

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

FACULTAD DE AGRONOMIA



EVALUACION PRELIMINAR DE 30 GENOTIPOS DE  
AVENA FORRAJERA, BAJO RIESGO, EN AGUASCALIENTES.

---

**T E S I S   P R O F E S I O N A L**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

**P R E S E N T A:**

JOSE DE JESUS MURGUJA DE ANDA

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal.    1993

---

SECCION ESCOLARIDAD

EXPEDIENTE \_\_\_\_\_

NUMERO 0751/92

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

21 de Septiembre de 1992.

## C. PROFESORES:

M.C. CARLOS ALBERTO JIMENEZ GONZALEZ, DIRECTOR  
M.C. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO, ASESOR  
M.C. SALVADOR HURTADO DE LA PEÑA, ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

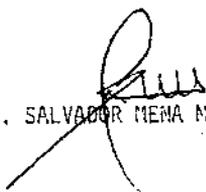
" EVALUACION PRELIMINAR DE 30 GENOTIPOS DE AVENA FORRAJERA  
BAJO RIEGO EN AGUASCALIENTES."

presentado por el (los) PASANTE (ES) JOSE DE JESUS MURGUA DE ANDA

han sido ustedes designados Director y Asesores, respectivamente, para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto, me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

A T E N T A M E N T E  
"PIENSA Y TRABAJA"  
"AÑO DEL BICENTENARIO"  
EL SECRETARIO

  
M.C. SALVADOR MENA MURGUA

mam

ryr



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección .ESCOLARIDAD...

Expediente .....

Número .....0751/92.

21 de Septiembre de 1992.

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)

JOSE DE JESUS MURGUJA DE ANDA

titulada:

" EVALUACION PRELIMINAR DE 30 GENOTIPOS DE AVENA FORRAJERA  
BAJO RIEGO EN AGUASCALIENTES."

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

M.C. CARLOS ALBERTO JIMENEZ GONZALEZ  
ASESOR

ASESOR

ASESOR

M.C. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO

M.C. SALVADOR HURTADO DE LA PERA

srd'

ryr

Al contestar este oficio cifree fecha y numero

## AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara por mi formación profesional.

Al M.C. Carlos Alberto Jiménez González: director de mi tesis por su valiosa y desinteresada ayuda para la realización del presente estudio; por su constante apoyo y facilidades brindadas, mi más sincero agradecimiento.

A mis asesores: M.C. Santiago Sánchez Preciado y M.C. Salvador Hurtado de la Peña, por su apoyo brindado, así como sus valiosas aportaciones hechas a esta tesis durante el desarrollo, revisión y corrección.

A todas aquellas personas que colaboraron de una manera u otra, a la realización del presente estudio.

## DEDICATORIA

A MIS PADRES: Juan y Teresita, quienes con su labor callada, llena de sacrificios y esfuerzos ven el final de una carrera, con una vida profesional que empieza y que para mi ha sido la mejor herencia.

A MI ESPOSA: Irma Leticia, con amor quien con su apoyo en el transcurso de nuestras vidas me ha alentado a seguir adelante.

A MI HIJA: Lo mejor que la vida me ha dado, tesoro invaluable. Ana Karen quien con su sonrisa me alienta a vencer las adversidades que se presentan en la vida e ilumina mi mundo.

A MIS HERMANOS: Teresita, Gaby, Juan Gerardo, Melis, Ma. Elena y Blanquis. Por todo lo que significan para mi.

A TODOS MIS FAMILIARES Y AMIGOS.

A MIS SUEGROS: José y Ma. de Jesús.

A MIS MAESTROS.

## CONTENIDO

	PAG.
LISTA DE CUADROS	iii
LISTA DE CUADROS EN EL APENDICE	iv
RESUMEN	v
I. INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	1
HIPOTESIS	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Situación Mundial	3
2.2 Situación Nacional	3
2.3 Situación Estatal	3
2.4 Descripción botánica	4
2.5 Origen y clasificación de la avena	4
2.6 Clasificación botánica	5
2.7 Aspectos históricos de la avena en México	5
2.8 Requerimientos del cultivo	8
2.9 Uso de la avena	9
2.10 Epoca de corte y variaciones bromatológicas	10
2.11 Métodos de mejoramiento	11
2.11.1 Objetivos del mejoramiento	13
III. MATERIALES Y METODOS	18
3.1 Características Agroclimáticas de la región experimental	18
3.1.1 Hidrología	18
3.1.2 Geología	19
3.1.3 Suelos	20
3.1.4 Uso del suelo	21

3.2	Materiales	21
3.3.	Desarrollo del experimento	23
3.3.1	Labores de cultivo	25
3.4.	Parámetros evaluados y análisis estadístico	25
3.4.1	Diseño experimental	26
IV.	RESULTADOS	28
4.1	Variable rendimiento de forraje verde	28
4.2.	Variable rendimiento de materia seca	31
V.	DISCUSION	38
VI.	CONCLUSIONES	43
VII.	BIBLIOGRAFIA	45
VIII.	APENDICE	47

## LISTA DE CUADROS

- CUADRO 1. VARIEDADES Y LINEAS EVALUADAS EN EL CICLO O.I. 91-92
- CUADRO 2. DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS EN EL CAMPO CICLO O.I.  
91-92.
- CUADRO 3. ANALISIS DE VARIANZA PARA BLOCKS AL AZAR
- CUADRO 4. ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE.
- CUADRO 5. MEDIAS DE RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE ton/ha.
- CUADRO 6. ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE MATERIA SECA.
- CUADRO 7. MEDIAS DE RENDIMIENTO DE MATERIA SECA.
- CUADRO 8. MEDIAS DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS DE RFV, RFS, IE, DC Y  
AC.
- CUADRO 9. MEDIAS DE RENDIMIENTO Y CARACTERISTICAS COMPLEMENTARIAS  
DEL TESTIGO CUAUHEMOC Y EL GRUPO DE MEJORES GENOTIPOS.

LISTA DE CUADROS EN EL APENDICE

- CUADRO 1A. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL GENOTIPOS DE AVENA EVALUADOS.
- CUADRO 2A. RENDIMIENTO ORIGINAL EN KG/PARCELA DE FORRAJE VERDE DE LOS GENOTIPOS DE AVENA, AL ESTADO LECHOSO-MASOSO.
- CUADRO 3A. RENDIMIENTO ORIGINAL EN KG/PARCELA DE MATERIA SECA DE LOS GENOTIPOS DE AVENA.
- FIGURA 1. RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE, DE LOS MEJORES GENOTIPOS EVALUADOS EN COMPARACION A CUAUHEMOC.
- FIGURA 2. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DE LOS MEJORES GENOTIPOS EVALUADOS EN COMPARACION A CUAUHEMOC.
- FIGURA 3. RENDIMIENTO DEL IE, DE LOS MEJORES GENOTIPOS EVALUADOS.
- FIGURA 4. DIAS A CORTE EN ESTADO LECHOSO-MASOSO DE LOS MEJORES GENOTIPOS EVALUADOS.
- FIGURA 5. ALTURA AL CORTE DE AVENA FORRAJE DE LOS MEJORES GENOTIPOS EVALUADOS.
- FIGURA 6. DIAS A FLORACION DE AVENA FORRAJE DE LOS MEJORES GENOTIPOS EVALUADOS.
- FIGURA 7. OBSERVACIONES CLIMATOLOGICAS DE LAS TEMPERATURAS AMBIENTE, - MAXIMA Y MINIMA DURANTE EL DESARROLLO VEGETATIVO DE LOS GENOTIPOS EVALUADOS.
- FIGURA 8. OBSERVACIONES CLIMATOLOGICAS DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES DURANTE EL DESARROLLO VEGETATIVO DE LOS GENOTIPOS EVALUADOS.

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar genotipos mejorados introducidos para tratar de aumentar los rendimientos de forraje verde y de materia seca, obtenidos actualmente con la variedad Cuauhtémoc en el estado de Aguascalientes.

La finalidad fué, lograr resultados confiables, para poder recomendar a los agricultores y ganaderos de la región, un cultivo que dada la ubicación de la zona, tipo de producción ganadera y recursos disponibles se contempla como alternativo durante el invierno.

El diseño experimental fue blocks al azar, con 30 tratamientos y 3 repeticiones, se llevó a cabo bajo condiciones de riego en el Campo Agrícola Experimental Pabellón dentro del Valle de Aguascalientes durante el ciclo O.I. 91-92.

La metodología empleada fué eficiente en la evaluación de genotipos, lo que permitió conocer con un alto grado de confiabilidad la respuesta a través de las variables estudiadas de los mejores materiales.

Entre los resultados sobresalientes podemos señalar que es posible aumentar el rendimiento de forraje verde y de materia seca, que se obtiene con siembras de la variedad Cuauhtémoc, al cambiar de genotipo como puede ser el caso de los aquí identificados que tengan ciclo biológico similar:

De acuerdo a los resultados obtenidos los dos mejores genotipos evaluados fueron el 15 y el 12, ya que estos presentan ciertas ventajas comparativas con Cuauhtémoc como fue mayor rendimiento de forraje verde y seco, lo cual presentan

características favorables y pueden ser consideradas como posibles variedades comerciales productoras de forraje. El rendimiento que presentan fue de 48.6 y 39.7 ton de forraje verde por hectárea respectivamente en tanto que Cuauhtémoc rindió 37.3 ton/ha.

## I. INTRODUCCION

El estado de Aguascalientes tiene a una de las cuencas más importantes del país y por lo tanto, la demanda de forraje durante el año es alta; entre las diferentes especies destinadas a la producción forrajera están la avena, el maíz y zacates en praderas de riego.

En 1989, la S.A.R.H. reportó una superficie cosechada en el estado de 2,949 ha cuya producción esta ligada a la explotación y constituye un auxiliar en la alimentación de bovinos, principalmente en la época de enero a mayo; en la siembra de este cereal se puede decir que el mayor porcentaje de la superficie sembrada en el estado, es con variedades mejoradas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) a finales de los años 60, como son Cuauhtémoc y Chihuahua. La producción media total obtenida bajo las condiciones de Aguascalientes, ha sido alrededor de 24 ton/ha con dichas variedades.

Con el propósito de aumentar los rendimientos mediante la introducción de materiales mejorados, se estableció el presente trabajo teniendo como objetivo:

### 1.1 Objetivo

Evaluar genotipos mejorados introducidos, para tratar de aumentar los rendimientos de forraje obtenidos con la variedad Cuauhtémoc.

### 1.2 Hipótesis

El rendimiento de forraje verde y de materia seca

obtenido con las variedades actuales puede ser superado con la siembra de nuevos materiales mejorados y con un ciclo biológico similar.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Situación Mundial

La avena *Avena Sativa L.*, ocupa el cuarto lugar dentro de los cereales más importantes del mundo; más del 80% de la superficie cultivada con avena se hace en áreas húmedas y templadas que se ubican en los 40 grados latitud Norte en Norteamérica y en los 50 grados latitud Norte en Europa y Asia, también se cultiva en los 65 grados latitud Norte en Suiza, Finlandia y Alaska al sur de los 30 grados latitud Norte en Texas (E.U.A.), México y Africa. En sudamérica, el cultivo se centra entre los 35 grados y 40 grados latitud sur. (Coffman, 1977).

### 2.2 Situación Nacional

En el ámbito nacional, se estima que la superficie sembrada con este cereal es de alrededor de 150,000 hectáreas, de las cuales, 120,000 corresponden a la región de Cuauhtémoc, Chih. 10,000 a 15,000 a la región de Valles Altos de la Mesa Central, Volcán de Toluca, Apan y Tulancingo, Hgo. y Topilejo, D.F. y 15,000 ha de riego de avena para forraje en el Edo. de Zacatecas.

### 2.3 Situación Estatal

En Aguascalientes, la superficie sembrada y cosechada con avena, durante 1989, fue de 2,949 hectáreas ya que es un cultivo que prospera mejor que la alfalfa durante el invierno; por este motivo, resulta ser una fuente importante de forraje que constituye una buen auxiliar en la alimentación del ganado lechero durante el

estiaje.

#### 2.4 Descripción Botánica

La avena es una planta anual, poseé una raíz fibrosa más larga que la cebada y el trigo, la lígula es de forma ovalada y la inflorescencia es una panoja compuesta. Los ejes secundarios son largos, sencillos y compactos, los cuales sostienen en cada uno un pequeño número de espiguillas que llevan de dos a cuatro flores, y de ellas, sólo dos son fértiles.

Las flores crecen en panículas, ya sea en forma ramificada abierta o ramificada hacia un solo lado, donde las flores y semillas resultantes son producidas en pequeños tallos sobre espiguillas que usualmente son de 20 a 100 espiguillas por panícula; cada espiguilla contiene 2 ó 3 florecillas y los frutos de las variedades superiores están fuertemente encerradas entre la lema y la palea, posee las raíces fibrosas.

La avena es una planta de reproducción autógama y se ha determinado experimentalmente que la frecuencia de la fecundación cruzada es de 0.1% a 1.5%.

#### 2.5 Origen Geográfico

Poco se sabe de la historia de la avena de la época cristiana, pero parece ser cierto que no fue un cereal de importancia como lo fue el trigo y la cebada, ya que las evidencias indican que la avena persistió como maleza por varios siglos antes de adquirir importancia como cultivo; tampoco se conoce con certeza el área exacta de su origen, pero al parecer, la avena cultivada tuvo su

centro de difusión en el Asia Menor desde donde se extendió hacia regiones favorables para su cultivo en todo el mundo.

Coffman y Tackholm et.al., (citados por Jiménez, 1984), señalaron que probablemente los granos de avena más antiguos que se conocen fueron encontrados en Egipto, asociados con restos de la décima segunda dinastía (2000 años A.C. a 1788 A.C.).

Vavilov cita los siguientes centros de origen para la avena:

- a) China. Avena nuda (avena desnuda);
- b) Región del Cercano Oriente. Avena byzantina (avena roja);
- c) Región del Mediterráneo. Avena strigosa (avena cubierta)

## 2.6 Clasificación Botánica

Reino	: Vegetal
División	: Tracheophyta
Subdivisión	: Pteropsida
Clase	: Angiosperma
Subclase	: Monocotiledónea
Orden	: Graminales
Familia	: Gramineae
Tribu	: Avenae
Género	: Avena
Especie	: Sativa

## 2.7 Aspectos Históricos de la avena en México

Se desconoce la fecha exacta de la introducción del cultivo de avena al país, creyéndose que fue traída por los colonizadores

españoles, adquiriendo importancia comercial hasta 1922, cuando la secta anabaptista de los menonitas del Canadá se establecieron en la región de Cuauhtémoc, Chih., los cuales introdujeron la primera variedad mejorada de E.U.A. llamada Burt, a la que se le conoce también como Texas, por ser ese el Estado de la Unión Americana de donde se trajo (Jiménez, 1984).

Después de esta variedad, es posible que se hayan introducido otras, las cuales son desconocidas en la actualidad.

Es hasta la década de los 40 en que la Oficina de Estudios Especiales (O.E.E.), inicia la introducción sistemática de variedades y líneas, principalmente procedentes de los E.U.A., y es hasta fines de la década de los 50 en que se conocen comercialmente algunas de estas variedades, como la AB-110, AB-117, Clintland 60 y Newton (Jiménez, 1984).

Al formarse el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) en 1960, se estimó conveniente iniciar un programa de investigación mediante el cual, se resolvieran las principales limitantes para la producción de avena. Por otra parte, en consideración con la problemática y a la necesidad de suprimir las importaciones tradicionales de este cereal, la meta principal del programa de investigación de avena fue introducir variedades comerciales que tuvieran alta capacidad de rendimiento, calidad nutritiva y forrajera, precocidad, resistencia tanto a enfermedades como al desgrane y al acame y una altura superior a un metro, puesto que la paja representa una fuente importante de forraje para la ganadería en las regiones del Norte del país.

El programa de investigación se inició con la evaluación de una colección mundial de variedades de avena, de donde se seleccionaron los mejores materiales, los cuales se adaptaron a condiciones de baja precipitación y produjeron mayor cantidad de grano de acuerdo con las características ecológicas prevaletes en el país. El método de mejoramiento que siguió a la introducción (1930-1960), fue la selección individual a principios de los 60, y en 1962 se inician las hibridaciones en México (Jiménez y Maldonado, 1983).

Las primeras hibridaciones conocidas en México se realizaron durante el verano de 1962, en el antiguo Centro de Investigaciones Básicas, con sede en el Campo del Horno en Chapingo, Méx. y como resultado de estas cruces se obtuvieron las primeras variedades mexicanas, llamadas Chihuahua y Cuauhtémoc en 1967, las cuales se derivaron de la cruz AB-177 x Putnam 61.

Cabe mencionar que la variedad Diamante R-31 surgió como la primera variedad comercial en el mundo con resistencia a la raza de roya del tallo *Puccinia graminis avenae*, denominada 6 AF O 31 que es la que prevalece en México y que apareció en el año de 1968; este acontecimiento es considerado como uno de los logros más importantes del programa de mejoramiento.

Las características generales de las variedades comerciales liberadas hasta la fecha son mayor rendimiento de grano y forraje, resistencia a tolerancia a la roya del tallo, precocidad y mejor calidad industrial, nutritiva y forrajera. El rendimiento se ha logrado aumentar desde un 40% hasta un 70% en el caso de grano y

hasta un 80% en forraje bajo riego, lo cual se ha conseguido mediante la metodología desarrollada por el programa y que esta adaptada a las condiciones ecológicas existentes en el país (Jiménez, 1978).

De todas las variedades liberadas, las que han tenido más aceptación entre los agricultores son Páramo y Diamante R-31 en la región de Cuauhtémoc, Chih., y, Huamantla y Tulancingo en los Valles Altos de la Mesa Central.

Opalo, Cuauhtémoc y Chihuahua, son las variedades más importantes para la producción de forraje verde, principalmente en siembras de riego. (Jiménez, 1984).

## 2.8 Regerimientos del cultivo

La planta de avena está mejor acondicionada para prosperar en regiones frías y húmedas aunque, para su mejor desarrollo, requiere mayor humedad que cualquiera de los otros granos pequeños; la presencia de clima caliente y seco cuando el grano se está formando, da por consecuencia un llenado pobre y un rendimiento bajo, mientras que un clima cálido y húmedo favorece el desarrollo de organismos patógenos a los cuales es susceptible la avena en particular.

Hughes H.D. (1970) dice que la elección de una variedad de avena depende principalmente del clima que prevalezca, y que las variedades que crecen más lentamente en otoño suele ser más tardías durante el invierno.

Avila, (1972) en una encuesta directa en la Comarca Lagunera,

se encontró que la variabilidad en la producción anual de avena (45 a 65 ton por ha) se ve afectada en parte por la época de siembra.

Romero (1968) afirma que la avena es más exigente en humedad del suelo que el trigo y la cebada, lo cual se debe a que la avena consume más agua que cualquier otro cereal para la síntesis de un kg de materia seca.

En el cultivo de la avena, los suelos son menos específicos que para el trigo y la cebada, se desarrolla bien en suelos muy variados pero alcanza su mayor producción en suelos limosos y aluviones; sin embargo, se logran los más altos rendimientos y se obtiene la mejor calidad del forraje cuando la avena se cultiva en suelos ricos en nitrógeno. El pH varía de 5 a 7 siendo muy sensible a la salinidad del suelo.

## 2.9 Usos de la avena

Los cereales de grano pequeño se han constituido en elementos importantes para el ganadero, en cuanto a la producción forraje se refiere; su uso como alimento para los animales de importancia zootécnica se ha extendido considerablemente, aprovechándolos tanto en pastoreo como en heno, ensilaje y forraje verde.

La avena, *Avena sativa*, L., es un cereal especialmente valioso como alimento para el ganado porque suministra alta proporción en volumen verde y tiene un contenido de proteínas verdaderamente alto. Los animales jóvenes en crecimiento, se desarrollan bien con ella y el grano es además un ingrediente importante en muchos alimentos comerciales.

De Alba (1973) indica que la avena es el cultivo más rendidor de forraje verde, y que supera, a la cebada y al trigo en 100% en siembras de octubre y noviembre, en un 30% en las siembras de mediados de diciembre y son iguales en la siembra efectuada a finales de diciembre. Los rendimientos de materia verde de avena obtenidos en las siembras de octubre y noviembre fue de 61.85 y 62.70 toneladas por hectárea, respectivamente y concluyen que la avena es el mejor cultivo forrajero de invierno, tanto por su rendimiento como por su eficiencia que fue de 550 kilogramos por hectárea diarios, en el mes de noviembre.

El heno de avena es muy apetecido por los animales de granja, mientras que, la apetencia por el trigo y la cebada de barba blandas o sin barbas, es intermedia. Los henos procedentes de cebada de barbas duras pueden causar daños serios en la mucosa bucal de los animales resultan más apetecibles para los animales de granja. Cuando son regados en fases tempranas de su maduración. Robles Sánchez (1975).

#### 2.10 Epoca de corte y variaciones bromatológicas

Las plantas varían en su composición a medida que se desarrollan, el hecho de mayor importancia práctica y de gran interés científico que salta a la vista cuando se afronta el estudio de los forrajes, es la gran variabilidad de valor nutritivo, consecuencia del diverso contenido de sustancias nutritivas digestibles, que los forrajes poseen, según el estado vegetativo en que son utilizados y la influencia de numerosos

factores ambientales climáticos, pedológicos agronómicos (Carballo 1984).

La edad de la planta afecta su valor nutritivo; la hierba demasiado tierna es un alimento fuertemente desequilibrado. El estudio analítico de la hierba muy tierna presenta un exceso de nitrógeno no protéinico con relación a las unidades energéticas de la ración proporcionada por los hidratos de carbono y la escasa proporción de celulosa no permite una buena rumia en los animales poligástricos; conforme la planta avanza en su desarrollo vegetativo, hasta alcanzar la formación de botones florales, ocurre la preponderancia de desarrollo de las hojas con relación al tallo, y por consiguiente, una mayor presencia de tejidos meristemáticos y parenquimatosos sobre el escaso desarrollo de los tejidos de función mecánica.

A medida que se acerca la floración, el tallo crece rápidamente, robusteciéndose debido al endurecimiento de los tejidos mecánicos ricos en celulosa. La síntesis de carbohidratos de las semillas, aparecen los efectos progresivos de lignificación de la fibra, cada vez mayores en direcciones a la base del tallo. Aumenta la proporción de lignina, parte no digestible de todos los demás nutrientes. (Carballo, 1984).

## 2.11 Métodos de mejoramiento genético

Cuando se desarrolla un programa de mejoramiento genético, es indispensable seleccionar de todo el material disponible aquel que tenga las características que se tratan de obtener.

Un mejorador de plantas, puede seleccionar de acuerdo a la expresión fenotípica de plantas individuales o de granos, pero independientemente de cual sea el método de mejoramiento que utilice, elegirá de acuerdo a las características deseables de la planta como son el rendimiento, adaptabilidad, resistencia a plagas y/o enfermedades, calidad industrial y/o nutritiva, adaptación a cosecha mecanizada, etc., ó bien, por índices de cosecha, índices de eficiencia o cualquier otro parámetro agronómico o fisiológico.

Uno de los principales aspectos en el mejoramiento de los cereales, es la identificación de genotipos superiores en poblaciones segregantes ya que puede ocurrir que se realice un gran número de hibridaciones y al finalizar el proceso de selección, se llegue con pocas o ninguna línea que tenga los atributos para ser una variedad comercial. Para prevenir esta situación, Allard (1978), señaló que es conveniente hacer una evaluación visual rápida cuando se tiene un gran número de individuos en generaciones segregantes.

La efectividad de la selección en generaciones tempranas, se considera que depende en principio del tipo de acción génica involucrado en la expresión de un carácter; muchos investigadores coinciden en que los caracteres de herencia simple o cualitativa, se pueden seleccionar con efectividad en generaciones tempranas; sin embargo, para caracteres de herencia cuantitativa, en especial rendimiento de grano, existe controversia de cómo y cuándo se debe efectuar la selección en las primeras generaciones (Ortiz, 1981).

Briggs et.al., (1978), señalaron que el principal factor que influye en la validez o efectividad de la selección en generaciones tempranas, es la naturaleza genética de un carácter y su sensibilidad al medio ambiente que lo rodea.

Márquez (1974), señaló que la interacción genotipo ambiente a través de varios ciclos, es un aspecto muy importante que se debe considerar en los programas de mejoramiento ya que un genotipo que resultó sobresaliente en un ciclo de selección es probable que no lo sea al siguiente en el que las condiciones son diferentes y es posible que los genotipos sobresalientes en esas nuevas condiciones ambientales hayan sido eliminados en el ciclo anterior.

#### 2.11.1 Objetivos del mejoramiento

La meta que persigue la mayoría de los mejoradores de plantas, es un incremento en el rendimiento; algunas veces esto se ha podido llevar a cabo no sólo con mejoras específicas, como la resistencia a enfermedades, sino mediante la obtención de variedades básicamente más productivas, como resultado de una eficiencia fisiológica generalmente mayor.

En general, si un fitomejorador está interesado en rendimiento, seguira midiendo el rendimiento en sí, en vez de los diferentes componentes ya que el uso de ellos en la actualidad, no se puede considerar un acercamiento exitoso pues necesitamos conocer más a fondo las bases fisiológicas del rendimiento y su control genético. Esto no sólo se aplica al rendimiento y sus componentes, sino también a todos los caracteres genéticos

complejos (componentes de estabilidad, de madurez, de resistencia al stress, etc.) que son importantes en el mejoramiento de los cultivos (Kleese y Duvich, 1980).

Dentro de los logros de la mejora genética, esta la obtención de variedades mejoradas para nuevas zonas de cultivo, mejora de ciertos caracteres agronómicos, resistencia a las plagas y enfermedades y avances que mejoran a la calidad del producto, entre otros (Allard, 1978). Todo esto es el resultado de la manipulación de los factores que aparecen en la Figura 2 del Apéndice, en la que se observan marcados con (\*) los procesos que se trata de maximizar y con (-) los que pretenden reducir por medio de mejoramiento genético.

Para conseguir su(s) objetivo(s), los fitomejoradores utilizan cualquiera de los métodos señalados en la Figura 3 del Apéndice.

#### 2.11.2 Rendimiento de forraje y componentes del rendimiento

Estudios que se han realizado en diferentes cereales con relación a rendimiento de forraje y componentes de rendimiento se describen a continuación.

En vista de la gran diversidad de productos de las plantas, está claro que el rendimiento asume diferentes significados para los distintos tipos de cultivo; además de que varios procesos fisiológicos están involucrados en la producción de los frutos y no sólo eso, sino que dentro del mismo tipo de plantas, el rendimiento final es el resultado de muchos procesos, cada uno haciendo una contribución específica.

Es posible pensar en el rendimiento no como una medida

estadística de productividad de la planta, sino como el resultado final del número de componentes constituyentes e interrelacionados, cada uno determinado por su propio conjunto de factores controladores (Wallace et. al., 1972).

El rendimiento en cereales, es el producto de dos componentes principales: el número de granos por unidad de área y el peso de grano; de éstos, el peso de grano es el más estable y el número de granos por unidad de superficie es la determinante del rendimiento mayor, ya que está influenciada por el número de inflorescencias, el número de espiguillas y la proporción de florecillas que llegan a formar el grano (Evans y Wardlaw, 1976).

Cuando las condiciones de desarrollo sean favorables durante todo el ciclo vegetativo, se obtendrán rendimientos de grano altos en aquellas variedades que tengan capacidad intrínseca para almacenar cantidades considerables de materias alimenticias en el grano. La tasa de llenado de grano y la longitud de este período son etapas fisiológicas de vital importancia para la determinación del rendimiento en los cereales (Gallagher y Bryan, 1978).

Para conseguir rendimientos altos, las variedades deben tener otras características adicionales como la resistencia a las royas, paja fuerte para evitar el acame, resistencia al frío (cuando se trate de variedades de invierno) y madurez adecuada al área geográfica en donde se va a sembrar, para evitar pérdidas de rendimiento debidas a condiciones desfavorables para el cultivo. La tarea del fitomejorador es obtener una variedad que reúna todas estas cualidades y que además mantenga un rendimiento alto tanto en

ciclos de cultivo favorables como desfavorables (Poehlman, 1979).

Keitt y Tarbox (1912) al estudiar diferentes estados de desarrollo, encontraron que el incremento en el total de materia seca fue rápido durante los últimos días de la madurez de las plantas. El contenido de humedad fue alto y variable durante el estado de floración, aunque disminuyó rápidamente al comenzar el estado de grano lechoso; posteriormente permaneció constante, hasta el estado en que las espiguillas comenzaron el fenómeno giratorio.

Nicholson (1957), estudió una línea de avena durante tres años y consideró diferentes estados de desarrollo del grano entre el estado lechoso y la madurez; los resultados mostraron que la curva del crecimiento disminuía dentro de distintas fases del desarrollo, ocurriendo pérdidas de materia seca, en términos de estados de madurez, varió año con año.

Smith (1960), trabajó con la variedad de avena Clintland durante tres años y encontró que el rendimiento de materia seca aumentaba hasta el momento en que la semilla estaba cerca de la madurez, pero después de ese momento, el rendimiento de materia seca disminuyó.

Gardner y Wiggans (1960), sembraron las variedades de avena Clintland y Mo. 0-25 e hicieron cortes simples cuando las plantas tenían 4,5 y 7 hojas; los rendimientos medios de forraje seco de éstos cortes simples, fueron 100, 300 y 2,600 libras por acre, respectivamente. Cortes posteriores, incrementaron el rendimiento de forraje, comparados con los cortes simples en los estados de 4 y 5 hojas; los efectos del corte estuvieron muy relacionados con la

posición y desarrollo de la yema apical.

Contando después del estado de cinco hojas, el primordio floral fue dañado, mientras que cortando en éste o antes de dicho estado, no se produjo ningún daño. Después de realizar estudios similares, Gardner y Wiggans (1961).

Burgess et al, (1972), después de cortar muestras de forraje de avena en cuatro estados de desarrollo diferentes y sacarlas con calor artificial hasta aproximadamente el 90% de materia seca, encontraron que el rendimiento de forraje se incrementó significativamente del estado de hoja bandera al estado de grano lechoso, sin embargo no encontraron ningún incremento apreciable del estado lechoso al estado de semilla dura.

Sotola (1973), estudió las propiedades químicas de varias plantas de cereales y dos leguminosas, pero solamente en los estados muy tardíos de desarrollo de la planta (lechoso a madurez).

Encontró que en los primeros estados de desarrollo estudiados, el contenido de materia seca de los cereales fue prácticamente idéntica con las leguminosas.

Las plantas jóvenes, con base en materia seca, fueron más ricas en calcio y fósforo que las mismas plantas en madurez; en todo momento, las plantas de cereales en el estado lechoso tuvieron más concentración de proteína y menor en extracto libre de nitrógeno que en la madurez.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Características Agroclimáticas de la Región

Se consideran dos grandes regiones geoeconómicas; la región Montañosa Occidental que comprende la mitad poniente del estado y la Región de la Planicie Oriental que abarca la porción oriente de la entidad.

Dentro de la Región Montañosa Occidental se consideran tres subregiones por su ecología las cuales son: La Norte, La Sur y la del Valle de Calvillo. Por su parte, la Oriental se divide también en tres subregiones las cuales son: El Valle de Aguascalientes-Chicalote, La Noreste y El LLano.

##### 3.1.1 Hidrología

El ciclo hidrológico en la región Planicie Oriental del estado, se representa como sigue: del total de lluvia el 5% escurre superficialmente, el 80% se evapotranspira y el 15% se infiltra en el subsuelo; a su vez, en la región Montañosa Occidental el 8% escurre, el 85% se evapotranspira y el 7% se infiltra.

La red hidrológica del estado tiene como ejes principales a los rios Aguascalientes y Calvillo, los cuales pertenecen a la subcuenca del Río Verde y Juchipila, respectivamente. Estos últimos, a su vez, forman parte de la cuenca del Río Santiago de la vertiente del Oceano Pacífico.

Dentro del estado se encuentran diseminados gran número de vasos de almacenamiento cuya capacidad alcanza los 457 millones de

m<sup>3</sup>. El conjunto de presas almacenan anualmente 156 millones de m<sup>3</sup>, volúmen con el que se riegan alrededor de 21,000 ha; además, existen aproximadamente 25 aprovechamientos directos, utilizando un volúmen de 3.8 millones de m<sup>3</sup>, con lo que se riegan 480 ha.

Los principales acuíferos conocidos y explotados del estado son el del Valle de Aguascalientes-Chicalote (incluyendo El Llano) y el del Valle de Calvillo. Las profundidades de los niveles freáticos varían entre 10 y 110 m. En general, el agua de los acuíferos es del tipo bicarbonatada sódica con concentraciones de sales entre 576 y 895 ppm.

Para 1979 había 1,430 pozos profundos en operación los cuales extraían 335 millones de m<sup>3</sup> anuales, irrigando una superficie de 30,000 ha.

### 3.1.2 Geología

Los suelos del Valle de Aguascalientes son de origen tectónico y erosivo, el Valle de Chicalote tiene un origen erosivo fluvial, El Valle de Calvillo debe su origen al fallamiento de sus partes oriental y occidental, formando una fosa tectónica profundizada por un proceso erosivo de sus rocas volcánicas. Estos Valles, por ser áreas bajas y estar integrados por elásticos permeables, son capaces de contener los principales acuíferos subterráneos del estado.

El Llano, se originó a través de un largo proceso erosivo de montañas riolíticas que actualmente se encuentran semi sepultadas y se localizan en su parte norcentral, oriental y suroeste. La

subregión Noreste del estado comprende la sierrita de Tepezalá y ésta formada por rocas marinas intensamente plegadas y fracturadas. La Región Montañosa Occidental es de Origen volcánico y está formado por riolitas fluidal impermeable.

### 3.1.3 Clima

De acuerdo con la clasificación de Koopen, modificada por García, los climas dominantes de la región son del tipo estepario y semidesértico (Bs) correspondiendo a éste el 85% del estado y el templado subhúmedo (Ow) con 15% de la superficie, ambos con oscilación anual de las temperaturas medias mensuales entre 7 y 14°C, es decir extremosos (e).

La temperatura media anual en el estado es de 16.7°C, la media anual máxima es de 20.2°C y la media anual mínima de 13.2 °C; la temperatura máxima diaria registrada ha sido de 44° C y la mínima de -10°C. El promedio de días con heladas es de 25 anuales presentándose de fines de septiembre a fines de marzo.

La precipitación pluvial media anual en el estado es de 544 mm, siendo superior en la región montañosa occidental (605 mm), e inferior en la planicie oriental (491 mm). La precipitación mensual máxima registrada ha sido de 337.5 mm y la máxima en 24 hr ha sido de 120 mm. El promedio anual de días con granizo es de 1 y la temporada de lluvias se presenta durante el verano; el 75% de las lluvias se presentan en verano, en los meses de junio a septiembre.

La evaporación potencial media anual en el estado es de 2,100 mm, siendo la máxima de 2,446 mm y la mínima de 1,481 mm.

Los climas existentes en el estado determinan que las posibilidades de desarrollo agrícola temporalero sean raquíticos en general.

### 3.1.3 Suelos

En el Valle de Aguascalientes-Chicalote los suelos son de textura media (migajón arenosa), encontrándose tepetate entre los 50 y 100 cm de profundidad. En El Llano, los suelos son de textura media y presentan tepetate o fragmentos de roca a menos de 50 cm de profundidad, estos suelos tienen una fuerte cimentación, por lo que impiden el desarrollo normal de las raíces de las plantas y el drenaje interno.

### 3.1.4 Uso del suelo

El estado cuenta con una superficie total de 558,900 ha distribuidas de la siguiente forma; 177,267 son de uso agrícola 267,913 son pastizales, 8,659 de bosques maderables, 17,948 de bosques no maderables y 87,114 son tierras incultas.

La agricultura de riego se desarrolla principalmente en el Valle de Aguascalientes-Chicalote (81%), El Llano (10%) y en el Valle de Calvillo (9%).

Superficie de riego 55,621 ha

Superficie de temporal 121,646 ha

### 3.2 Materiales

Los genotipos de avena empleados para el desarrollo de este trabajo se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Variedades y líneas evaluadas en el ciclo O.I. 91-92, Pabellón de Arteaga, Ags.

1. Coronado/Cortez/Pendek/ME1563
2. C75-12-SRcpx/F2(T312)/C227
3. Steele
4. UPF-8
5. Coker 62-26/BCIA/X2682-3
6. Coker 234
7. QR102-1=Coker 234/Reyes
8. C75-12/SRcpx/F2(T312)/C234
9. SRcpx/8025/8014/CRcpx/C18336/Swan/JHG-2
10. 78 Burrow/8014/C75-12/SR/1554cpx/UFRGS-1
11. CTC 84B1415-1
12. CTC84B1415-3(=BCIA/c234/r1e83)
13. Guaiba E9 sel/80AB2726/CR/SR/8025/8014/Barow/1563CRcpx
14. Tx85AB1040=H-833/1440/CR/SR/JHG-8
15. TX89B1588=Ijuí UPF-4x2055-1/1563CRcpx/7512/SRcpx
16. Tx89B1625= TAMO386/H-833/CR/SR/Salem/PI1862790/JHG-8/c18336
17. Tx89B1755=MS.F2 from85Ab519/TAMO386
18. CI4492/OT224
19. Nehuen
20. California Red
21. 80Ab2726/69Ab5245/C75-12/SRcpx/JHG-8/8/80GHSA141 (89SA100)
22. 80Ab2726/69Ab5245/C75-12/SRcpx/JHG-8/80GHSA141 (89SA101)
23. SRcpx/CRcpx/80Ab2726/79C6079/79C5033JHG-8
24. Tx87B748 0 TAMO 386/h-833/tamo386
25. TAMO 386
26. Tx89B1847 = TAMO 386/Swan/8025/8014/1440/JHG-8/H833
27. Tx89B1860 = TAMO 386/Swan/8025/8014/1449/JHG-8/H833
28. Cuauhtémoc (testigo)
29. Saia (testigo)
30. Gema (testigo)

Estos genotipos se distribuyeron en el campo como aparece en el cuadro 2.

Los genotipos estudiados en este trabajo, fueron seleccionados de un ensayo preliminar que se realizó durante el ciclo agrícola O.I. 90-91 en el Campo Experimental Pabellón, en el cual se evaluaron 140 materiales originarios de el vivero 1990 de Quaker, formado en la Universidad de Texas, E.U.A.

### 3.3 Desarrollo del experimento

El experimento se sembró bajo condiciones de riego en el Campo Experimental Pabellón.

Se seleccionó un terreno uniforme, nivelado y con facilidad para riego rodado, dejando una protección en las orillas; la siembra se realizó en húmedo el 16 de diciembre de 1991 y se hizo en forma manual; la densidad de siembra fue de 120 kilogramos de semilla por hectárea, tomando como referencia a la variedad Cuauhtémoc para tener el mismo número de semillas a razón de 540 semillas por cada surco. La fertilización fue en forma manual al voleo y se utilizó el tratamiento 120-40-00, aplicando al momento de la siembra la dosis 60-40-00 y el resto del nitrógeno en la segunda aplicación preparado con una mezcla de superfosfato de calcio simple 20.0%, sulfato de amonio 20.5%, urea 46% y 7 riegos más en las fechas que a continuación se señalan:

Siembra	16 de diciembre 91
1er. riego	6 de enero 92
2do. riego	21 de febrero de 92

Cuadro 2. Distribución de los tratamientos en el campo. Ciclo agrícola O-I. 91-92 Pabellón de Arteaga, Ags.

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
1	1	52	62
2	2	32	89
3	3	50	65
4	4	42	64
5	5	36	87
6	6	58	76
7	7	35	68
8	8	48	72
9	9	49	88
10	10	53	77
11	11	46	61
12	12	60	70
13	13	57	63
14	14	33	83
15	15	55	80
16	16	38	69
17	17	54	90
18	18	31	85
19	19	47	75
20	20	37	67
21	21	34	79
22	22	45	82
23	23	56	84
24	24	44	74
25	25	41	78
26	26	51	71
27	27	43	86
28	28	59	73
29	29	40	66
30	30	39	81

3er. riego	6 de marzo 92
4o. riego	30 marzo 92
5o. riego	11 de abril 92
6o. riego	24 de abril 92
7o. riego	4 de mayo 92

### 3.3.1 Labores de cultivo

El 4 de febrero se aplicó herbicida contra maleza de hoja ancha brominal a razón de 1.0 l/200 agua/ha; el 25 de marzo se aplicó Parathion Metílico 80s para combatir el pulgón del follaje.

Previo a la ejecución del experimento se realizaron las siguientes labores culturales:

Barbecho. Se barbechó el suelo a una profundidad de 30 cm

Rastreo. Se dió dos pasos de rastra para desmenuzar completamente los terrones y mullir el suelo

Surcado. El surcado se realizó con maquinaria a una distancia de 30 cm de separación entre surcos. Tamaño de la parcela

La parcela experimental total fue de cinco surcos de 5 m de longitud cada uno, con una distancia entre surcos de 30 cm y la parcela útil estuvo constituida por los dos surcos centrales, es decir 3.0 m<sup>2</sup>.

### 3.4 Parámetros evaluados y análisis estadístico

Se realizó análisis de varianza para rendimiento de forraje verde y materia seca. Los genotipos se cortaran al estado lechoso-masoso y después de registrar su peso fresco/parcela se tomó una

muestra de 1 kg, la cual se llevó a una estufa a 60°C por 48 hrs para luego calcular el rendimiento de materia seca.

Como variables complementarias se tuvieron:

Altura al corte en cm

Días al corte

Índice de eficiencia, el cual se estimó considerando el rendimiento de forraje verde y los días a corte para obtener kg/día/ha.

A éstas variables no se les hizo análisis de varianza.

#### 3.4.1 Diseño experimental

El diseño experimental fue bloques al azar, con 30 tratamientos y tres repeticiones y su modelo es el siguiente:

$$X_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

$X_{ij}$  = Respuesta en la  $j$ -ésima unidad experimental con el tratamiento  $i$ -ésimo.

$u$  = Media general.

$T_i$  = Efecto de tratamiento

$B_j$  = Efecto de bloque

$E_{ij}$  = Error experimental

$i$  = Número de repeticiones

$j$  = Número de tratamientos

Se realizó una prueba de medias para las variables analizadas con la DMS al 0.05.

Cuadro 3. Análisis de varianza para bloques al azar.

Fuente de variación	gl	S.C.	C.M.	Fc
Tratamiento	T-1	$\frac{x_{ij}^2 - x_{i.}^2}{B}$	$\frac{S.C.T.}{T-1}$	$\frac{C.M.T.}{C.M.E}$
		BT		
Bloques	B-1	$\frac{x_{ij}^2 - x_{.j}^2}{T}$	$\frac{S.C.B.}{B-1}$	$\frac{C.M.B.}{C.M.E.}$
		BT		
Error	(T-1) (B-1)	(S.C.Tot)(S.C.T.)+S.C.B	$\frac{S.C.E.}{(T-1)(B-1)}$	
Total	rB-1	$\frac{S_{ij}^2}{BT}$		

#### IV. RESULTADOS

##### 4.1 Variable rendimiento de forraje en verde

En el Cuadro 4, del análisis de varianza para rendimiento de forraje verde, se observa que hubo diferencias altamente significativas para bloques y significativas para tratamientos con un CV de 25.01%.

De acuerdo a su rendimiento medio, en el Cuadro 5 se presenta el resultado de la prueba DMS 0.05, donde se encuentra que el genotipo 18 fue el de mayor rendimiento de forraje verde al estado lechoso-masoso con 55.3 ton/ha, superando a la variedad SAIA (29), que fue el mejor testigo comparándola en forma absoluta, ya que rindió 38.0 ton/ha, es decir 17 ton/ha menos que el testigo Cuauhtémoc (28), que resulta ser la variedad comercial más recomendada rindiendo 37.3 ton/ha y GEMA (30) que fue el testigo menos rendidor sólo rindió 31.3 ton/ha.

Esta comparación directa como se puede ver tiene sus limitaciones y aquí solo diremos que al considerar los días a corte se verá realmente la desventaja o ventaja que presenta por encima de Cuauhtémoc y de SAIA; encontramos también, considerando sólo el rendimiento y no la diferencia estadística, a los genotipos 15, 3, 12 y 19 con 48.6, 39.7 y 38.6 ton/ha igual o arriba del testigo obviamente 15 y 3 las más rendidoras con cerca de 10 ton/ha más que los testigos.

También puede decirse que en este grupo se encuentra la que podría ser una variedad superior a los testigos y específicamente a Cuauhtémoc.

Cuadro 4. Análisis de varianza para rendimiento de forraje verde de avena.O-I.91-92. Pabellón de Arteaga, Ags.

FV	gl	SC	CM	FC	Prob.
Bloques	2	115.49	57.747	8.63**	.000
Tratamientos	29	351.91	12.135	1.81*	.027
Error	58	388.11	6.692		
Total	89	855.52			

CV = 25.01%

\* Significativo

\*\* Altamente significativo.

Cuadro 5. Medias de rendimiento de forraje verde Ton/ha de genotipos de avena, O-I.91-92. Pabellón de Arteaga, Ags.

No. Tratamiento	Rendimiento Ton/ha
18	55.3 a
15	48.6 a
3	48.6 a
12	39.7
19	38.6
29	38.0
28	37.3
7	37.3
20	36.5
26	35.0
24	34.6
25	34.0
6	34.0
11	33.1
23	32.3
5	32.3
14	31.6
13	31.6
30	31.3
17	31.3
22	31.3
1	31.3
10	31.1
4	30.9
8	29.5
27	26.6
9	26.6
2	26.6
16	26.0
21	26.0

DMS (0.05) = 14.09 ton/ha

Genotipos con igual letra son iguales estadísticamente.

Los genotipos que estuvieron por debajo de las medias de los testigos rindieron entre 26 y 36 ton/ha siendo el de menor rendimiento el No. 21.

#### 4.2. Variable rendimiento de materia seca.

En el cuadro 6, se presenta el análisis de varianza para rendimiento de materia seca donde se puede ver que también hubo diferencia significativa para bloques y altamente significativas para tratamientos con un CV de 22.2%.

Los resultados de la prueba de medias (DMS 0.05), se muestran en el Cuadro 7. Puede observarse que el genotipo 10 aparece nuevamente como el más rendidor con 14.6 ton/ha de materia seca y Cuauhtémoc se mostró como el mejor testigo con 10.4 ton/ha, es decir cuatro de diferencia. El grupo de genotipos que resultó superior en rendimientos de forraje verde, se mantuvo también en rendimientos de materia seca, es decir aparecen nuevamente los genotipos 15, 12 y 3 a excepción del 19 que se fué abajo de los testigos y el 7 aparece arriba de los testigos aunque en realidad no hay diferencia estadística.

A fin de poder desarrollar una discusión global de los resultados que nos permita definir con la mayor precisión, la posibilidad que presente cualquier genotipo para ser considerado como superior a las variedades existentes, se presenta el Cuadro 8, donde se concentran los datos de las variables analizadas estadísticamente, así como los datos complementarios que son días al corte (D.C.), altura al corte en cm (AC) y se estimó un índice de eficiencia (IE) considerando rendimiento de forraje verde y días

Cuadro 6. Análisis de varianza para rendimiento de materia seca de genotipos de avena, O-1.91-92.

FV	gl	SC	CM	FC	Prob.
Bloques	2	3.29	1.647	4.63*	0.013
Tratamientos	29	29.16	1.055	2.82**	0.000
Error	58	20.65	0.356		
Total	89	53.10			

CV = 22.28%

BIBLIOTECA FACULTAD DE AGRONOMIA

Cuadro 7. Media de rendimiento de materia seca ton/ha de 30 genotipos de avena, O-I.91-92. Pabellón de A., Ags.

No. Tratamiento	Rendimiento ton/ha	
18	14.6	a
15	12.5	a
12	12.4	a
3	11.4	
7	10.5	
28	10.4	
29	10.1	
11	9.9	
19	9.8	
20	9.6	
4	9.2	
6	8.9	
26	8.7	
10	8.6	
30	8.2	
24	8.2	
25	7.9	
27	7.9	
14	7.8	
5	7.7	
23	7.6	
22	7.6	
1	7.5	
17	7.5	
9	7.5	
13	7.4	
8	7.4	
2	7.1	
16	6.9	
21	5.1	

DMS (0.05) = 3.2 ton/ha

Genotipos con igual letra son iguales estadísticamente.

Cuadro 8. Medias de las variables estudiadas de, rendimiento de forraje verde (RFV) y seco (RFS), índice de eficiencia (IE), días a corte (DC) y altura al corte (AC).  
 Pabellón de Arteaga, Ags. 0-I. 91/92.

No. Genotipo	RFV ton/ha	RFS ton/ha	IE kg/día/ha	DC Días	AC cm
1	31.3	7.5	234	134	128
2	26.6	7.1	201	132	110
3	48.6	11.4	345	141	147
4	30.9	9.2	243	127	128
5	32.3	7.7	241	134	123
6	34.0	8.9	253	141	130
7	37.3	10.5	293	127	130
8	29.5	7.4	209	141	128
9	28.4	7.5	207	137	135
10	31.1	8.6	244	127	103
11	33.1	9.9	260	127	120
12	39.7	12.4	312	127	143
13	31.6	7.4	236	134	112
14	31.6	7.8	231	137	117
15	48.6	12.5	362	134	123
16	26.0	6.9	194	134	110
17	31.3	7.5	233	134	118
18	55.3	14.6	352	156	165
19	38.6	9.8	247	156	130
20	36.5	9.6	245	149	140
21	26.0	5.1	194	134	103
22	31.3	7.6	234	134	112
23	32.3	7.6	241	134	102
24	34.6	8.2	244	142	130
25	34.0	7.9	253	134	123
26	35.0	8.7	253	138	132
27	26.6	7.9	198	134	118
28	37.3	10.4	293	127	167
29	38.0	10.1	255	149	160
30	31.3	8.2	246	127	175
DMS (0.05)	14.09	3.2			

al corte dando por resultado el rendimiento de cada genotipo en kg/día/ha.

Se puede decir que de acuerdo a los datos que se presentan, del grupo de genotipos utilizados como testigos, la variedad Cuauhtémoc presenta las características deseables de menor tiempo al corte con 127 días, pero con una producción prácticamente igual a SAIA tanto en forraje verde como en producción de materia seca, y con un (IE) mayor que los otros testigos, es decir 293 kg/día/ha su altura resulta ser deseable e intermedia y se puede considerar por lo tanto que es el testigo al que deberán superar los genotipos que puedan ser considerados como mejores.

Así pues, teniendo como referencia a Cuauhtémoc, las características que presentan los genotipos 15, 3, 12 y 19 empezando por sus días a corte y para facilitar éste análisis se presentan en el Cuadro 9.

Los genotipos 18 y 19 con 156 días al corte, así como el 3, con 141 se descartan de inmediato por ser de ciclo tardío que resulta indeseable, al tener Cuauhtémoc sólo 127 días. Los anteriores genotipos resultarían deseables sólo en ambientes donde se tiene tiempo suficiente o en siembras tempranas.

Ahora bien: en el caso de los genotipos 12 y 15, se puede señalar que el primero presenta también 127 días al corte como Cuauhtémoc pero su rendimiento de forraje verde y seco, así como su (IE) fueron superiores, lo que permite considerar que este genotipo puede presentar una ganancia de 2 ton/ha en relación a Cuauhtémoc.

Comparando el genotipo 15 con la variedad Cuauhtémoc,

Cuadro 9. Medias de rendimiento y características complementarias del testigo Cuauhtémoc y el grupo de mejores genotipos ciclo O-I. 91-92 Pabellón de Arteaga, Ags.

No. Genotipo	RFV ton/ha	RFS ton/ha	IE kg/día/ha	DC días	AC cm
* Cuauhtémoc	37.3	10.4	293	127	167
19	38.6	9.8	247	156	130
15	48.6	12.5	362	134	123
12	39.7	12.4	312	127	143
3	48.6	11.4	345	141	147
** 18	55.3	14.6	352	156	165

\* = Mejor testigo

\*\* = Mejor genotipo en rendimiento de forraje verde

encontramos en primer lugar, que el testigo es 7 días más precoz sin embargo tanto el rendimiento de forraje verde como el rendimiento de forraje seco y principalmente el primero, resulta ser superior con 11.3 ton/ha, lo cual permite suponer que aunque hay una desventaja de 7 días al corte ésta diferencia se traduce en una ganancia de 362 kg/día/ha siendo este el (IE) mayor presentando de todos los genotipos estudiados.

De acuerdo a los resultados anteriores en este momento podemos establecer que tanto los genotipos 12 y 15 presentan ventajas comparativas con la variedad Cuauhtémoc y pueden ser consideradas como posibles variedades comerciales productoras de forraje verde.

## V. DISCUSION

Al considerar la eficiencia del diseño, se observa que las diferencias entre bloques fueron significativas, es decir; el diseño resultó ser el adecuado y por lo tanto el grado de confiabilidad de los resultados es aceptable, hay ciertas ventajas al usar este diseño de acuerdo a lo señalado por De la Loma (1984):

Si se pierde una repetición o bloque, se pueden usar los resultados de los demás bloques sin afectar la validez del diseño.

Si los datos de un bloque son ilógicos por un mal manejo o lugar excepcional del bloque, de acuerdo a un conocimiento agronómico pueden desecharse esos datos y utilizar los valores de aquellos bloques que se considera en una variación razonable.

Además el diseño permite y facilita la realización de análisis combinados cuando se trata de este tipo de ensayo. Para identificar genotipos que se adapten bien a ambientes de producción contrastantes.

Las variables evaluadas en el experimento, se irán analizando en orden de importancia y basadas en el grupo de genotipos iguales o superiores del mejor testigo que es Cuauhtémoc.

Ya se mencionaba que la razón principal para considerar a Cuauhtémoc como el mejor testigo y no a SAIA que rindió más forraje verde, radica en los días a corte y en el IE, ya que este presenta un menor número con 127 siendo por lo tanto más precoz, además de tener un mayor rendimiento en kg/día/ha, por consiguiente un menor número de días a floración siendo este de 105 días y de madurez fisiológica con 148 días, pero a su vez podemos observar que dicho

testigo fue superado por los genotipos 15, 12, 2 y 18; siendo este último el que superó con un margen más elevado en cuanto en rendimiento de forraje verde, en materia seca y en el índice de eficiencia; no así en cuanto a los días a corte siendo en esta característica superior al testigo e igualada por el genotipo 12.

Por lo tanto; tomando en cuenta los resultados de la prueba de media para forraje verde podemos determinar que el genotipo 18 fué el de mayor rendimiento al estado lechoso-masoso superando al testigo SAIA, que fue el mejor comparandola en forma absoluta en cuanto a los testigos se refiere.

En esta comparación se observan limitaciones ya que al considerar los días a corte se podra ver la ventaja o desventaja que presentan los testigos; tomando en cuenta el rendimiento y no la diferencia estadística se observa que los genotipos 15, 3, 12 y 19 son iguales o superiores al testigo, por lo tanto los genotipos 15 y 3 mostraron una superioridad lo cual nos indica que en este grupo se encuentra una línea que pueda ser considerada como superior a los testigos específicamente a Cuauhtémoc.

En los resultados de análisis de varianza para rendimiento de materia seca se observan diferencias significativas para bloques y altamente significativas para tratamientos, o en los resultados de la prueba de media se mostro que el genotipo 18 nuevamente es el más rendidor y Cuauhtémoc el mejor testigo, no obstante también el grupo de genotipos que resultaron superiores en forraje verde lo fueron en materia seca a excepción del genotipo 19 que fué inferior a los testigos Cuauhtémoc y SAIA.

A fin de poder determinar con mayor precisión y que nos permita definir cual genotipo es superior a las variedades existentes se tomaron en cuenta las variables estadísticas complementandolas con los días a corte, altura al corte y el IE por cada genotipo evaluado.

Es así que de acuerdo a estos datos del grupo de genotipos utilizados como testigos la variedad Cuauhtémoc, presentó las características deseables de menor tiempo al corte con una producción similar a la de SAIA y un índice de eficiencia mayor, así mismo una altura deseable que nos permite señalar que es el testigo a superar por los genotipos que se contemplan como mejores.

De acuerdo a dichos resultados se tomó como referencia a Cuauhtémoc para poder determinar que genotipo presenta las características deseables para competir con este; siendo los genotipos 18 y 19 con 156 días al corte así como el genotipo 3 con 141 días fueron descartados por ser de ciclo largo, al tener Cuauhtémoc solo 127 días, pero que resultarían deseables solo en ambientes donde se tiene tiempo suficiente o en siembras tempranas.

Ahora bien; en el caso de los genotipos 12 y 15 respectivamente se observa que el primero presenta similitud con el testigo en cuanto a días a corte se refiere, no obstante en rendimiento de forraje verde y de materia seca, así como el IE fué superior lo que nos permite determinar que este genotipo, presenta ciertas ventajas sobre el testigo.

La comparación del genotipo 15 con la variedad Cuauhtémoc nos indica que el testigo es más precoz 7 días, sin embargo tanto al

rendimiento de forraje verde como seco, resultó ser superior el genotipo 15 lo cual se traduce en una desventaja de 7 días al corte, pero obteniendo una ganancia de 362 kg/día/ha. Siendo este el IE mayor presentado por todos los genotipos evaluados.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede precisar que los genotipos 12 y 15 respectivamente, obtuvieron ventajas comparativas con la variedad Cuauhtémoc, contando con las características tanto agrónomicas, fisiológicas y de calidad deseables; lo cual pueden considerarse con la posibilidad de ser variedades comerciales productoras de forraje verde.

A fin de que éstos resultados puedan tener una mayor validez o precisión, dado que el grano de avena presenta un porcentaje de cáscara y que existen diferencias entre genotipos es el peso de grano, resulta necesario evaluar los mejores genotipos bajo diferente densidades de siembra, así como en diferentes fechas ya que como se hizo en este trabajo se sembró un número igual de semillas que fue de 540 por surco de 5 m tomando como base que es el número de semillas presentado por Cuauhtémoc a una densidad de 120 kg/ha.

Es obvio que ésta situación se verá influenciada por la capacidad de amacollamiento que presenten los genotipos, el ambiente que prevalezca y los efectos compensatorios que presenta los cereales y la duración de las etapas fenológicas como lo señalan varios autores (Gallagher y Bryan 1978).

Otro aspecto que debería contemplarse es el de corte en diferentes etapas fenológicas así como estudios de calidad ya que

es bien sabido que estos dos aspectos varían entre genotipos y entre años como lo señalan entre otros Gardner y Wiggans (1960), Burgess et al., -- (1972) y Stola (1937) .

## VI CONCLUSIONES

Con base en la metodología empleada, los objetivos planteados y los resultados obtenidos con los materiales genéticos evaluados y bajo las condiciones en que se llevó a cabo este trabajo, se puede concluir lo siguiente:

1. La metodología empleada fué eficiente en la evaluación de los genotipos, lo que permitió conocer con un alto grado de confiabilidad la respuesta a través de las variables estudiadas de los mejores materiales.
2. Es posible aumentar el rendimiento de forraje verde y de materia seca, que se obtiene con siembras de la variedad Cuauhtémoc, al cambiar de genotipo como puede ser el caso de los aquí identificados que tengan ciclo biológico similar.
3. El mejor testigo de los tres probados resultó Cuauhtémoc por tener una mayor precocidad, así como un alto índice de eficiencia (IE) y aceptable rendimiento de forraje verde y seco (127 DC; IE = 293 kg/día/ha; 37.3 ton/ha y 10.4 ton/ha respectivamente).
4. Los dos mejores genotipos resultaron ser el 15 y el 12 los cuales pueden presentar ciertas ventajas comparativas con Cuauhtémoc como puede ser mayor rendimiento de forraje verde y seco, siendo el primero de ellos el que mayor ventajas puede tener porque mostró superar a Cuauhtémoc con 11.3 ton/ha aunque con 7 días más al corte.
5. Los resultados de éste estudio nos permite plantear la posibilidad de que tenemos en estos nuevos genotipos mayor

productividad, lo cual deberá corroborarse en otros estudios que consideren: densidades, fechas, años, fertilización, riegos, etc.

6. Con genotipos más productivos que la variedad Cuauhtémoc, sólo podrá ser sustentado una reducción real en los costos de cultivo que el agricultor enfrenta, principalmente desde el punto de vista de mayor eficiencia en el uso del agua.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- Avila M.J.A 1972. Costos de producción de avena forrajera en la Comarca Lagunera. Informe de Investigación Agrícola. 71-72 CIANE Méx. Pág. 5.
- Briggs, K. Paris and H.A. Keleker. 1978. Effectiveness of selection for plant characteres of barley insimulated segregating rows. Euphytica. 10:400-402.
- Burgess, P.L. E.A. Grant, 1972. Feeding value of forage Oats. Can. J. Anim. Sci. 52:448-450.
- Carballo A., 1984. Apuntes de técnicas de mejoramiento. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán U.N.A.M. México.
- Coffman, F.A. 1977. Oat history, identification and classification Technical Bulletin 1516 Agricultural Research Service, U.S.A. Washintong D.C.
- De la Loma, J.L. 1984. Experimentación Agrícola Uteha 1a. Edición. Chapingo, México.
- De Alba J. 1973. Alimentación del ganado en América Latina 6a. Edición. Edit. P.N.M.
- Evans, L.T. and I. F. Wardlaw. 1976. Aspects of the comparative physiology of grain yield in cereals. Adv. in Agr. 28: 301-305.
- Gallagher, E.J. and R. Bryan. 1978. The systems approach to high-yield cereal production. Cereal Food World.
- Gardner, F.P. and S.C. Wiggans. 1960. Effect of clipping and nitrogen fertilization on forage and grain yield of spring oats. Agron. J. 52:566-568.
- Hughes. Heat And Metcalfe. 1970. Forrajes. 4a. Edición, C.I.A. Edit. Continental, S.A. México. D.F.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. UNAM. Instituto de Geografía. México 246 p.
- Jiménez G., C.A. 1978. Informe anual del programa de avena. INIA-CIAMEC-CAEVAMEX. Chapingo, México.
- \_\_\_\_\_ U. Maldonado. 1983. Oat cultivars in México. Oat Newsletter. 34:45-48
- \_\_\_\_\_ 1984. Antecedentes desarrollo y proyección del mejoramiento genético de la avena en México. Colegio de Post-graduados. Seminario de Profesores, Chapingo,

México.

- Kleese, R.A. and D.N. Duvich. 1980. Genetics needs of plant breeders. IN: Genetic Improvement of Crops Emergent Techniques. Rubenstein, J., B. Gengenbach R. L. Phillips and C. Edward Green (editors). University of Minnesota Press. Minneapolis.
- Márquez, S. G. 1974. El problema de la interacción genético-ambiental en genotecnia vegetal. Patena. Chapingo, México.
- Miloslavich 1971. Rendimiento en forraje verde y heno en 3 especies de cereales: Trigo (Triticum, aestivum) Centeno (Secale cereale) y avena (Avena sativa) en Apodaca, N.L. Tesis Prof. D.C.A.M. I.T.E.S.M.
- Nicholson, I.A. 1957. The effect of stage of maturity on the yield and chemical composition of oats for haymaking, J. Agr. Sci. 49: 129-140.
- Ortiz, F.G. 1981. A comparison of four methods of selection for the improvement of grain yield in winter by spring wheat crosses (Triticum aestivum L. emthell). Ph. D. Thesis. Oregon State University.
- Poehlman, J.M. 1979. Breeding field crops. 2nd Ed. Avi Publishing Co Connecticut.
- Robles S.R. 1975. Producción de Granos y Forrajes. Ed. Limusa. México.
- Romero, C., 1968. Cultivo de cereales. Ed. Zaragoza 2da. ed. España.
- Smith, D. 1960. Yield and chemical composition of oats for forage with advance in maturity. Agron. J. 52:637-639.
- Sotola, J. 1937. The chemical composition and nutritive value of certain cereal hays as affected by plant maturity. J. Agr. Res.
- Wallace, D.H. J.L. Ozbun and H.M. Munger. 1972. Physiological genetics of crop yield. Adv. in Agr. 24:97-146

Cuadro 1a. Resultados obtenidos en los genotipos de Avena evaluados.

No. Genotipo	RFV ton/ha	RFS ton/ha	IE kg/día/ha	DC Días	AC cm	Flor.	Mad. Fis.
1	31.3	7.5	234	134	128	119	150
2	26.6	7.1	201	132	110	120	154
3	48.6	11.4	345	141	147	121	156
4	30.9	9.2	243	127	128	113	146
5	32.3	7.7	241	134	123	120	151
6	34.0	8.9	253	141	130	121	154
7	37.3	10.5	293	127	130	108	156
8	29.5	7.4	209	141	128	120	157
9	28.4	7.5	207	137	135	121	158
10	31.1	8.6	244	127	103	112	145
11	33.1	9.9	260	127	120	105	146
12	39.7	12.4	312	127	143	105	143
13	31.6	7.4	236	134	112	123	158
14	31.6	7.8	231	137	117	125	160
15	48.6	12.5	362	134	123	121	151
16	26.0	6.9	194	134	110	121	154
17	31.3	7.5	233	134	118	121	156
18	55.3	14.6	352	156	165	141	138
19	38.6	9.8	247	156	130	135	137
20	36.5	9.6	245	149	140	135	162
21	26.0	5.1	194	134	103	124	160
22	31.3	7.6	234	134	112	118	159
23	32.3	7.6	241	134	102	125	159
24	34.6	8.2	244	142	130	127	160
25	34.0	7.9	253	134	123	123	158
26	35.0	8.7	253	138	132	120	154
27	26.6	7.9	198	134	118	120	156
28	37.3	10.4	293	127	167	105	148
29	38.0	10.1	255	149	160	125	160
30	31.3	8.2	246	127	175	119	153

Cuadro 2a. Rendimientos originales en kg/parcela de forraje verde de los genotipos de avena, estado lechoso-masoso. O-I.91-92.

No. de Genotipo	Repeticiones		
	I	II	III
1	7.4	10.1	10.8
2	6.0	9.7	8.4
3	9.5	23.3	11.1
4	7.8	11.1	8.9
5	7.8	10.5	10.8
6	8.2	10.8	11.6
7	10.9	10.4	12.3
8	8.5	10.0	8.1
9	6.9	7.9	10.8
10	8.7	9.6	9.7
11	7.3	10.8	11.7
12	9.2	10.2	16.4
13	9.3	9.0	10.2
14	8.0	10.0	10.6
15	8.4	18.5	17.1
16	7.8	7.4	8.3
17	8.8	11.1	8.4
18	12.9	14.3	21.6
19	8.8	12.0	14.2
20	12.2	10.8	9.9
21	8.0	6.9	8.5
22	8.0	9.9	10.4
23	11.4	7.5	10.2
24	10.5	9.1	11.6
25	12.8	7.2	10.7
26	7.5	11.4	12.7
27	8.0	11.1	7.2
28	7.9	9.9	15.8
29	7.4	17.6	9.2
30	6.5	11.9	10.0

Parcela útil = 3 m<sup>2</sup>

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS  
 CENTRO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS AGRARIAS Y Pecuarias  
 ESTACION EXPERIMENTAL DE AVENA, Toluca, México

Cuadro 3a. Rendimiento original en kg/parcela de materia seca de los genotipos de avena O-I.91-92.

No.de Genotipo	R e p e t i c i o n e s		
	I	II	III
1	2.22	2.32	2.26
2	1.86	2.37	2.18
3	2.37	5.12	2.77
4	2.49	3.10	2.75
5	2.41	2.1	2.48
6	2.29	2.7	3.01
7	2.83	3.48	3.19
8	2.29	2.4	2.02
9	2.34	1.81	2.59
10	2.87	2.59	2.32
11	2.48	2.91	3.51
12	2.99	3.46	4.75
13	2.04	2.25	2.44
14	2.36	2.4	2.33
15	2.52	4.53	4.27
16	2.26	1.99	1.99
17	2.11	2.55	2.1
18	3.35	4.43	5.42
19	2.2	3.0	3.69
20	3.41	2.75	2.52
21	2.0	1.62	1.87
22	1.92	2.57	2.34
23	2.62	2.02	2.24
24	2.31	2.54	2.55
25	2.94	1.72	2.46
26	2.1	2.62	3.11
27	2.32	2.55	2.23
28	2.44	2.67	4.26
29	1.92	4.92	2.25
30	1.98	2.73	2.7

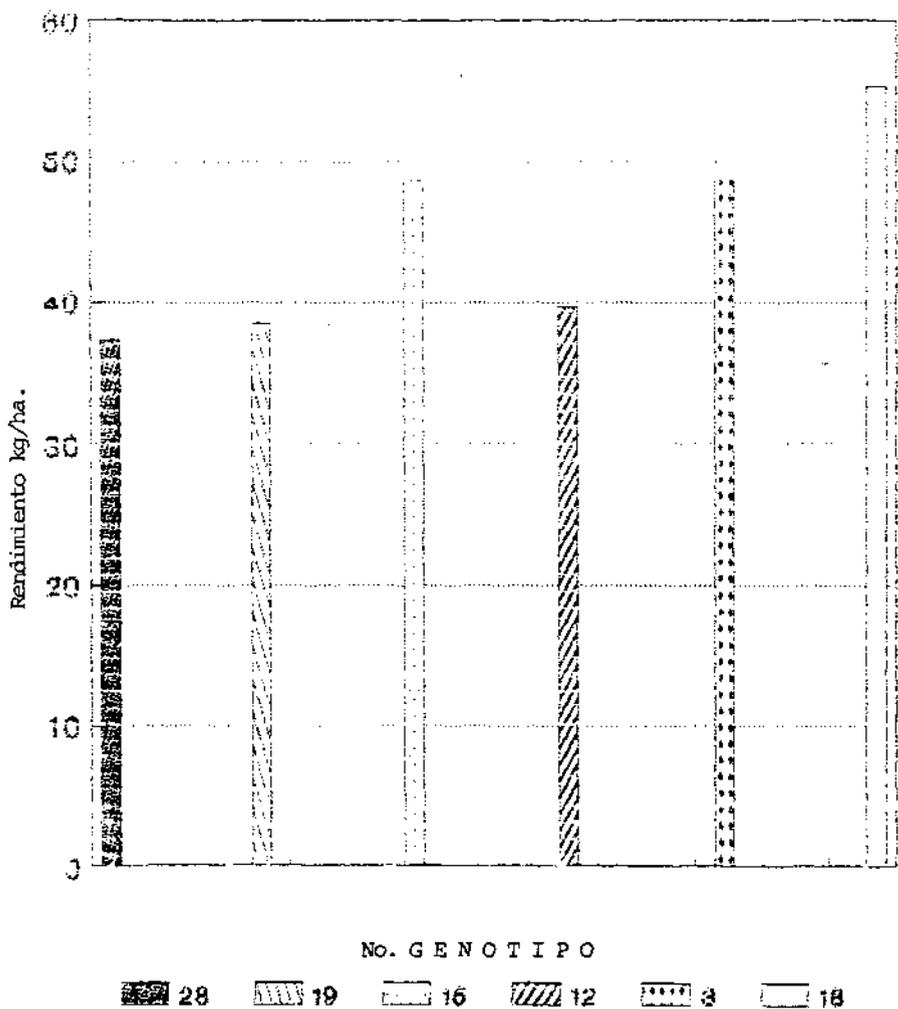


Figura 1. Rendimiento de forraje verde (ton/ha) de los mejores genotipos evaluados en comparación a Cuauhtémoc.

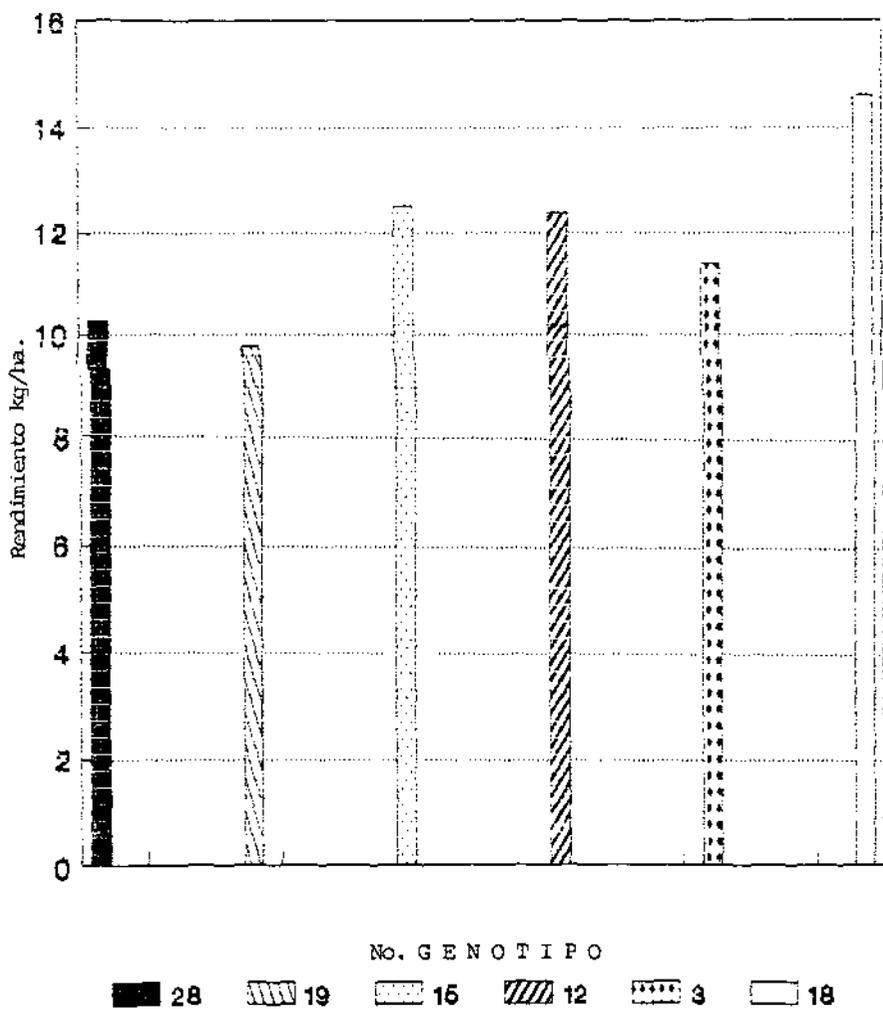


Figura 2. Rendimiento de materia seca (ton/ha) de los mejores genotipos evaluados en comparación a Cuauhtémoc.

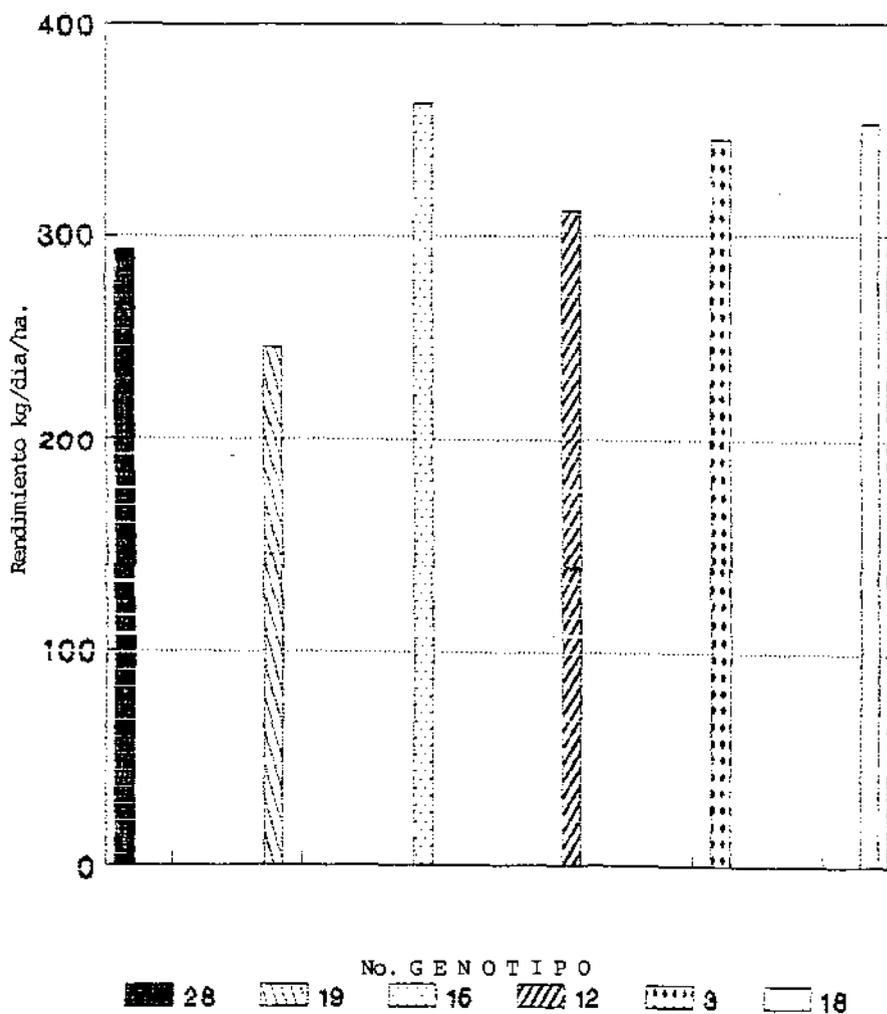


Figura 3. Rendimiento del (IE) en kg/día/ha, de los mejores genotipos evaluados en comparación a Cuauhtémoc.

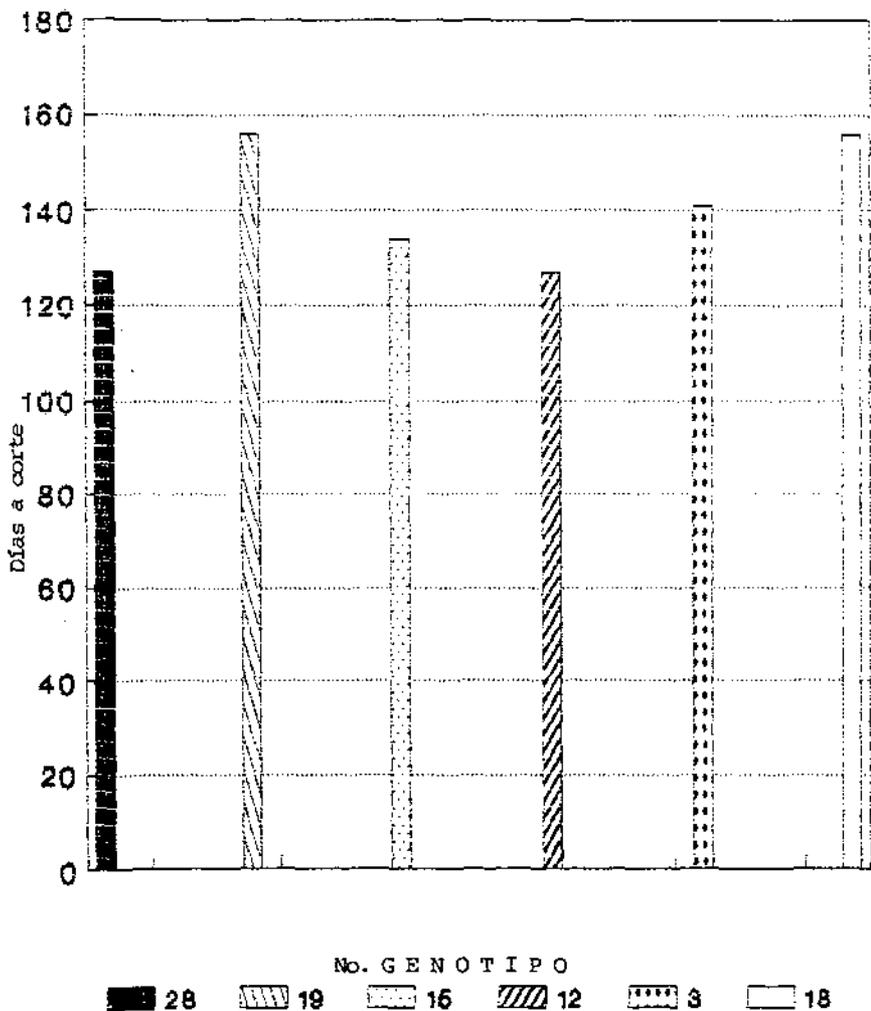


Figura 4. Días a corte en estado lechoso-masoso de los mejores genotipos evaluados en comparación a Cuauhtémoc.

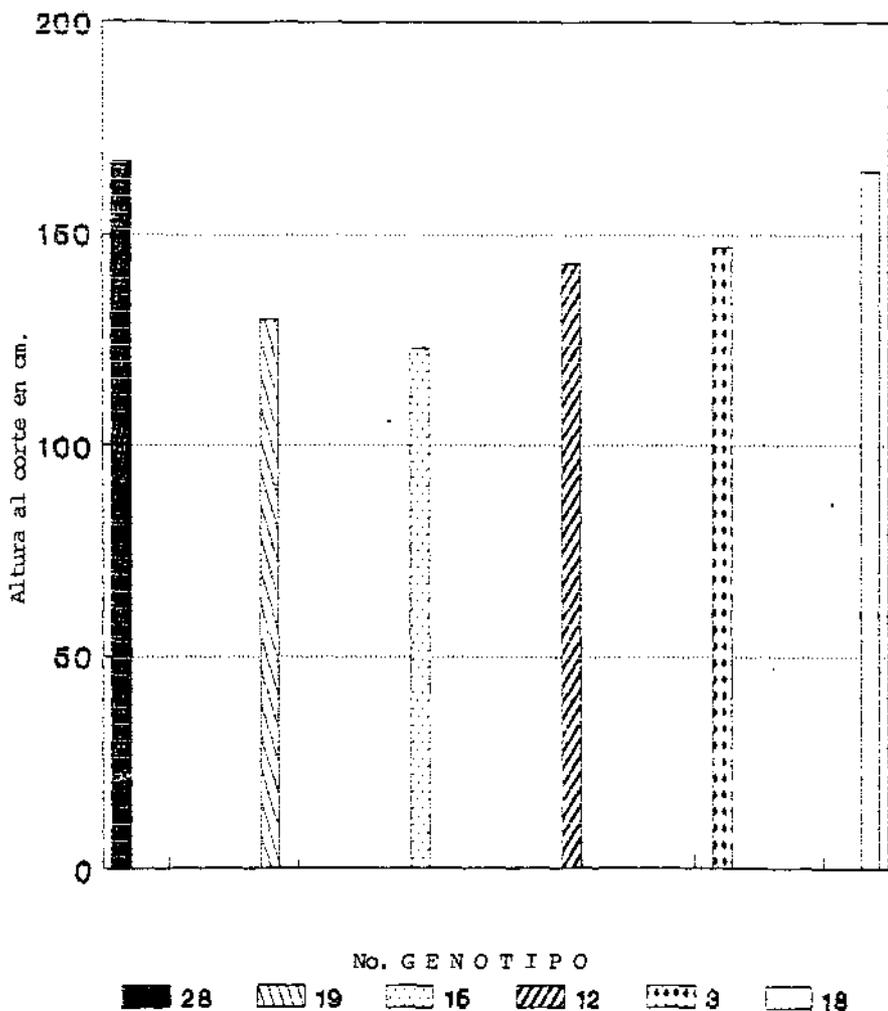


Figura 5. Altura al corte de avena forraje de los mejores genotipos evaluados en comparación a Cuauhtémoc.

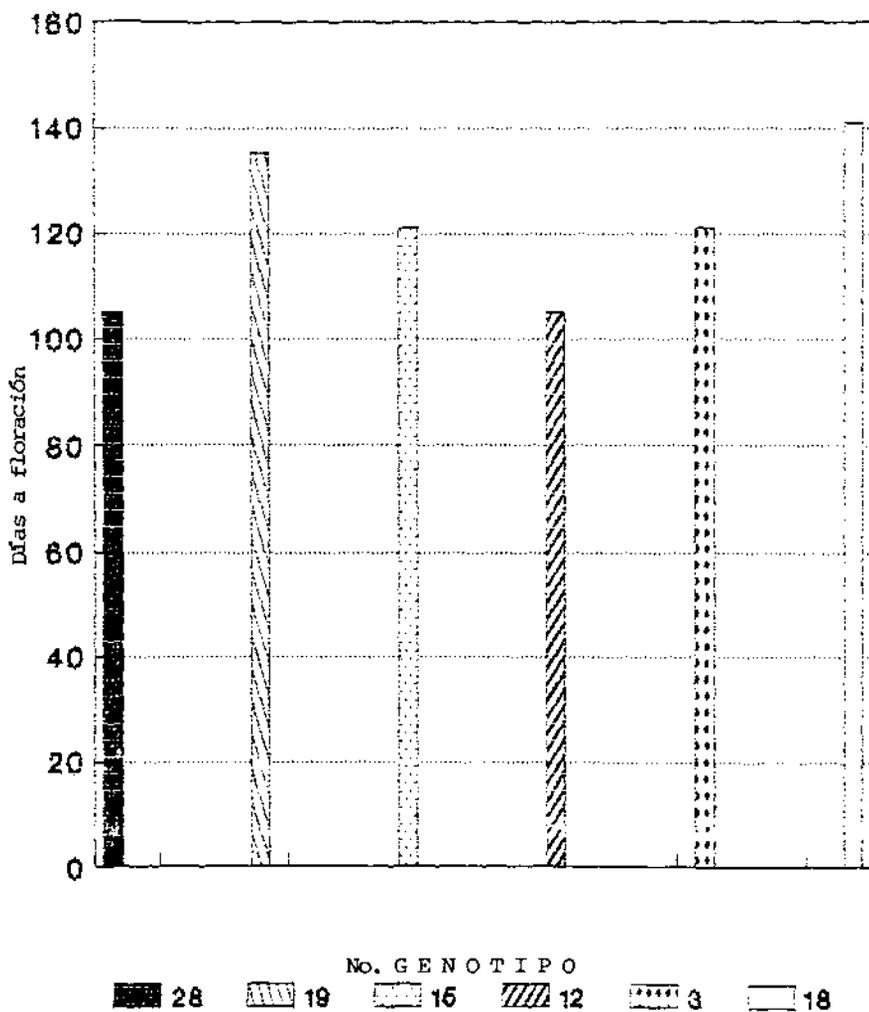


Figura 6. Días a floración de avena forraje de los mejores genotipos evaluados en comparación a Cuauhtémoc.

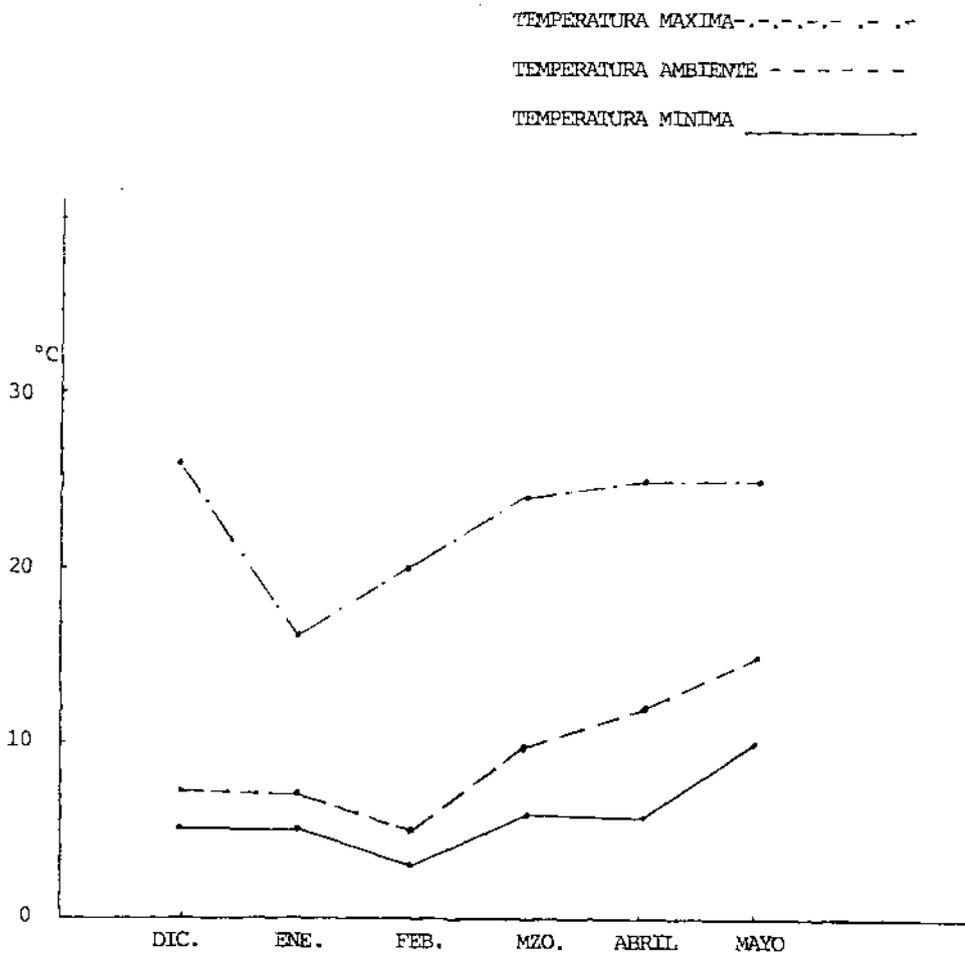


Figura 7. Observaciones climatológicas de las temperaturas ambiente máxima y mínima durante el desarrollo vegetativo de los genotipos evaluados.

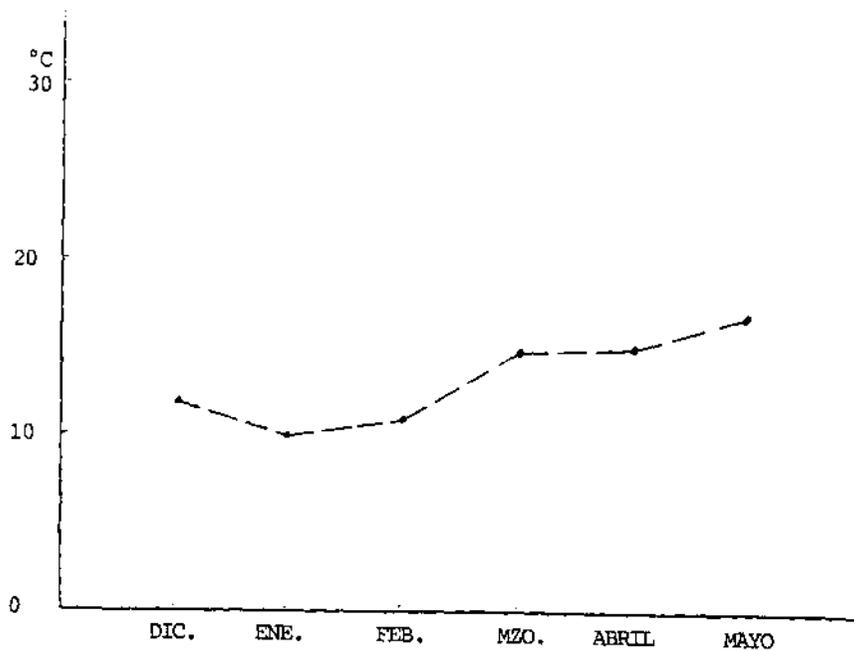


Figura 8. Observaciones climatológicas de las temperaturas medias mensuales durante el desarrollo vegetativo de los genotipos evaluados.