

33
28
J



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "CUAUTITLAN"

"ESTUDIO DE DENSIDADES Y VARIEDADES DE AVENA
FORRAJERA EN JUCHITEPEC, MEX."

T E S I S

Que para obtener el Título de:

Ingeniero Agrícola

PRESENTA

GUSTAVO SANCHEZ BELTRAN



Director de Tesis: M. C. Carlos Alberto Jiménez González

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	Pág.
Lista de Cuadros.....	VII
Lista de Figuras.....	VIII
Resumen.....	X
I. INTRODUCCION.....	1
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	2
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. Origen de la avena.....	3
2.2. Características de la planta.....	4
2.3. Condiciones ecológicas.....	5
2.4. Densidades de siembra.....	6
2.5. Calidad del forraje de avena.....	10
2.6. Estado de madurez al corte.....	14
2.7. Fertilización.....	16
2.8. Plagas y enfermedades.....	17
2.9. Competencia.....	18
2.9.1. Habilidad competitiva.....	18
III. MATERIALES Y METODOS.....	22
3.1. Localidad.....	22
3.2. Material genético.....	23
3.3. Parcela útil y manejo.....	27
3.4. Caracteres estudiados.....	29
IV. RESULTADOS.....	34
V. DISCUSION.....	53
VI. CONCLUSIONES.....	60
VII. BIBLIOGRAFIA.....	64
VIII. APENDICE.....	68

I N D I C E

CUADRO		Pág.
1	Clasificación del género <i>Avena</i> , según su nivel de ploidía...	3
2	Porcentaje de proteína, grasa, fibra bruta, extracto libre - de nitrógeno, cenizas y materia seca expresados en relación a materia seca.....	11
3	Análisis bromatológico de avena <i>Avena sativa</i> L. en distintos estados de desarrollo.....	13
4	Efecto del estado de madurez al corte, sobre el contenido de proteína bruta, extracto etéreo, fibra bruta, extracto libre de nitrógeno y cenizas; expresado en porcentaje de materia seca de avena roja de California.....	14
5	Características agronómicas de cinco variedades de avena - <i>Avena Sativa</i> L. empleadas en el estudio de cinco densidades y variedades de avena forrajera en Juchitepec, Méx.....	24
6	Análisis de varianza para días a floración de cinco variedades de avena en cinco densidades.....	34
7	Medias de los días a floración de cinco variedades de avena en cinco densidades.....	35
8	Medias del número de tallos por metro cuadrado de cinco variedades en cinco densidades.....	37
9	Análisis de varianza para número de tallos de cinco variedades de avena en cinco densidades.....	39
10	Prueba de Duncan para número de tallos en cinco variedades de avena ($\alpha = 0.05$).....	40
11	Análisis de varianza para altura al corte de cinco variedades de avena en cinco densidades.....	40
12	Medias de altura al corte de cinco variedades en cinco densidades.....	41
13	Prueba de Duncan para altura al corte en cinco variedades de avena ($\alpha = 0.05$).....	43
14	Medias de los días a corte de cinco variedades en cinco densidades.....	43
15	Análisis de varianza de peso verde de cinco variedades de - avena en cinco densidades.....	44

16	Medias de rendimiento (ton/ha) de forraje verde de cinco variedades en cinco densidades.....	46
17	Prueba de Duncan para rendimiento de forraje verde en cinco variedades de avena ($\alpha = 0.05$).....	48
18	Medias de rendimiento (ton/ha) de materia seca de cinco variedades en cinco densidades.....	48
19	Análisis de varianza de peso seco de cinco variedades de avena en cinco densidades.....	51
20	Prueba de Duncan para rendimiento de materia seca en cinco variedades de avena ($\alpha = 0.05$).....	52
21	Días a floración de cinco variedades de avena y cinco densidades con cuatro repeticiones.....	74
22	Número de tallos por metro cuadrado de cinco variedades de avena y cinco densidades con cuatro repeticiones.....	75
23	Altura al corte (cms) de cinco variedades de avena y cinco densidades con cuatro repeticiones.....	76
24	Días a corte de cinco variedades de avena y cinco densidades con cuatro repeticiones.....	77
25	Rendimiento de forraje verde (ton/ha) de cinco variedades de avena y cinco densidades con cuatro repeticiones.....	78
26	Rendimiento de materia seca (ton/ha) de cinco variedades de avena y cinco densidades con cuatro repeticiones.....	79

FIGURAS

1	Croquis de siembra de las cinco densidades y variedades de avena, según su localización en el diseño experimental bloques al azar en parcelas divididas, con cuatro repeticiones.....	30
2	Días a floración de cinco variedades de avena, en cinco densidades de siembra.....	36
3	Número de tallos de cinco variedades de avena, en cinco densidades de siembra.....	30
4	Altura de plantas al corte de cinco variedades de avena en cinco densidades de siembra.....	42

5	Días a corte de cinco variedades de avena, en cinco densidades de siembra.....	45
6	Producción de forraje verde de cinco variedades de avena en cinco densidades de siembra.....	47
7	Producción de materia seca de cinco variedades de avena en cinco densidades de siembra.....	50
8	Distribución de la precipitación durante el desarrollo del experimento.....	69
9	Temperatura media mensual durante el desarrollo del experimento.....	69
10	Rendimiento de forraje verde en cinco densidades de siembra.....	70
11	Rendimiento de materia seca en cinco densidades de siembra.....	70
12	Altura al corte en cinco densidades de siembra.....	71
13	Número de tallos en cinco densidades de siembra.....	71
14	Rendimiento de materia seca de cinco variedades forrajeras de avena.....	72
15	Rendimiento de forraje verde de cinco variedades forrajeras de avena.....	72
16	Número de tallos de cinco variedades forrajeras de avena..	73
17	Altura al corte de cinco variedades forrajeras de avena..	73

RESUMEN

El día 13 de junio de 1984 se sembraron 5 variedades de avena forrajera con cinco diferentes densidades de siembra para determinar su producción de forraje verde, materia seca y otras características agronómicas de la planta. Esta prueba se llevó a efecto en parcelas experimentales del Campo Agrícola Experimental "Valle de México" (CAEVAMEX), localizado en el municipio de Juchitepec, Méx.

Las variedades comerciales utilizadas fueron: Tulancingo, Gema, Opalo, Saia y Guelatao, seleccionadas por sus características de buen rendimiento y resistencia a las enfermedades. Se probaron las densidades equivalentes a 120, 140, 160, 180 y 200 kilogramos de semilla por hectárea.

El diseño utilizado en esta investigación fue el de bloques al azar con parcelas divididas y cuatro repeticiones. La parcela útil estuvo formada por tres surcos de 4.5 metros de longitud separados 30 centímetros. El corte del forraje se hizo al raz del suelo, y cuando se encontraba el grano en estado lechoso-masoso. De la parcela útil solo un surco se aprovechó para obtener los pesos de forraje verde.

En el análisis de varianza realizado con los rendimientos de forraje verde y materia seca, se encontró diferencia altamente significativa entre variedades, no así entre densidades ni en la interacción variedades por densidades. La variedad más rendidora de forraje verde y materia seca fue Saia, principalmente en la densidad 160 kilogramos de semilla por hectárea. Segui

da de la variedad Gema, resultando óptimas las densidades 200 kilogramos de semilla por hectárea para la producción de forraje verde, y 180 kilogramos de semilla por hectárea para la obtención de materia seca.

Otras observaciones realizadas consistieron en determinar los días a floración y madurez, altura al corte y número de tallos. Los análisis estadísticos efectuados para cada una de estas variables señalaron diferencias altamente significativas entre variedades, no así entre densidades ni en la interacción variedades por densidades.

Las variedades que pronto llegaron a floración y madurez fueron Tulancingo y Guelatao. Las variedades Opalo y Gema se caracterizaron por ser de ciclo intermedio. Mientras que la variedad Saia fue la más tardía. Esta misma variedad fue la que produjo el mayor número de tallos en el experimento. Y junto con la variedad Gema fueron las más altas al momento del corte.

En general, se puede decir que las diferentes variedades de avena dieron buenos rendimientos presentando características agronómicas deseables, incrementándose la producción en densidades de siembra específicas.

1. INTRODUCCION

Uno de los problemas más grandes que afronta nuestro país es la autosuficiencia alimentaria, debido a factores tales como elevada explosión demográfica, baja productividad en el campo y extensas áreas de temporal deficiente, lo que ocasiona un bajo rendimiento por unidad de superficie. Esto ha traído como consecuencia una preocupación constante por desarrollar investigación agrícola tendiente a elevar la producción a fin de enfrentar favorablemente este reto.

La avena (*Avena sativa* L.) es uno de los cereales más importantes del mundo, ocupando el cuarto lugar en producción de grano después del maíz, trigo y arroz. Este cultivo tiene múltiples aplicaciones, ya sea en la alimentación humana o principalmente en la animal, para lo cual se utiliza tanto el grano como el forraje, henificado o en verde.

En México, se cultiva avena en zonas geográficas diversas, para las cuales es necesario seleccionar material genético adaptado en forma específica o general. Hacia el Norte los Estados de Chihuahua y Durango, hacia el Centro los Estados de Puebla, Tlaxcala y México que son parte de la región conocida como Valles Altos de la Mesa Central en los que, se estima que la avena constituye una fuente importante de ingresos para muchas familias que habitan las zonas temporales de dicha región. Además de que es una fuente importante de forraje para la ganadería.

De la superficie que se siembra, el 20% de la producción se destina a la

alimentación humana y uso industrial, y el 80% restante se utiliza en forma de grano, henificado o en verde para la alimentación animal.

Lo anterior hace que este cultivo se vea como una alternativa económica para la agricultura de temporal en los Valles Altos.

Para obtener mayor rendimiento y mejor calidad de forraje es necesario determinar la cantidad adecuada de semilla que se tiene que sembrar, independientemente de otros factores agronómicos que influyen en el rendimiento. La cantidad de semilla que se utiliza por unidad de superficie y la variedad es tan en función de algunos factores climáticos, y al uso que se le vaya a dar al cultivo. Resulta por lo tanto necesario e indispensable conocer la variedad y la cantidad de semilla requerida para cada región.

Teniendo en cuenta lo anterior, los objetivos del presente trabajo son:

1. Determinar el nivel productivo de cinco variedades de avena forrajera y cinco densidades de siembra para la región de Juchitepec, Méx.
2. Definir en base a los resultados el mejor genotipo y densidad de siembra, y así sugerir alternativas de siembra.

Hipótesis.

Existen diferencias en el rendimiento de forraje verde y de materia seca, así como de otras características agronómicas y fenológicas al emplear diferentes genotipos y densidades de siembra.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Origen de la avena.

No se sabe con certeza su centro de origen, pero muchos autores coinciden en designar a Asia Menor como el centro geográfico originario de la avena cultivada, extendiéndose hacia el Oeste y Norte de Europa. A México fue introducida por los españoles (Poehlman 1965, Robles 1975).

Hughes y Henson (1957), señalan que en América se introdujo y se cultivó por primera vez en la Costa del Atlántico en 1602.

Poehlman (1965), cita que se conocen especies de avena diploides, tetraploides y hexaploides, como se muestra en el siguiente cuadro.

CUADRO 1. CLASIFICACION DEL GENERO AVENA, SEGUN SU NIVEL DE PLOIDIA.

Diploides n=7	Tetraploides n=14	Hexaploides n=21
<u>A. clauda</u>	<u>A. barbata</u>	<u>A. fatua</u>
<u>A. pilosa</u>	<u>A. wiestii</u>	<u>A. sativa</u>
<u>A. longiglumis</u>	<u>A. vaviloviana</u>	<u>A. nuda</u>
<u>A. ventricosa</u>	<u>A. abyssinica</u>	<u>A. sterilis</u>
		<u>A. byzantina</u>
		<u>A. orientalis</u>
		<u>A. ludovicina</u>

Las avenas diploides y tetraploides son consideradas como especies menores, ya que sólo son de interés botánico, mientras que las hexaploides como *A. sativa* L. ($2n=21$) y *A. strigosa* (diploide $2n=7$), son de importancia económica.

Coffman (1946), en un trabajo sobre el origen de las plantas cultivadas, afirma que *A. sterilis* es el progenitor de todas las avenas hexaploides, y que la avena común (*A. sativa* L.) y la avena silvestre (*A. sativa*), se originaron como formas aberrantes de la especie *A. byzantina*.

2.2. Características de la planta.

La avena es una planta anual, crece normalmente de 0.6 a 1.5 metros con tres a cinco o más tallos huecos, herbáceos y erguidos con nudos llenos y entrenudos huecos. Posee raíz fibrosa, sus hojas son lineales lanceoladas, alternadas y envainadoras, llevan una lígula corta, ovalada, terminada en dientes finos, desprovista de estípulas. Son de un color verde oscuro más intenso y un poco más anchas que las hojas de la cebada y el trigo (Díaz del Pino; 1953). La inflorescencia es una panoja compuesta, portadora de espiguillas con una, dos o tres flores fértiles de tres estambres y un pistilo con dos estigmas plumosos. El fruto es un cariopside con las glumas adheridas, las semillas están fuertemente encerradas en la lema y la palea (García, 1958). Es una planta autógama.

Clasificación taxonómica:

Reino.....	Vegetal
División.....	Tracheophytae
Sub-división.....	Pteropsidae
Clase.....	Angiospermae
Sub-clase.....	Monocotiledóneae
Orden.....	Graminales
Familia.....	Gramineae
Tribu.....	Aveneae
Género.....	Avena
Especie.....	sativa

2.3. Condiciones Ecológicas.

Robles (1975), señala que la avena es una planta que puede adaptarse a una gran variedad de climas semicálidos y fríos, puesto que se cultiva desde una altitud de 0 a 3000 m.s.n.m. En general, se siembra en regiones de clima frío seco o frío húmedo.

En cuanto a temperatura, el mismo autor señala 5°C como temperatura mínima, 25-31°C como temperaturas óptimas, y 31 a 37°C como temperaturas máximas.

Con respecto a fotoperíodo, la avena esta considerada como una especie que se adapta a fotoperíodo corto y largo.

En cuanto a latitud, se llega a encontrar desde los 65° Latitud Norte a los 45° Latitud Sur, exceptuando las regiones ecuatoriales cálidas y/o húmedas.

Hughes (1966), menciona que la planta de avena esta mejor acondicionada para regiones frías y húmedas, y sus requerimientos de humedad en el suelo son hasta cierto punto más altos que los del trigo y la cebada, esto se debe a que la avena consume más agua que cualquier otro cereal para la síntesis de un kilogramo de materia seca, excepto el arroz. Según Coffman (1961), se ha reportado que necesita una precipitación de 378 a 1124 mm. anuales.

El cultivo de la avena se adapta bien a casi todos los tipos de suelo cultivables, sin embargo, se ha observado que los suelos de tipo aluvión y limoso son más apropiados para su explotación, ya que las texturas propias de estos suelos retienen la humedad. El pH apropiado oscila dentro del rango de 5 a 7 (Armero 1980, Robles 1975). De acuerdo a Rivera (1976), necesita una buena preparación del terreno y profundidad del mismo, debido a que su sistema radicular es fibroso.

Coffman (1961), afirma que la avena es especialmente vulnerable a daños por calor, clima seco; particularmente en la época temprana de maduración fisiológica de la planta hasta la producción de grano.

Leonard (1955), citado por Rivera (1976), señala que el clima húmedo y caliente cuando se inicia el espigamiento, favorece el desarrollo de enfermedades como el "Chahuixtle" o royas del tallo y de la hoja, que frecuentemente reducen la calidad y rendimiento tanto del grano como del forraje.

2.4. Densidades de siembra.

Walton (1962), citado por García en 1970, en una revisión sobre densidad

des de siembra, señala que la avena se tiene que sembrar en hileras, para asegurar la uniformidad en el reparto de la semilla y en la profundida a que se entierra. La cantidad de semilla que se siembra puede ser mayor cuando los suelos son menos fértiles puesto que en ellos las plantas amacollan menos.

Donald y Hamblin (1976), citan que para efectos de eficiencia resulta más útil emplear bajas densidades de siembra, ya que en densidades altas ocurre una leve intercepción de luz más temprana y la competencia entre plantas por luz es más intensa, lo cual provoca una disminución del porcentaje de hijos, producción de espigas, número de granos por espiga y el tamaño de grano, incluso en donde el agua y nutrientes no son limitantes. Lo anterior parece indicar que es menos riesgoso disminuir la densidad de siembra.

Grosse y Brauckmann (1975), para poder ver la influencia del espaciamiento sobre la avena experimentaron con macetas y encontraron que el aumento en la densidad de siembra causó lo siguiente: menor rendimiento de grano, mayor rendimiento de heno, tallos más largos, una relación grano: heno más amplia, y un menor número de panojas.

Shebesky (1967), menciona que cuando se realiza una distribución espacial de plantas, se favorece el rebrote y vigor de las plantas. Por el contrario, la distribución en matas cercanas de poblaciones segregantes provee un ambiente de competencia en donde las plantas altas y con hojas largas son las que tienen mayor rendimiento.

Por otra parte, Cruz (1964), al probar ocho densidades de siembra en tres variedades de avena forrajera, encontró una diferencia no significativa para

los factores variedad, densidad e interacción variedad por densidad.

Frey y Wiggans (1956); Justus y Thurman (1955) y Nieto (1964), coinciden en que a medida que se aumenta la densidad de siembra, disminuye el número de tallos producidos por planta. La altura de las plantas aumenta conforme se aumenta la distancia entre surcos.

Woodward (1956), afirma que las densidades de siembra más bajas producen paja más "tiesa", panículas y granos más grandes y de mayor peso que las densidades más altas, y que en densidades mayores se ayuda a controlar las malas hierbas.

De esta misma manera Hughes en 1957, encontró que con grandes densidades el heno es de tallos más finos, pero aumenta el peligro de acame, especialmente en los suelos productivos.

Donald (1963), señala que el efecto de la densidad de siembra es el de reducir el tamaño de la planta aún cuando el rendimiento puede ser poco afectado ya que cuando hay pocas plantas éstas darán rendimientos muy próximos a su rendimiento potencial. El mayor número y peso de las semillas por inflorescencia, a densidad de siembra intermedias, se debe a la variación en el tiempo de incidencia de la competencia intra e inter planta, por lo que el rendimiento máximo por unidad de área es el resultado de la interacción entre plantas y la competencia dentro de cada planta; así cuando la competencia intraplanta es mínima, entonces se obtendrán los rendimientos máximos por unidad de área.

El mismo autor reporta que en 1951 llevó a cabo dos experimentos para determinar la influencia de la densidad y estado de crecimiento de las plantas sobre la competencia intraespecífica en plantas forrajeras anuales. El experimento A, fué con *Trifolium subterraneum*, con seis densidades y siete repeticiones; el experimento B, se llevó a cabo con *Lolium liliceum*, e incluyó 10 densidades, dos cosechas y ocho repeticiones. El autor concluye que los rendimientos más altos de materia seca se obtuvieron a densidades moderadas y altas; también postula que en el experimento A, donde hubo cantidad suficiente de agua y nutrientes, la competencia fue por luz ya que después de cierta densidad la disposición de las hojas no permite el paso de luz a los estratos foliares inferiores. En el experimento B, se cree que hubo competencia por nitrógeno lo cual se comprobó con un experimento adicional en macetas donde la sintomatología de deficiencia de N aumentó y su contenido en el suelo disminuyó a medida que la densidad se incrementó.

Sakai e Iyama (1963) citados por Betanzos (1970) estudiaron el efecto del espaciamiento, e indican que no debe confundirse el efecto de la densidad de siembra con el efecto de la competencia, ya que el efecto de la densidad de siembra en ausencia de la competencia dará como resultado una reducción uniforme del tamaño de la planta, puesto que un mayor número de plantas están explotando el mismo medio ambiente y, a cada una le corresponde una menor cantidad de los factores para desarrollarse.

Por otro lado Bruisma (1966), llevó a cabo un experimento tendiente a detectar el efecto de la densidad de siembra sobre los componentes de rendimiento en centeno, encontrando que el amacollamiento fue capaz de compensar el efecto debido a las densidades más bajas; esto ocurrió hasta la densidad de

siembra de 60 kilogramos de semilla por hectárea. Al disminuir la densidad de siembra, la velocidad de crecimiento disminuyó, en tanto que el número de flores por espiga, la fertilidad de las flores y la velocidad y duración del llenado de los granos aumentó. El peso del grano y el peso total por tallo aumentaron, obteniéndose el rendimiento óptimo a una cantidad de 2.7×10^6 tallos por hectárea, lo cual se alcanzó a una densidad de 60 a 100 kilogramos de semilla por hectárea.

2.5 Calidad del Forraje de Avena.

Larry (1981), citado por Pohlenz en 1983, en un experimento para determinar la digestibilidad in vitro de los cereales trigo, cebada y avena, encontró en el primer año que la avena tuvo mejor digestibilidad y al año siguiente, obtuvo el segundo lugar después de la cebada.

El forraje de avena se puede considerar como el de mejor calidad alimenticia comparado con los de otros cereales. En el cuadro 2, se dan los resultados del análisis bromatológico del heno de avena, cebada, centeno y trigo cortados en estado masoso del grano.

CUADRO 2. PORCENTAJES DE PROTEINA, GRASA, FIBRA BRUTA, EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO, CENIZAS Y MATERIA SECA EXPRESADOS EN RELACION A MATERIA SECA, REPORTADOS POR MORRISON (1957).

Heno	Protefna	Grasa	Fibra	Cenizas	Materia seca
Avena	8.2	2.7	28.1	6.9	88.1
Cebada	7.3	2.0	25.4	6.8	90.8
Centeno	6.7	2.1	36.5	5.0	91.3
Trigo	6.1	1.8	26.1	6.4	90.4

Hughes, Heat y Metcalf (1966), señalan que el forraje en estado masoso del grano se puede considerar como el de mejor calidad alimenticia, ya que se encuentra la mayor proporción de proteínas, cenizas, fósforos y calcio en la planta.

Por otra parte Meyer en 1957, define que a medida que se retrasa la época de corte disminuye el porcentaje de proteína, la digestibilidad, la vitamina A y el caroteno.

Noller (1959), citado por García en 1970, afirma que el contenido de principios nutritivos digestibles del forraje de avena producido en los Estados Unidos, suele ser del orden del 70% en la época de ahijamiento, decrece hasta un 50% en la fase de maduración blanda, y vuelve a aumentar hasta un 60% en la fase de maduración completa de la semilla.

En el Cuadro 3, se muestra la composición nutricional del forraje de avena en distintos estados de desarrollo.

CUADRO 3. ANALISIS BROMATOLOGICO DE AVENA *Avena sativa* L. EN DISTINTOS ESTADOS DE DESARROLLO (POHLENZ, 1983).

Estado de Desarrollo	Materia seca	Proteína	Fibra	Grasa	Ceniza	E.L.N.
A	433	130	74	15	50	164
B	971	229	201	31	111	399
C	1979	313	479	44	184	959
D	2460	359	669	46	231	1105
E	3082	310	976	46	253	1497
F	3719	365	1190	66	309	1788
G	3818	340	1180	80	325	1884
H	3849	297	1064	93	292	2104

A - 6a. hoja	D - Antesis temprana	G - Masoso suave
B - Pre-encañe	E - Antesis tardía	H - Grano duro
C - Encañe	F - Lechoso temprana	

2.6 Estado de Madurez al Corte.

Robles (1975), recomienda que para forraje, el corte del cultivo de avena se hace cuando el grano se encuentra en estado lechoso a masoso, pero preferiblemente en este último, pues es cuando se obtiene el equilibrio de máxima calidad y alto rendimiento; es conveniente dar los cortes a una altura de 8 centímetros del suelo, pues en caso contrario se tendrán los mismos efectos que con sobrepastoreo, en que hay menos recuperación del cultivo y menos porcentaje de ahijamiento.

El estado de madurez en que se corta la avena no solo afecta la producción, sino también la calidad. Sin embargo, las variaciones no son tan grandes como en otros cultivos de heno. La composición química y la digestibilidad aparentemente varían con los diferentes estados de madurez, según se puede observar en el Cuadro 4.

CUADRO 4. EFECTO DEL ESTADO DE MADUREZ AL CORTE, SOBRE EL CONTENIDO DE PROTEÍNA BRUTA, EXTRACTO ETHEREO, FIBRA BRUTA, EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO Y CENIZAS; EXPRESADO EN PORCENTAJE DE MATERIA SECA DE AVENA ROJA DE CALIFORNIA (AHLGREEN, - 1956).

Estado de Madurez	Proteína	E.E.	Fibra	E.L.N.	Cenizas
Floración	8.4	1.8	32	45	5.3
Lechoso	6.6	2.5	34	42	5.7
Masoso	6.1	2.9	30	48	5.7
Maduro	5.7	1.9	33	46	5.3

Meyer (1957), menciona que estudios realizados en California han mostrado que la producción de materia seca aumenta rápidamente durante la fase lechosa del grano, pero muy lentamente desde la maduración blanda a la dura. Además, la gran digestibilidad del forraje de avena cosechado en la floración disminuye durante las fases sucesivas de la maduración.

Así mismo, Schmidt (1962), señala que los mayores rendimientos tanto en materia seca como en proteína por hectárea fueron obtenidos cuando la avena se cortó a la madurez total como grano y paja.

De esta misma manera, Helse y Thomas (1981), citados por Pohlenz (1983), coinciden con el señalamiento anterior, al concluir en su experimento de diferentes cortes en tres distintas épocas de desarrollo en trigo, cebada y avena de que el rendimiento de materia seca se incrementa con el tiempo de cosecha.

Por otra parte Justus y Thurman (1957), señalan que cosechando avena en varios estados de madurez, el valor nutritivo era más alto al comenzar a encañar la planta, pero la mayor producción de nutrientes por hectárea se obtuvo al alcanzar la planta 18% de floración y el valor nutritivo fue más bajo en los estados lechoso y masoso del grano.

Mientras tanto Sotola (citado por Hughes y colaboradores en 1966), así como Gutiérrez (1982), coinciden en recomendar que para cortar la avena, esta tiene que estar entre el inicio de la floración hasta el estado lechoso-masoso del grano, debido a su mayor contenido de proteínas, mayor proporción de hojas en esa época; ya que después de esta etapa disminuye la calidad del forraje y el rendimiento no se incrementa.

Ahlgreen (1957), citado por García (1970), recopilando datos sobre rendimiento de cosechas de heno de avena a estados sucesivos de madurez, en los Estados de California, Maine y Carolina del Sur, informó que la mayor producción fue obtenida en California al hacer el corte en el estado masoso, en Maine en el estado lechoso y en Carolina del Sur, en el estado maduro. Diferentes variedades y climas pueden ser causas de esta variación.

2.7 Fertilización.

Streetman (1956) y Robles (1975) coinciden en que para mejorar la calidad del forraje de avena es recomendable aumentar la dosis de fertilización nitrogenada, y elevar de esta manera el contenido de proteína.

Hughes *et. al.* (1966), señalan que muchas veces se acostumbra sembrar avena asociada con alguna leguminosa, obteniendo mayores rendimientos de forraje y mejor calidad del mismo.

Robles (1975), dice que la fertilización puede hacerse antes de la siembra, al momento de la siembra o después de la siembra. Este cereal tiene buena capacidad para responder a la aplicación de fertilizantes, especialmente a los abonos que el que puede proporcionarle el suelo.

Según Gardner (1953), al hacerse aplicaciones de nitrógeno aumentará el contenido de proteína cruda en la avena, especialmente en las variedades de primavera.

De acuerdo a Gutiérrez (1982), en regiones con buen temporal o bajo rie-

go, tales como Parres, D.F.; Tres Mariñas, Mor.; Juchitepec, Méx.; y zonas parecidas se deben aplicar 80 kilogramos de nitrógeno por hectárea y 40 kilogramos de fósforo por hectárea, al momento de la siembra.

2.8 Plagas y Enfermedades.

Metcalf y Flint (1970), Standord (1964), Robles (1975) mencionan que este cultivo casi no es atacado por insectos. Los más comunes que se pudieran encontrar, son: Pulgón de la espiga (*Macrosiphum granarium*), pulga saltona (*Chaetocnema spp*), hormiga roja (*Atta ferbens*) y chinches pequeñas (*Blissus leucopteros S.*).

Robles (1975), menciona que estudios efectuados en Apodaca, N.L., se ha encontrado la presencia de los vectores de la enfermedad "enanismo amarillo", por los afidos *Rhopalosiphum maidis* (Fitch).

El cultivo de la avena es atacado en forma significativa por las dos siguientes enfermedades:

Roya del tallo *Puccinia graminis avenae*. El daño que causa es que baja el valor del forraje y rendimiento de grano, para su control se recomienda usar variedades resistentes.

Roya de la hoja *Puccinia coronata*. Ataca al cultivo en primera y se extiende con rapidez en tiempo cálido y húmedo. (Dickson 1956, Delorit 1970).

Existen otras enfermedades secundarias, entre las que se pueden mencio-

nar:

Ustilago avenae o carbón volador.

Ustilago killeri o carbón cubierto.

Septoria avenae o septoriosis de la hoja.

Erisiphe graminis avenae o cenicilla.

Corrimiento (enfermedad no parasitaria).

Hoja roja (enfermedad virosa) o BYDV.

2.9 Competencia.

Este fenómeno tiene lugar cuando dos o más organismos se encuentran explotando un mismo medio ambiente y exigen una determinada cantidad de un factor, y este se encuentra a un nivel inferior a la demanda combinada de los organismos que lo requieren (Donald, 1963) citado por Betanzos (1970).

La competencia puede ocurrir a distintos niveles, es decir puede haber - competencia dentro de un mismo organismo. Ocurre también competencia entre individuos de la misma especie, ya sea por luz, agua, nutrientes, oxígeno, - bióxido de carbono principalmente; sin embargo pueden añadirse a esta lista agentes polinizadores y dispersores de la semilla en la fase reproductiva.

Para el caso particular de nuestro trabajo, solo dos de los factores del medio ambiente estudiados en relación con la competencia son abordados aquí (densidad de siembra y habilidad competitiva).

2.9.1.Habilidad Competitiva.

Sakai y Gotoh (1955) citados por Betanzos (1970), trabajaron con cinco variedades de cebada y 10 cruza F_1 obtenidas de dichas variedades. La habilidad competitiva se midió por el incremento o disminución de los siguientes factores: fecha de espigamiento, peso seco por planta, altura del tallo, número de tallos y peso de las espigas. Para medir el efecto de la competencia, se usaron dos variedades probadoras. Se observó que en la mayoría de los casos las F_1 mostraron vigor heterótico en los cinco caracteres, pero en habilidad competitiva fueron inferiores a sus progenitores; por lo cual esta debe considerarse un carácter muy distintivo al vigor híbrido.

En 1938 Harlan y Martini, citados por Betanzos (1970) realizaron pruebas con cereales en lugares distintos y vieron que una sola variedad llegó a ser la dominante y esta fue diferente para cada medio ambiente en la mayoría de los casos. Esto indica que la adaptación de variedades autofecundadas de cereales en un medio ambiente particular es independiente de su habilidad competitiva contra otras variedades.

Así de este modo, Betanzos en 1970 cita a Helgason y Chebib los cuales en 1963 probaron la utilidad del procedimiento factorial para medir la "influencia competitiva" definiendo a ésta como la capacidad de un tipo de planta para ejercer competencia sobre sus vecinas. El procedimiento consistió en considerar como factor a "variedad" y como niveles a cada variedad en particular. Se sembraron las variedades solas y en todas las combinaciones de dos variedades lo que dió seis combinaciones, pero como cada parcela de competencia (mezcla) proporciona dos fuentes de datos: la que se refiere a variedades en competencia y la que se refiere a la variedad en prueba, entonces se tuvieron nueve determinaciones para cada carácter. Los autores usaron tres

variedades y dos tamaños de semilla formando así un factorial $3 \times 3 \times 2 \times 2$. Los caracteres medidos fueron: tallos iniciales, tallos finales, tallos fértiles, altura de planta, semillas por espiga, peso de semilla y rendimiento; se encontraron diferencias significativas en las comparaciones entre variedades para todos los caracteres considerados, y para la mayoría de ellos cuando se consideró la "categoría tamaño de semilla".

Por otra parte, Suneson (1949) citado por Betanzos (1970) encontró que una variedad de bajo rendimiento en cultivo puro puede ser un buen competidor en una mezcla de variedades diferentes.

En 1957 se realizaron estudios sobre la herencia de la habilidad competitiva en líneas derivadas de una cruce simple efectuada por Iyama (1957) citado por Betanzos (1970). Los resultados indican que hubo una tendencia a heredar la fuerte habilidad competitiva. De este modo, se indica que cuando la habilidad competitiva se ha examinado como un carácter genético ha mostrado una heredabilidad muy baja, lo que puede atribuirse a que haya ocurrido competencia por varios factores, agua, luz, nutrientes, etc., y que estos afectan a muchos caracteres.

El interés principal en la competencia radica en la selección natural, ya que un "material genético" con gran variabilidad puede alcanzar un equilibrio de sus genotipos en un ambiente particular, pero si este cambia, la habilidad competitiva de los genotipos puede variar grandemente.

De lo revisado, se puede resumir que la planta de avena responde diferencialmente a factores ambientales y a labores culturales tales como la densidad de siembra, y que resulta importante encontrar la mejor respuesta para condiciones específicas. Además, entre los caracteres que más significativamente intervienen para la adaptación de variedades de avena forrajera está de edad al corte que estará en razón a la necesidad de forraje del productor y de la variedad en cuestión.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localidad.

Juchitepec se encuentra a una latitud de 19°06' N y longitud 98°52' W a 2,540 m.s.n.m. Esta situado aproximadamente a 60 kilómetros al sureste de la Ciudad de México; cuenta con un clima C(W₂), templado subhúmedo con lluvias en verano, agrupa los subtipos más húmedos de los templados subhúmedos; precipitación del mes más seco menor de 40 mm; porcentaje de precipitación invernal entre 5 y 10.2, cociente P/T > 55.0. Temperatura media anual entre 12 y 18°C, y la del mes más frío entre -3 y 18°C. Presenta vientos dominantes del sureste (SE) y relieve conformado por pendientes suaves y lomeríos.

Las condiciones climatológicas durante el desarrollo del experimento, fueron las siguientes:

Mes	Pp (mm)	T°C Media	Evaporación total (mm)
Junio	140.5	14.2	123.2
Julio	238.9	13.7	115.0
Agosto	103.3	13.4	99.4
Septiembre	172.8		
Octubre	21.9	14.8	123.1
Noviembre	0.0	12.4	109.6

La unidad de suelo de acuerdo a la clasificación FAO Unesco para esta localidad son los Regosoles eutricos: suelos poco evolucionados sobre material no consolidado, pobres en materia orgánica, característicos de las pendientes donde el rejuvenecimiento por la erosión interviene de forma intensa; en general, la materia orgánica se incorpora mal a la materia mineral con lo cual no forma verdaderos complejos húmico-arcillosos.

Estos suelos presentan una textura migajón arenosa, con un pH equivalente a seis, presentan también estructura gravosa, además se caracterizan por poseer drenaje interno elevado.

3.2 Material Genético.

Las variedades usadas para esta prueba fueron las siguientes: Tulancingo, Gema, Opalo, Guelatao y Saia. Estas variedades se seleccionaron por presentar características favorables como forrajeras en esta región, en el Cuadro 5 se muestran sus características agronómicas.

Tulancingo.

Su hábito de crecimiento es semierecto; de ciclo precoz, requiere de 90 a 112 días a la madurez en condiciones de temporal; su amacollo es regular; la altura varía de 75 a 110 centímetros en condiciones de temporal y hasta 135 centímetros bajo riego. Sus tallos son delgados, de textura fina y medio fuertes, de color amarillo y con cuatro o cinco nudos. Presenta hojas medianas de 1.5 centímetros de ancho.

Es moderadamente resistente a la cenicilla, roya del tallo y de la hoja,

CUADRO 5. CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE CINCO VARIETADES DE AVENA
Avena sativa L. EMPLEADAS EN EL ESTUDIO DE CINCO DENSIDADES Y VARIETADES DE AVENA FORRAJERA EN JUCHITEPEC, MEX.

Variedad	No. de días a Floración	Madurez*	Altura (CM)	Tipo	Reacción al acame	Desgrane	Reacción a roya Hoja	Tallo	Habito	Amacollo
Tulancingo	56	110	100	G	MR	R	MR	MR	SEM	REG
Gema	65	125	140	F	R	R	MS	MS	SEM	REG-BUE
Guelatao	52	110	120	G	MS	R	MS	MS	SEM	REG
Opalo	66	140	140	GF	S	R	MS	S	SEM	REG
Saia	70	130	140	F	S	MR	R	R	SRST	BUE

* El No. de días corresponde a madurez fisiológica.

La madurez de corte ocurre 10 a 15 días después.

R = resistente

SEM = Semierecto.

MR = Moderadamente resistente.

SRST = Semirastro.

MS = Moderadamente susceptible.

REG = Regular.

G = Grano.

BUE = Bueno.

F = Forraje.

S = Susceptible.

así como al acame y al desgrane; susceptible a la hoja roja. Su uso generalmente es para grano, con bajo porcentaje de cáscara; resulta ideal para industria.

Su rendimiento bajo condiciones de temporal varía de 1,800 a 3,000 kilogramos de grano por hectárea.

Gema.

Su hábito es semierecto; ciclo intermedio, madura alrededor de 125 días en condiciones de temporal; su amacollo es regular o bueno; en altura varía de 125 a 160 centímetros bajo condiciones de temporal y hasta 170 centímetros bajo riego. Sus tallos son gruesos, de textura media y medio fuertes; de color amarillo, con cuatro o cinco nudos también. Sus hojas van de medianas a anchas, generalmente de 2.5 centímetros.

Es susceptible a la cenicilla; moderadamente susceptible a la roya del tallo y de la hoja; moderadamente resistente a la hoja roja; resistente al acame y al desgrane; su uso es ideal para forraje. Para producción de grano es tardía, presenta alto porcentaje de cáscara y no es buena para la industria.

Su rendimiento de forraje verde bajo condiciones de riego, puede superar las 25 toneladas por hectárea cortando en el estado lechoso-masoso del grano; el rendimiento de grano varía de mil a dos mil kilogramos por hectárea en temporal.

Opalo.

Su hábito de crecimiento es semierecto; de ciclo intermedio, varía entre

115 y 125 días a la madurez en temporal; amacollo regular; su altura va de 75 a 115 centímetros bajo condiciones de temporal y 140 centímetros bajo riego. Sus tallos son delgados, de textura media y frágiles con coloración amarilla y con cinco nudos. Sus hojas van de angostas a medianas, de 1.5 centímetros de ancho.

Es susceptible a las enfermedades y al acame, resistente solo al desgrane; es una buena variedad forrajera. El grano es delgado y no muy pesado por lo cual no es bueno para industrialización. Su rendimiento en condiciones de temporal varía de 1,000 a 1,800 kilogramos de grano por hectárea, y bajo riego puede rendir hasta 3,800 kilogramos por hectárea.

Guelatao.

De hábito semierecto; su ciclo vegetativo es precoz, requiere de 80 a 110 días a la madurez en condiciones de temporal; su amacollo es regular; en altura varía de 80 a 120 centímetros en temporal, y alcanza los 160 centímetros bajo riego. Sus tallos van de delgados a medianos, textura media y frágiles, de color amarillo con cuatro o cinco nudos. Suele presentar hojas medianas de 1.5 a 2.5 centímetros de ancho.

Es susceptible a la cenicilla, a la roya del tallo, roya de la hoja y al acame; moderadamente susceptible a la hoja roja y al desgrane.

Esta variedad tiene como principales ventajas para las zonas temporaleras su precocidad y altura, aunque también tiene grano aceptable para uso industrial.

El rendimiento en condiciones de temporal varía de 1,200 a 2,400 kilogramos de grano por hectárea y bajo riego suele alcanzar los 3,500 kilogramos. Para forraje achicalado o forraje seco es deseable por su textura de tallo.

Saia.

Su hábito es semierecto; de ciclo tardío, madura en condiciones de temporal a los 130 días o más; presenta amacollo bueno; la altura varía de 120 a 160 centímetros bajo condiciones de temporal y hasta 170 centímetros bajo riego. 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 desgrane.

Es la única variedad comercial en la actualidad perteneciente a la especie *A. strigosa*, de paja muy suave y grano chico. Es recomendada solo para forraje, ya que es de las más rendidoras; puede superar las 25 toneladas en forraje verde (corte en estado lechoso-masoso) bajo riego y alcanza hasta 1,800 kilogramos de grano por hectárea en buen temporal.

3.3. Parcela Util y Manejo.

Para la realización de esta prueba experimental, se contó con todo el equipo necesario para las labores normales en un cultivo, como son la preparación del terreno (rastreo, cruza y surcado), delimitación de parcelas, nivelación, fertilización, control de plagas y malas hierbas, etc.

La parcela experimental estuvo formada por cinco surcos de cinco metros de longitud separados 30 centímetros, dando una superficie de 7.5 m^2 por cada una (5.0×1.5) eliminándose un surco de cada lado y 0.5 metros en cada cabecera, quedando de esta manera una parcela útil de tres surcos de 4.5 metros de longitud separados 30 centímetros.

La siembra se realizó el día 13 de junio de 1984 en Juchitepec, Méx. utilizándose la cantidad de semilla conforme a la densidad planeada y a chorrillo repartida en cada surco y en suelo seco. Al mismo tiempo de la siembra se fertilizó con sulfato de amonio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ al 20.5% de nitrógeno, y superfosfato de calcio triple $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ al 46% de fósforo, con la dosis 80-40-00.

A los dos días de la siembra se aplicaron al suelo tres litros por hectárea de Dinitro (Dinoseb), herbicida de preemergencia para prevenir malezas durante el período crítico de competencia del cultivo, con una bomba tipo manual con capacidad de 18 litros de agua y boquillas No. 8004.

Para el control de roedores ("tuza") se aplicó bromuro de metilo directamente al suelo; esto se efectuó el día 30 de junio, antes que amacollaran las plantas.

Durante el amacollamiento, el día 11 de julio se aplicó un litro por hectárea de Hierbamina (2,4-D Amina), herbicida selectivo de postemergencia para el control de malezas de hoja ancha como *Sicyos spp* y *Brassica campestris* en su estado inicial (menos de cinco centímetros de altura), con la misma bomba y aditamentos señalados anteriormente.

El corte del forraje se hizo al raz del suelo, y cuando se encontraba el grano en estado lechoso-masoso. De la parcela útil solo un surco se aprovechó para obtener los pesos de forraje verde, realizándose esta operación con una báscula de reloj con capacidad para 25 kilogramos. Posteriormente, del forraje verde se tomaron muestras que variaban entre 200 y 500 gramos aproximadamente, luego se llevaron a la estufa (especial programable) para extraerles la humedad. Cada muestra permaneció 24 horas a una temperatura de 100°C. Después del secado del forraje, se pesó la paja en una báscula gravimétrica de cucharón con aproximación de cinco kilogramos; obteniéndose así el peso seco de cada muestra.

3.4. Caracteres estudiados.

Para estudiar los dos factores simultáneamente, variedades y densidades, se utilizó un diseño de bloques al azar con parcelas divididas, con cuatro repeticiones. La parcela grande se asignó a las variedades y la subparcela a las densidades en cada repetición, dando un total de 20 parcelas incluyendo 100 subparcelas, Figura 1. Los tratamientos se formaron de la siguiente manera:

Variedades:	1. Tulancingo	Densidades:	1. 120 Kg/ha.
(V)	2. Gema	(D)	2. 140 Kg/ha.
	3. Opalo		3. 160 Kg/ha.
	4. Saia		4. 180 Kg/ha.
	5. Guelatao		5. 200 Kg/ha.

FIGURA 1 CROQUIS DE SIEMBRA DE LAS 5 DENSIDADES Y VARIEDADES DE AVENA, SEGUN SU LOCALIZACION EN EL DISEÑO EXPERIMENTAL BLOQUES AL AZAR EN PARCELAS DIVIDIDAS, CON CUATRO REPETICIONES.

VAR. 3 (OPALO)					VAR. 5 (GUELATAO)					VAR. 1 (ITULANCINGO)					VAR. 2 (GEMA)					VAR. 4 (SAIA)										
D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	BLQ I (Repetición)
4	1	3	2	5	1	3	5	4	2	2	4	1	3	5	3	5	1	2	4	2	4	1	3	5	4	1	3	5		
T14	T11	T13	T12	T15	T21	T23	T25	T24	T22	T2	T4	T1	T3	T5	T8	T10	T6	T7	T9	T17	T19	T16	T18	T20					No. Parcela	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25						

VAR. 2				VAR. 3				VAR. 4				VAR. 5				VAR. 1									
D3	1	4	5	2	2	4	3	5	1	1	4	2	3	5	5	3	2	4	1	3	2	5	4	1	BLQ II
T8	T6	T9	T10	T7	T12	T14	T13	T15	T11	T16	T19	T17	T18	T20	T25	T23	T22	T24	T21	T3	T2	T5	T4	T1	
50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	

VAR. 5				VAR. 4				VAR. 1				VAR. 2				VAR. 3									
D5	2	3	1	4	4	5	2	3	1	2	4	5	3	1	2	4	5	1	3	3	1	2	5	4	BLQ III
T25	T22	T23	T21	T24	T19	T20	T17	T18	T16	T2	T4	T5	T3	T1	T7	T9	T10	T6	T8	T13	T11	T12	T15	T14	
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	

VAR. 2				VAR. 5				VAR. 4				VAR. 1				VAR. 3									
D5	4	1	3	2	5	1	3	4	2	2	3	4	1	5	1	2	3	5	4	4	5	2	1	3	BLQ IV
T10	T9	T6	T8	T7	T25	T21	T23	T24	T22	T17	T18	T19	T16	T20	T1	T2	T3	T5	T4	T14	T15	T12	T11	T13	
100	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79	78	77	76	

Matriz de tratamientos.

T1-V1D1	T6 - V2D1	T11-V3D1	T16-V4D1	T21-V5D1
T2-V1D2	T7 - V2D2	T12-V3D2	T17-V4D2	T22-V5D2
T3-V1D3	T8 - V2D3	T13-V3D3	T18-V4D3	T23-V5D3
T4-V1D4	T9 - V2D4	T14-V3D4	T19-V4D4	T24-V5D4
T5-V1D5	T10 - V2D5	T15-V3D5	T20-V4D5	T25-V5D5

El modelo de análisis correspondiente al diseño de bloques al azar, fue el siguiente:

$$Y_{ij} = U + B_i + T_j + e_{ij}$$

$$i = 1, 2, \dots, r$$

$$j = 1, 2, \dots, t$$

Donde:

Y_{ij} = Valor fenotípico de la variable estudiada.

U = Efecto medio en el experimento.

B_i = Efecto de bloque i .

T_j = Efecto de tratamiento j .

e_{ij} = Error experimental.

Y el correspondiente al diseño de parcelas divididas:

$$Y_{ijk} = U + B_i + T_j + n_{ij} + d_k + (Td)_{jk} + e_{ijk}$$

$i = 1, 2, \dots, r =$ repetición.

$j = 1, 2, \dots, t =$ tratamiento (variedad)

$k = 1, 2, \dots, d =$ densidad.

Donde:

Y_{ijk} = valor fenotípico de la variable estudiada.

U = Efecto medio en el experimento.

B_i = Efecto de bloque i .

T_j = Efecto de tratamiento j (en parcela grande).

n_{ij} = Efecto elemento aleatorio del error experimental sobre parcela grande.

d_k = Efecto de subparcelas (parcelas chicas o densidades).

$(Td)_{jk}$ = Efecto de la interacción PG x Pch (variedad por densidad).

e_{ijk} = Error experimental.

Este análisis de varianza se llevó a cabo debido a que es útil cuando se quieren estudiar varios efectos actuando simultáneamente (en este caso variedad y densidad). Consistió en probar cinco variedades y cinco densidades de siembra, de esta manera se pueden deducir las posibles relaciones entre los factores y estimar su efecto sobre el rendimiento del cultivo.

El análisis de varianza para cada variable se utilizó para determinar las diferencias entre bloques, tratamientos, variedades, densidades y la interacción variedad por densidad.

Se analizaron estadísticamente las variables días al 50% de floración, número de tallos (por metro cuadrado), altura al corte (centímetros), días al corte, peso verde (kilogramos por hectárea) y peso seco (k.p.h.). Posteriormente se realizaron pruebas de separación de medias (DMS) Rango Múltiple de Duncan, para conocer en que magnitud variaron los tratamientos. El método estadístico fue el siguiente:

$$DMS = t_{\alpha} n \sqrt{\frac{2 \sigma^2}{r}}$$

Donde:

- t = t student (distribución).
- α = probabilidad (0.05)
- n = grados de libertad del error.
- σ^2 = Cuadrado medio del error (CME).
- r = número de repeticiones.

IV. RESULTADOS

En el análisis de varianza (ANDEVA) realizado para la variable días a floración se encontró que existe diferencia altamente significativa entre variedades, no así entre densidades, ni en la interacción variedades por densidades. Determinándose de esta manera que los días a floración son diferentes de acuerdo a la variedad que se trate (Cuadro 6).

CUADRO 6. ANALISIS DE VARIANZA PARA DIAS A FLORACION DE CINCO VARIEDADES DE AVENA EN CINCO DENSIDADES.

Fuente de variación.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Repeticiones (Blqs)	3	88.04	29.34	0.727	3.49	5.95
Variedades	4	8,534.56	2,133.64	52.89	3.26*	5.41**
Error (a)	12	484.16	40.34			
Subtotal	39	9,106.76				

Densidades	4	1.36	0.34	1.07	2.52	3.65
Var. x Dens.	16	5.44	0.34	1.07	1.81	2.32
Error (b)	60	19.04	0.317			
T o t a l	99	9,132.36				

$$\bar{X} = 86.4 \quad C.V. = 0.65$$

En el Cuadro 7 se observa que la variedad Guelatao fué la más precoz, - floreado en promedio a los 74 días; seguida de la variedad Tulancingo con 81 días; posteriormente la variedad Opalo y Gema con 87 y 88 días, respectiva

mente; y por último la variedad Saia, siendo la más tardía con 102 días. Estos resultados se presentan gráficamente en la Figura 2.

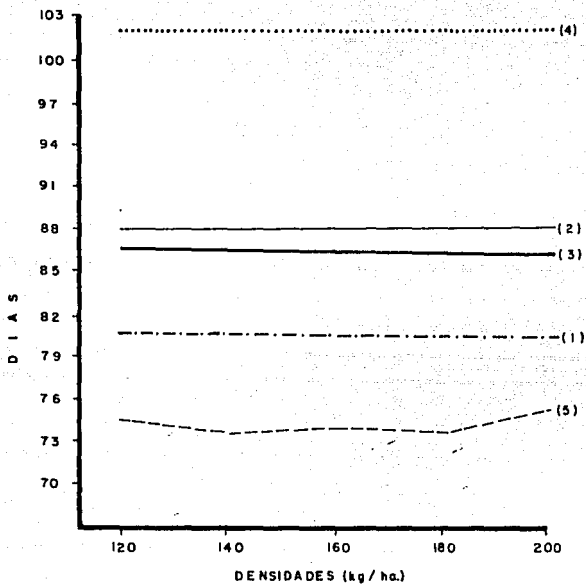
CUADRO 7. MEDIAS DE LOS DIAS A FLORACION DE CINCO VARIETADES DE AVENA EN CINCO DENSIDADES.

V a r i e t a d	Densidad (Kg/ha.)					Media
	120	140	160	180	200	
Tulancingo	81	81	81	81	81	81
Gema	88	88	88	88	88	88
Opalo	87	87	87	87	87	87
Saia	102	102	102	102	102	102
Guelatao	74.5	73.5	74	73.5	75	74.1
M e d i a	86.5	86.3	86.4	86.3	86.6	86.42

Se observa que la fecha de floración en una misma variedad no cambia en las diferentes densidades.

El Cuadro No. ocho. nos muestra las medias del número de tallos por metro cuadrado de las cinco variedades y densidades.

La variedad Saia fué la variedad que mayor número de tallos presentó - (229.2); destacando en seguida la variedad Opalo (184.8), la variedad Tulancingo mostró un amacollo medio con respecto a todas las variedades (141.5); mientras que las variedades Guelatao y Gema presentaron la menor producción de hijos (136.2 y 121.8, respectivamente), estos resultados los podemos corroborar observando la Figura 3.



SIMBOLOGIA

- | | |
|----------------|--------------|
| (1) TULANCINGO | (4) SAIA |
| (2) OEMA | (5) GUELATAO |
| (3) OPALO | |

FIGURA 2 DIAS A FLORACION DE 5 VARIEDADES DE AVENA,
EN 5 DENSIDADES DE SIEMBRA.

CUADRO 8. MEDIAS DEL NUMERO DE TALLOS POR METRO CUADRADO DE CINCO VARIEDADES EN CINCO DENSIDADES.

V a r i e d a d	Densidades (Kg/ha.)					Media
	120	140	160	180	200	
Tulancingo	146.2	129.0	152.2	139.7	140.5	141.5
Gema	100.7	123.2	104.0	149.7	131.2	121.8
Opalo	170.0	210.0	172.5	172.7	199.0	184.8
Saia	197.5	244.7	244.0	248.2	211.5	229.2
Guelatao	138.0	136.0	129.7	147.2	130.0	136.2
M e d i a	150.5	168.6	160.5	171.5	162.4	162.7

Así pues, la variedad Saia amacolló notablemente a una densidad de 180 kilogramos de semilla por hectárea. La variedad Opalo a una densidad de 140 kilogramos de semilla por hectárea, resultando en promedio estas dos densidades las más óptimas en la prueba de las cinco densidades para número de tallos, Cuadro 8.

El resultado del ANDEVA nos dice que existe diferencia altamente significativa entre variedades, no así entre densidades, ni en la interacción variedades por densidades, Cuadro 9.

La prueba de separación de medias Rango Múltiple de Duncan, Cuadro 10, nos muestra que la variedad Saia es superior estadísticamente a todas las demás variedades para la variable número de tallos.

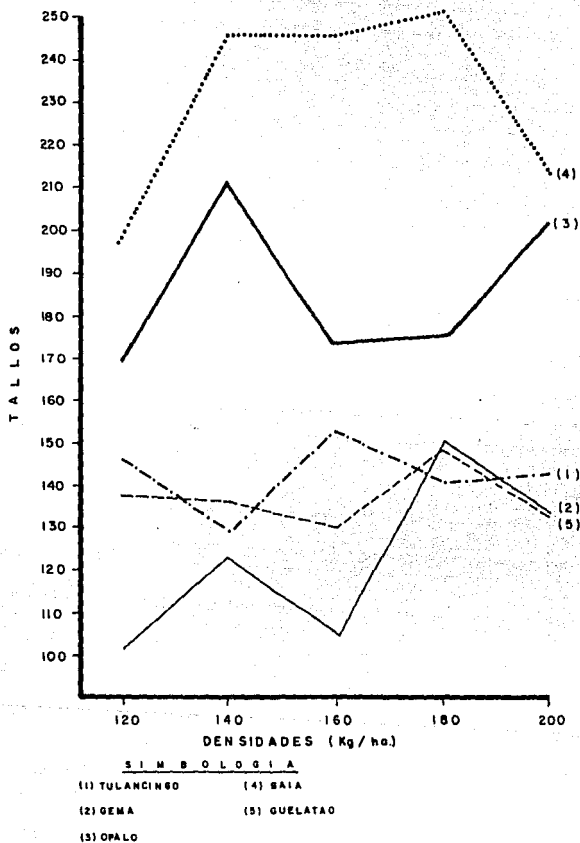


FIGURA 3. NUMERO DE TALLOS DE 5 VARIETADES DE AVENA,
 EN 5 DENSIDADES DE SIEMBRA.

CUADRO 9. ANALISIS DE VARIANZA PARA NUMERO DE TALLOS DE CINCO
VARIETADES DE AVENA EN CINCO DENSIDADES.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Repeticiones (bloqs)	3	1,271.64	423.88	0.308	3.49	5.95
Variedades	4	154,705.1	38,676.27	28.16	3.26*	5.41**
Error (a)	12	16,477.9	1,373.15			
Subtotal	39	172,454.6				

Densidades	4	5,337.5	1,334.37	1.4	2.52	3.65
Var. x Dens.	16	17,184.6	1,074.03	1.13	1.81	2.32
Error (b)	60	56,809.5	946.82			
T o t a l	99	251,786.2				

$\bar{X} = 162.7$

C.V. = 18.91

CUADRO 10. PRUEBA DE DUNCAN PARA NUMERO DE TALLOS EN CINCO VARIEDADES DE AVENA ($\alpha = 0.05$).

Tratamiento	Saia	Opalo	Tuñancingo	Guelatao	Gema
Media	229.2	184.2	<u>141.5</u>	136.2	121.8

En ANDEVA realizado para la variable altura al corte nos dá como resultado que existe diferencia altamente significativa para el factor variedad, no así para densidades, ni para la interacción variedades por densidades, Cuadro 11.

CUADRO 11. ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA AL CORTE DE CINCO VARIEDADES DE AVENA EN CINCO DENSIDADES.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Repeticiones (Bloqs)	3	78.7	26.23	0.27	3.49	5.95
Variedades	4	28,960.9	7,240.23	74.57	3.26*	5.41**
Error (a)	12	1,165.0	97.08			
Subtotal	39	30,204.5				
Densidades	4	198.4	49.6	1.03	2.52	3.65
Var. x Dens.	16	966.6	60.4	1.26	1.81	2.32
Error (b)	<u>60</u>	2,875.0	47.91			
T o t a l	99	34,244.7				

$\bar{X} = 143.9$

C.V. = 4.84

En cuanto a altura al corte en el Cuadro 12 podemos observar que las variedades Saia y Gema resultaron ser las más altas al momento del corte. En tanto que las variedades Opalo y Guelatao alcanzaron una altura media, mientras que la variedad Tulancingo presentó la altura menor.

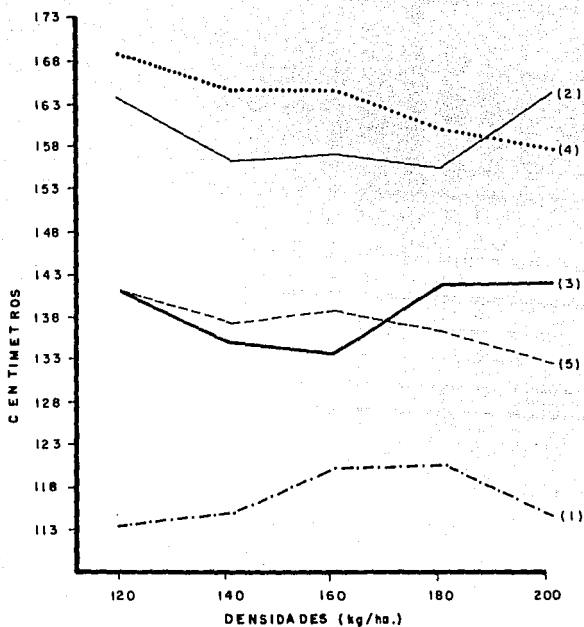
CUADRO 12. MEDIAS DE ALTURA AL CORTE DE CINCO VARIEDADES EN CINCO DENSIDADES.

V a r i e d a d	Densidad (Kg/ha.)					Media
	120	140	160	180	200	
Tulancingo	113.7	115.0	120.0	120.0	113.7	116.5
Gema	163.7	156.2	157.5	155.0	165.0	159.5
Opalo	141.2	135.0	133.7	141.2	141.2	138.5
Saia	168.7	165.0	165.0	160.0	158.7	163.5
Guelatao	141.2	137.5	138.7	136.2	132.5	137.2
M e d i a	145.7	141.7	143.0	142.5	142.2	143.0

En la Figura 4, se observa que la variedad Saia logró su máxima altura a 120 kilogramos de semilla por hectárea, abatiéndose conforme aumentó la densidad. También podemos ver, que la variedad Gema presenta la mayor altura al momento del corte con las densidades de 200 y 120 kilogramos de semilla por hectárea.

En promedio, la densidad de 120 kilogramos de semilla por hectárea resultó ser la óptima para lograr las mayores alturas de las variedades estudiadas.

La prueba de Duncan, Cuadro 13, nos demuestra evidencia estadística de que en promedio las variedades Saia y Gema fueron superiores a las demás en la



S I M B O L O G I A

- | | |
|----------------|--------------|
| (1) TULANCINGO | (4) SAIA |
| (2) GEMA | (5) GUELATAO |
| (3) OPALO | |

FIGURA 4 ALTURA DE PLANTAS AL CORTE DE 5 VARIEDADES DE AVENA EN 5 DENSIDADES DE SIEMBRA.

altura al momento del corte.

CUADRO 13. PRUEBA DE DUNCAN PARA ALTURA AL CORTE EN CINCO VARIEDADES DE AVENA ($\alpha = 0.05$).

Tratamiento	Saia	Gema	Opalo	Guelatao	Tulancingo
Media	<u>163.5</u>	<u>159.5</u>	<u>138.5</u>	<u>137.2</u>	116.5

En cuanto a los días a corte, el Cuadro 14 muestra las medias de las cinco variedades y densidades.

CUADRO 14. MEDIAS DE LOS DÍAS A CORTE DE CINCO VARIEDADES EN CINCO DENSIDADES.

V a r i e d a d	Densidades (Kg/ha.)					Media
	120	140	160	180	200	
Tulancingo	98	98	98	98	98	98
Gema	114	114	114	114	114	114
Opalo	118	118	118	118	118	118
Saia	137	137	137	137	137	137
Guelatao	98	98	98	98	98	98
M e d i a	113	113	113	113	113	113

Aquí se observa que las variedades Tulancingo y Guelatao resultaron ser las más precoces con 98 días al momento del corte, seguidas de la variedad Gema con 114 días, posteriormente la variedad Opalo con 118 días, y por último la variedad Saia con 137 días al corte.

En la Figura 5, se puede observar que el efecto de los tratamientos de las densidades no afectó en nada los días a corte de cada variedad; de esta manera la cantidad de semilla sembrada no influyó sobre el estado de madurez de la planta.

En el ANDEVA realizado para la variable peso verde se encontró diferencia altamente significativa para las variedades, no así para las densidades, ni para la interacción variedades por densidades, Cuadro 15.

CUADRO 15. ANALISIS DE VARIANZA PESO VERDE (Ton/ha) DE CINCO VARIEDADES DE AVENA EN CINCO DENSIDADES.

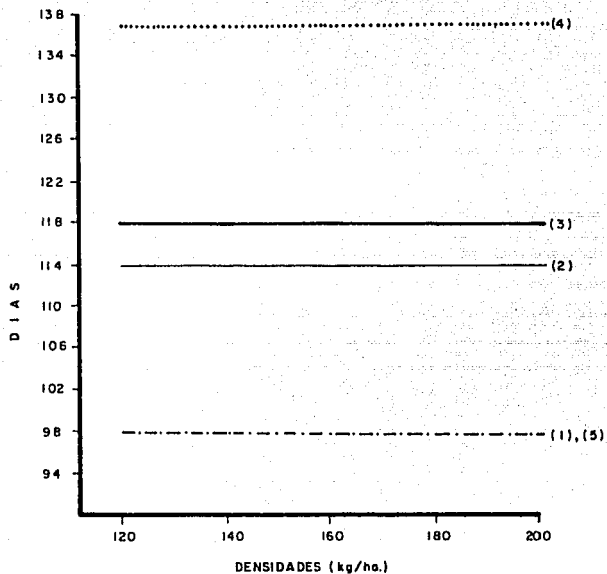
Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Repeticiones (Blqs)	3	155.04	51.68	0.5	3.49	5.95
Variedades	4	3,299.72	824.93	7.93	3.26*	5.41**
Error (a)	12	1,247.1	103.9			
Subtotal	39	4,701.84				

Densidades	4	464.7	116.17	1.63	2.52	3.65
Var. x Dens.	16	896.0	56.0	0.78	1.81	2.32
Error (b)	60	4,278.6	71.31			
T o t a l	99	10,341.13				

$$\bar{X} = 41.1$$

$$C.V. = 20.5$$

En el Cuadro siguiente se puede observar que las variedades Saia y Gema fueron las más rendidoras para la producción de forraje verde (49.3 y 45.6 toneladas por hectárea, respectivamente); mientras que las variedades Tulancin



SIMBOLOGIA

- | | |
|----------------|--------------|
| (1) TULANCINGO | (4) SAIA |
| (2) GEMA | (5) GUELATAO |
| (3) OPALO | |

**FIGURA 5 DÍAS A CORTE DE 5 VARIEDADES DE AVENA,
EN 5 DENSIDADES DE SIEMBRA.**

go y Guelatao obtuvieron los más bajos rendimientos (36.5 y 33.6 toneladas por hectárea, respectivamente); en tanto que la variedad Opalo logró un rendimiento intermedio con respecto a los anteriores (40.4 toneladas por hectárea).

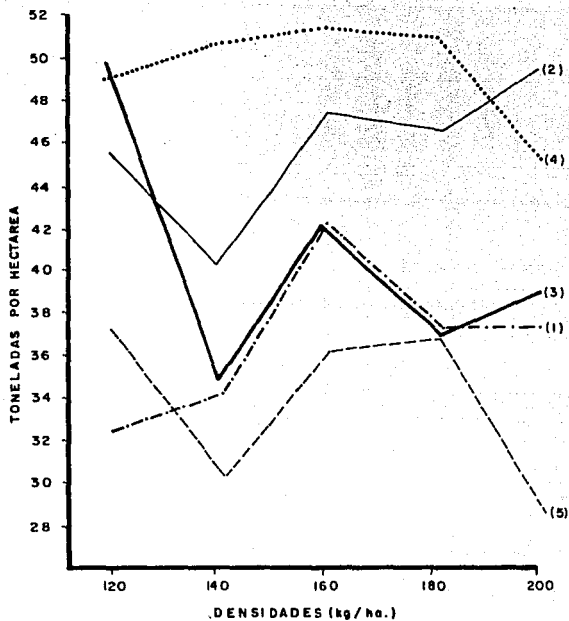
CUADRO 16. MEDIAS DE RENDIMIENTO (Ton/ha) DE FORRAJE VERDE DE CINCO VARIEDADES EN CINCO DENSIDADES.

Variedad	Densidades (Kg/ha)					Media
	120	140	160	180	200	
Tulancingo	32.3	34.1	42.6	36.9	36.8	36.5
Gema	45.6	40.3	47.3	46.2	48.9	45.6
Opalo	49.7	34.8	42.5	36.6	38.6	40.4
Saia	48.9	50.6	51.4	50.9	44.7	49.3
Guelatao	37.3	30.2	36.0	36.5	28.2	33.6
Media	42.7	38.0	43.9	41.4	39.4	41.1

Continuando con el Cuadro 16, se ve que en general las densidades de 160 y 120 kilogramos de semilla por hectárea produjeron los más altos rendimientos de forraje verde.

En la Figura 6, observamos que la variedad Saia (la más rendidora) obtuvo su máxima producción en las densidades de 160, 180 y 140 kilogramos de semilla por hectárea, mientras que la variedad Gema (la segunda después de la variedad Saia) la obtuvo a una densidad de 200 kilogramos de semilla por hectárea.

La variedad Opalo, que estadísticamente igualó a la variedad Gema, logró su máxima producción a una densidad de 120 kilogramos de semilla por hectárea, incluso a esta densidad llegó a superar a la variedad Gema en todas las densi



S I M B O L O G I A

- | | |
|----------------|--------------|
| (1) TULANCINGO | (4) SAIA |
| (2) GEMA | (5) QUELATAO |
| (3) OPALO | |

FIGURA 6 PRODUCCION DE FORRAJE VERDE DE 5 VARIETADES DE AVENA EN 5 DENSIDADES DE SIEMBRA.

dades probadas. Consecuentemente, disminuyó su producción al aumentar las densidades (Cuadro 17).

CUADRO 17. PRUEBA DE DUNCAN PARA RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE EN CINCO VARIEDADES DE AVENA ($\alpha = 0.05$).

Tratamiento	Saia	Gema	Opalo	Tulancingo	Guelatao
Medias	49.3	45.6	40.4	36.5	33.6

La prueba de arriba citada, demuestra evidencia estadística de que en promedio, la variedad Saia y Gema fueron más productoras que las demás para la producción de forraje verde.

Por otra parte, el Cuadro 18 muestra las medias de los rendimientos de materia seca de las cinco variedades y densidades.

CUADRO 18. MEDIAS DE RENDIMIENTO (Ton/ha) DE MATERIA SECA DE CINCO VARIEDADES EN CINCO DENSIDADES.

Variedad	Densidad (Kg/ha)					Media
	120	140	160	180	200	
Tulancingo	7.3	7.2	9.1	7.7	8.5	7.9
Gema	11.8	11.8	13.4	15.0	14.4	13.3
Opalo	13.9	10.6	11.7	9.4	10.2	11.2
Saia	14.2	14.5	15.1	14.5	12.5	14.2
Guelatao	9.0	8.0	8.3	10.0	7.7	8.6
Media	11.2	10.4	11.5	11.3	10.7	11.0

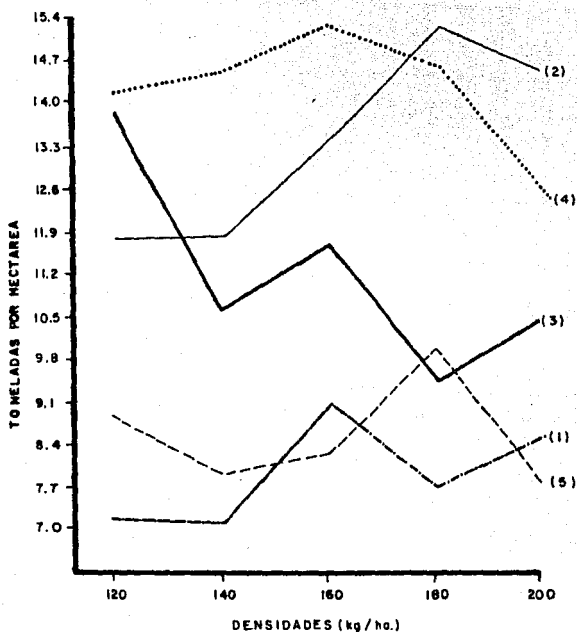
La representación gráfica de los rendimientos de materia seca, se observan en la Figura 7.

Se puede observar que otra vez las variedades Saia y Gema son las que presentan los más altos rendimientos para la producción de materia seca (14.2 y 13.3 toneladas por hectárea, respectivamente); mientras que la variedad Opalo presenta un rendimiento medio con respecto a todas las variedades probadas - (11.2 toneladas por hectárea); las variedades Tulancingo y Guelatao permanecen como las variedades más bajas en rendimiento de materia seca para esta prueba.

También podemos ver que la variedad Saia obtuvo el mayor rendimiento a 160 kilogramos de semilla por hectárea; la variedad Gema a 180 kilogramos de semilla por hectárea. Mientras tanto en la variedad Opalo, por segunda vez disminuyeron sus rendimientos al aumentar las densidades.

Para afirmar estos resultados, el ANDEVA realizado para la variable peso seco arrojó diferencias altamente significativas entre variedades, no así entre densidades, ni en la interacción variedades por densidades, Cuadro 19.

El cuadro 20, muestra la prueba de Duncan, en la cual se comprueba evidencia estadística de que en promedio, las variedades Saia y Gema son superiores a las demás para la producción de materia seca.



SIMBOLOGIA

- | | |
|----------------|---------------|
| (1) TULANCINGO | (4) SAIA |
| (2) BEMA | (5) QUELATA O |
| (3) OPALO | |

FIGURA 7. PRODUCCION DE MATERIA SECA DE 5 VARIETADES DE AVENA EN 5 DENSIDADES DE SIEMBRA.

CUADRO 19. ANALISIS DE VARIANZA DE PESO SECO DE CINCO VARIETADES DE AVENA EN CINCO DENSIDADES.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t	
					0.05	0.01
Repeticiones (Blqs)	3	6.8	2.26	0.262	3.49	5.95
Variedades	4	604.7	151.17	17.57	3.26*	5.41**
Error (a)	12	103.78	8.6			
Subtotal	39	715.28				
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>						
Densidades	4	16.86	4.21	0.840	2.52	3.65
Var. x Dens.	16	103.5	6.46	1.28	1.81	2.32
Error (b)	<u>60</u>	300.6	5.01			
T o t a l	90	1,136.24				

$$\bar{X} = 10.7$$

$$C.V. = 20.91$$

CUADRO 20. PRUEBA DE DUNCAN PARA RENDIMIENTO DE MATERIA SECA EN CINCO VARIEDADES DE AVENA ($\alpha= 0.05$).

Tratamiento	Saia	Gema	Opalo	Guelatao	Tulancingo
Medias	<u>14.2</u>	<u>13.3</u>	11.2	<u>8.6</u>	<u>6.4</u>

En general, las densidades 160, 180 y 120 kilogramos de semilla por hectárea son las que presentan los mejores resultados en los rendimientos de materia seca.

V. DISCUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos se deduce que las mejores variedades para producción de forraje verde y materia seca fueron las variedades Saia y Gema para esta región, en las densidades 160, 180 y 200 kilogramos de semilla por hectárea. La variedad Opalo obtuvo un rendimiento medio con respecto a todas las variedades; alcanzó su máxima producción a una densidad de 120 kilogramos de semilla por hectárea, presentando ciclo intermedio, así como también altura intermedia en todas las variedades.

Las densidades 160 y 180 kilogramos de semilla por hectárea sirvieron para que la variedad Saia presentara los mayores rendimientos de forraje verde y materia seca en el experimento; esta respuesta favorable se debe en gran parte a la distribución uniforme de semilla que se utilizó, ya que en densidades extremas como 120 y 200 kilogramos de semilla por hectárea la respuesta de esta variedad no es significativa. La no respuesta a la baja densidad de siembra hace que esta variedad no manifieste su rendimiento potencial, ya que su paja es muy suave y no produce demasiado peso a bajas densidades, lo cual se refleja negativamente en el rendimiento. Un caso más o menos similar es el que se presenta al tomar en cuenta el señalamiento que hace Woodward (1956), de que las densidades de siembra más bajas producen paniculas y granos más grandes y de mayor peso, y paja más "tiesa" que las densidades más altas.

Mientras tanto, en la densidad mayor (200 kilogramos de semilla por hectárea) el rendimiento se ve afectado a causa de la competencia entre planta a pesar que sus tallos sean muy delgados se ve afectado notablemente por el bajo

nivel de amacollo que presenta, lo cual nos llega a producir acame, baja altura y poco rendimiento final, y como lo señalan Frey y Wiggans (1956), Justus y Thurman (1955), Nieto (1964) en que a medida que se aumenta la densidad de siembra, disminuye el número de tallos producidos por planta, y la altura de las plantas aumenta conforme se aumenta la distancia entre ellas.

La altura es una componente fundamental en el rendimiento del cultivo, por que nos eleva la cantidad de material vegetal presente así como el peso seco de las plantas; la variedad Saia obtuvo las máximas alturas de planta en el experimento principalmente a bajas densidades; conforme se elevó la densidad de siembra se redujo el tamaño de la planta y como lo menciona Donald (1963), de que la competencia entre plantas debido al efecto de la densidad de siembra reduce el tamaño de la planta, ya que cuando hay pocas plantas éstas darán rendimientos más elevados.

Así pues, vemos que Saia es una de las variedades forrajeras más rindidas para este tipo de ambiente, siendo característico en ella la altura, principalmente a bajas densidades de siembra como lo fué en este caso (120 kg. de semilla por hectárea), y el buen amacollo principalmente en la densidad 180 - kg. de semilla por hectárea según los resultados aquí obtenidos; compensándose de esta manera la producción de forraje verde y materia seca en densidades intermedias como 160 kilogramos de semilla por hectárea.

En las densidades de 180 y 200 kilogramos de semilla por hectárea la variedad Gema elevó sus rendimientos de forraje verde y materia seca notablemente. Según Grosse y Brauckman (1975), las densidades mayores causan mayor rendimiento de heno, tallos más largos, una relación grano:heno más amplia,

menor número de panojas y menor rendimiento de grano. Esto posiblemente se deba a la mayor densidad de población inicial, lo cual hace que exista gran cantidad de materia verde presente, de este modo tendremos un Índice de Área Foliar (IAF) muy elevado y en estas condiciones se llega a abatir el rendimiento de grano. Con la variedad Gema ocurrió un caso semejante, donde las densidades mayores aumentaron ampliamente el rendimiento de forraje verde y materia seca.

Para corroborar el señalamiento de Grosse y Brauckman (1975) se puede mencionar que la variedad Gema se caracteriza en presentar tallos de gran altura y de notable grosor, lo cual se manifestó claramente en este ambiente, especialmente en la densidad de 200 kilogramos de semilla por hectárea. De esta manera, no tuvo efectos adversos las altas densidades de siembra, ya que el rendimiento no disminuyó.

Así pues, el fenómeno de la competencia entre plantas puede ser contrarrestado por el bajo nivel de amacollamiento, lo que ocurrió en este caso con la variedad Gema; siempre y cuando la planta desarrolle la altura deseable para obtener niveles satisfactorios de producción de forraje verde y materia seca.

En esta prueba, se pudo observar también que las densidades menores produjeron rendimientos muy significativos, como en el caso de la variedad Opalo, en que la densidad de 120 kilogramos de semilla por hectárea hizo que esta variedad reflejara su máxima potencialidad debido a la condición favorable de su altura y amacollo (el cual fué muy notable). De este modo podemos ver que existen efectos de tipo compensatorio como en este caso, y como lo cita -

Bruinsma (1966), el amacollamiento es capaz de compensar el efecto debido a las densidades de siembra más bajas.

Así pues, podemos pensar que la distribución espaciada de las plantas da un mayor rendimiento que el agrupamiento, pero cuando las condiciones son contrarias, es decir cuando existe mucha población de plantas el rendimiento se reduce.

Además de que la variedad Opalo no presentó gran altura al corte, las densidades elevadas afectan significativamente su rendimiento, tal vez este hecho sea propiciado por el efecto de la competencia entre plantas, lo cual provoca que los factores físicos del ambiente sean poco aprovechados por cada individuo, puesto que un mayor número de plantas están explotando el mismo medio ambiente y, a cada una le corresponde una menor cantidad de los factores para desarrollarse.

Las variedades como Tulancingo y Guelatao obtuvieron rendimientos poco significativos en cuanto a forraje verde y materia seca, ya que son variedades genéticamente precoces. La altura es una característica regularmente inestable debido a la influencia del medio ambiente principalmente por la humedad, temperatura y fertilidad del suelo. La variedad Tulancingo obtuvo la altura al corte más baja de todas las variedades probadas, pero este hecho no agrava tal situación, ya que en este ambiente, este genotipo tuvo una mejor expresión, debido a que su altura rebasó alturas promedio registradas en otros lugares en condiciones de temporal. Se puede corroborar este hecho, señalando que la temperatura y humedad para este lugar durante los meses del período de crecimiento de dicha variedad fueron muy favorables.

Atendiendo el amacollo, este es un aspecto importante para las avenas forrajeras; y también como la altura es una característica inestable debido a la influencia del medio ambiente. En este como en otros ambientes la variedad Tulancingo presentó un amacollo regular, viendose especialmente favorecido en la densidad de 160 kilogramos de semilla por hectárea, así pues vemos que las variedades precoces como en este caso, responden mejor a la producción de amacollos en densidades intermedias, esto puede ser debido a que en densidades mayores su amacollo se ve contrarrestado por la competencia por espacio, y a densidades menores se limita la capacidad ahijadora de la variedad.

La variedad Guelatao se caracterizó por presentar tallos de altura intermedia, al igual que la variedad Tulancingo expresó un mejor comportamiento en este ambiente con respecto a la altura, debido a que esta última fué muy notable llegando a rebasar alturas promedio obtenidas en siembras comerciales. Otros experimentos indican que algunas metodologías que se han usado, han sido basadas en densidades que no corresponden a las de siembras comerciales y por tanto es de dudar el alcance logrado con ellas. Por otra parte, al incrementar se las densidades, la variedad Guelatao tiende a disminuir la altura, pero el rendimiento de materia seca no se ve afectado ya que precisamente en las densidades mayores esta variedad ahija más.

Las variedades de ciclo precoz son más recomendables para producción de grano, pero al mismo tiempo en ciertas condiciones pueden ser recomendables también para la obtención de forraje. Este tipo de variedades responden mejor a las densidades bajas para obtener un rendimiento económico (RE) óptimo, por lo tanto es muy recomendable en este tipo de casos contar con densidades bajas, - luego entonces es lógico pensar que si el objetivo es elevar la producción de

forraje, un incremento en la densidad de siembra dará un incremento en el IAF y un decremento en el rendimiento de grano, un caso mas o menos similar fué el ocurrido aquí con la variedad Guelatao (aunque no vimos el rendimiento final de grano) en donde las bajas densidades nos produjeron bajo amacollo pero elevada producción de forraje verde, explicandose con tallos gruesos, de notable altura y de buen vigor, hojas medianas y largas. Dando como consecuencia un aumento en el área foliar e incrementándose así la magnitud del sistema fotosintético laminar de ese material.

Finalmente los valores mayores de materia seca en la variedad Guelatao se obtuvieron en densidades mayores, específicamente en la densidad de 180 kilogramos de semilla por hectárea en donde tuvo su mejor amacollo. De esta manera se reafirma que tanto el amacollo como la altura son características muy influenciadas por el ambiente; en este caso la densidad de siembra.

Por todo lo anterior, se puede decir que existe una interacción relevante entre variedades y densidades, aunque en este experimento no fue significativo se puede asumir el señalamiento de Márquez (1974), de que la interacción genético-ambiental es específica lo cual indica que cada variedad tiene su propia densidad.

De manera general, se puede señalar que las densidades que mayor producción de forraje verde y materia seca ofrecieron en las variedades estudiadas - aquí fueron las densidades intermedias. La densidad de 160 kilogramos de semilla por hectárea obtuvo la media más alta encabezando un grupo de cinco densidades que no presentaron diferencias significativas. Este hecho se puede reforzar al mencionar que también en las densidades intermedias (180 y 140 kilogra-

mos de semilla por hectárea) el amacollo en las variedades probadas se manifestó notablemente. De acuerdo con Shebesky (1967), podemos decir que cuando se realiza una distribución espaciada de plantas, se favorece la altura y vigor de las plantas, es decir a una densidad de siembra menor. Por el contrario, la distribución en matas cercanas provee un ambiente de competencia en donde las plantas altas y con hojas largas son las que tienen mayor rendimiento.

También pudimos ver que en densidades bajas (120 kilogramos de semilla por hectárea) e intermedias (160 kilogramos de semilla por hectárea) la altura de las cinco variedades fue muy significativa. En cuanto a los días a floración y madurez, la cantidad de semilla sembrada no afecta en lo más mínimo estos días, mas bien los días a floración y madurez están determinados por la longitud del día, la temperatura y el ciclo de cultivo. Pero generalmente estas son características que se mantienen más constantes aunque sean influenciadas por el medio ambiente.

Para finalizar, se observa que las variedades forrajeras de avena estudiadas aquí así como las densidades de siembra, se pueden agrupar según los resultados obtenidos en este trabajo de la siguiente manera: variedades precoces como Tulancingo y Guelatao para producción de forraje producen eficientemente con densidades intermedias y elevadas (160 y 180 kilogramos de semilla por hectárea), y variedades intermedias como Opalo en la densidad de 120 kilogramos de semilla por hectárea, variedades como Gema que también es de ciclo intermedio en densidades intermedias y altas, así como también la variedad Saia que es de ciclo tardío.

VI. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente estudio, podemos decir que las condiciones ambientales para este lugar durante los meses de desarrollo del experimento fueron favorables y representativas. Así pues de acuerdo a los objetivos planteados se pueden formular las siguientes conclusiones:

1. La variación en altura y el nivel de amacollo de las cinco variedades, analizados estadísticamente indicó diferencias altamente significativas entre variedades.
2. Los días a floración son diferentes para cada variedad, no así para el efecto de las densidades ni para la interacción variedades por densidades.
3. La densidad que proporcionó los más altos rendimientos de forraje verde y materia seca fue la de 160 kilogramos de semilla por hectárea.
4. La densidad que mayor altura de planta produjo en las variedades probadas fue 120 kilogramos de semilla por hectárea.
5. Las densidades intermedias propician que las variedades forrajeras de avena tiendan a amacollar más, según los resultados aquí obtenidos.

6. La producción de forraje se eleva conforme se aumenta la densidad de siembra, pero se llega a un límite donde el rendimiento empieza a disminuir conforme se sigue elevando la densidad, lo cual depende de cada variedad.
7. El efecto de la interacción genotipo-ambiente (variedad por densidad) sobre el rendimiento de forraje fue diferente aunque no significativo.
8. Las variedades de ciclo intermedio y tardío fueron las más eficientes para la producción de forraje y materia seca.
9. Las variedades precoces como Tulancingo y Guelatao, resultaron ser las menos rendidoras para esta región. Las densidades óptimas para su mayor rendimiento fueron 160 kilogramos de semilla por hectárea para la variedad Tulancingo, y 120 kilogramos de semilla por hectárea para la variedad Guelatao.
10. La variedad más productora de forraje verde y materia seca fue Saia, y en seguida la variedad Gema. La variedad Saia obtuvo sus mejores rendimientos tanto de forraje verde como de materia seca en la densidad de 160 kilogramos de semilla por hectárea. Para la variedad Gema produjeron los máximos rendimientos, primordialmente las altas densidades como son: 200 kilogramos de semilla por hectárea para la obtención de forraje verde, y 180 kilogramos de semilla por hectárea para la producción de materia seca.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en el presente trabajo y lo anteriormente citado, se sugiere para esta región de Juchitepec, Méx. para siembras de ciclo P.V. de temporal, lo siguiente:

- Variedad Saia: Altos rendimientos, 49 toneladas de forraje verde por hectárea; ciclo tardío (137 días), corte en estado lechoso-masoso del grano, densidad óptima 160 kilogramos de semilla por hectárea.
- Variedad Gema: altos rendimientos, 45 toneladas de forraje verde por hectárea; ciclo intermedio (114 días), corte igual a la anterior, densidad óptima 200 kilogramos de semilla por hectárea.
- Variedad Opalo: buenos rendimientos, 40 toneladas de forraje verde por hectárea; ciclo intermedio (118 días), corte el mismo que el anterior, densidad óptima 120 kilogramos de semilla por hectárea.
- Variedad Tulancingo: rendimiento regular, 36 toneladas de forraje verde por hectárea; ciclo precoz (98 días), densidad óptima 160 kilogramos de semilla por hectárea.
- Variedad Guelatao: rendimiento regular, 33 toneladas de forraje verde por hectárea; ciclo precoz (98 días) densidad óptima 120 kilogramos de semilla por hectárea.

Se advierte que es necesario seguir investigando sobre los posibles efectos que causan las diferentes densidades de siembra sobre las variedades forra

jas de avena (precoces, intermedias y tardías) ya que el agricultor como el técnico agrícola disponen de una herramienta muy útil que les permite manipular la producción de forraje que es la densidad de siembra. Además de que las condiciones ecológicas y material genético varían de lugar a lugar y de año a año.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Ahlgreen, C.H. 1956. Forage Crops. 2a. Edición, McGraw Hill. Co. Inc. New York. Pp. 278.
- Armero, J., T. 1979. Estudio de rendimiento para producción de forraje y grano en cinco densidades de siembra de avena, variedad Saia Avena sativa L. en Apodaca, N.L. en el ciclo 1978-1979. Tesis Profesional, ITESM, Monterrey, N.L. Pp. 5-13.
- Betanzos, M.E. 1970. Dos aspectos en el estudio de la interacción genético-ambiental. Tesis M.C., ENA, C.P., Chapingo, Méx. Pp. 48-72.
- Bruinsma, J., and Schurman, J.J. 1966. Plant Soil 24, Pp. 309-316.
- Cavazos, J.F. 1976. Determinación del rendimiento de forraje verde, heno y recuperación de avena forrajera Avena sativa L., variedad Purísima aplicando diferentes número de riegos. Tesis Profesional, ITESM, Monterrey, H.L. Pp. 10-14.
- Castro V., O. y Jiménez, C.A. 1981. Tulancingo, nueva variedad temporalera de avena para Valles Altos. INIA, CIAMEC, CAEVAMEX. Folleto técnico No. 9. Chapinco, Méx. Pp. 4-8.
- Coffman, F.A. 1946. Origin of cultivated oats. Journal of American Society of Agronomy 38: 983-1002.
- Coffman, F.A. 1961. Oats and oat improvement. American Society of Agronomy. E.U.A. Pp. 1, 6 y 403.
- Delorit, R.J. 1970. Producción agrícola. Cía Editorial Continental, S.A. Méx. Pp. 160,173, 178 y 181.

- Díaz del Pino, A. 1953. Avena. in: Cereales de primavera. 1a Edición. Ediciones Salvat, S.A. Méx., D.F. Pp. 239-250.
- Dickson, J.G. 1956. Diseases of Field Crops. McGraw Hill Book Company, Inc. U.S.A. Pp. 134-136 y 139.
- Donald, C.M. and Hamblin, J. 1976. The biological yield and harvest index of cereales as agronomic and plant breeding criteria. Adv. in Agr. 28: 351-405.
- Evans, L.T. y Wardlaw, I.F. 1976. Aspectos de la fisiología comparativa del rendimiento de grano en cereales. Adv. in Agr. 28: 301-305. Apuntes para el curso de Fisiotecnia. FES-C, UNAM.
- Frey, K.J. and Wiggans, S.C. 1956. Growth rates for different test weight seed lots. Agron. Jour. 48: 521-523.
- García F., J. 1958. Cereales de invierno. 1a. Edición, Editorial Dossat, S.A. Madrid, España. Pp. 153-159.
- García, C.D. 1970. Comparación de cinco densidades de siembra en tres variedades de avena forrajera en Gral. Escobedo, N.L. Tesis Profesional, U.N.L. Monterrey, N.L.
- Gardner, H.W. 1953. Nitrogen top dressing of spring oats. Agriculture J. Minist. Engl. 60: 328-334.
- Grosse-Brauckman, E. 1975. Influence of limited spacing on the growth of oats in pot trials. Field Crop Abstract 28: 167.
- Gutiérrez, C., J.M. 1982. Guía para cultivar avena forrajera en el Valle de México. INIA, CIAMEC, CAEVAMEX. Folleto para agricultores No. 16. Chapingo, Méx. Pp.8.
- Hughes, H.D. and Henson, E.R. 1957. Crop production. Editorial McMillan Company. Pp. 297.

Hughes, H.D., Heat M.E. y Metcalf, D.S. 1966. Forrajes. CECSA. México. Pp. 59-69, 373-382.

Justus, N.J. y Thurman, R.L. 1955. The effect of clipping and grazing on the subsequent growth of winter oats. Agron. Jour. 47: 82-83.

Márquez, S.F. 1974. El problema de la interacción genético ambiental en genotecnia vegetal. Editorial PATENA. A.C. Chapingo, Méx.

Metcalf, C.L. y Flint, R.L. 1970. Insectos destructivos e insectos útiles. Editorial Continental, S.A. México. Pp. 589.

Meyer, J.H. *et al.* 1957. The influence of stage of maturity on the feeding value of oat hay. J. An. Sci. 16: 623-632.

Morrison, F.B. 1957. Alimentos y alimentación del ganado. 21a. Edición. Editorial UTEHA. México, D.F. Pp. 1370.

Nieto, S.L. 1964. Comparación de ocho densidades de siembra en tres variedades de avena forrajera en Apodaca, N.L. Tesis Profesional, ITESM, Monterrey, Méx. Pp. 7-8.

Noller, C.H. 1959. Digestion studies with oat silages using a new fecal collection technique. J. An. Sci. 18: 671-674.

Poehlman, J.M. 1965. Avena. in: Mejoramiento genético de las cosechas. 1a. Edición. Editorial Limusa-Wiles, S.A. Méx., D.F. Pp. 151-170.

Pohlentz, E.H. 1983. Comportamiento de dos variedades de avena en cinco diferentes densidades de siembra y su rendimiento de forraje verde y seco en diferentes estados de desarrollo. Tesis Profesional, ITESM, Monterrey, N.L. Pp. 4-15.

Robles, S., R. 1975. Avena. in: Producción de granos y forrajes. 2a. Edición. Editorial Limusa. México. Pp. 268.

- Romero, V., A. 1962. Análisis bromatológico y rendimiento de forraje de siete variedades de avena *Avena sativa* L. en cortes de dos edades de las plantas. Tesis Profesional, ITESM, Monterrey, N.L.
- Rivera T., P.A. 1976. Prueba de rendimiento de grano y forraje de 12 variedades de avena en Apodaca, N.L. Tesis Profesional, U.N.L. Monterrey, N.L. Pp. 3-18.
- Sáenz, P.E. 1978. Rendimiento y digestibilidad "*in vitro*" de cinco gramíneas de invierno: Avena *Avena sativa* L., Cebada *Hordeum vulgare* L., Trigo *Triticum aestivum* L. y Triticale *Triticale hexaploide*. Tesis Profesional, ITESM, Monterrey, N.L. Pp. 7,9-10.
- Schmidt, D. 1962. Dry matter and nitrogen content of oats harvested at various stages. *Agron. Jour.* 54: 8-10.
- Shebesky, L.H. 1967. Proc. Can. Cent. Wheat Symp. Pp. 249.
- Standord, L. 1964. Economic plants. Applenton Century Crofts Inc. N.Y. Pp. 299-301.
- Stanton, T.R. 1953. Production, Harvesting, processing, utilization and economic importance of oats. *Econ. Bot.* 7: 43-66.
- Streetman, H.L. 1956. Harvesting hay in South Caroline. S.C. Agr. Exp. Sta. Bull. Pp. 432.
- Trimberger, G.W. 1955. Effect of curing methods and stage of maturity upon feeding value of roughages. Cornell University Agronomy Exp. Sta. Bull. Pp. 634.
- Walton, E.V. y Holt, O.M. 1962. Cosechas productivas. 2a. Edición. Cía. Editorial Continental, S.A. Méx., D.F. Pp. 358-384.
- Woodward, R.W. 1956. The effect of rate and date of seeding of small grains on yields. *Agron. Jour.* 40: 160-162.

VIII. A P E N D I C E



FIGURA 8. DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION DURANTE EL DESARROLLO DEL EXPERIMENTO.

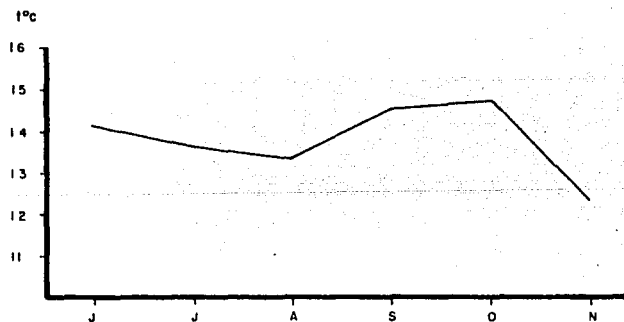


FIGURA 9. TEMPERATURA MEDIA MENSUAL DURANTE EL DESARROLLO DEL EXPERIMENTO.

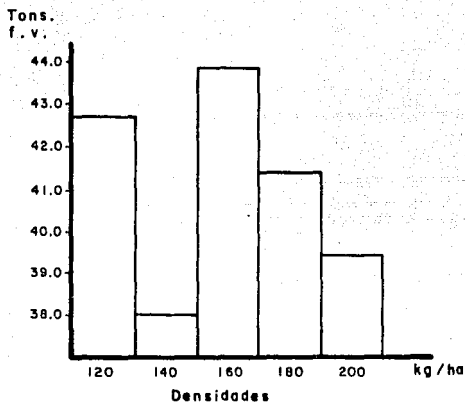


FIGURA 10. RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE EN 5 DENSIDADES DE SIEMBRA.

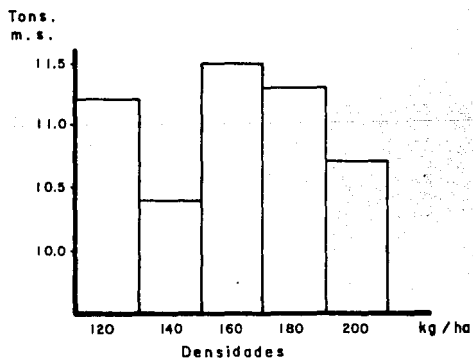


FIGURA 11. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA EN 5 DENSIDADES DE SIEMBRA.

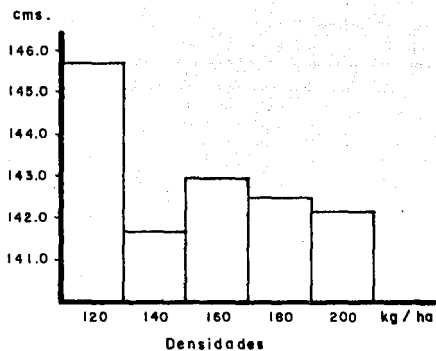


FIGURA 12. ALTURA AL CORTE EN 5 DENSIDADES DE SIEMBRA.

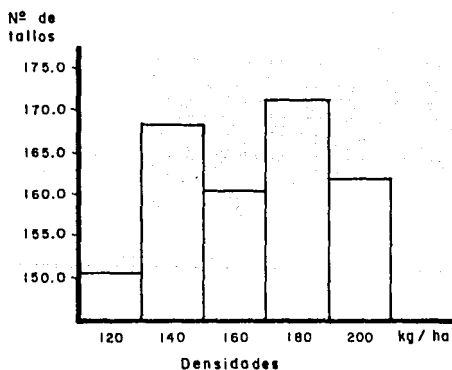


FIGURA 13. NUMERO DE TALLOS EN 5 DENSIDADES DE SIEMBRA.

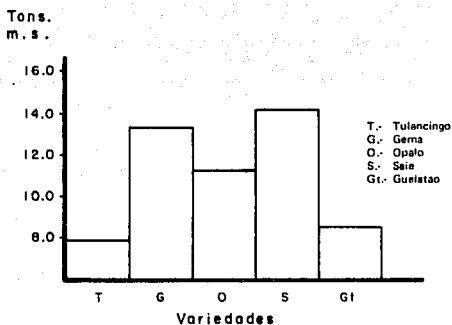


FIGURA 14. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DE 5 VARIEDADES FORRAJERAS DE AVENA.

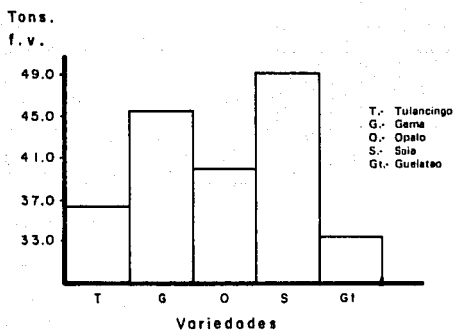


FIGURA 16. RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE DE 5 VARIEDADES FORRAJERAS DE AVENA.

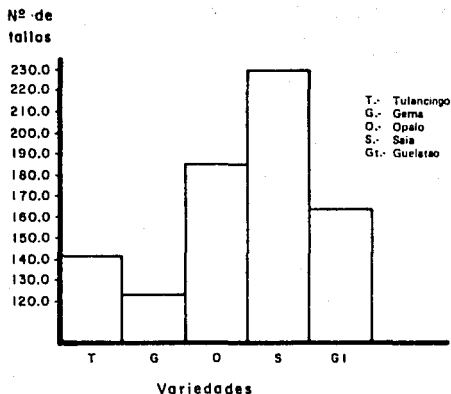


FIGURA 16 NUMERO DE TALLOS DE 5 VARIEDADES FORRAJERAS DE AVENA.

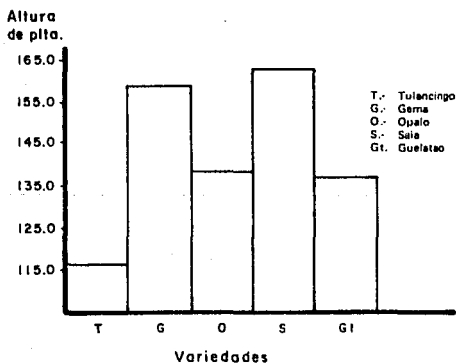


FIGURA 17 ALTURA AL CORTE DE 5 VARIEDADES FORRAJERAS DE AVENA.

CUADRO 21.- DIAS A FLORACION DE CINCO VARIEDADES DE AVENA Y CINCO DENSIDADES CON CUATRO REPETICIONES.

Tratamientos	Densidad	B l o q u e s				Totales	Promedio
		I	II	III	IV	(Tt)	Xt
Variedad 1 Tulancingo	D-1	84	82	81	77	324	81
	D-2	84	82	81	77	234	81
	D-3	84	82	81	77	324	81
	D-4	84	82	81	77	324	81
	D-5	84	82	81	77	324	81
Tot Par Princ	(TPP)	420	410	405	385	1620 Tn1.	81 \bar{x}_{n1}
Variedad 2 Gema	D-1	81	91	90	90	352	88
	D-2	81	91	90	90	352	88
	D-3	81	91	90	90	352	88
	D-4	81	91	90	90	352	88
	D-5	81	91	90	90	352	88
(TPP)		405	455	450	450	1760 Tn2	88 \bar{x}_{n2}
Variedad 3 Opalo	D-1	84	86	88	90	348	87
	D-2	84	86	88	90	348	87
	D-3	84	86	88	90	348	87
	D-4	84	86	88	90	348	87
	D-5	84	86	88	90	348	87
(TPP)		420	430	440	450	1740 Tn3	87 \bar{x}_{n3}
Variedad 4 Saia	D-1	102	102	102	102	408	102
	D-2	102	102	102	102	408	102
	D-3	102	102	102	102	408	102
	D-4	102	102	102	102	408	102
	D-5	102	102	102	102	408	102
(TPP)		510	510	510	510	2040 Tn4	102 \bar{x}_{n4}
Variedad 5 Guelatao	D-1	73	75	75	75	298	74.5
	D-2	73	73	74	74	294	73.5
	D-3	73	75	74	74	296	74.0
	D-4	73	73	74	74	294	73.5
	D-5	73	75	73	79	300	75.0
(TPP)		365	371	370	376	1482 Tn5	74.1 \bar{x}_{n5}
TOT. BLQ.		2120	2176	2175	2171	8642=Σx	86.4= \bar{x}

CUADRO 22. NUMERO DE TALLOS POR METRO CUADRADO DE CINCO
 VARIEDADES DE AVENA Y CINCO DENSIDADES CON
 CUATRO REPETICIONES.

Tratamientos	Densidad	B l o q u e s				Totales (Tt)	Promedio Xt
		I	II	III	IV		
Variedad 1 Tulancingo	D-1	200	117	145	125	585	146.2
	D-2	129	162	107	118	516	129.0
	D-3	132	163	156	158	609	152.2
	D-4	147	136	147	129	559	139.7
	D-5	157	84	170	151	562	140.5
Tot Par Princ	(TPP)	765	662	725	679	2831 Tn1	141.5 Xn1
Variedad 2 Gema	D-1	133	66	113	91	403	100.7
	D-2	111	141	144	97	493	123.2
	D-3	109	111	95	101	416	104.0
	D-4	101	170	169	159	599	149.7
	D-5	107	120	170	128	525	131.2
(TPP)		561	608	691	576	2436 Tn2	121.8 Xn2
Variedad 3 Opalo	D-1	231	141	165	143	680	170.0
	D-2	200	186	256	198	840	210.0
	D-3	190	143	224	133	690	172.5
	D-4	175	200	169	147	691	172.7
	D-5	207	155	230	204	796	199.0
(TPP)		1005	825	1044	825	3697 Tn3	184.8 Xn3
Variedad 4 Saia	D-1	108	244	244	194	790	197.5
	D-2	244	250	202	283	979	244.7
	D-3	205	277	261	233	976	244.0
	D-4	319	216	230	228	993	248.2
	D-5	173	227	209	237	846	211.5
(TPP)		1049	1214	1146	1175	4584 Tn4	229.2 Xn4
Variedad 5 Guelatao	D-1	96	169	133	154	552	138.0
	D-2	143	130	121	150	544	136.0
	D-3	122	147	96	154	519	129.7
	D-4	123	154	162	150	589	147.2
	D-5	135	132	102	151	520	130.0
(TPP)		619	732	614	759	2724 Tn5	136.2 Xn5
TOT BLQ.		3997	4041	4220	4014	16272=Σx	162.7= X̄

CUADRO 23. ALTURA AL CORTE (CMS) DE CINCO VARIEDADES DE AVENA Y CINCO DENSIDADES CON CUATRO REPETICIONES.

Tratamientos	Densidad	B l o q u e s				Totales	Promedio
		I	II	III	IV	(Tt)	\bar{x}_t
Variedad 1 Tulancingo	D-1	115	110	115	115	455	113.7
	D-2	110	110	115	125	460	115.0
	D-3	120	115	120	125	480	120.0
	D-4	115	110	125	130	480	120.0
	D-5	110	105	115	125	455	113.7
Tot.Par. Princ	(TPP)	570	550	590	620	2330 Tn1	116.5 \bar{x}_{n1}
Variedad 2 Gema	D-1	175	160	165	155	655	163.7
	D-2	150	155	160	160	625	156.2
	D-3	150	160	170	150	630	157.5
	D-4	165	150	165	140	620	155.0
	D-5	165	160	160	175	660	165.0
(TPP)		805	785	820	780	3190 Tn2	159.5 \bar{x}_{n2}
Variedad 3 Opalo	D-1	140	150	140	135	565	141.2
	D-2	130	150	125	135	540	135.0
	D-3	135	135	135	130	535	133.7
	D-4	140	145	140	140	565	141.2
	D-5	135	145	145	140	565	141.2
(TPP)		680	725	685	680	2770 Tn3	138.5 \bar{x}_{n3}
Variedad 4 Saia	D-1	150	175	180	170	675	168.7
	D-2	165	160	165	170	660	165.0
	D-3	165	165	160	170	660	165.0
	D-4	165	165	145	165	640	160.0
	D-5	150	170	160	155	635	158.7
(TPP)		795	835	810	830	3270 Tn4	163.5 \bar{x}_{n4}
Variedad 5 Guelatao	D-1	140	140	145	140	565	141.2
	D-2	140	145	130	135	550	137.5
	D-3	140	130	145	140	555	138.7
	D-4	130	145	130	140	545	136.2
	D-5	140	125	130	135	530	132.5
(TPP)		690	685	680	690	2745 Tn5	137.2 \bar{x}_{n5}
TOT. BLQ.		3540	3580	3585	3600	14305 = Σx	143.0 = \bar{x}

CUADRO 24. DIAS A CORTE DE CINCO VARIEDADES DE AVENA Y CINCO DENSIDADES CON CUATRO REPETICIONES.

Tratamientos	Densidad	B l o q u e s				Promedio	
		I	II	III	IV	(Tt)	\bar{X}_t
Variedad 1 Tulancingo	D-1	98	98	98	98	392	98
	D-2	98	98	98	98	392	98
	D-3	98	98	98	98	392	98
	D-4	98	98	98	98	392	98
	D-5	98	98	98	98	392	98
Tot. Par. Princ	(TPP)	490	490	490	490	1960 Tn1	98 \bar{X}_{n1}
Variedad 2 Gema	D-1	114	114	114	114	456	114
	D-2	114	114	114	114	456	114
	D-3	114	114	114	114	456	114
	D-4	114	114	114	114	456	114
	D-5	114	114	114	114	456	114
(TPP)		570	570	570	570	2280 Tn2	114 \bar{X}_{n2}
Variedad 3 Opalo	D-1	118	118	118	118	472	118
	D-2	118	118	118	118	472	118
	D-3	118	118	118	118	472	118
	D-4	118	118	118	118	472	118
	D-5	118	118	118	118	472	118
(TPP)		590	590	590	590	2360 Tn3	118 \bar{X}_{n3}
Variedad 4 Saia	D-1	137	137	137	137	548	137
	D-2	137	137	137	137	548	137
	D-3	137	137	137	137	548	137
	D-4	137	137	137	137	548	137
	D-5	137	137	137	137	548	137
(TPP)		685	685	685	685	2740 Tn4	137 \bar{X}_{n4}
Variedad 5 Guelatao	D-1	98	98	98	98	392	98
	D-2	98	98	98	98	392	98
	D-3	98	98	98	98	392	98
	D-4	98	98	98	98	392	98
	D-5	98	98	98	98	392	98
(TPP)		490	490	490	490	1960 Tn5	98 \bar{X}_{n5}
TOT. BLQ.		2825	2825	2825	2825	11300 = ΣX	113 = \bar{X}

CUADRO 25. RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE (Ton/ha.) DE CINCO VARIETADES DE AVENA Y CINCO DENSIDADES CON CUATRO REPETICIONES.

Tratamientos	Densidad	B l o q u e s				Total	Promedio
		I	II	III	IV	(Tt)	\bar{x}_t
Variedad 1 Tulancingo	D-1	36.4	29.1	34.2	29.5	129.2	32.3
	D-2	28.4	36.6	30.8	40.8	136.6	34.1
	D-3	42.2	37.7	44.4	46.0	170.3	42.6
	D-4	36.0	24.6	45.5	41.7	147.8	36.9
	D-5	36.6	32.0	32.8	46.0	147.4	36.8
Tot. Par. Prin (TPP)		179.6	160.0	187.7	204.0	731.3 Tn1	36.5 \bar{x}_{n1}
Variedad 2 Gema	D-1	37.7	40.4	62.2	42.2	182.5	45.6
	D-2	42.8	44.2	36.8	37.5	161.3	40.3
	D-3	42.2	43.0	56.6	47.5	189.3	47.3
	D-4	61.1	42.4	53.3	28.2	185.0	46.2
	D-5	36.6	42.8	67.5	48.8	195.7	48.9
(TPP)		220.4	212.8	276.4	204.2	913.8 Tn2	45.6 \bar{x}_{n2}
Variedad 3 Opalo	D-1	63.7	51.3	50.4	33.3	198.7	49.7
	D-2	33.8	41.3	31.5	32.7	139.3	34.8
	D-3	47.3	45.1	47.5	30.2	170.1	42.5
	D-4	30.0	46.4	28.4	41.5	146.3	36.6
	D-5	37.1	33.7	35.2	48.4	154.4	38.6
(TPP)		211.9	217.8	193.0	186.1	808.8 Tn3	40.4 \bar{x}_{n3}
Variedad 4 Sala	D-1	34.8	40.2	51.5	69.3	195.8	48.9
	D-2	49.0	47.4	58.4	47.6	202.4	50.6
	D-3	41.1	65.3	43.8	55.4	205.6	51.4
	D-4	54.5	49.4	48.0	51.7	203.6	50.9
	D-5	33.3	56.0	44.4	45.3	179.0	44.7
(TPP)		212.7	258.3	246.1	269.1	986.4 Tn4	49.3 \bar{x}_{n4}
Variedad 5 Guelatao	D-1	40.0	37.7	29.5	42.2	149.4	37.3
	D-2	21.5	43.1	23.1	33.3	121.0	30.2
	D-3	38.8	21.3	42.4	41.5	144.0	36.0
	D-4	29.3	40.8	38.6	37.3	146.0	36.5
	D-5	34.0	18.2	31.1	29.5	112.8	28.2
(TPP)		163.6	161.1	164.7	183.8	673.2 Tn5	33.6 \bar{x}_{n5}
TOT BLQ.		988.2	1010.0	1067.9	1047.4	4113.5=ΣX	41.1 \bar{x}

CUADRO 26. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (Ton/ha) DE CINCO VARIETADES DE AVENA Y CINCO DENSIDADES CON CUATRO REPETICIONES.

Tratamientos	Densidad	B l o q u e s				Totales	Promedio
		I	II	III	IV	(Tt)	\bar{x}_t
Variedad 1 Tulancingo	D-1	7.4	7.1	7.7	7.0	29.2	7.3
	D-2	6.8	7.0	6.4	8.9	29.1	7.3
	D-3	9.3	7.8	10.5	8.8	36.5	9.1
	D-4	4.0	5.3	10.9	10.5	30.7	7.7
	D-5	8.7	7.9	7.7	9.7	33.9	8.5
Tot. Parc. Princ (TPP)		36.2	35.2	43.2	44.9	159.4 Tn1	6.4 \bar{x}_{n1}
Variedad 2 Gema	D-1	9.0	11.9	13.2	13.2	47.4	11.8
	D-2	12.6	12.6	12.0	10.3	47.5	11.8
	D-3	14.5	13.0	12.9	13.3	53.7	13.4
	D-4	21.4	13.1	15.9	9.6	60.1	15.0
	D-5	10.6	11.9	19.7	15.2	57.5	14.4
(TPP)		68.1	62.5	73.8	61.8	266.2 Tn2	13.3 \bar{x}_{n2}
Variedad 3 Opalo	D-1	17.2	14.9	15.1	8.4	55.6	13.9
	D-2	12.2	11.4	9.3	9.8	42.7	10.6
	D-3	13.7	11.9	11.5	9.6	46.8	11.7
	D-4	9.0	11.4	6.1	11.3	37.8	9.4
	D-5	11.3	11.8	7.1	10.4	40.7	10.2
(TPP)		63.4	61.4	49.2	49.6	223.6 Tn3	11.2 \bar{x}_{n3}
Variedad 4 Saia	D-1	11.4	12.4	16.0	16.9	56.7	14.2
	D-2	13.7	14.2	14.4	15.7	58.0	14.5
	D-3	10.9	17.6	14.0	17.7	60.3	15.1
	D-4	13.6	13.6	15.8	15.0	58.1	14.5
	D-5	10.3	14.0	14.2	11.3	49.9	12.5
(TPP)		60.1	71.9	74.4	76.7	283.1 Tn4	14.2 \bar{x}_{n4}
Variedad 5 Guelatao	D-1	9.2	8.7	7.6	10.6	36.1	9.0
	D-2	5.6	10.5	6.6	9.4	32.0	8.0
	D-3	9.2	4.2	10.2	9.8	33.4	8.3
	D-4	7.6	10.8	11.0	10.6	40.0	10.0
	D-5	8.9	5.0	8.9	7.9	30.7	7.7
(TPP)		40.6	39.1	44.2	48.3	172.2 Tn5	8.6 \bar{x}_{n5}
TOT BLQ.		268.4	270.1	284.8	281.2	1104.6 = Σx	10.7 = \bar{x}

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA