

41
25



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"CUAUTITLÁN"

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANO EN AVENA DESNUDA (*Avena nuda*), VARIEDAD "DORADA" EN CHAPINGO, MÉXICO.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A :
FACUNDO TORRES MARTINEZ

DIRECTOR DE TESIS:
M. G. CARLOS ALBERTO JIMENEZ GONZALEZ

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1950

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CONTENIDO

| | Pag. |
|---|----------|
| INDICE DE TABLAS Y FIGURAS | 144 |
| INDICE DE TABLAS DEL APENDICE | v |
| RESUMEN | vi |
| I. INTRODUCCION | 1 |
| II. REVISION DE LITERATURA | 3 |
| 2.1. Cultivo de la Avena | 3 |
| 2.1.1. Origen Geográfico | 3 |
| 2.1.2. Origen Citogenético | 3 |
| 2.1.3. Clasificación Taxonómica | 5 |
| 2.1.4. Descripción Botánica | 5 |
| 2.1.5. Condiciones Ecológicas | 6 |
| 2.1.6. Importancia del Cultivo | 7 |
| 2.2. Calidad Alimenticia | 8 |
| 2.2.1. Calidad Alimenticia del grano | 8 |
| 2.2.2. Contenido de Aceite | 9 |
| 2.2.3. Contenido de Proteína | 10 |
| 2.2.4. Calidad Alimenticia como forraje | 12 |
| 2.3. Avena Desnuda | 16 |
| 2.3.1. Aspectos Fisiológicos | 16 |
| 2.3.2. Aspectos Agronómicos | 17 |
| 2.3.3. Calidad Alimenticia | 18 |
| 2.4. Densidad de siembra | 20 |
| 2.5. Rendimiento | 27 |
| 2.5.1. Componentes de rendimiento | 28 |
| 2.5.2. Efectos compensatorios | 32 |

| | |
|---|----|
| III. MATERIALES Y METODOS | 34 |
| 3.1. Localización | 34 |
| 3.2. Diseño Experimental | 34 |
| 3.3. Unidad Experimental | 34 |
| 3.4. Material Genético | 38 |
| 3.5. Manejo del Experimento | 38 |
| 3.5.1. Preparación del Terreno..... | 38 |
| 3.5.2. Preparación y aplicación del fertilizante | 38 |
| 3.5.3. Siembra | 38 |
| 3.6. Parámetros de Evaluación | 41 |
| 3.6.1. Días a floración | 41 |
| 3.6.2. Días a madurez fisiológica | 41 |
| 3.6.3. Susceptibilidad al ataque de la roya del tallo y de la hoja | 41 |
| 3.6.4. Porcentaje de Acama | 42 |
| 3.6.5. Altura de planta | 43 |
| 3.6.6. Rendimiento Económico | 43 |
| 3.6.7. Rendimiento biológico | 43 |
| 3.6.8. Número de granos/panícula | 44 |
| 3.6.9. Número de panículas/m ² | 44 |
| 3.7. Análisis Estadístico | 44 |
| IV. RESULTADOS | 47 |
| V. DISCUSION | 54 |
| VI. CONCLUSIONES | 60 |
| VII. LITERATURA CITADA | 61 |
| VIII. APENDICE | 68 |

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

| TABLA | Pag. |
|--|------|
| 1 Tabla comparativa de la composición y valor alimenticio del grano de avena, cebada, trigo y maíz | 9 |
| 2 Rango del contenido de aceite y composición de ácidos, establecido en 105 genotipos de <u>Avena nativa</u> | 10 |
| 3 Contenido de aminoácidos esenciales de la avena comparada con los requerimientos de pollos | 11 |
| 4 Composición y calidad alimenticia de la paja de avena, cebada y trigo de manera comparativa | 12 |
| 5 Análisis bromatológico del heno de avena en estado seco de <u>el grano</u> , comparado con otros cereales | 14 |
| 6 Composición química de los cereales de primavera (12 % de humedad) | 19 |
| 7 Características agronómicas identificadas en la variedad "Dorada" de <u>avena decauda</u> (<u>A. nuda</u>) | 47 |
| 8 Análisis de varianza para el parámetro altura de planta | 48 |
| 9 Análisis de varianza para el parámetro rendimiento económico | 49 |
| 10 Análisis de varianza para el parámetro rendimiento biológico | 49 |
| 11 Análisis de varianza para el parámetro número de panículas/m ² | 50 |
| 12 Análisis de varianza para el parámetro número de granos/panícula | 51 |
| 13 Análisis de correlación de los parámetros analizados .. | 52 |

FIGURAS

| | Pag. |
|---|------|
| 1. Datos de temperatura y precipitación media por decenas durante el desarrollo del cultivo | 35 |
| 2. Distribución de parcelas y tratamientos en campo ... | 36 |
| 3. Temperatura media en °C y precipitación media en mm. durante el desarrollo del cultivo | 37 |

INDICE DE TABLAS DEL APENDICE

| | | |
|----|--|----|
| 1A | Datos originales del experimento realizada en Chapingo, Méx., ciclo primavera-verano | 69 |
| 2A | Media aritmética de los parámetros de evaluación de los distintos tratamientos | 71 |
| 3A | Distribución de parcelas dentro del diseño, rendimiento económico por parcelas y promedio de producción en — Kg/ha. | 72 |

RESUMEN

En el Campo Experimental Valle de México, ubicada en Chapingo, Méx., se evaluó el efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento de grano en la Variedad "Dorada" de avena desnuda (Avena nuda) durante el ciclo primavera-verano de 1968. Las densidades de siembra fueron: 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 y 180 Kg/ha. El diseño experimental usado fueron bloques al azar con cuatro repeticiones. Cada bloque formase de ocho unidades experimentales, y cada unidad experimental de 6 m² de superficie con 3 m² de parcela útil. La siembra se realizó a "chorrillo" en el fondo del surco.

Los parámetros estudiados cualitativamente fueron: días a floración y a madurez fisiológica, susceptibilidad al ataque de roya de la hoja (*Puccinia coronata*) y a la roya del tallo (*Puccinia graminis avenae*), porcentaje de átomo y de cenizas. La altura de planta, rendimiento económico, rendimiento biológico, número de panículas por metro cuadrado, número de granos por panícula y peso de mil granos se evaluaron y analizaron estadísticamente de acuerdo al diseño experimental.

Los parámetros cualitativos mostraron que la variedad "Dorada" presenta buenas características agronómicas, superior en algunos casos a las variedades comerciales tales como Tulancingo, Pizante R-21 y Piramo recomendadas para Valles Altos. Los parámetros evaluados cuantitativamente mostraron que la densidad de siembra no afectó en este caso ni el rendimiento biológico, ni el rendimiento económico, y que el componente de rendimiento que más influyó en el rendimiento económico fue el peso de mil granos.

I. INTRODUCCION

La avena (Avena sativa L.) es un cereal importante en los climas templados de México y el mundo, prospera con relativa facilidad en todo tipo de suelos siempre y cuando el suministro de agua sea el adecuado. En México prospera en zonas donde la precipitación es igual o superior a los 300 mm. anuales. Es un cultivo que se emplea tanto para consumo humano como para forraje para el ganado, dada su calidad nutritiva en relación a otros cereales.

Este cultivo se produce de forma extensiva en zonas donde se practica generalmente la agricultura de temporal. En México la superficie sembrada en el ciclo agrícola 1988 de avena forrajera y de grano fué de 341,433 Ha., de las cuales el 68.2 % correspondieron al primer tipo. Del total de la superficie, el 83.35% son tierras de temporal, por lo que los rendimientos en general son bajos. Para el caso de la avena forrajera se tiene una media de producción nacional de 18.80 Ton/ha, mientras que para la avena de grano se tiene un rendimiento medio de 1.392 Ton/ha. Los principales estados productores de este cereal en orden de importancia son: Chihuahua, Durango, Zacatecas, México y Coahuila (CENEC, 1988).

El conocer la densidad óptima de siembra para obtener los mejores rendimientos de grano, es un paso definitivo para lograr que los niveles de producción aumenten sustancialmente. Para tal efecto se hace necesaria la experimentación agrícola en varios ambientes.

El presente trabajo se desarrolló con una variedad de reciente formación en México, como es la variedad "Dorada" de avena desnuda (Avena nuda) que representa a la primera de esta especie en México, teniendo como objetivos los siguientes:

- 1.- Determinar la densidad de siembra óptima del cultivo de avena (Avena nuda) variedad "Dorada" tomando como parámetro el rendimiento de grano.
- 2.- Identificar algunas características agronómicas del cultivo importantes para los ambientes que se pretenden recomendar.

Así mismo, las hipótesis planteadas en este trabajo son:

- 1.- Como la densidad de siembra implica número de plantas, se da una relación estrecha entre ésta y el rendimiento de grano.
- 2.- Debido a que la densidad de siembra modifica la estructura y fisiología de las plantas, afecta también a los componentes del rendimiento y otros caracteres agronómicos.
- 3.- Dada las características de grano desnudo, esta variedad requiere ser sembrada a más bajas densidades de siembra comparativamente con las avenas que tienen cáscara.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Cultivo de la Avena

2.1.1. Origen Geográfico

Coffman (citado por Peshiman, 1987), expresa que no se conoce con certeza el lugar exacto donde se originó la avena, sin embargo, se cree que es originaria de Asia Menor.

De acuerdo con Sampson (citado por Robles, 1993), es muy probable que los más antiguos granos de avena fueran encontrados en Egipto -- (2000 años A.C.). Esta avena egipcia fue originalmente identificada como A. strigosa, pero otros piensan que es Avena fatua o A. sterilis.

2.1.2. Origen citogenético

Se conocen especies de avena diploides, tetraploides y hexaploides (Stanton citado por Peshiman, 1987), las cuales se mencionan a continuación:

Especies diploides (2n = 14)

Avena brevis, avena corta

A. wiestii, avena del desierto

A. strigosa, avena de arenales

A. nudibravis, avena desnuda de semilla pequeña

Especies tetraploides (4n = 28)

A. barbata, avena peligada

A. abyssinica, avena de Abisinia

Especies hexaploides (6n = 42)

A. sativa diffusa, avena arborea común

A. sativa orientalis, avena común de oriente

A. hybridus, Avena roja

- A. nuda, avena grande desnuda.
- A. fatua, avena silvestre común
- A. sterilis, avena silvestre roja

Las especies diploides y tetraploides tienen un valor económico limitado y se cultivan principalmente como pastos forrajeros - (Poehlman, 1967).

La especie de avena cultivada más importante en el mundo es la A. sativa. Probablemente un 80% de los cultivos de avena están establecidos con variedades de esta especie. Una superficie también importante, cercana al 20%, es ocupada por variedades de la especie A. byzantina. Sin embargo, existen pequeñas superficies con variedades de A. sibirica y otras especies (Coffman, 1961).

La avena desnuda (A. nuda), de acuerdo con Hunter (citado por Coffman, 1961), es cultivada extensivamente en áreas montañosas - de China, donde es conocida por siglos. Variedades de esta especie son cultivadas en algunas áreas del Norte del Mundo, incluyendo los Estados Unidos y Canadá, pero excepto las áreas en China, éstas son comparativamente menos importantes (Coffman, 1961).

Originalmente se creyó que la avena común y la avena roja se habían derivado de un ancestro común, la A. fatua. En la actualidad se creó que A. sterilis es el progenitor de todas las avenas que tienen 21 cromosomas y que la avena común (A. sativa) y la -- avena silvestre (A. fatua), se originaron como formas aberrantes de la especie A. byzantina (Coffman citado por Poehlman, 1967).

2.1.3. Clasificación taxonómica

| | |
|-------------------|-----------------|
| Reino | Vegetal |
| División | Tracheophyta |
| Subdivisión | Florópsida |
| Clase | Angiosperma |
| Subclase | Monocotiledónea |
| Orden | Graminales |
| Familia | Gramíneas |
| Tribu | Avéneas |
| Género | <u>Avena</u> |
| Especie | <u>Sativa</u> |

Notas (1983)

2.1.4. Descripción botánica

La avena es una planta anual, posee un sistema radicular poco defasciculado, más desarrollado que el del trigo y la cebada. Su tallo es herbáceo y erguido con nudos llenos y estranudos huecos. Generalmente crece de 0.6 a 1.5 m. y con tres a cinco o más tallos, que varían de 0.32 a 0.64 cm. de diámetro. Posee poca resistencia al acame. Sus hojas son de color verde oscuro, más largas que el de la cebada y trigo, alcanzan alrededor de 25 cm. de largo y 1.5 cm. de ancho. La lígula es de forma ovalada. La inflorescencia es una panaja compuesta (panícula). Las ramificaciones son largas y sostienen en cada una un pequeño número de espiguillas que llevan de una a cinco flores y de las cuales dos son fértiles. Generalmente es una florquilla primaria (produce el grano grande), una secundaria (grano chico), y una terciaria (rudimentaria). Usualmente son de 10 a 100 espiguillas por panícula. La fig

ración en la avena se inicia en las espiguillas superiores y pueden requerirse de cinco a siete días para que tenga lugar la floración de toda la panícula. La flor está envuelta por dos brácteas, la lemma y palea. Durante la antesis, los estigmas se abarcan, las anteras se abren, lo mismo las flores y las anteras salen fuera de la florecilla. Lo normal en la avena es que se produzca la autopolinización y el cruzamiento natural rara vez excede de un medio a uno por ciento. Al madurar el grano, la lemma y la palea permanecen adheridas al grano formando la cáscara, excepto en las avenas desnudas. La cáscara constituye del 25 al 30% -- del peso total del grano. (Robles, 1983).

2.1.3. Condiciones ecológicas.

La planta de avena está mejor acondicionada para regiones -- frías y húmedas. Para su mejor desarrollo requiere más humedad -- que cualquiera de los otros cereales de grano pequeño.

La presencia de un clima caliente y seco cuando el grano se está formando da por consecuencia un llenado pobre y bajo rendimiento (Hughes et al., 1981).

Por otra parte, el clima húmedo y caliente cuando se inicia el espigamiento, favorece el desarrollo de las enfermedades, como la roya del tallo (*Puccinia graminis avenae*) y de la hoja (*Puccinia coronata*), que frecuentemente reducen la calidad y rendimiento -- tanto del grano como del forraje (Leonard citado por Rivera, -- 1976).

De acuerdo con Robles (1983), las condiciones bajo las cuales

debe desarrollarse la avena con las siguientes:

Clima: En general la avena debe sembrarse en regiones de clima -- frío seco o frío húmedo, pero donde las bajas temperaturas no --- sean un factor limitante;

Temperatura: La óptima considerada va de los 20 a 31°C. Las extre -- mas mínima y máxima se estiman en 4.6 °C y de 37-37 °C respectiva -- mente.

Altitud: Desde los 0 hasta los 3000 msnm;

Fotoperíodo: Se adapta a fotoperíodos cortos y largos, según las -- variedades;

Latitud: Entre los 35° latitud norte y 45° latitud sur, exceptuan -- do las regiones ecuatoriales cálidas y/o húmedas;

Humedad: Regular entre 600 y 1200 mm. anuales;

Suelos: Se desarrolla bien en suelos muy variados, pero alcanza -- su mayor producción en suelos limosos y aluviales. El pH varía de 5 a 7 para esta especie. Es muy sensible a la salinidad del suelo.

2.1.8. Importancia del cultivo

La avena (*Avena sativa* L.) ocupa el cuarto lugar en importan -- cia dentro de los cereales cultivados en el mundo (Coffman, 1981). En México, este cultivo se encuentra también en el cuarto lugar -- en superficie cosechada en el año agrícola 1985 dentro de los ce -- reales después del maíz, sorgo y trigo. En este año, la superfi -- cie sembrada con este cereal fue de 301,433 Has., de las cuales --

el 68.2% correspondieron a la avena forrajera y el 31.8% a la --
avena para grano, obteniéndose rendimientos promedio de 1,992 --
Kg/ha de grano y de 10.68 Ton/ha de forraje, siendo los principa-
les estados productores Chihuahua, Durango, Zacatecas, México y -
Coahuila. El valor de la producción de avena de forraje y grano -
en miles de pesos para este año agrícola fue de 43,770,922 ---
(CCEIAS, 1985).

Aunque este cultivo no se considerado dentro de los cultivos -
básicos, la avena resulta ser un cultivo de alternativa cuando --
las condiciones ambientales no son favorables para otros cereales,
en virtud de que esta especie presenta cierta rusticidad, poca --
sensibilidad a las plagas y un ciclo vegetativo relativamente cor-
so. Otra característica que la hace especialmente útil como forra-
je es su calidad nutritiva, al ser una fuente importante de pro-
teínas, carbohidratos, minerales y grasas, aunque puede diversifi-
car su uso en la alimentación humana y el uso industrial (Jiménez
citado por Mercado, 1988).

2.2. Calidad Alimenticia

2.2.1. Calidad alimenticia del grano

Según datos de la CCEIAS en el año de 1985, en México se sem-
braron 391,433 Has., de las cuales el 31.8% correspondieron a la-
avena de grano.

Schricker (1988), menciona que el porcentaje de avena usada pa-
ra la dieta humana en el año de 1984 en el mundo fue de 17.34%, -
en la U.R.S.S. de 22.5% y en Estados Unidos de 12%.

Aunque el contenido de proteína de la avena entera es similar a los otros cereales, la proteína del grano es mucho más alta y el intervalo es de 14 a 24% (Robbins citado por Welch, 1986). De todos los factores de calidad, el contenido de proteína es más susceptible a la influencia del medio. A pesar de que el contenido de proteína es heredable y ello posibilita el incremento en la proteína de grano (Frey citado por Welch, 1986), correlaciones negativas entre la producción y la proteína de grano son frecuentemente encontradas.

Tabla 3.- Contenido de aminoácidos esenciales de la avena comparado con los requerimientos de pollas.

| AMINOACIDOS (% DE PROTEINA) | REQUERIMIENTOS (a) | |
|--------------------------------|--------------------|-----------|
| | DE POLLAS | AVENA (b) |
| Phenylalanina + tyrosina | 6.6 | 6.0 |
| Arginina | 5.6 | 6.0 |
| Leucina | 5.6 | 6.1 |
| Glycina + serina | 3.9 | 10.2 |
| Lysina | 3.8 | 4.2 |
| Valina | 3.4 | 5.7 |
| Isoleucina | 3.3 | 4.3 |
| Threonina | 3.1 | 3.7 |
| Methionina + cystina | 2.2 | 5.3 |
| Histidina | 1.4 | 2.6 |
| Tryptophano | 0.9 | 1.3 |

a) From National Research Council: Nutrients Requirements of Poultry, NRC, Washington, D.C., 1977.

b) Zarkadas CH, HF Hulan and FG Proudfoot: Cereal Chemistry 59, --- 323-327, 1982.

2.2.4. Calidad alimenticia como forraje

Los cereales presentan una alternativa para la producción ganadera, ya que su uso como alimento se ha extendido en los últimos años, utilizándose en pastores, heno, como forraje verde picado y ensilado. Presentan muchas características que los hacen especialmente útiles para forraje: dan grandes rendimientos, son ricos en proteínas, vitaminas e hidratos de carbono digestibles, se adaptan a diversas condiciones climáticas y edáficas, y su cultivo es de fácil manejo (Hughes et al., 1981).

De acuerdo a Meiles (1983), las características que debe poseer una especie forrajera son las siguientes:

- Resistencia al frío para sobrevivir a las heladas;
- Resistencia a las enfermedades y plagas para no reducir la producción y calidad del forraje;
- Tolerancia a la sequía;
- Capacidad nutricional del forraje; y,
- Adaptabilidad para labores de cosecha.

De todos los cereales, la avena es el cereal que destaca por su alto rendimiento y calidad, además de la finura de los tallos lo que permite un henoificado más fácil y una alta palatabilidad para el ganado. En una avena para forraje, conviene tener una anchura máxima de las hojas, una alta proporción de hojas a tallos, y un fuerte enraizamiento (Hughes et al., 1981).

Por su calidad, la avena es utilizada preferentemente como alimento para caballos y es excelente para animales de reproducción. Su valor alimenticio se debe al hecho de que no sólo es bastante voluminosa, sino que además su contenido de proteína es bastante elevada (Cepeda, 1976).

En general el contenido de proteína de la avena forrajera depende principalmente de: la variedad utilizada en la siembra, la fecha de corte o estado de madurez en que se encuentra la planta al momento del corte, el nivel de fertilidad nitrogenada y el contenido de hojas (Hughes et al, 1981).

Tabla 4.- Composición y calidad alimenticia de la paja de avena - cebada y trigo de manera comparativa.

| | AVENA | CEBADA | TRIGO |
|----------------------------------|-------|--------|-------|
| Proteína (% N x 6.25) | 4.6 | 4.7 | 3.8 |
| Acidez (%) | 2.1 | 1.8 | 1.2 |
| Fibra cruda (%) | 41.0 | 42.0 | 42.0 |
| Energía bruta (MJ/kg DM) | 10.5 | 10.5 | 10.2 |
| Energía metabolizable (MJ/kg DM) | 7.4 | 6.4 | 6.1 |

Feedingsuffs Evaluation Unit, Rowett Research Institute: 1er. -- Reporte, 1975; 2o. Reporte, 1976; 4o. Reporte, 1984.

La paja de avena es aproximadamente similar a otras pajas de cereales excepto que tiene un valor más alto de energía metabolizable, lo cual confirma la visión tradicional de su superior valor alimenticio (Welch, 1983).

El análisis bromatológico de plantas de avena, trigo, cebada y hieja cortadas en estado masoso del grano reportó que la avena tiene más proteínas, minerales y grasas que las otras especies analizadas. Al mismo tiempo se encontró que de los heno de cereales - el más apetecible para los animales lo fue el de la avena (Hughes et al., 1981).

El forraje de avena se puede considerar como de mejor calidad alimenticia que el forraje de otros cereales de grano pequeño. El análisis bromatológico realizado en el heno en estado masoso del grano, reportado por Morrison y citado por García (1970), muestra lo siguiente:

Tabla 5.- Análisis bromatológico del heno de avena en estado masoso del grano, comparado con otros cereales.

| CULTIVO DE HENO | MO (%) | PROTEÍNA BRUTA (%) | EXTRACTO ESTEREO (%) | FIBRA BRUTA (%) | C.L.N. (%) | CENIZAS (%) |
|-----------------|--------|--------------------|----------------------|-----------------|------------|-------------|
| Avena | 85.1 | 8.2 | 2.7 | 28.1 | 42.2 | 8.8 |
| Cebada | 90.8 | 7.3 | 2.0 | 29.4 | 49.3 | 8.8 |
| Centeno | 91.3 | 6.7 | 2.1 | 36.5 | 41.0 | 8.0 |
| Trigo | 95.4 | 6.1 | 1.8 | 26.1 | 50.0 | 8.4 |

Morrison (citado por García, 1970).

En relación a la mejor época de corte de la avena para forraje, Villegas (citado por De Armero, 1970), reportó que en un experimento hecho con 74 variedades de avena, la fecha más adecuada de corte debe ser un poco antes de que llegue a la floración completa, ya que en este momento el contenido de proteína puede ser mayor del 15%, mientras que el contenido de fibra menor del 15% - expresado en base seca.

Mobles (1983) y Hughes et al (1981), coinciden en señalar que para forraje, el corte 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.

Por su parte Noller (citado por García, 1970), afirma que el contenido de principios nutritivos digeribles del forraje de avena producido en los Estados Unidos, suele ser del orden del 70% en la época de anijamiento, decrece hasta un 50 a 52% en la fase de maduración blanda, y vuelve a aumentar hasta un 68%, en la fase de maduración completa de la semilla.

Géna (1970), experimentando con cuatro gramíneas de invierno, se contró que cuando la avena, cebada, trigo y triticale se cortaron -- con un 10% de floración, las avenas demostraron ser mejores forrajes que el resto de las gramíneas analizadas, porque produjeron mayor rendimiento en Kg/ha de proteína, mayor cantidad de materia seca digerible total y mayor producción de heno.

Estudios realizados han demostrado que la producción total de materia seca aumenta rápidamente durante la fase lechosa del grano, y se va muy lentamente desde la maduración blanda a la dura. Además, la gran digestibilidad del forraje de avena cosechada en la floración, disminuye rápidamente durante las fases sucesivas de la maduración -- (Hughes et al, 1981).

2.3. Avena desnuda

2.3.1. Aspectos fisiológicos

La diferencia esencial entre las avenas desnudas y las cubiertas es que la cáscara (lema y paja) en las primeras es escasa, ligera y libre de trillia, en cambio en las segundas es gruesa, lignificada y fusionada al grano. Estos cambios drásticos de características del cultivo se aprecian en el campo cuando está en madurez. Algunos puntos de interés son los siguientes:

- a) La cáscara (lema y paja) constituye del 22 al 25% del peso total del grano en avenas con cáscara, mientras que en las avenas desnudas este porcentaje es reducido, representando en 12 a 15% del total del peso. Por lo tanto, si el número de semillas por panícula y la energía que posee la paja es igual, la panícula de la avena desnuda resulte ser ligera y la probabilidad de que la planta se acame es menor;
- b) La cáscara escasa y suelta (floja) puede actuar como contenedor físico de la expresión del endospermo, dando por resultado un mayor y mejor número de granos. Esto es particularmente importante en cultivos afectados por stress de agua en donde, las avenas desnudas con escasa cáscara muestran mejores resultados;
- c) El periodo posterior al llenado de grano (maduración), es acelerada. La característica de escasa y tenue cáscara acelera el secado del grano;
- d) El no desgrane y el no rompimiento del grano en planta es bueno en las avenas desnudas. Esto puede ser debido a la ausencia del contacto duro con las panículas, además a las características morfológicas de la inflorescencia (panícula abierta) y la escasa y floja cáscara que amortigua el golpe del viento. La morfología de la cáscara hace a la espiguilla más evasiva y menos probable el enredarse

de las romas de partículas adyacentes. Con las avenas cubiertas el crecimiento es a menudo seguido por la rasgadura de toda la espiguilla y es la principal causa de pérdida de grano;

- a) La escasez de la cáscara hace más fácil el acceso de las enfermedades y plagas hacia el grano. Esto es un problema potencial que requiere ser monitoreado en cultivos amplos, para tomar medidas de control si son necesarias (Jones et al., 1988).

2.3.2. Aspectos Agronómicos

Jones et al. (1988), menciona que el clima es general y los requerimientos agronómicos para el crecimiento de las avenas desnudas son las mismas que para las avenas cubiertas, y que no es necesario un equipo especial para la siembra y cosecha del cultivo ni para el manejo y almacenaje del grano. Sin embargo, en el crecimiento de las avenas desnudas de primavera se debe dar particular atención a los siguientes puntos:

- a) Lo mismo que con las avenas cubiertas de primavera, desde el principio de la siembra es importante asegurar un buen rendimiento y evitar el riesgo de daño por ataque de insectos. Si esto no es posible, las medidas contra el daño deben implementarse oportunamente con la aplicación de insecticidas;
- b) La dosis de siembra debe de ser de 140 Kg/ha. Esta cantidad de semilla es suficiente por unidad de área mientras se designa la dosis adecuada tomando en consideración el bajo porcentaje de germinación esperado en comparación con las avenas cubiertas;

- c) Los requerimientos agronómicos son iguales que para la avena cubierta. El nitrógeno no debe exceder de 80-90 unidades por hectárea:
- d) En cuanto a la trilladora, la velocidad del tambor no debe rebasar las 1000 rpm, para evitar el daño a la semilla (Thornton y Kittlitz citados por Jones et al., 1966), sin embargo, esto depende del tipo de combinada que se usa;
- e) El manejo óptimo en el almacenaje trae como resultado el daño, particularmente en el embrión, y más aún si el grano aún no está completamente seco;
- f) Ya seco (12% de humedad), se ha comprobado que el almacenaje no ocasiona daños en el grano (Weich y Ghina citados por Jones et al., 1966).

2.3.3. Calidad alimenticia

Las avenas desnudas son nutricionalmente iguales que las avenas cubiertas, y lo mismo que éstas pueden ser empleadas para producir hojuelas de avena. El valor real de las avenas para la dieta humana ha permanecido inmóvil por mucho tiempo, recientemente se ha determinado que la fracción soluble del salvado es benéfico en el tratamiento de modernas enfermedades (Gould citado por Jones et al., 1966) e.g., el colesterol de la sangre se nivela, lo mismo que la presión.

Respecto a la cáscara de la avena tenemos un efecto notorio: la avena desnuda tiene:

a) El más alto contenido de proteína; el balance de aminoácidos - es bueno (Frey citado por Jones et al., 1966).

b) El más alto contenido de aceite; dando por resultado un elevado valor de energía metabolizable.

Utilizada en la alimentación animal, la avena desnuda resulta ser satisfactoria para animales no rumiantes y pollos que dependen de una fuente balanceada de proteína en su dieta, así como en rumiantes jóvenes. Sin embargo, cuando la avena desnuda es usada como ingrediente principal en la alimentación de rumiantes es necesario balancear la dieta con fibra insoluble (Jones et al., 1966).

Tabla 6.- Composición química de los cereales de primavera (12% de humedad).

| | AVENA DESNUDA | TRIGO | CEBADA | AVENA |
|-------------------------------------|---------------|-------|--------|-------|
| Proteína cruda | 13.5 | 12.0 | 10.0 | 15.0 |
| Aceite | 7.5 | 2.0 | 2.0 | 5.0 |
| NFE | 63.0 | 66.0 | 66.0 | 58.5 |
| Fibra | 2.0 | 3.0 | 5.5 | 10.5 |
| Cenizas | 2.0 | 2.0 | 2.5 | 3.0 |
| Energía metabolizable (ME MJ/Kg) | 14.0 | 12.5 | 12.0 | 11.0 |

Jones et al., 1966.

Resultado resientes incluyen:

a) Comentarios favorables por los granjeros que usan a la avena -

después como alimento de sus animales.

- b) Resultados que indican que la avena desnuda reemplaza al maíz -- y trigo en las raciones de alimento para cerdos (Evans citado -- por Jones et al., 1986), en el Rossett Research Institute.
- c) Determinación del alto valor de energía metabolizable (ME) de -- 14.5 MJ/Kg para pollos, en el laboratorio de Poultry Research -- Centre, Edinburgh (Fisher citado por Jones et al., 1986).

2.4. Censados de siembra.

La cantidad de semilla de avena que se siembra por hectárea es -- variable, pero depende de la calidad del terreno, de la época de -- siembra, de la variedad, entre otras variedades, siendo esta semi-lla menos pesada que la de la cebada, lógicamente en un kilogramo -- entra mayor cantidad de granos, por lo que se puede calcular 40 -- Kg/ha para tierras de muy buena calidad, 60 Kg/ha para las de media -- na calidad y de 80 a 90 Kg/ha para tierras pobres (O'Far citado por -- Capeda, 1976).

Robles (1983), menciona que la población óptima por unidad de su -- perficie, estará de acuerdo con cada región agrícola, con sus condi- -- ciones ecológicas y edáficas, y también la variedad, para producir -- el máximo rendimiento.

Mleta (citado por De Armero, 1978), en una investigación efectua -- da para el área de Nuevo León comparando cinco densidades de siembra -- con tres variedades de avena forrajera, encontró que la densidad -- que produce el mejor rendimiento fue la de 90 kg/ha.

Woodward (citado por García, 1970), afirma que densidades de siembra de 50 a 60 Kg. de semilla por hectáreas resultan adecuadas para avena y trigo, excepto en siembras tardías. Este mismo autor recomienda elevar la densidad de un 10 a 20% de semilla por hectáreas cuando el destino es usarla como forraje.

Márquez (1985), en un experimento realizado con diez variedades de avena determinó que la densidad de siembra óptima para rendimiento de grano, rendimiento biológico, índice de cosecha (IG)-y eficiencia de la producción se encuentra alrededor de los 70 -- Kg/ha.

El IMIFAP, en una publicación realizada en 1981, recomienda para el Valle de México una dosis de siembra de 60 a 100 Kg/ha de semilla, tanto para la producción de grano como de forraje, dependiendo de la variedad, condiciones de terreno y método de siembra.

Guerrero (1984), menciona que la cantidad de semilla empleada en la siembra de avena suele ser muy variable, pero que de manera general se puede considerar una dosis corriente de 80 Kg/ha.

Sakai e Iyama (citados por Betancos, 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 existiendo el mismo medio ambiente y por lo mismo, a cada una le corresponde una menor cantidad de los factores necesarios para desarrollarse. Donald (citado por el mismo autor), señala que el efecto principal de la densidad es el de reducir el tamaño de la planta aún cuando

el rendimiento final puede ser poco afectado, ya que cuando hay pocas plantas estas darán rendimientos muy próximos a su rendimiento potencial.

Aguilar (1982), encontró que ni la densidad de siembra, ni el espaciamiento provocó algún efecto significativo en el rendimiento de grano/m², en trigo. Sólo se observó que hay una tendencia de aumento de rendimiento hacia surcos anchos y densidades bajas.

Coffman (1961), cita que los rendimientos obtenidos con avenas de invierno en los Estados Unidos experimentando un amplio rango en las densidades de siembra han sido substancialmente parecidas. El mismo autor cita que Shanda y Arng, trabajando con avenas de primavera en los Estados Unidos, evaluaron densidades de siembra desde 18 hasta 108 Kh/ha a intervalos de 18 Kg/ha en tres variedades, no encontrando diferencias significativas en rendimiento cuando la densidad varió de 72 hasta 108 Kg/ha.

Bruisma (citado por Betanzos, 1979), en un experimento realizado para detectar el efecto de la densidad de siembra sobre los componentes de rendimiento en centeno, encontró que el amacollamiento fue capaz de compensar el efecto debido a las densidades más bajas, esto ocurrió hasta la densidad de 50 Kg. 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 aumentó proporcionalmente al logaritmo del espacio por tallo, obteniéndose el rendimiento óptimo a una densidad de 2.7×10^6 tallos/ha., lo cual se alcanzó a una densidad de 60 a 100 Kg. de semilla/ha.

González Lec (1985), en un experimento realizado en el Valle de Mexicali con trigo se encontró una respuesta lineal a disminuir la media de 166 caracteres macollos y espigas por planta, número de granos/espiga, peso de grano de 10 espigas con aumentos en la densidad de siembra. Se encontró una relación funcional con pendiente positiva a los cambios en la densidad de siembra en las variables número de espigas/m², y peso de paja. Por su parte el rendimiento de grano se mostró indiferente a los cambios en la densidad de siembra.

Custo (1983), en un estudio de trigo evaluando el método y la densidad de siembra en el Norte de Coahuila, concluye que la densidad de siembra tradicionalmente usada en esta zona puede ser disminuida sin abatir significativamente el rendimiento de grano, resultando este factor independiente del método de siembra empleado.

Conrad y Hamblin (1978), citan que para efectos de eficiencia resulta más útil emplear bajas densidades de siembra, ya que en densidades altas ocurre una leve intersección 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/espiga y el tamaño del grano, incluso cuando el agua y nutrientes no son limitantes.

Varios autores reportan que en las bajas densidades existe una mayor formación de macollos por planta que en las altas densidades, sin embargo, el periodo de formación de macollos se prolonga notablemente durante el ciclo del cultivo, esto repercute en un retraso en la manifestación de las etapas fenológicas posteriores (Tola et al., 1975; Tola et al., 1977; Grewinkel, 1984). Los miancos

autores señalan que a pesar de que en las bajas densidades se da la mayor formación de macollos por unidad de superficie, la cantidad de macollos que logran formar espigas es menor. Aguilar y Fisher (1975) y Tola et al (1977), atribuyen esta respuesta de la planta a una intensificación de la competencia intraplanta principalmente por luz.

Relacionado con el mismo aspecto, otros autores han reportado que el número de tallos/m², se incrementa a medida que se eleva la densidad de siembra (Ineson, 1961; Sairam y Dube, 1966; Frederick y --- Marshall, 1965; Reddy et al, 1966), sin embargo, de acuerdo con --- Joseph et al (1966) y Sairam y Dube (1966), el número de tallos productivos disminuye cuando se incrementa la densidad de plantas.

Numerosos han sido los experimentos que se han realizado para conservar el efecto de la densidad de siembra en cereales sobre los diversos componentes de rendimiento. Uno de ellos es el que presentan Seid y Jenkinson (1979), en el que estudian el efecto de la época y densidad de siembra en el rendimiento y sus componentes en el cultivo del trigo, estos autores señalan que a medida que la densidad de siembra se incrementa, el número de espigas por hectárea también se incrementa notablemente lo que es acompañado por una disminución en el número de granos por espiga, dando por resultado un incremento en el rendimiento. Por otro lado mencionan que la densidad de siembra no afectó el ciclo del cultivo.

Garriga y Pinau (1986), en ensayos de campo en Valdivia estudiaron la influencia de las densidades de siembra de 80, 120, 160, 200 y 240 Kg/ha de semilla sobre algunos caracteres agronómicos y morfológicos en variedades de trigo de primavera encontrando que las densidades de siembra altas producen incrementos significativos en el número de espigas/m² pero disminuyen significativamente el número de

granos/espiga, el área de la hoja bandera, la vaina y la espiga. No tienen efectos sobre el peso de 100 granos. Muestras que el rendimiento se permanece estable con densidades mayores o iguales a 120 Kg/ha.

Sairon y Dubé (1966), citan que incrementando la densidad de plantas de trigo de 40 a 120 plantas/m², disminuye el porcentaje de tallos productivos, el número y peso de grano por espiga y el rendimiento de grano/planta.

Diversos estudios han encontrado que altas densidades de siembra provocan una mayor formación de espigas por unidad de superficie, menor número de granos/espiga y menor peso de los granos (Tola et al., 1975; Tola et al., 1977; Joseph et al., 1980; Jones et al., 1987; Briggs y Aytenfieu, 1980; Reddy et al., 1988; Gaminhal, 1981). En contraste, Attarés et al. (1982) y Aguilar (1972), concluyen que la densidad de siembra no tuvo ninguna influencia sobre el número de granos por espiga, ni sobre el peso del grano.

Aguilar (1972) y Briggs y Aytenfieu (1980) en trigo, Tola et al. (1975) y (1977) en cebada, concluyeron que el tamaño de la espiga se reduce conforme la densidad de siembra aumentó, en cambio Attarés et al. (1982), no encontró efecto significativo sobre el tamaño de la espiga al incrementar la densidad de siembra en trigo.

Otros aspectos que han sido objeto de estudio son el rendimiento por planta, el rendimiento por tallo, el número de espigas/planta, el área de la vaina y lámina de la hoja bandera; los cuales de acuerdo con Briggs y Aytenfieu (1980), mostraron una respuesta negativa al incrementar la densidad de siembra. En otro experimento con avena de primavera probando densidades de siembra de 67, 101 y 134 Kg/ha se encontró que incrementando la densidad de siembra se causó madurez temprana en los cultivares, y hubo tendencia de disminuir la altura de planta, así mismo, se estableció que con la densidad de 101 Kg/ha se incrementó el rendimiento de grano para los dos cultivares de estudio (Marshall et al., 1987).

Muchos autores han reportado que la densidad de siembra en diversos cereales ha mostrado poco efecto en el rendimiento final de grano y paja. Así tenemos que Baribakur et al (1980), no encontró diferencias significativas en rendimiento de grano en trigo probando --- densidades de siembra de 90 a 150 Kg/ha.; Hanson (1981), encontró -- que el rendimiento/unidad de área en trigo permaneció estable mane-- jando una amplia variación de densidades de población; Joseph et al (1985), en ensayos de campo con trigo sembrado a dosis de 100-1110 - semillas/m²., encontró que los rendimientos obtenidos no variaron -- significativamente sobre un amplio rango de densidades, pero norma-- rón de bajas (469 espigas/m².) a altas (879 espigas/m²) poblaciones-- cosechadas; Jones et al (1987), en un estudio en arroz manejando den-- sidades de 50, 100 y 150 Kg. de semilla por hectárea, concluyó que - no existen diferencias significativas de rendimiento entre las den-- sidades de siembra; Marshall et al (1987), trabajando en avena encon-- tró que la densidad de siembra de 87, 101 y 134 Kg/ha no afectó el - rendimiento de paja; Reddy et al (1988), experimentando con arroz, - probó que las densidades de siembra de 100, 200, 300 y 400 semillas/ m², no provocaron un efecto significativo en el rendimiento de gra-- no y paja, ya que el rendimiento final fue similar en todas las den-- sidades.

2.3. Rendimiento

Dentro de la producción agrícola se consideran dos tipos de rendimiento:

Rendimiento biológico: Biomasa total, generalmente de la parte aérea-producida por la planta o por unidad de superficie en un tiempo dado.
21

Rendimiento económico o agronómico: Peso seco del órgano de interés - antropocéntrico, por planta o por unidad de superficie por tiempo.

Este último está en función del genotipo, ambiente que lo rodea -- y de la interacción de estos factores manifestada a través de los procesos fisiológicos de la planta ($R = G + A + I(G \times A)$). Por lo tanto un mayor rendimiento de grano se logra solamente cuando se puede obtener una combinación apropiada de genotipo y ambiente (Espinosa, 1985).

Para Maheshi (1979), el rendimiento es la expresión fenotípica del interés antropocéntrico y la resultante final de los procesos fisiológicos que se reflejan en la morfología de las plantas. Esta expresión fenotípica de acuerdo a Mallard *et al* (1972), es el resultado de la acción de varios genes, cada uno de los cuales tienen efectos pequeños y limitados, pero que de manera conjunta determinan el rendimiento, por lo que este carácter es de tipo cuantitativo.

Poehlman (1967), menciona que el rendimiento está determinado por la capacidad de la planta para producir grano, como por su capacidad-para continuar su producción cuando es sometida a condiciones adversas. El mismo autor afirma que la capacidad hereditaria para producir un alto rendimiento de grano está regulada por las combinaciones de -

"genes para rendimiento" que existe en la variedad, y que cuando las condiciones de desarrollo sean favorables durante todo el ciclo vegetativo, se obtendrán altos rendimientos de grano en aquellas variedades que tengan capacidad intrínseca para almacenar cantidades considerables de materias alimenticias dentro del grano. Además de esta capacidad para producir altos rendimientos, para que éstos sean consistentes, las variedades deben tener otras cualidades como resistencia a las royas, paja fuerte, resistencia al invierno y maduración adecuada para el área donde se cultiven.

Duncan citado por Evans, 1963), nos dice que aquellas plantas que al crecer soportan menos competencia poseen un potencial de rendimiento más alto que las plantas con alta densidad.

2.5.1. Componentes de rendimiento

Un criterio de selección generalmente empleado por el fitomejorador han sido los componentes de rendimiento. Estos se definen como aquellas características morfológicas y procesos fisiológicos que pueden ser identificados y que regulan la producción final de grano por planta (Espinosa, 1985).

Galiato (1975), señala que no todos los caracteres componentes del rendimiento son igualmente afectados por el medio ambiente; de aquí que el uso de aquel o aquellos caracteres ecológicamente estables se planteó como un método de selección indirecta para mejorar los rendimientos.

Toja et al (1977) y Quisenberry (citado por Rojas, 1984), coinciden con los autores anteriores, al afirmar que el rendimiento - está determinado por un conjunto de factores, denominados componentes de rendimiento. Estos autores señalan además que estos componentes son en general de naturaleza cuantitativa y están íntimamente relacionados unos con otros y con la producción.

De manera general los componentes de rendimiento se dividen en fisiológicos y morfológicos. Kohashi (1979), considera a la acumulación de fotosintatos, expresada como el peso total de la planta (Rendimiento biológico) y a la movilización de dichos fotosintatos al grano representado por el número y peso de la semilla (Rendimiento económico), como los principales componentes fisiológicos del rendimiento.

Para Evans (citado por Márquez, 1985), los principales componentes fisiológicos son: la tasa de crecimiento relativo (TCR), - utilización de la luz, intercambio neto de CO_2 , y como subcomponentes, la movilización y distribución de fotosintatos, respiración oscura, fotorespiración y actividad enzimática.

Según Wallace (citado por Espinosa, 1985), desde el punto de vista fisiológico, la tasa relativa de crecimiento, medida en peso seco y el área foliar son los componentes principales del rendimiento y son de herencia compleja para cualquier cultivo.

Hawkins y Cooper (1981), establecen que el rendimiento en cereales es el producto de dos componentes principales: el número de granos por unidad de área y el peso del grano. De éstos, el peso del grano es el más estable y las grandes diferencias en el rendimiento son generalmente el resultado de fluctuaciones en el número de granos.

El número de granos por unidad de superficie que es el mayor determinante del rendimiento, puede ser influenciado por el número de inflorescencias, el número de espiguillas por inflorescencia, el número de florecillas por espiguilla y la proporción de florecillas que lleguen a formar grano. Esto ha sido demostrado por Mateu hita (citado por Evans y Marslaw, 1974), para el cultivo de arroz.

Grafias (citado por Poehlman, 1976), afirma que los componentes de rendimiento que se han estudiado para el trigo son análogos en el caso de la avena; número de panículas por unidad de superficie, número medio de granos por panícula y peso medio de cada grano.

Black y Aase (1962), así como Quisenberry (citado por Rojas, 1964), coinciden en señalar que el rendimiento de grano en cereales está en función de los componentes número de espigas por unidad de área, número de granos/espiga y peso de grano.

Jiménez (1966), cita que los componentes de rendimiento más importantes en los cereales son: el número de granos por inflorescencia y el peso por semilla.

Las relaciones entre el rendimiento en grano y sus componentes - por separado, indican que más que cualquiera otro factor, el número de granos por unidad de área sembrada es el que determina el rendimiento de grano de maíz. Dicho factor aumenta con un incremento de la densidad de siembra en arroz y maíz, siempre que todos los nutri- mentos, especialmente el nitrógeno, se proporcionen en forma adecuada (Tanaka y Yamaguchi, 1972).

Nelson (1951), trabajando en trigo determinó que existe una correlación altamente positiva entre el rendimiento por metro cuadrado y el número de espigas/m², lo cual, le permite concluir que bajo las condiciones en que se desarrolló su trabajo, el número de espigas/unidad de área fue el componente de rendimiento principal.

Reed Segovia (1980), en un experimento realizado en Apodaca N.L. con trigo y triticale encontró que los caracteres agronómicos, peso de paja y grano, tallos por metro lineal y el peso de 100 granos, tienen una correlación altamente significativa con el rendimiento de grano por hectárea en el cultivo del trigo, lo cual demuestra la contribución de estos caracteres en el rendimiento final del grano.

Callisto (1975), en un estudio con trigo, encontró que los caracteres número de entrenudos, espiguillas/espiga y relación tallos/espigas están correlacionados genéticamente y en forma positiva con el rendimiento de grano, mientras que los caracteres altura de planta e índice de fertilidad están correlacionados genéticamente pero en forma negativa con rendimiento. Así mismo encontró que la variable longitud de espiga fue el carácter que más contribuyó directamente al rendimiento de grano.

Majumder et al (citados por Nong Pérez, 1983), en un estudio de diez variedades de arroz y una serie de caracteres, encontraron que el rendimiento de grano está fuertemente correlacionado y en forma positiva con el número de granos/espiga y en forma moderada y positiva con espigas/planta y peso de 100 granos; a la vez señalan que para que un carácter sea efectivo en la selección, permitiendo un buen avance genético, deberá tener una alta correlación genética y alta heredabilidad como en el caso del número de granos/espiga, de igual manera hacen resaltar que los componentes del rendimiento deben aplicarse únicamente en la población en la que han sido determinados como tales.

Orban (citado por Osuna, 1980), señala que los datos que deben ser obtenidos durante el cultivo son: número de días a la madurez fisiológica, rendimiento biológico (pese seco de toda la planta) y rendimiento económico (pese de órganos económicamente importantes). El mismo autor señala que los datos anteriores sirven para calcular los siguientes parámetros fisiológicos relacionados con la eficiencia de la planta para altos rendimientos: índice de cosecha (rendimiento económico/rendimiento biológico), rendimiento económico/ha/día (rendimiento económico/días a madurez fisiológica), rendimiento biológico/ha/día (rendimiento biológico/días a madurez fisiológica).

2.3.2. Efectos compensatorios

Posiblemente el aspecto más importante de los componentes de rendimiento tanto morfológicos como fisiológicos, sea el mencionado por Evans y Wardlaw (1978), ya que establecen que el éxito de los cereales en su capacidad para la compensación de los componentes del rendimiento, porque los componentes tardíos pueden compensar las pérdidas o restricciones iniciales del desarrollo o permiten tomar ventaja de condiciones ambientales favorables en la parte final del ciclo de vida del cultivo.

Siembras en condiciones pobres o variables, o una baja densidad de siembra pueden compensarse en muchos cereales, por abundantes mazorcos y producción de más espigas por planta. Los incrementos en el número de granos y el peso de grano, también pueden ayudar a compensar las bajas densidades de siembra (Evans y Wardlaw, 1978).

Un ejemplo relevante lo muestra el trabajo de Kirby (citado por Evans y Wardlaw, 1978), en cultivos de cebada en los cuales el rendimiento final del grano no fue afectado por la densidad de siembra, considerando un rango de 50 a 800 plantas/m². El incremento 18 veces

de la densidad de siembra, únicamente resultó en un incremento de -- 60% en el número de espigas por metro cuadrado combinado con una reducción de 40% en el número de granos por espiga y en una reducción de 10% en el peso de grano.

Como resultado de este notable poder compensatorio, el rendimiento de grano es relativamente insensible al efecto de la densidad de siembra, y muestra una amplia variedad de correlaciones negativas -- entre los componentes del rendimiento (Leng citado por Evans y -- Wardlaw, 1976).

Por la misma razón hay una variación considerable de lugar a lugar, de cultivar a cultivar, y de año a año en los componentes más -- estrechamente relacionados con el rendimiento de grano (Evans y -- Wardlaw, 1976).

Dada la magnitud de las variaciones en el tiempo de año a año, -- una especificación demasiado precisa de componentes del rendimiento pudiera ser nociva, y la selección para rendimiento dando énfasis -- particular a los componentes no es siempre efectiva (c.g. Rasmussen y Cannell citados por Evans y Wardlaw, 1976).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización

El presente trabajo se realizó en el Campo Experimental "Valle de México", "CEVAMEX" que forma parte de los centros establecidos por el INIFAP (antes INIA), dependiente de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH).

El CEVAMEX, se localiza en Chapingo, Méx., en el Km. 53 de la Carretera México-Texcoco, a los 19°17' de latitud norte y a 98°53' de longitud oeste, y a una altitud de 2,240 msnm. La precipitación media anual en la región es de 870 mm., y la temperatura media de 15.2°C. La topografía en general es plana, con suelos de textura micajón-arenosa a franco.

3.2. Diseño Experimental

Se utilizó en diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones, siendo los tratamientos las ocho densidades de siembra: 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 y 180 Kg/ha.

3.3. Unidad Experimental.

La unidad experimental fue de 4 m², de parcela útil; dicha unidad experimental estuvo formada por cuatro surcos de 3 m² de longitud -- separadas a 30 cm. entre ellos, siendo la parcela útil los dos surcos centrales.

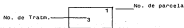
Figura 1.- Datos de temperatura y precipitación media por decenas - durante el desarrollo del cultivo.

| MES | DECENA | \overline{pp} (mm) | T1 (°C) |
|------------|---------|----------------------|---------|
| JUNIO | 1 - 10 | 11.6 | 21.9 |
| | 11 - 20 | 35.2 | 18.9 |
| | 21 - 30 | 56.0 | 18.4 |
| JULIO | 1 - 10 | 20.1 | 19.0 |
| | 11 - 20 | 42.3 | 18.1 |
| | 21 - 31 | 35.6 | 18.2 |
| AGOSTO | 1 - 10 | 41.1 | 19.2 |
| | 11 - 20 | 3.4 | 18.5 |
| | 21 - 31 | 10.5 | 18.8 |
| SEPTIEMBRE | 1 - 10 | 87.9 | 18.7 |
| | 11 - 20 | 1.9 | 18.3 |
| | 21 - 30 | 9.0 | 19.2 |
| OCTUBRE | 1 - 10 | 12.7 | 15.8 |
| | 11 - 20 | 0.0 | 18.8 |
| | 21 - 31 | 0.0 | 18.9 |

Datos tomados de la Estación Meteorológica de Chapingo, Méx., -- 1988.

Figura 3.- Distribución de parcelas y tratamientos en campo

| | | | | | | | |
|---|---|---|----|---|----|---|----|
| 3 | 1 | 4 | 16 | 1 | 17 | 5 | 12 |
| 8 | 2 | 8 | 15 | 6 | 18 | 4 | 31 |
| 1 | 3 | 6 | 14 | 8 | 19 | 6 | 30 |
| 6 | 4 | 2 | 13 | 7 | 20 | 8 | 29 |
| 5 | 5 | 5 | 12 | 4 | 21 | 7 | 28 |
| 7 | 6 | 3 | 11 | 3 | 22 | 1 | 27 |
| 2 | 7 | 7 | 10 | 2 | 23 | 5 | 26 |
| 4 | 8 | 1 | 9 | 5 | 24 | 2 | 25 |



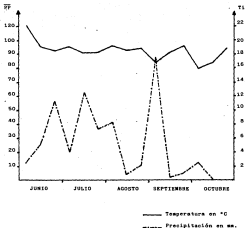


Figura 3.- Temperatura media en °C y precipitación media en mm. durante el desarrollo del cultivo.

Datos tomados de la Estación Meteorológica de Chapingo, Méx., 1958.

3.4. Material genético

Para este experimento se utilizó la variedad "Dorada" de avena desnuda (A. nuda), cuya semilla proviene de la cosecha del ciclo agrícola 1987-1988, sembrada en este mismo lugar, y que poseó un porcentaje de germinación del 90%.

Es una variedad obtenida por hibridación y selección genética. Sus progenitores fueron introducidos de los Estados Unidos de América y de la U.R.S.S., la cruce y las evaluaciones fueron hechas en el Bajío, en Cuautémoc Chih., y en Chapingo, Méx., por el M.C. Carlos Alberto Jiménez González y por Carlos Márquez Gutiérrez.

Es una variedad precoz (100 a 120 días a la madurez fisiológica) de altura regular (100 a 120 cm. en temporal) con follaje de color verde oscuro y tallos de textura fina a media y de vigor medio. Su panícula es equilateral de tamaño mediano a largo (15 a 30 cm. de longitud) con riquesa ondulado que tiene espiguillas ramificadas, y es resistente a la roya del tallo (*Puccinia graminis avenae*); susceptible a la roya de la hoja (*Puccinia coronata*); moderadamente resistente a BYDV y moderadamente susceptible a la ornicilla (*Eriophyes graminis*).

También se puede decir, que es moderadamente susceptible al escame y moderadamente resistente al desgrane. Se recomienda para grano y para forraje.

3.5. Desarrollo del experimento

El estudio se realizó en un periodo de cinco meses 15 días, --

iniciada a partir del 15 de Junio y finalizada al 30 de Noviembre de 1988, durante el ciclo agrícola primavera-verano, bajo el sistema de temporal.

3.5.1. Preparación del terreno.

Incluyó las labores de barbecho, rastro, cruce y surcado. Se realizó con una anticipación de 30 días antes de la siembra. En el caso del surcado fue hecho un día antes de la siembra y a una distancia entre surcos de 30 cm.

3.5.2. Preparación y aplicación del fertilizante.

La preparación consistió en la mezcla de Urea y Superfosfato de Calcio Triple en una proporción de 174 Kg. de Urea por 85 Kg. de Superfosfato por hectáreas para cubrir la fórmula 80-40-00. La aplicación se realizó un día antes de la siembra, al voleo.

3.5.3. Siembra.

Fue hecha el 23 de Junio de 1988 en las parcelas del Campo Experimental. Se manejaron las ocho densidades de siembra con cuatro repeticiones que da un total de 32 parcelas. La siembra se realizó a "chorrillo", depositando la semilla en el fondo del surco y cubriéndola con una fina capa de tierra.

3.5.4. Prácticas culturales

a) Deshierbos

Se hizo una aplicación preemergente del herbicida alifón, en do--

sia de 1 Kg/ha un día después de la siembra. Este herbicida es de --
espectro amplio.

Una segunda aplicación de herbicida se realizó el 27 de Julio de --
1968, se aplicó una mezcla de Bromoxinil (1 lit/ha) y Nierbester ---
(1/2 lit/ha) para el combate de malezas de hoja ancha y algunas pas--
tes de manera dirigida.

Se hicieron dos labores mecánicas, la primera 28 días después de --
la siembra, y la segunda 30 días después de la primera.

b) Control de plagas y enfermedades

No hubo por su escasa presencia.

3.3.5. Cosecha

Las labores realizadas fueron: corte, trilla y limpieza. El corte --
se hizo manual; se cosecharon los dos surcos centrales de cada par--
cela cortando la planta en su totalidad al nivel del suelo, cada --
manejo de plantas que se obtuvo se agruparon de manera separada y --
con su respectiva identificación.

La trilla se realizó en el mismo campo, una vez sortadas todas --
las parcelas. Para ello se utilizó una trilladora mecánica de baja --
capacidad de las llamadas "Peulman". La semilla cosechada de cada --
parcela se recolectó por separado.

La limpieza se efectuó al día siguiente de la cosecha, para lo --
cual se utilizó una sopladora mecánica, limpiando y recolectando la --
semilla de cada parcela por separado.

3.6. Parámetros de evaluación

3.6.1. Días a floración

Días desde la siembra hasta la floración. Para evaluar este parámetro se mantuvo al experimento en observación diaria durante las -- dos primeras semanas del mes de Agosto. Se consideró que una parcela se encontraba en floración cuando el 50% de las plantas ya habían -- emitido cuando menos dos terceras partes de su panícula.

3.6.2. Días a madurez fisiológica

Días desde la siembra hasta la madurez fisiológica. Una planta se consideró en madurez fisiológica cuando el color verde desapareció -- de la panícula inicialmente y el follaje empezó a amarillarse. La -- parcela se consideró en madurez cuando más del 50% de las plantas ya habían alcanzado este estado. El periodo de madurez fisiológica se -- determinó cuando la primera y la última parcela alcanzaron la madu-- rez. En esta ocasión las observaciones se realizaron a partir del 25 de Septiembre hasta el 8 de Octubre. Cabe aclarar que la determina-- ción de días a madurez fisiológica se hizo para todo el experimento -- y no para cada parcela.

3.6.3. Susceptibilidad al ataque de la roya del tallo y de -- la hoja.

El ataque de estas enfermedades se presenta después de la flora-- ción del cultivo. En este caso la roya del tallo (*Puccinia graminis-avenae*) no se hizo presente, mientras que la roya de la hoja (*Puccinia coronata*) se presentó en una proporción relativamente baja.

Para determinar la intensidad del ataque de la roya de la hoja y del tallo se hace uso de la escala modificada de COBB, para estimar el porcentaje de pustulas de "Chauvistic" en las hojas y tallos, así como la resistencia de la planta al ataque por medio de la siguiente escala:

- R = Resistente: Areas necróticas con o sin pequeñas pustulas.
- MS = Moderadamente Susceptible: Pustulas de tamaño medio sin necrosis, pero posiblemente ligera clorosis.
- MR = Moderadamente Resistente: Pequeñas pustulas rodeadas por áreas necróticas o cloróticas.
- M = Intermedia: Pustulas de tamaño medio con necrosis y algo de clorosis.
- VR = Muy Resistente
- VS = Muy Susceptible

3.5.4. Porcentajes de acame.

De acuerdo a la susceptibilidad de la planta a sufrir daños por acame, el cultivo se divide en varias categorías:

- R = Resistente
- MR = Moderadamente Resistente
- MS = Moderadamente Susceptible
- S = Susceptible

En este caso el acame no se presentó por condiciones climatológicas favorables.

3.6.5. Altura de planta

Una característica importante dentro de cualquier cultivo es la altura de la planta, pues este carácter influye de manera apreciable en el rendimiento final del mismo, y además se ve afectado por la densidad de siembra.

Este parámetro fue determinado cuando se consideró que el cultivo ya había alcanzado la madurez fisiológica. Para determinar la altura de las plantas de cada una de las parcelas experimentales se hizo uso de una regla de madera que fue colocada en una esquina de la parcela que presentara mayor homogeneidad de altura de las plantas, y la altura se consideró desde la base de la planta hasta el ápice de la panícula.

3.6.6. Rendimiento económico

Este parámetro en el presente experimento debe entenderse como el peso seco del grano por unidad de superficie. Dicho parámetro fue obtenido ocho días después de efectuada la cosecha para dar tiempo al grano que perdiera humedad, de tal manera que al tomar los datos de peso de cada uno de los rendimientos obtenidos en cada parcela, el grano tenía un porcentaje de humedad promedio de 15.43%. Cabe añadir que la cantidad de grano, se obtuvo de una superficie de 3 m² por parcela.

3.6.7. Rendimiento biológico

El rendimiento biológico se considera como la biomasa total -- producida por unidad de superficie en un tiempo dado por cualquier cultivo o vegetal, y generalmente se considera únicamente --

la parte aérea. En este caso los datos de rendimiento biológico por parcela se obtuvieron al momento mismo de la cosecha pesando en su totalidad la planta. Como ésta no estaba totalmente seca, se tomaron muestras de la paja que también fueron pesadas en ese momento, y después se colocaron estas muestras en la estufa para su secado total se volvió a tomar su peso para saber cuál fue el porcentaje de peso que se perdió al eliminar totalmente la humedad, y así poder obtener el peso seco de la planta.

3.6.8. Número de granos por panícula

Para obtener este dato se cosecharon al azar un total de 25 panículas por parcela de los surcos laterales para no alterar el rendimiento de los surcos centrales que fueron los útiles. Las 25 panículas obtenidas de cada parcela se trillaron manualmente y sus semillas fueron contadas en su totalidad para obtener el número de granos por panícula de cada una de las parcelas.

3.6.9. Número de panículas por metro cuadrado.

El parámetro en cuestión se obtuvo mediante el conteo directo -- del número de panículas que existía en los dos surcos centrales de cada una de las parcelas, es decir, en 2 m^2 , por lo que fue necesario hacer la operación que da el número de panículas por metro cuadrado.

3.7. Análisis estadístico

Una vez obtenidos todos los datos, se procedió a realizar el análisis estadístico con aquellos parámetros que tuvieran una relación directa con la densidad de siembra altura de planta, rendimiento económico, rendimiento biológico, número de granos por panícula y -

número de partículas/m²) y que en este caso actúan también como componentes del rendimiento.

En primer lugar se hizo un análisis de varianzas de cada uno de estos parámetros siguiendo el modelo lineal para analizar información proveniente de un diseño de bloques al azar, y que se muestra a continuación:

$$Y_{ij} = M + B_i + T_j + E_{ij}$$

donde: Y_{ij} = Valor a observar en la unidad experimental que está en el i -ésimo bloque con el j -ésimo tratamiento

M = es el efecto promedio general

B_i = es el efecto del i -ésimo bloque

T_j = es el efecto del j -ésimo tratamiento

E_{ij} = es el error experimental asociado a la observación Y_{ij}

Las fuentes de variación fueron: Bloques, Tratamientos, Error y Total.

También se calculó el coeficiente de variación con la desviación estándar del error y la media general:

$$C.V. = \frac{S}{\bar{Y}} \quad (100)$$

para observar el grado de confianza que se puede tener en los datos por el manejo de las unidades experimentales.

En los parámetros en que se obtuvo significancia estadística entre los tratamientos, se hizo la prueba comparativa de medias mediante el método de Duncan siguiendo el modelo:

$$DMS = t \sqrt{MS_e}$$

donde: DMS = límite de significancia

t^2 = múltiple obtenida de las tablas de Duncan para

$\alpha = 0,05$ y $\alpha = 0,01$

$$\bar{s} = \text{error estándar de la media} = \sqrt{\frac{s^2}{n}}$$

s^2 = varianza del error experimental

n = número de repeticiones

El valor t múltiple se obtiene con los grados de libertad del error y el número de medias que separan a las dos medias que se están comparando.

Por último se hizo un análisis de correlación con los mismos parámetros, obteniéndose un total de 15 correlaciones con el fin de determinar la importancia de las diferentes estructuras de la planta en el rendimiento.

R E S U L T A D O S

En la tabla 1A del Apéndice se muestran los datos originales del experimento realizado en Chapingo para cada uno de los parámetros de estudio, a excepción de los que no fueron analizados estadísticamente, los cuales se presentan en la tabla 7. En esta tabla se aprecia que el cultivo posee buenas características agronómicas; por un lado la variedad "Dorada" de avena desnuda (A. nuda) puede considerarse de acuerdo con su ciclo vegetativo de 105 días como un cultivo de ciclo precoz entre las avenas y muestra características favorables como: resistencia al desgrane, al ataque de roya del tallo (*Puccinia graminis avenae*) cierta resistencia a la roya de la hoja (*Puccinia coronata*) pues sólo se presenta en un 10%. En cuanto a acame, a pesar de que no se presenta en este ciclo debido a las buenas condiciones climáticas, la variedad se puede considerar como moderadamente resistente debido a observaciones realizadas con anterioridad.

Tabla 7.- Características agronómicas identificadas en la variedad "Dorada" de avena desnuda (A. nuda).

| CARACTERÍSTICAS | EVALUACION |
|--|------------|
| Días a floración | 50 |
| Días a madurez fisiológica | 105 |
| Susceptibilidad al ataque de roya del tallo | 0-R |
| Susceptibilidad al ataque de roya de la hoja | 10-R |
| Porcentaje de acame | 0-MR |
| Porcentaje de desgrane | 0-R |

Con los datos originales se hizo el análisis estadístico de los demás parámetros, construyéndose los cuadros de análisis de variancia para cada uno de ellos y realizando la comparación de medias en caso de que existiera diferencia significativa entre los tratamientos (Tabla # a 12).

Tabla 8.- Análisis de varianza para el parámetro altura de planta, - en el estudio del efecto de la densidad de siembras sobre - el rendimiento de grano en avena desnuda (A. cusca), variedad "Dorada" en Chapingo, Méx.

| F.V. | gl | S.C. | C.M. | F ₀ | F _{0.05} | F _{0.01} |
|--------------|----|---------|--------|----------------|-------------------|-------------------|
| Bloques | 3 | 82,843 | 27,614 | 0.87 | 3.07 | 4.87 |
| Tratamientos | 7 | 146,468 | 20,924 | 0.66 | 2.94 | 3.84 |
| Error | 21 | 655,908 | 31,709 | | | |
| Total | 31 | 885,218 | | | | |

C.V. (%) = 7.09

\bar{x} = 79,3437

En la tabla 8 se observa el análisis de varianza para altura de planta, el cual muestra que no hubo diferencia significativa entre tratamientos ni entre bloques para este carácter. Tal afirmación debe considerarse como cierta al observar que el valor del coeficiente de variación resulta bajo, y por lo tanto, que la confiabilidad en la toma de datos es buena.

En la tabla 9 se aprecia el análisis de varianza para rendimiento económico, y al igual que en el parámetro anterior no muestra diferencia significativa entre tratamientos ni bloques, sin embargo, --- aquí habría que observar que el coeficiente de variación resulta un tanto alto.

Tabla 9.- Análisis de varianza para el parámetro rendimiento económico, en el estudio del efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento de grano en avena desnuda (A. nuda), variedad "Dorada" en Chapingo, Méx.

| F.V. | gl | S.C. | C.M. | Fc | F.05 | F.01 |
|--------------|----|----------|----------|-------|------|------|
| Bloques | 3 | 0.031644 | 0.010548 | 0.808 | 3.07 | 4.87 |
| Tratamientos | 7 | 0.107253 | 0.015322 | 1.319 | 2.49 | 3.84 |
| Error | 21 | 0.24389 | 0.011612 | | | |
| Total | 31 | 0.382747 | | | | |

C.V. (%) = 21.05

\bar{X} = 0.4929

En la tabla 10 se observa el análisis de varianza para rendimiento biológico que sigue igual comportamiento que el análisis anterior, -- con un coeficiente de variación de 20.1 %.

Tabla 10.- Análisis de varianza para el parámetro rendimiento biológico, en el estudio del efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento de grano en avena desnuda (A. nuda), variedad "Dorada" en Chapingo, Méx.

| F.V. | gl | S.C. | C.M. | Fc | F.05 | F.01 |
|--------------|----|--------|--------|-------|------|------|
| Bloques | 3 | 0.4192 | 0.1394 | 1.456 | 3.07 | 4.87 |
| Tratamientos | 7 | 0.4829 | 0.0689 | 0.72 | 2.49 | 3.84 |
| Error | 21 | 2.0101 | 0.0957 | | | |
| Total | 31 | 2.9112 | | | | |

C.V. (%) = 20.1

\bar{X} = 1.5386

El análisis de varianza para el número de panícula/m², se presenta en la tabla 11 y se detecta que existe diferencia significativa entre tratamientos para este carácter a pesar de que su coeficiente de variación es alto, por lo que se procedió a hacer la comparación de ---

medias siguiendo el método de Duncan, es el que se puede apreciar que el tratamiento siete (100 kg/ha) presenta el más alto valor, pero que resulta estadísticamente igual que los tratamientos ocho, seis, cinco y tres.

Tabla 11.- Análisis de varianza para el parámetro número de partículas/m², en el estudio del efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento de grano en avena decauda (A. nuda), variedad "Dorada" en Chapingo, Méx.

| F.V. | gl | S.C. | C.M. | Fc | F.05 | F.01 |
|--------------|----|------------|----------|--------|------|------|
| Bloques | 3 | 2549.334 | 849.1115 | 0.294 | 3.07 | 4.87 |
| Tratamientos | 7 | 72995.719 | 10427.96 | 3.119* | 3.94 | 3.64 |
| Error | 21 | 70294.405 | 3346.79 | | | |
| Total | 31 | 146227.459 | | | | |

C.V. (%) = 21.2

\bar{x} = 272.791

* significativo

Comparación de medias de los tratamientos, prueba de Duncan.

| \bar{x} -7 | \bar{x} -8 | \bar{x} -6 | \bar{x} -5 | \bar{x} -3 | \bar{x} -4 | \bar{x} -2 | \bar{x} -1 |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 350.5 | 320.5 | 291.5 | 269.5 | 274.0 | 237.0 | 217.75 | 202.0 |

\bar{x} = Media de cada tratamiento

Nota: Medias subrayadas con la misma línea son estadísticamente iguales, (C% = 0.05)

En la tabla 12 se presenta el análisis de varianza para el carácter número de granos/partícula y en la que se observa diferencia significativa entre bloques y altamente significativa entre tratamientos.

A partir de esto se realiza la comparación de medias de los tratamientos que permite ver que el tratamiento uno y dos resultan los más altos y de cierta manera diferentes a los demás para este carácter, con valores de 60.5 y 56 respectivamente.

Tabla 12.- Análisis de varianza para el parámetro número de granos/eq núcula, en el estudio del efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento de grano en avena desnuda (A. nuda),- variedad "Corada" en Chapingo, Méx.

| F.V. | gl | S.O. | C.M. | Fc | F.05 | F.01 |
|--------------|----|---------|---------|--------|------|------|
| Bloques | 3 | 433.345 | 144.45 | 3.75* | 3.07 | 4.87 |
| Tratamientos | 7 | 2087.22 | 298.174 | 7.74** | 2.49 | 3.64 |
| Error | 21 | 608.905 | 28.92 | | | |
| Total | 31 | 3329.47 | | | | |

C.V. (%) = 13.26

$\bar{Y} = 49.87$

* significativo

** altamente significativo

Comparación de medias de los tratamientos, prueba de Duncan.

| <u>$\bar{Y}-1$</u> | <u>$\bar{Y}-2$</u> | <u>$\bar{Y}-4$</u> | <u>$\bar{Y}-3$</u> | <u>$\bar{Y}-5$</u> | <u>$\bar{Y}-6$</u> | <u>$\bar{Y}-8$</u> | <u>$\bar{Y}-7$</u> |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 60.5 | 56.0 | 50.0 | 49.75 | 43.0 | 38.75 | 38.75 | 37.5 |

Nota: Medias subrayadas con la misma línea son estadísticamente iguales ($\alpha = 0.05$).

En la tabla 13 referente al análisis de correlación de los parámetros considerados como componentes de rendimiento, y tomando como de-

tos las medias aritméticas que se presentan en la tabla 2A del Apéndice, se puede ver que el rendimiento biológico presenta una correlación altamente significativa con el número de panículas/m², y con el número de granos/panícula, esta última es negativa, y correlaciones no significativas con altura de planta, rendimiento económico y el peso de 1000 granos. Por su parte el rendimiento económico se ve correlacionado significativamente alto con el peso de 1000 granos, la altura de planta y el número de granos/panícula y el número de panículas/m², esta última correlación es negativa. La altura de planta de acuerdo a este mismo análisis se correlaciona significativamente alto con el número de granos/panícula, con el peso de 1000 granos y con el número de panículas/m², esta última correlación resulta también negativa aunque también es altamente significativa. El número de panículas/m², se correlaciona de manera negativa pero altamente significativa con el número de granos/panícula y de manera significativa con el peso de 1000 granos, y por último el número de granos/panícula se correlaciona positivamente y de manera significativa con el peso de 1000 granos.

Tabla 13.- Análisis de correlación de los parámetros analizados, en el estudio del efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento de grano en avena desnuda (A. nudal, variedad "Dorada" en Chapingo, H₂O).

| | RE | AP | NPM | NGP | PMG |
|-----|-----------------------|-----------------------|------------|------------|-----------------------|
| RE | -0.2093 ^{ns} | -0.1297 ^{ns} | 0.8544 ** | -0.5924 ** | -0.0900 ^{ns} |
| AP | | 0.4743** | -0.4368 ** | 0.4414 ** | 0.7209** |
| NP | | | -0.5548 ** | 0.7180 ** | 0.6209** |
| NPM | | | | -0.9320 ** | -0.2995 * |
| NGP | | | | | 0.3193 * |

BB = Rendimiento biológico
BE = Rendimiento económico
AP = Altura de planta
NPN = Número de panículas/m²
NPG = Número de granos/panícula

PMG = Peso de 1000 granos
** = Altamente significativo
($\alpha = 0.01$)
* = significativo ($\alpha = 0.05$)
ns = no significativo

D I S C U S I O N

En primer lugar se hablará de las características agronómicas identificadas en la variedad de estudio, y que no fueron analizadas de manera estadística, las cuales resultan favorables para el cultivo y -- son dignas de tomarse en cuenta para la selección de este material como posible variedad comercial. Pues de acuerdo a lo reportado y observado con otras variedades comerciales, la variedad "Corada" supera o iguala en características tales como resistencia a roya y desgrane -- a variedades recomendadas para Valles Altos entre las que se encuentran Tulancingo, Diamante R-31 y Páramo, además de tener cualidades nutritivas y características morfológicas y fisiológicas favorables -- para su cultivo.

Por otro lado habría que considerar que en cuanto a su ciclo biológico, la variedad "Corada" resulta muy semejante a las variedades comerciales, lo mismo que en la eficiencia de producción, pues resultados obtenidos experimentalmente por Mercado (1968), en este mismo sitio de prueba con las variedades recomendadas para producción de grano en Valles Altos ya anteriormente citadas, muestran que empleando -- dosis de siembra de 100 Kg/ha, se obtuvieron rendimientos de grano -- muy semejantes a la media obtenida para la avena desnuda en este experimento.

En los demás parámetros, podemos observar que los primeros tres mejados estadísticamente mostraron que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, pero no por ello debemos de subestimar estos resultados a pesar de que los coeficientes de variación de los parámetros rendimiento económico y rendimiento biológico son relativamente altos. Debido a que este análisis no permite determinar cuál de los tratamientos empleados resulta ser el mejor estadísticamente o -- cuando menos el más positivo en relación a los otros, se puede deducir que si altura de planta, el rendimiento económico ni rendimiento

biológico son afectados por la densidad de siembra, resultado que con firma lo indicado por Sakai e Iyama y Donald (citados por Betancos, - 1979), al afirmar que el efecto principal de la densidad de siembra - es el de reducir el tamaño de la planta (tendencia que se encuentra - en el presente experimento, sin ser estadísticamente significativo) - aún cuando el rendimiento final puede ser poco afectado, en virtud de que en las bajas densidades las plantas darán rendimientos muy próximos a su rendimiento potencial, mientras que en las altas densidades - un mayor número de plantas están explotando un mismo ambiente y por - lo mismo, a cada una le corresponde una menor cantidad de los facto- res necesarias para desarrollarse. Apoyando también el resultado que se obtuvo para estos parámetros en el presente estudio se encuentran los trabajos de Barthakur et al (1980), Hanson (1983), Jones et al, - (1987), Marshall et al (1987), Reddy et al (1988) y Márquez (1988), - entre otros autores, efectuados en diversos cereales, en los que re- portan que el efecto de la densidad de siembra en el rendimiento fi- nal de grano y paja no fue significativo, sin embargo, como uno de -- los objetivos es determinar la densidad óptima de siembra en base al rendimiento de grano, se considerará la tabla 3A del Apéndice que --- muestra que la densidad de 80 Kg/ha obtiene el mejor promedio de pro- ducción por hectárea, aunque esta decisión no está basada en pruebas- estadísticas, las cuales en cada caso permitirían optar por las densi- dades más bajas ya que no se presentan diferencias entre los trata- mientos.

En relación al parámetro panículas por metro cuadrado, el análisis de variancia muestra significancia entre tratamientos y la comparación de medias permite observar que los tratamientos con altas densidades - son los que muestran valores altos para este carácter, lo cual era de esperarse, pues si se aumenta la densidad de siembra naturalmente se - aumenta la densidad de plantación que trae como resultado un mayor nú- mero de panículas. Similares resultados han sido encontrados por Gon- zález Loe (1985), Seid y Jonksson (1979), y Barriga y Pihan (1980), -

todos ellos trabajando en trigo, así como por diversos autores, los cuales citan que altas densidades de siembra provocan una mayor formación de espigas por unidad de superficie, lo que es acompañado por una disminución en el número de granos/espiga y menor peso de los granos. Esta respuesta de la planta se atribuye a una intensificación de la competencia intraplanta principalmente por luz (Aguilar y Fisher, 1978) y Tola et al (1977), porque este fenómeno se da incluso donde el agua y nutrientes no son factores limitantes (Donald y Hamblin, 1978).

Finalmente el parámetro número de granos/pánicula encuentra diferencia significativa entre tratamientos y bloques. En relación a los tratamientos, se observa que el promedio más alto o los promedios más altos para esta característica se encuentran en los dos primeros tratamientos con valores de 60.5 granos/pánicula en la densidad de 40 Kg/ha y de 50 granos/pánicula en la de 80 Kg/ha. Este resultado se explica con las mismas consideraciones hechas para el caso del parámetro número de panículas/m², ya que como es sabido, al haber menor densidad de plantas la competencia entre ellas es menor y ellas favorece el mejor aprovechamiento de los elementos o factores de crecimiento y desarrollo que repercute en un mayor número de granos por panícula, y en algunos casos en mayor peso de grano o en ambas cosas, y viene a demostrar lo citado por Evans y Hamblin (1978), que mencionan que el incremento en el número de granos y el peso de grano pueden ayudar a compensar las bajas densidades de siembra.

Por último se analizaron las correlaciones entre los diferentes parámetros evaluados, no sin antes decir, que las correlaciones permitirán observar la relación que hay entre dos parámetros, así como su importancia en el rendimiento económico de los diferentes caracteres.

Se empezará por observar que el rendimiento biológico presenta una correlación no significativa con el peso de 1000 granos, altura de planta y el rendimiento económico y que además resultan negativas, --

por lo que se debe considerar que no existe una relación entre estos parámetros lo cual indicaría que si el aumento o disminución del valor del rendimiento biológico afecta a los otros, sin embargo, este resultado habría que considerarlo con reserva debido a que cuando menos la altura de planta que implica mayor biomasa de la misma, tendría relación con el rendimiento biológico y éste se esperaría que fuera positiva. Para el caso de la relación rendimiento económico-rendimiento biológico también se esperaría cierta significancia en ella por el balance que existe entre área foliar y producción de grano, sin embargo, -- habría que ver que en este caso se está observado el efecto de la densidad de siembra que como se encontró en los análisis de varianzas -- no presenta diferencia estadística entre tratamientos lo cual influyó en estos resultados. El número de panículas/m² y el número de granos/panícula se correlacionan con el rendimiento biológico de manera altamente significativa, la primera correlación es positiva y presenta un valor alto ($r = 0.8041$) lo que indicaría que son parámetros con una interdependencia elevada, y esto resulta lógico para este caso si consideramos que mayor rendimiento biológico implica más plantas por área, y por lo tanto, mayor número de panículas por área; entre la relación número de granos/panícula y rendimiento biológico encontramos un valor negativo que implica que al aumentar el rendimiento biológico de un cultivo (densidad) la competencia entre plantas es mayor y la cantidad de productos elaborados es menor, aquí cabe hacer la aclaración que los valores para obtener las correlaciones se refieren a los promedios obtenidos por tratamiento de las unidades experimentales, de tal manera que se contempla a un número elevado de plantas.

El rendimiento económico por su parte presenta correlaciones altamente significativas con peso de 1000 granos, número de granos/panícula y altura de planta. Si se observa se verá que los dos primeros caracteres influyen directamente en el rendimiento económico y coinciden con resultados antes obtenidos, en estudios de los componentes de

rendimiento en diversos cereales por algunos autores como Grafias (citado por Poehlein, 1987), Black y Aase (1982), Quisenberry (citado por Rojas, 1984), Jiménez (1986), Majumder et al (citados por Wong Pérez, 1983), y Hawkins y Cooper (1981), que indican que el número de granos/panícula y peso de grano son los componentes principales que establecen el rendimiento en cereales. De esta manera se tiene que el peso de 1000 granos para este experimento resulta ser el que presenta el valor de correlación más alto ($r = 0.7268$) y por lo tanto se puede inferir que este componente es el que influye más en el rendimiento final de grano. Por otro lado se aprecia que el rendimiento económico presenta una correlación altamente significativa pero negativa con el número de panículas/m². (Indirectamente con las densidades altas de siembra), resultado que contradice lo establecido por los investigadores antes citados, al afirmar que el número de panículas por unidad de superficie es uno de los componentes de rendimiento que más influyen en el rendimiento final de grano. Sin embargo, viene a confirmar lo dicho en párrafos anteriores referente a los efectos compensatorios, efectos que traen como resultado que el rendimiento de grano sea relativamente insensible al efecto de la densidad de siembra, y que los componentes de rendimiento muestran una amplia variedad de correlaciones negativas (Leng citado por Evans y Wardlaw, 1978). Tal es el caso en este experimento, ya que al aumentar el número de panículas/m², el rendimiento de grano se ve mermeado.

La altura de planta en el análisis de correlación presenta valores altamente significativos y positivos con el número de granos/panícula y el peso de 1000 granos. Estos tres componentes son los que mantienen una relación estrecha con el rendimiento económico y por lo tanto su relación se ve explicada por este hecho. Este mismo explica el por qué la altura de planta presenta una correlación altamente significativa pero negativa con el número de panículas/m², componente que también presenta una relación negativa con el rendimiento económico.

El número de panículas/m², que puede interpretarse también como la densidad de plantas/m², se correlaciona significativamente alta pero negativamente con el número de granos/panícula, hecho que pone de manifiesto nuevamente el efecto compensatorio que se presenta en los cereales y que también nos ayuda a explicar el porque la relación número de panículas/m², y el peso de 1000 granos presentan una correlación significativa pero negativa.

Por último el número de granos/panícula y el peso de 1000 granos - se correlacionan positiva y significativamente en este experimento debido a que son dos componentes que influyen en el rendimiento económico y que se ven influenciados negativamente con la densidad de siembra.

Como se puede observar a través de este análisis, los resultados - que en un principio pudieron considerarse como contradictorios fueron explicados gracias a una característica que es muy común e importante en cereales, como son los componentes de rendimiento y los efectos -- compensatorios, que minimizan los efectos de condiciones ambientales adversas.

CONCLUSIONES

1. La densidad de siembra óptima para esta variedad tomando como parámetro el rendimiento de grano no pudo ser determinado por el análisis estadístico de manera directa, sin embargo, permite considerar una densidad inicial de 80 kg/ha.
2. Las características agronómicas que posee la variedad "Corada" — de avena desnuda (A. nuda) como: resistencia al desgrane, al ataque de la roya del tallo (*Puccinia graminis avenae*); moderada resistencia al ataque de la roya de la hoja (*Puccinia coronata*) y al acame, ciclo de cultivo precoz y producción de grano aceptable con respecto a otras variedades, permiten augurar buenas perspectivas como futura variedad comercial.
3. En el cultivo se presentan efectos compensatorios que hacen que los tratamientos no sean estadísticamente diferentes, y por lo tanto la densidad de siembra no influye sobre el rendimiento biológico ni sobre el rendimiento económico.
4. El componente de rendimiento que más influye en el rendimiento económico es el peso del grano.
5. Es necesario estudiar un mayor número de localidades y de años — en la variedad para poder concluir con mayor precisión a qué densidad es la mejor densidad de siembra para producción de grano temporal.

L I T E R A T U R A C I T A D A

- Aguiar, M.I. 1972. Influencia del espaciamiento entre surcos y densidad de población sobre el rendimiento y aspectos fisiológicos en trigo. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultera. Chapingo, Méx.
- Aguiar, M.I. y M.A. Fisher. 1975. Análisis de crecimiento y rendimiento de 30 genotipos de trigo bajo condiciones ambientales óptimas de cultivo. *Agrociencia* 21: 185 - 197.
- Allarde, O.R. and V.S. Khoope. 1963. Response of wheat varieties to levels of seed rates and nitrogen. *Field Crop Abstr.* -- 35(1): 2
- Barriga, S.F. and S.R. Pihan. 1960. Efecto de la dosis de semilla sobre caracteres agronómicos y morfológicos en trigo de primavera. *Agro Sur* 8(11): 10 - 17.
- Barthaker, B.C.; Borgshain, B., and Borgshain, M.N. 1960. Effect of row spacings and seeding rates on grain yield of dwarf-wheat. *Field Crop Abstr.* 33(6): 412.
- Betances, M.E. 1970. Dos Aspectos en el estudio de la interacción genética-ambiental. Tesis de M.C., C.N.A. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx.
- Briggs, K.O. and A. Aytenfiaz. 1960. Relationships between morphological characters above the flag leaf node and grain yield in spring wheats. *Crop. Sci.* 20(3): 350 - 354.

- Calixto, C.M. 1978. Detección de caracteres determinantes del rendimiento de grano de trigo, mediante índices de selección, coeficientes de heredero y regresión lineal múltiple. Tesis de M.C., E.M.A. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.
- Cepeda de la Riva, L.W. 1978. Efecto de cuatro fechas de siembra sobre componentes de rendimiento de cuatro variedades de avena (A. sativa) forrajera. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L.
- Coffman A., F. 1961. Oats and oat improvement. American Society - of Agronomy Publ. Wisconsin.
- Costa, M.J.A. 1983. Efecto del método y la densidad de siembra sobre el desarrollo y rendimiento de trigo (T. aestivum L.) en el norte de Coahuila. Tesis de M.C. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Colegio de Postgraduados. Saltillo, Coah.
- Darwinski, A. 1981. Ear size in relation to tiller emergence and crop density. Field Crop Abstr. 43(5): 352.
- De Armero T., J. 1979. Estudio de rendimiento para producción de forraje y grano en cinco densidades de siembra de avena, variedad Saia (A. strigosa) en Apodaca N.L. en el ciclo 1978-1979. Tesis Profesional. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. -- Monterrey, N.L.

- González Loz, M. 1969. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento de grano y otros componentes morfológicos del trigo (*T. aestivum*, L.) sembrado en surcos en el Valle de Mexicali, B.C. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Méx.
- Guerrero G., A. 1964. Cultivos Herbáceos Extensivos. Editorial -- Mundi-Prrensa S.A. España.
- Hawkins, G.W. and F.J.W. Cooper. 1961. Growth, development and grain yield of maize. *Ecol. Agr.* 17: 203 - 207.
- Hughes, H.D.; Heath, W.E., and Metcalfe, D.S. 1967. Farrajes. Ed. CIGSA. México.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 1967. Guía para la Asistencia Técnica: Area de Influencia del Campo Agrícola Experimental valle de México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- Jiménez G., A. y J.F. Casas. 1965. Componentes de rendimiento de líneas 8 de sorgo para grano con diferentes aptitudes combinatoria general. *Pitotecnía* 8: 79 - 88.
- Jones, D.B. and G.H. Sygder. 1967. Seeding rate and row spacing - effects on yield and yield components of drilled rice. *Agr. J.* 79(4): 623 - 626.

- Jones, J.E.; E. Charlton, and D.A. Lewis. 1986. "Perspectivas para el cultivo de la avena deánada en el Reino Unido y sus características agronómicas, con referencia particular para el cultivar de avena variedad "Rhiannon". Proceedings of the Second International Oats Conference. Martinus Nijhoff Publishers. Boston. p. 227 - 231.
- Joseph, K.O.S.W.; Alley, M.W.; Grann, C.E., and Gravelle, W.D. -- 1985. Row spacing and seeding rate effects on yield and yield components of soft red winter wheat. Agr. J. 77(2): 211 - 214.
- Kobashi, S.J. 1976. Contribución al Conocimiento del Frijol (Phaseolus) en México. Rama de Botánica. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx.
- Márquez C., A. 1985. Efecto de la densidad de siembra sobre el índice de cosecha de diez variedades de avena (A. sativa). Tesis Profesional. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. Cuautitlán, Méx.
- Marshall, H.S.; F.L. Kolb, and G.W. Roth. 1987. Effects of nitrogen fertilizer rate, seeding rate, and row spacing on semidwarf and conventional height spring oat. Crop Sci. 27(3): 572 - 575.
- Mercado P., L.A. 1988. Evaluación del avance obtenido por mejoramiento genético en las variedades mexicanas de avena. Tesis Profesional. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Cuautitlán, Méx.

- Narsons, H. 1981. Effects of population density and numbers of --
ears on wheat yield and its components. Field Crop --
Abstr. 34(8): 804.
- Ortiz C., J. 1988. Estimación y uso de índices fisiotécnicos en la
evaluación de genotipos de sorgo para grano (*Sorghum*
bicolor L.), tolerante al frío bajo diferentes ambien
tes en Chapingo. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados,
Chapingo, Méx.
- Pachman, M.J. 1987. Mejoramiento de las Coaschas. Ediciones Cien-
cia y Técnica S.A. México.
- Poddy, M.D.; S.C. Ghosh, and M.M. Panda. 1986. Effect of seed ra-
te and application of N fertilizer on grain yield --
and N uptake of rice under intermediate deepwater con-
ditions (15-30 cm.). J. Agric. Sci. Camb. 107:61 - 66.
- Reed Segoria, M.A. 1980. Caracteres agronómicos determinantes de-
rendimiento en el trigo (*T. aestivum* L.) y triticale-
(*Triticale* spp.) ciclo 1979-1980, en Apodaca N.L. Tes-
is Profesional. ITESM. Monterrey N.L.
- Rivera T., P. 1976. Prueba de rendimiento de grano y forraje de -
12 variedades de *Avena sativa* L. en Apodaca N.L. Tes-
is Profesional. Instituto Tecnológico de Estudios --
Superiores de Monterrey. Monterrey, N.L.
- Robles S., B. 1983. Producción de Granos y Forrajes. Editorial --
LIMUSA. México.

- Bojars P., L. 1984. Influencia del medio ambiente sobre el desarrollo, rendimiento y calidad de forraje y grano - en tres variedades de trigo (*T. aestivum* L.) Modelos de predicción para el cultivo de trigo con doble propósito. Tesis de M.C., U.A.A.A.R. Saltillo, Coah.
- Salenz P., E. 1978. Rendimiento y digestibilidad "in vitro" de cuatro gramíneas de invierno: avena (*A. sativa* L.), cebada (*Hordeum vulgare* L.), trigo (*T. aestivum* L.) y triticale (*Triticale hexaploide*). Tesis Profesional, ITEGM, Monterrey, N.L.
- Sairam R., K. and Duba, S. D. 1985. Effect of plant densities and defoliation treatments on yield and yield - attributing characters of wheat (*T. aestivum* L.) - Field Crop Abstr. 39(17): 555.
- Schrichel, D.J. 1985. World Oats Use and Marketing. Proceedings - of the Second International Oats Conference. Martinus Nijhoff Publishers. Boston. p. 197 - 199.
- Smid, A.E. and Jenkinson, H.C. 1979. Effect of rate and date of seeding on yield and yield components of two winter wheat cultivars grown in Ontario Canada. Can. J. Plant Sci. 59(4): 939 - 943.
- Tanaka, A. and J. Yamaguchi. 1972. Dry Matter Production, Yield - Components and Grain Yield of the Maize Plant. J. - of the Faculty of Agr. Hokkaido University Sapporo, Japan. Vol 57 - Pt 1, Page. 71 - 132. Traducción José Kohashi S.

- Tola, C.J.; Trujillo, F.R., y Martínez, G.A. 1975. Naturaleza del ana amadillamiento en cebada (*H. vulgare* L.). Agrociencia - 21: 189 - 190.
- Tola, C.J.; Trujillo, F.R., y Martínez, G.A. 1977. Competencia inter- e intraplanta bajo diferentes densidades de siembra y - dosis de fertilización nitrogenada en cebada (*H. vulgare* L.). Agrociencia 28: 31 - 45.
- Wallace, D.H.; J.L. Coburn, and H.M. Munger. 1972. Physiological genetics of crop yield. Adv. In Agr. 24: 97 - 148.
- Welch, R.W. 1968. "Calidad de la avena. Estado presente y perspectivas futuras". Proceedings of the Second International - Oats Conference. Martinus Nijhoff Publishers, Boston. - p. 200 - 209.
- Wong Pérez, J.J. 1983. Determinación de los componentes del rendimiento en arroz (*Oryza sativa* L.). I. Correlaciones y coeficientes de selección. Agrociencia 53: 71 - 88.

A P E N D I C E

Tabla 1A.- Datos originales del experimento realizado en Chapin--go, México. Ciclo Primavera-Verano.

| No. Trato. (Densidad) | Repet. | AP (cm) | NS (Kg/US) | NE (Kg/US) | NPM | MOP |
|--------------------------|--------|------------|---------------|---------------|-----|-------|
| 1 40 Kg./ha. | I | 79 | 1.4700 | .509 | 214 | 58.08 |
| | II | 83 | 0.964 | .269 | 86 | 63.0 |
| | III | 83 | 1.882 | .629 | 390 | 68.12 |
| | IV | 90 | 1.650 | .634 | 218 | 68.68 |
| 2 60 Kg./ha. | I | 80 | 1.843 | .494 | 207 | 52.0 |
| | II | 80 | 1.194 | .429 | 327 | 59.33 |
| | III | 78 | 1.355 | .550 | 198 | 71.60 |
| | IV | 82 | 1.812 | .524 | 249 | 49.72 |
| 3 80 Kg./ha. | I | 82 | 2.1217 | .784 | 390 | 44.2 |
| | II | 88 | 1.918 | .614 | 300 | 43.32 |
| | III | 72 | 0.928 | .389 | 184 | 50.4 |
| | IV | 78 | 1.167 | .529 | 323 | 52.12 |
| 4 100 Kg./ha. | I | 80 | 1.454 | .509 | 230 | 46.78 |
| | II | 80 | 1.229 | .614 | 300 | 43.38 |
| | III | 80 | 1.166 | .504 | 183 | 62.78 |
| | IV | 82 | 1.648 | .484 | 250 | 47.18 |
| 5 120 Kg./ha. | I | 76 | 1.636 | .389 | 282 | 48.0 |
| | II | 74 | 1.385 | .384 | 256 | 38.12 |
| | III | 84 | 1.932 | .874 | 312 | 37.24 |
| | IV | 76 | 1.491 | .374 | 308 | 37.48 |
| 6 140 Kg./ha. | I | 82 | 1.717 | .499 | 264 | 38.98 |
| | II | 82 | 1.656 | .484 | 324 | 34.16 |
| | III | 82 | 1.833 | .554 | 288 | 46.28 |
| | IV | 78 | 1.901 | .499 | 288 | 52.56 |

Continuación . . .

| | | | | | | |
|---|-----|----|-------|------|-----|-------|
| 7 | I | 78 | 1.698 | .538 | 306 | 41.24 |
| | II | 68 | 1.651 | .444 | 319 | 25.6 |
| | III | 60 | 1.942 | .419 | 364 | 39.12 |
| | IV | 99 | 1.699 | .544 | 413 | 44.04 |
| 8 | I | 83 | 1.834 | .394 | 304 | 44.44 |
| | II | 75 | 1.390 | .299 | 308 | 24.8 |
| | III | 70 | 1.623 | .249 | 328 | 37.2 |
| | IV | 78 | 1.396 | .449 | 358 | 39.44 |

Tabla 2A.- Media aritmética de los parámetros de evaluación de --
los distintos tratamientos.

| No. Tratm. | AP | BB | BC | NPM | NOP | PMO |
|------------|-------|-------|-------|--------|-------|------|
| 1 | 83.75 | 1.421 | .5102 | 202 | 60.5 | 23.8 |
| 2 | 80.0 | 1.476 | .5002 | 217.75 | 56.0 | 22.8 |
| 3 | 80.0 | 1.533 | .554 | 274 | 49.75 | 24.1 |
| 4 | 77.5 | 1.375 | .5277 | 237 | 50.0 | 22.3 |
| 5 | 77.5 | 1.520 | .5052 | 266.5 | 38.75 | 23.5 |
| 6 | 80.5 | 1.627 | .5115 | 201 | 43.0 | 23.8 |
| 7 | 79.0 | 1.768 | .4865 | 350.5 | 37.5 | 22.4 |
| 8 | 78.5 | 1.560 | .5437 | 320.5 | 38.75 | 21.7 |

Tabla 3A.- Distribución de parcelas dentro del diseño, rendimiento económico por parcela y promedio de producción en Kg/ha.

| No. Trate. (densidad) | Diseño | | | | Promedio de produc. Kg/ha |
|--------------------------|-----------|------------|------------|------------|------------------------------|
| | I | II | III | IV | |
| 1 40 Kg/ha | 3 .900 | 11 .299 | 22 .629 | 26 .634 | 1700.83 |
| 2 60 Kg/ha | 6 .484 | 15 .424 | 18 .599 | 28 .624 | 1887.8 |
| 3 80 Kg/ha | 1 .700 | 6 .614 | 17 .399 | 27 .629 | 1846.8 |
| 4 100 Kg/ha | 6 .900 | 14 .614 | 18 .604 | 30 .484 | 1799.16 |
| 5 120 Kg/ha | 5 .580 | 12 .384 | 24 .674 | 32 .374 | 1884.16 |
| 6 140 Kg/ha | 7 .480 | 10 .484 | 20 .594 | 28 .499 | 1705.6 |
| 7 160 Kg/ha | 2 .500 | 13 .444 | 23 .419 | 25 .544 | 1821.8 |
| 8 180 Kg/ha | 4 .304 | 16 .299 | 21 .249 | 31 .449 | 1459.16 |