.

4.6.1.3. Prueba de Tukey.

Interacción (peso seco).

Tratamiento	\bar{X}	*
1	853.8	a
5	802.5	a b
6	726.3	a b c
7	621.3	a b c d
10	618.8	a b c d e
9	546.3	c d e f
2	543.8	c d e f g
11	395.0	d e f g h
3	367.5	d e f g h
12	336.3	f g h
4	258.8	h
8	257.5	h

* Letras diferentes indican significancia estadística.

4.6.2. Alfalfa.

4.6.2.1. Prueba de Tukey.

Entre variedades no es necesario hacer esta prueba, porque no existen diferencias significativas entre ellas (se acepta H_0).

4.6.2.2. Prueba de Tukey.

Entre fechas de siembra (peso fresco).

P.S.	\bar{X}	α
F2	620.99	a
F1	579.16	a
F4	337.50	c
F3	278.34	c

* Letras diferentes indican significancia estadística.

4.6.2.2. Prueba de Tukey.

Entre fechas de siembra (peso seco).

P.S.	\bar{x}	*
F2	158.4	a
F1	146.9	a
F4	84.7	c
F3	73.3	c

* Letras diferentes indican significancia estadística.

4.6.3. Veza asociada con avena.

4.6.3.1. Prueba de Tukey.

Entre fechas de siembra (peso fresco).

F.S.	\bar{X}	a
F1	1795.0	a
F2	1165.0	a b
F3	1052.7	a b c
F4	392.5	b c

* Letras diferentes indican significancia estadística.

4.6.3.1. Prueba de Tukey.

Entre fechas de siembra (peso seco).

F.S.	\bar{X}	*
F1	502.5	a
F3	351.3	b
F2	326.3	a b c
F4	130.0	b c

* Letras diferentes indican significancia estadística.

4.7. Factores que incidieron en el ciclo otoño-invierno.

Entre los factores bióticos y abióticos que se presentaron en esta "estación de crecimiento", se encuentran: temperaturas bajas, fotoperíodo corto, alta humedad relativa, mildiu veloso, pulgón.

Las bajas temperaturas (tabla 8) afectaron principalmente a estos cultivos forrajeros en las primeras etapas del desarrollo (fecha tres y cuatro); aunque frenaron momentáneamente el desarrollo de las plantas, después siguieron con su crecimiento.

Estas temperaturas bajas también dañan si se presentan en la floración, ya que provocan deshidratación del polen, dando semillas vanas; pero a estos cultivos forrajeros no les afecta en mayor grado este fenómeno, porque la finalidad no es la obtención de semilla y se puede evitar este daño, adelantando el corte y hacerlo al principio de la floración.

El fotoperíodo se refiere a la cantidad de horas luz y - horas oscuridad que las plantas necesitan para iniciar la floración. En esta época del año en que los días son cortos y - las noches largas, se observó que no hay floración en la alfalfa (por ser planta de día largo). La veza, que es planta - de día corto, aunque se fue escalonando la fecha de siembra, el cese del crecimiento vegetativo fué casi simultáneo en las cuatro fechas. El fotoperíodo no afectó a la avena, y podemos decir que es no fotoperiódica, porque florece igual en cual-

quier época del año.

Cuando la humedad relativa del ambiente es elevada y el tiempo es frío, y con peligro de lluvia o niebla, son condiciones adecuadas para el desarrollo del mildiu veloso; el cual, de las tres variedades de alfalfa utilizadas, únicamente atacó a la variedad Moapa; apareciendo en el envés de las hojas atacadas, un polvillo blanco que es donde se encuentran los órganos de fructificación del hongo.

En el cultivo de avena se observó la presencia de pulgón y se pudieron distinguir tres especies: Rhopalosiphum padi L. que parasita las hojas de los cereales y es nocivo durante los períodos húmedos. Es un pulgón oscuro, con coloración rojiza a un lado de la base de los cornículos y que presenta cauda. Sitobion avenae L., llamado pulgón de la esquila, al cual se le observan patas negras, cornículos negros y al terminar el cornículo, una red oscura. Schizaphis graminum L., de color verde brillante, partenogenético, áptero y alado. Cuando es alado, la nervadura se bifurca una vez (Muñoz, 1988). Generalmente estas especies se presentan en primavera-verano, porque en invierno las heladas acaban con ellos. Se debe mencionar que no se presentaron en todo el ciclo del cultivo, sino tan solo antes de la cosecha, al salir del invierno, cuando las temperaturas fueron subiendo.

V. DISCUSION.

Para el cultivo de avena, los rendimientos en kilogramo por hectárea de los tratamientos utilizados se muestran en la tabla 2.1 y 2.4; observándose que la variedad de mayor producción fue Páramo, seguida de Chihuahua y Saia, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa en peso seco - (subcapítulo 4.5.1.).

Por comparación de medias en peso fresco las variedades Páramo y Chihuahua resultaron superiores a la variedad Saia - (subcapítulo 4.6.1.).

La variedad Chihuahua se vió afectada por pulgón en la - última etapa de su desarrollo (en F4), estando más tiempo en el terreno que la Páramo (precoz). El pulgón no fue controlado porque el corte ya estaba próximo, además de que su reproducción es muy rápida y se superponen poblaciones.

El bajo rendimiento de la variedad Saia en las cuatro fechas, se debe a que presentaba "acame" principalmente despues de una lluvia, pues el viento no afectaba en mayor grado. Esta avena se "acamaba" aunque el tallo no llegaba a quebrarse, y con los días volvía a enderezarse. Esta pudo ser una limitante para su desarrollo. Otro impedimento pudo ser que esta variedad es de crecimiento primaveral (Poehlman, 1981) y fue - establecida en otoño-invierno.

Para la variedad Saia el tiempo a cosecha de la F1 fue - 150 días (tabla 1.2), pero cuando llegó al estado lechoso-masoso, únicamente lo alcanzaron las espiguillas de la parte -

apical de la panoja, mientras que las medias y bajas estaban en estado reproductivo, y cuando estas dos pasaron al estado lechoso-masoso, la parte de arriba era grano seco. Este fenómeno se puede explicar atribuyéndosele a que en este momento hubo cierta precipitación, motivo por el cual se restringió el riego y esta agua llovida no fue suficiente para satisfacer la demanda de la etapa de llenado de grano.

Es importante mencionar que la densidad de siembra utilizada para esta variedad (Saia) fue alta (90 kg/ha), siendo la misma que la utilizada para Páramo y Chihuahua, esto es porque la semilla es más delgada y menos pesada, aumentándose de esta manera la densidad de población y originando tallos débiles susceptibles al acame.

En el rendimiento en peso fresco de avena por fecha de siembra (subcapítulo 4.6.1.2.), vemos diferencia estadísticamente significativa entre las cuatro fechas de siembra, siendo superior a todas la F1.

En los resultados para peso seco, vemos diferencia altamente significativa entre la primera, tercera y cuarta fecha. Siendo estadísticamente iguales la primera y la segunda fecha de siembra. Al principio del ensayo la tercera fecha de siembra se determinó como no aceptable para la siembra en la "etapa de crecimiento", por su gran incidencia de heladas en las primeras etapas del desarrollo de las plantas y los resultados confirman la afirmación anterior. La F4 fue inferior a todas, esto se debió a que el ciclo se acortó porque se empe-

zó a definir la estación primavera con intensos calores e insolaciones, provocando esto el pronto desarrollo del cultivo.

Para peso fresco se observó una interacción estadísticamente igual entre fechas de siembra y variedades (subcapítulo 4.6.1.3.) en los tratamientos 1,5,6 que son los de mayor rendimiento.

La variedad que más se vió favorecida en las primeras - tres fechas de siembra fue la Páramo (tratamientos 5,6,7), - pero en la cuarta fecha bajó considerablemente el rendimiento (tratamiento 8).

La avena Chihuahua se vió muy afectada por el retraso de la fecha de siembra, observándose un gran descenso al llegar a la F3 (tratamiento 3) y siendo la de menos producción la F4 (tratamiento 4) en todo el ensayo.

La avena Saia no se vió muy afectada por la fecha de siembra (en peso fresco y seco), resultando sus tratamientos (9, 10, 11) estadísticamente iguales (e), aunque su rendimiento - fue bajo y se piensa que se debe a que el desarrollo invernal no le favorece, por ser de crecimiento primaveral (Poelhman, 1981) y ser susceptible al acame.

Para la interacción entre fechas de siembra y variedades en peso seco la que resultó menos afectada por el progreso de las fechas de siembra (en las tres primeras fechas), fue nuevamente la variedad Páramo, pero en la F4 fue la más baja del ensayo (tratamiento 8).

La avena Chihuahua en la F1 fue la más alta del ensayo, bajando su rendimiento abruptamente en la F2, F3 y F4 (tratamiento 2,3,4).

En alfalfa, se observa una ligera superioridad en la variedad Fuebla 76, seguida de la Valenciana y Moapa, aunque no se encontró diferencia significativa entre ellas para peso se co y peso fresco (subcapítulo 4.6.2.1.).

La variedad Moapa se vió afectada por mildiu veloso (Pe ronospora trifoliorum DEy), atacando únicamente el follaje - sin dañar los tallos; los márgenes de las hojas se enrollan - hacia abajo cubriéndose además la parte interior de una masa de esporas de color gris, ocurriendo la defoliación prematura (Castro, 1973). Se observó que la enfermedad se vió favorecida porque en este momento se presentaron temperaturas frías y alta humedad relativa que favorece la diseminación de la enfermedad (Sheldon citado por Castro, 1973). Para controlar es ta enfermedad se recomienda adelantar los cortes y retirar in mediatamente el forraje y así se consiguen rebrotes limpios - (Pozo, 1983).

La fecha de siembra si afectó al rendimiento en peso - fresco y peso seco (subcapítulo 4.6.2.2.), observándose igual dad estadística entre F1 y F2, y también entre F3 y F4, te - niendo rendimientos muy bajos sembrando estas dos últimas fechas las cuales se vieron afectadas por heladas severas cuando aún las plantas presentaban cotiledones, bajando su pobla-

ción.

No se encuentra diferencia entre bloques, ni hay interacción entre variedades y fechas de siembra (subcapítulo 4.5.2). Esta ausencia de interacción se debe a que del mismo modo las tres variedades se vieron afectadas (desfavorablemente) al progresar la fecha de siembra, no viéndose favorecida alguna u otro. El efecto fue igual para las tres variedades, lo mismo en peso fresco y peso seco.

Para veza asociada con avena, en el Análisis de Varianza del diseño de Bloques al Azar, se encontró diferencia altamente significativa entre las fechas de siembra (subcapítulo 4.5.3.).

La F1, F2 y F3, aunque se observan diferencias en los me días, estadísticamente son iguales, siendo diferente e inferior la F4 (subcapítulo 4.6.3.1.). En esta última fecha se observó una reducción del período vegetativo, es decir, se comportó como precoz no alcanzando a manifestar su potencial genético; esto fue ocasionado por las altas temperaturas y hu medad que se presentaron a principios de la primavera. En este cultivo se observó un fenómeno apreciable en otras leguminosas (ocasionado por el fotoperíodo) que consiste en la madurez casi igual de la especie (cese del crecimiento vegetativo) aunque se vayan progresando las fechas de siembra, es decir, en las últimas fechas de siembra la veza acortó su ci-

clo, redundando esto en un pobre desarrollo de la planta. Además cuando se cortó la veza, la avena estaba en estado vegetativo y tenía poca altura, ocasionando esto una baja producción.

Se debe mencionar que la proporción utilizada de semilla en veza-avena (70-30%) no fue la adecuada, porque la avena tuvo un rápido desarrollo sombreando a la veza y no permitiendo el crecimiento adecuado o normal de esta, es decir, la veza que se desarrolló bien fue la que se sembró en la orilla de la parcela experimental, estando muy poco poblada la parcela útil de veza y la que existía tendía a crecer hacia la orilla, llegando a alcanzar hasta un metro de longitud pero con pocas hojas y vainas. La avena utilizada fue de la variedad Chihuahua que tuvo un buen "amacollamiento" (por ser poca la cantidad de semilla, se provoca el amacollamiento). En cuanto a madurez se observó que existió cierta afinidad en el tiempo al corte de las dos especies en las primeras dos fechas (tabla 1.2), existiendo diferencia en la tercera y mucha diferencia en la cuarta fecha de siembra, por la rápida madurez de la veza ocasionada por el fotoperíodo.

En cuanto a la "estación de crecimiento", se pueden definir dos: en primavera-verano y en otoño-invierno. Con base en la clasificación de Ortiz (1984) y con los datos climatológicos más cercanos para este lugar, para primavera-verano exis-

te una estación de crecimiento intermedia; que es aquella donde a través del año la precipitación (promedio mensual) no - excede a la ETP, pero si excede a la mitad de la ETP (0.5), - es decir, no tiene período húmedo (cuando termina la estación lluviosa, termina la estación de crecimiento) y la cual es típica de las zonas semi-áridas del País (figura 1).

La determinación de esta estación de crecimiento en este lugar, nos ayuda a evitarles en la medida de lo posible a - los cultivos temporaleros, los fenómenos que son adversos para su desarrollo y nos permite calcular el tiempo en el cual dispondrán de agua y temperaturas adecuadas para su desarrollo.

Como se observa en la figura 1, la estación de crecimiento en primavera verano comienza el 10 de junio y termina el - 27 de septiembre, pero se tiene que tomar con reserva el final, por la aparición de la primera helada que se presenta - con bastante probabilidad entre el 8 y 10 de septiembre; siendo la que en realidad establece el límite final de la estación de crecimiento.

Por ser clasificada como estación de crecimiento intermedia no presenta un período húmedo, pero por presentar el - suelo una textura arcillosa (del tipo montmorillonita), con - gran capacidad de almacenamiento de agua, se proponen 50 mm - como reserva de humedad del suelo, entonces la estación de - crecimiento excede un número de días a la terminación de la - estación lluviosa, tal que es suficiente para evapotranspirar

los 50 mm (en este caso se alargó 24 días después de la terminación de las lluvias, figura 1).

La "estación de crecimiento" para el ciclo otoño-invierno existe si se establecen cultivos que sean capaces de tolerar heladas en algunas fases de su ciclo vegetativo y además se rieguen, o que la humedad residual del suelo sea suficiente para sostener un cultivo de ciclo vegetativo corto hasta su madurez.

La avena y la alfalfa se desarrollaron bien mientras estuvo ausente alguna helada en las primeras etapas de su establecimiento, pero en la tercera (19 diciembre) y cuarta (11 enero) fecha de siembra, las heladas se presentaron desde el principio, no dándoles espacio para un buen desarrollo y trayendo esto como consecuencia un bajo rendimiento.

La veza se vió afectada principalmente por el fotoperíodo, viéndose reducido su ciclo biológico con el progreso en días de las fechas de siembra; especialmente desde la tercera fecha (19 diciembre), aunque las tres primeras fechas resultaron con igualdad estadística, siendo solo la última fecha la diferente.

El alto rendimiento de la asociación veza con avena en la primera fecha de siembra, puede estar relacionada a la fertilización natural de la gramínea que le aportó la leguminosa; y aunque la veza se extendió hacia afuera de la parcela útil, las raíces quedaron en su lugar y cedieron nitrógeno a la avena.

Se puede manejar como límite al establecimiento para ave-
na (peso seco) y alfalfa, el 23 de noviembre y para veza has-
ta el 19 de diciembre; pero si se observan los rendimientos -
en veza (tabla 2.3) existe una diferencia en peso fresco en-
tre la primera y la tercera fecha de 12 toneladas, pero por -
haber utilizado una prueba de comparación de medias muy es-
tricta (Tukey) se consideran estadísticamente iguales las -
tres primeras fechas.

Estos límites establecidos auxiliarán en la decisión del
establecimiento tardío de estas especies, para el logro de -
una aceptable producción que servirá para el desarrollo y man-
tenimiento del ganado de la Facultad.

VI. CONCLUSIONES.

- La "estación de crecimiento" en otoño-invierno se establece desde que se cuenta con riego y la siembra debe hacerse evitando las heladas en las primeras etapas fenológicas de los cultivos.
- La "estación de crecimiento" en otoño-invierno está determinada principalmente por las bajas temperaturas en las primeras etapas fenológicas, la humedad y el fotoperíodo para los cultivos utilizados.
- La estación de crecimiento en primavera-verano, comienza el 10 de junio y termina el 27 de septiembre, tomando con reserva el final por la aparición de la primera helada que se presenta con bastante probabilidad entre el 8 y 10 de septiembre.
- Es posible utilizar hasta la segunda fecha de siembra (23 de noviembre) para el establecimiento de especies de invierno (avena y alfalfa), sin encontrar diferencias estadísticamente significativas en este lugar.
- Se puede establecer la veza asociada con avena hasta el 19 de diciembre, ya que si se hace después, la especie tiende a acortar su ciclo a causa del fotoperíodo, trayendo como resultado un bajo rendimiento.

- La avena Saia por ser de crecimiento primaveral, no es conveniente establecerla en el ciclo otoño-invierno, además de ser muy susceptible al acame.
- La avena Páramo por ser precoz puede ser más recomendable que la Chihuahua, ya que si se presentaron rendimientos estadísticamente iguales, estuvo menos tiempo en el terreno, trayendo esto sus convenientes.
- La avena Chihuahua no debe sembrarse en fechas tardías en el ciclo otoño-invierno.
- Para las tres variedades de alfalfa no se encontró diferencia significativa, y cualesquiera que se utilicen darán iguales resultados.
- La veza en asociación con avena Chihuahua sembrada en la primera fecha (15 de noviembre) dió el más alto rendimiento comparándola con los rendimientos de avena sola.

VII. RECOMENDACIONES.

- La proporción 70-30 en por ciento de veza y avena Chihuahua no fue la adecuada, y se aconseja disminuir la cantidad de la gramínea.
- Sería conveniente hacer ensayos con bajas cantidades de semilla de avena para provocar el "amacollamiento" y evaluar su rendimiento.
- Por contar esta zona con riego, sería importante explotar el ciclo invierno-primavera, empezando la siembra en la segunda quincena de febrero.

VIII. BIBLIOGRAFIA.

- Cázares García, L.R., 1990. "entrevista Personal", Catedrático de la Asignatura Manejo y Fertilidad del Suelo en la FES-Cuautitlán. UNAM.
- Márquez, Carlos, 1990. "Entrevista Personal", Técnico Agrícola del CEVAMEX-INIFAP, en Chapingo, México.
- Alvarez R., A.I. y Ma. del Refugio C.A., 1990. Actualización de las características físicas y químicas de suelos de la FES-C. UNAM, con fines de fertilidad, Tesis (Ing. Agrícola). En elaboración, UNAM-FES-Cuautitlán.
- Bidwell, R.G.S., 1979. Fisiología vegetal, México, AGT Editor, p. 511, 546-547, 691-692.
- CAEP, 1980. Guía para la asistencia técnica agrícola, SARH - INIA-CEP, Aguascalientes, Aguascalientes, México, p. 117, 119-120, 148.
- CEVAMEX, 1981. Guía para la asistencia técnica agrícola, SARH INIA-CIAMEC, Chapingo, México, México, p. 24-42.
- Castro Acero, L., 1973. Obtención de Celaya I, var. sintética de alfalfa, tolerante al mildiu vellosa (Peronospora trifoliorum, DRY) para la región del Pajío, Escuela de Agricultura, Guadalajara, Jalisco, México, 45 h.

- Castro Acero, L., 1990. Notas de campo del Programa de Forrajes del CEVAMEX-INIFAP. Sin publicar.
- Cienfuegos Ibarra, F., 1990. Apuntes de Experimentación Agrícola, México, UNAM-PES-Cuautitlán (Ing. Agrícola), sin publicar.
- Corzo S., J.C., 1990. Determinación del potencial agroclimático en el Estado de México Tesis (Ing. Agrícola) en elaboración, UNAM-PES-Cuautitlán, p. 18-19, 23, 27, 29.
- Duthil, J., 1980. Producción de forrajes, Madrid, Ediciones - Mundi-Prensa, 3a. edición, 1a. reimpresión, traducido por J.I. de la Vega et al, p. 88-91.
- García, Enriqueta, 1976. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, Instituto de Geografía, UNAM, Dirección General de Publicaciones, P. 39-41, 47, 49.
- Grajales M., O. y Elva M.H., 1987. Apuntes de fisiología vegetal, México, UNAM-PES-Cuautitlán, Ing. Agrícola, p. 186.
- Guerrero, A., 19 . Cultivos herbáceos, Madrid, Ediciones Mundi-Prensa, 2a. edición, p. 156.

- Guerrero, A., 1981. Cultivos herbáceos extensivos, Madrid, -
Ediciones Mundi-Prensa, p. 548-550, 557-562.
- Gutierrez C., J.M., 1982. Guía para cultivar avena forrajera
en el Valle de México, Chapingo, México, SARH-INIA-CARVA
MEX, folleto para productores No. 16, p. 6-8.
- Hinojosa C., Gustavo, 1984. Fenología, México, Departamento -
de Irrigación, Universidad Autónoma Chapingo, Boletín -
técnico No. 3, p. 3-6.
- Hudges et al, 1978. Forrajes, México, Editorial C.E.C.S.A., -
2a. impresión, p. 156-157.
- INEGI, 1987. Síntesis Geográfica, Nomenclátor y Anexo Carto-
gráfico del Estado de México, México, 1a. reimpresión, -
p. 175 (Apéndice IV).
- Larcher, Walter, 1977. Ecofisiología vegetal, Barcelona, Edi-
ciones Omega, p. 239-245.
- Muñoz V., A.L., 1988. Apuntes de Control Integral, México, -
UNAM-PES-Cuautitlán (Ing. Agrícola), sin publicar.
- Muslera y Ratera, 1984. Praderas y forrajes (Producción y -
aprovechamiento), Madrid, España, Ediciones Mundi-Prensa
p. 507.

- Márquez C., L.A., 1985. Efecto de la densidad de siembra sobre el índice de cosecha de 10 variedades de avena, Tesis (Ing. Agrícola), UNAM-PES-Cuautitlán, 72 h.
- Ortiz C., J., 1981. "Inter-relaciones ambientales de los agroecosistemas y su investigación" en Agroecosistemas de México, México, Editor Efraim Hernández X., 2a. edición, - Colegio de Postgraduados, p. 280.
- Ortiz S., C., 1987. Elementos de agrometeorología cuantitativa (con aplicaciones en la República Mexicana), Chavínco México, 3a. edición, Departamento de Suelos, p. 238-242.
- Poelman, J.M., 1981. Mejoramiento genético de las cosechas, México, Editorial Limusa, 6a. reimpresión, traducido por Nicolás Sánchez, p. 151-152, 156.
- Pozo I., M. Del, 1977. La alfalfa, Madrid, España, Ediciones Mundi-Prensa, p. 103, 113, 155-156.
- Reyna, T., 1978. Características Climático-Frutícolas en Cuautitlán, Estado de México, México, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, volumen 8, p. 1-18.
- Sánchez B., G., 1988. Estudio de densidades y variedades de -avena forrajera en Juchitepec, México, Tesis (Ing. Agrícola), UNAM-PES-Cuautitlán, p. 27.

Thompson, L.M. y Frederick R.T., 1980. Los suelos y su fertilidad, España, Editorial Reverté, 4a. edición, traducido por D. Juan Puigdefábregas Tomás, p. 480.

A N E X O S

Tabla 3. Peso fresco de avena en parcela útil, organizadas por tratamiento, parcela principal y bloques.

Tratamientos		Bloques				Tratamientos	
Variedad	Trat.F.S.	I	II	III	IV	Total	Medias
Chihuahua	1 F1	2734.5	3407.5	2805	3780	12727	3181.7
	2 F2	1575.0	2000.0	2275	2215	8065	2016.2
	3 F3	1240.0	1465.0	835	1500	5040	1260.0
	4 F4	820.0	770.0	820	925	3335	833.7
		6369.5	7642.5	6735	8420	29167	1822.9
Páramo	5 F1	2725.0	3690.0	3204.5	2723.5	12343	3085.7
	6 F2	1750.0	3000.0	3560	2060	10370	2592.5
	7 F3	2125.0	2210.0	2200	2325	8860	2215.0
	8 F4	725.0	865.0	1015	880	3485	871.2
		7325.0	9765.0	9979.5	7988.5	35058	2191.1
Saia	9 F1	1835.0	1775.0	2215	1350	7175	1793.7
	10 F2	1975.0	1765.0	2725	1625	8090	2022.5
	11 F3	1300.0	1500.0	1150	1150	5100	1275.0
	12 F4	900.0	900.0	1175	1450	4425	1106.2
		6010.0	5940.0	7265	5575	24790	1549.3
Total		19704.5	23347.5	23979.5	28358.5	118901.5	

Tabla 3.1 Fesc seco de avena en g/parcela 611, organizadas por Tratamiento, parcela principal y bloques.

Variedad	Trat.	Tratamientos				Floques		Totales	Medias
		F1	I	II	III	IV			
Chihuahua	1	F1	765	920	785	945	2415	553.8	
	2	F2	775	560	570	620	2175	543.8	
	3	F3	310	440	550	495	1470	367.5	
	4	F4	240	325	300	320	1035	258.8	
			1740	2145	1850	2380	8095	506.0	
Estramo	5	F1	680	995	800	735	2910	727.5	
	6	F2	455	840	1010	600	2905	726.3	
	7	F3	635	620	640	590	2485	621.3	
	8	F4	240	250	305	335	1030	257.5	
			2010	2705	2755	2160	9630	601.9	
Saia	9	F1	535	530	700	420	2185	546.3	
	10	F2	540	580	845	510	2475	618.8	
	11	F3	365	465	370	380	1580	395.0	
	12	F4	250	220	365	450	1345	336.3	
			1690	1855	2280	1760	7580	474.1	
Total			5440	6705	6865	6300	25310		

Tabla 4. Peso fresco de alfalfa en g/parcela 3t11, organizada por tratamiento, parcela principal y bloques.

Tratamientos		Floques				Tratamientos	
Variedad	Trat. FS	I	II	III	IV	Total	Medias
Valenciana	1 F1	597.0	503.0	465.0	659.5	2207.5	551.87
	2 F2	664.5	720.0	669.8	610.4	2664.7	666.17
	3 F3	450.3	364.6	174.2	245.7	1234.8	308.70
	4 F4	415.0	170.0	350.0	515.0	1450.0	362.50
		2116.8	1757.6	1659.0	2023.6	7557.0	472.31
Moapa	5 F1	989.0	604.0	322.0	598.5	2342.5	585.67
	6 F2	493.5	583.5	621.5	590.1	2288.6	572.15
	7 F3	130.0	278.2	117.0	214.0	739.7	184.92
	8 F4	290.0	340.0	225.0	350.0	1205.0	301.25
		1802.5	1805.8	1285.7	1682.8	6576.8	411.04
Fueña 76	9 F1	467.0	825.0	539.0	568.0	2399.0	599.75
	10 F2	716.0	736.0	613.6	433.0	2498.6	624.65
	11 F3	371.8	477.4	218.7	297.7	1365.6	341.40
	12 F4	260.0	360.0	300.0	475.0	1395.0	384.75
		1814.8	2398.4	1671.3	1773.7	7658.2	478.63
Total		5734.1	5961.8	4616.0	5480.1	21792.0	

Tabla 4.1 Peso seco de alfalfa en parcelas útil, organizadas por tratamiento, parcela principal y bloques.

Tratamientos		Bloques				Tratamientos	
Variiedad	Trats.FS	I	II	III	IV	Total	Medias
Valenciana	1 F1	141	131	107	157	536	134.0
	2 F2	166	187	167	158	678	169.5
	3 F3	118	100	45	60	323	80.8
	4 F4	107	42	85	134	368	92.0
		532	460	404	509	1905	119.1
Noapa	5 F1	230	160	78	138	606	151.5
	6 F2	120	135	187	143	587	146.8
	7 F3	30	70	28	85	213	53.3
	8 F4	75	85	55	90	305	76.3
		457	450	348	456	1711	107.0
Puebla 76	9 F1	126	220	130	145	621	155.3
	10 F2	185	190	156	105	636	159.0
	11 F3	93	120	55	75	343	85.8
	12 F4	65	86	78	114	343	85.8
		469	616	419	439	1943	121.5
Total		1458	1526	1171	1404	5559	

Tabla 5. Peso fresco de veza asociada con avena en g/parcela útil, organizada por tratamientos y bloques.

Tratamientos		Bloques				Total	Medias
		I	II	III	IV		
Veza-avena	F1	2665	1450	1730	1335	7185	1795.0
	F2	1010	1670	930	1050	4660	1165.0
	F3	749	1034	1079	1349	4211	1052.7
	F4	405	390	375	400	1570	392.5
Total		4829	4544	4114	4134	17621	

Tabla 5.1 Peso seco de veza asociada con avena en g/parcela útil, organizada por tratamientos y bloques.

Tratamientos		Bloques				Total	Medias
		I	II	III	IV		
Veza-avena	F1	750	405	480	375	2010	502.5
	F2	280	470	260	295	1305	326.3
	F3	250	345	360	450	1405	351.3
	F4	150	125	110	135	520	130.0
Total		1430	1345	1210	1255	5240	

Tabla 6. Datos de precipitación total en milímetros de 1971 a 1986.

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1971	6.8	0	22.4	8.4	39.2	128.4	103.7	122.7	121.4	91.0	24.3	2.6
1972	0.4	0.2	11.4	16.0	54.0	69.8	144.5	47.3	121.6	78.7	13.0	9.4
1973	0	3.2	0	10.4	53.3	112.1	203.8	167.7	95.2	41.9	0.3	4.4
1974	0.5	10.3	6.5	14.3	31.7	171.1	177.2	65.7	174.5	9.3	2.5	0.3
1975	26.2	0.8	3.6	8.2	108.2	153.2	136.9	165.5	130.6	22.9	0	0
1976	0.1	6.8	22.7	31.8	40.0	47.1	199.1	192.5	116.7	122.0	34.3	13.4
1977	6.3	0.5	0	32.2	93.0	92.7	153.6	103.6	67.4	64.5	3.6	5.5
1978	3.2	11.2	4.0	8.5	57.5	164.8	128.5	97.8	160.6	118.9	8.6	29.3
1979	0	24.7	4.8	29.5	34.4	98.8	101.8	215.2	122.8	4.6	0.2	20.6
1980	24.3	4.1	0.8	55.4	45.9	61.3	108.8	192.9	118.7	16.2	18.5	0
1981	20.6	13.8	20.7	52.7	57.0	193.8	136.4	117.8	50.5	84.8	0	3.0
1982	0	5.0	13.7	10.6	83.4	62.1	149.8	60.4	28.8	89.5	1.1	5.7
1983	20.0	1.7	4.8	0	59.9	37.2	231.1	125.1	172.6	32.9	7.1	1.0
1984	6.3	24.6	1.7	0.7	28.2	92.2	169.8	171.4	139.2	43.0	1.3	4.6
1985	1.0	-	14.9	46.1	59.9	268.5	113.7	118.1	59.7	9.4	1.5	1.4
1986	0	1.8	0	24.0	48.0	248.9	76.1	99.1	74.9	41.8	4.9	8.2

Estación San Martín Obispo, México.
 19°57' Latitud Norte, 99°11' Longitud Oeste.
 Servicio Meteorológico Nacional.

Tabla 7. Datos de evaporación total en milímetros de 1977 a 1986.

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1977	-	-	151.9	175.5	199.5	157.4	151.1	154.5	137.0	128.7	104.9	94.9
1978	123.0	151.0	183.1	211.3	237.6	134.0	130.2	131.2	109.4	103.5	97.8	92.0
1979	121.9	117.3	203.8	186.7	200.6	182.7	165.0	136.9	115.9	164.1	120.1	91.7
1980	114.5	150.3	220.0	205.2	194.6	188.2	177.5	127.1	109.6	124.9	91.9	98.4
1981	97.8	119.7	194.7	179.8	185.8	139.4	139.3	132.2	134.0	113.8	113.9	107.5
1982	133.9	135.8	206.9	214.0	148.0	181.5	146.3	145.2	142.8	115.4	113.4	107.0
1983	110.9	169.6	270.6	306.1	242.4	209.0	145.7	146.2	117.1	129.2	113.6	109.1
1984	112.7	137.3	215.3	263.0	185.5	161.5	121.7	122.0	90.3	133.9	125.3	101.6
1985	114.1	-	202.3	154.4	207.8	141.1	117.3	141.1	129.8	130.0	118.6	96.8
1986	120.1	169.8	225.7	190.7	184.9	139.8	152.7	144.8	125.2	107.9	97.1	112.8
\bar{X}	116.5	143.8	207.4	208.6	197.6	163.4	144.6	138.1	121.1	125.1	109.8	101.1

Estación San Martín Obispo, México.

19° 37' Latitud Norte, 99° 11' Longitud Oeste.

Servicio Meteorológico Nacional.

Tabla 8. Datos de temperatura mínima extrema en °C, de 1975 a 1986

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1975	-	-	-	-	-	-	-	9.0	2.0	2.0	-3.0	-4.0
1976	-3.5	-6.5	1.5	5.5	6.0	7.0	10.0	8.5	8.5	7.0	3.5	2.0
1977	-1.0	1.5	1.0	2.0	7.0	7.0	8.0	8.5	6.0	2.5	0	-2.0
1978	-1.0	-2.5	1.0	6.0	6.0	10.0	7.5	7.5	8.0	5.0	4.0	2.0
1979	-1.0	2.0	4.0	7.0	5.5	4.0	9.0	9.0	1.0	1.0	0	1.0
1980	-2.0	-2.0	3.0	6.0	9.0	8.0	9.0	9.0	8.0	5.0	0	-3.5
1981	-3.5	0	3.0	6.0	8.0	12.0	10.0	9.0	8.0	6.0	-1.5	-0.5
1982	1.0	-1.0	1.0	6.0	6.0	4.1	7.0	7.0	4.0	3.0	-2.5	-4.0
1983	-5.0	-3.5	-1.0	3.0	7.0	8.0	9.0	9.0	8.0	5.0	3.0	0
1984	-2.0	1.5	3.0	5.0	6.0	6.0	9.0	8.0	9.0	7.0	1.0	-1.0
1985	-1.5	-	4.0	3.0	7.0	8.0	7.0	9.0	7.0	3.0	1.5	1.5
1986	-6.5	-1.5	-2.0	12.0	7.0	11.0	8.0	8.0	8.0	3.0	2.0	0.5

Estación San Martín Obispo, México.

19° 37' Latitud Norte, 99° 11' Longitud Oeste.

Servicio Meteorológico Nacional.