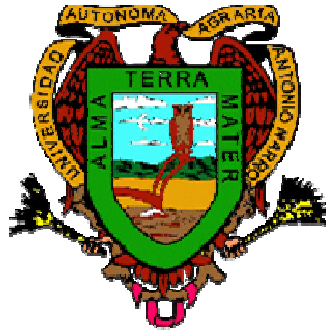


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**EFFECTO DE DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL  
RENDIMIENTO DE FORRAJE Y SUS FRACCIONES EN  
CUATRO ESPECIES DE CEREALES.**

**Por:**

**José Manuel Chávez Rojas**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para**

**Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Diciembre de 2009.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Efecto de Densidades de Siembra en el Rendimiento de Forraje y sus Fracciones en cuatro Especies de Cereales.

POR

José Manuel Chávez Rojas

TESIS


QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN


APROBADA


  
\_\_\_\_\_  
Dr. Víctor Manuel Zamora Villa  
PRESIDENTE DEL JURADO

  
\_\_\_\_\_  
M.C. Modesto Colín Rico  
SINODAL

  
\_\_\_\_\_  
M.C. María Alejandra Torres Tapia  
SINODAL

  
\_\_\_\_\_  
M.C. María Cristina Vega Sánchez  
SINODAL

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Mario Ernesto Vázquez Padillo  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
Coordinación  
Buenavista, Saltillo, Coahuila de Zaragoza, México  
Diciembre de 2009 -



## **D e d i c a t o r i a**

### **A mis Padres:**

**Sra. Lucia Rojas Ayona.**

**Sr. Darío Esteban Chávez Nicolás.**

Por darme la vida y su apoyo incondicional y con sacrificio hicieron posible que mis estudios concluyeran y hacer de mí una persona de bien gracias por brindarme toda su confianza, cariño y amor, que fueron de gran ayuda en los momentos más difíciles que pasé fuera de casa. A ti madre que no estás conmigo físicamente pero si en mi corazón, por confiar en mi y darme la oportunidad de estudiar y apoyarme incondicionalmente a lo largo de mi formación, gracias a ti hoy mi sueño se hace realidad y me siento inmensamente feliz por este logro que cumplimos juntos, quiero darte las gracias infinitamente a ti y a Dios por haberme dado una madre tan hermosa y ejemplar que ha estado conmigo en las buenas y en las malas, que Dios los cuide y los colme de salud hoy, mañana y siempre los amo, les dedico esta tesis.

### **A mi Abuela:**

**Elia Nicolás Dillanes.**

Gracias abuela por hacerte cargo de mi cuando más lo necesité y enseñarme a trabajar para ganarme el pan de cada día y darme todo tu amor y consejos, quisiera que estuvieras a mi lado para que juntos compartiéramos este momento, siempre estás en mi mente y en mi corazón que Dios te tenga en su gloria y gracias porque sin ti yo no estuviera aquí, te amo abuela.

### **A mis hermanos:**

**Carolina, Jorge y Paola** por su gran amor que aunque por azares del destino no hemos estado juntos, forman parte fundamental de mi vida y son uno de mis motivos que me inspiran a seguir adelante.

**A mis tíos:****Teodoro, Leonor, Teresa, Epifanio, Leonardo, Irene, Santiago, Dominga:**

a mis tíos Teodoro y Leonor por cobijarme en el seno de su hogar en donde formaron a la persona que soy, gracias a ti tío por todos tus consejos brindados que nunca olvidaré, a ti tía por estar en los momentos más importantes apoyándome incondicionalmente tanto económica como moralmente ya que sin su apoyo no lo hubiera logrado, gracias, los quiero.

Gracias tía teresa y Epifanio por su apoyo moral brindado a lo largo de mi vida y quererme como un hijo y darme todo su amor y cuidado los quiero.

A ustedes Leonardo, Irene, Santiago y Dominga que no tengo palabras para agradecerles todo el apoyo que me brindaron a lo largo de mi carrera en los momentos que mas los necesité siempre estuvieron ahí para darme la mano y seguir adelante aún sabiendo que sus hijos estuvieran con hambre nunca dudaron en apoyarme, gracias, éste trabajo se los dedico.

**A mis primos:**

Tedy, Cora, Paco, Bety, Olga, Denis, Edwin, Nabor, Alejandro, Ánel, Ángel, Elián, Juan, Julia y Diana gracias por compartir momentos tan felices conmigo y brindarme todo su amor y quererme como un hermano más que un primo, los quiero.

**A mis compañeros:**

Raúl, Carmelo, Alexander, Rosendo, Miguel, Alejandro, Raúl, Armando, Paco, Emilia, Regina. Les doy las gracias por compartir con ellos parte de mi formación, por compartir momentos inolvidables y sobre todo por brindarme su amistad y sinceramente les deseo que sean felices y unos excelentes profesionistas.

**A mis amigos:**

Cristian, Iván, Ricardo, Gaby, Lluvia, Paco, Simóni, Alberto, Alfredo, Galileo, Pablo, Gaby, Yuri, Ana, Gato. Gracias por estar presentes en las buenas y en las malas compartiendo momentos inolvidables que quedaran grabados en mi memoria.

**A ti Martha**

Por compartir conmigo los momentos más felices de mi vida y contar con tu apoyo en todo momento y estar siempre presente a mi lado y por todo eso te digo, te amo.

*“Lo logré”*

## **A g r a d e c i m i e n t o**

**A Dios.** Por darme la oportunidad de vivir y estar conmigo en las buenas y en las malas, por darme fuerza en los momentos más adversos de mi carrera universitaria.

**Al Dr. Víctor Manuel Zamora Villa.** Por darme la oportunidad de realizar esta tesis con él, por su valioso tiempo dedicado en asesorarme con mi trabajo y sobre todo por confiar en mí y brindarme su amistad.

**Al MC. Modesto Colín Rico, la MC. Alejandra Torres Tapia y MC. Ma Cristina Vega Sánchez.** Por apoyarme en la realización de este trabajo y por su colaboración en la revisión del mismo.

**Al Dr. Humberto de León, MC. Daniel Sámano y MC. Cristina Vega** por darme la oportunidad de desarrollar actividades que fortalecieron mis conocimientos y por todos sus consejos brindados que fueron de mucha ayuda y sobre todo por su amistad incondicional.

**A mis Maestros.** Por darme el conocimiento, atención y paciencia en mi formación para poder desarrollarme profesionalmente.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>PAGINA</b>
ÍNDICE DE CUADROS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
INTRODUCCIÓN .....	1
Objetivos .....	2
Hipótesis .....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Generalidades de las especies evaluadas.....	3
Cebada .....	3
Origen geográfico.....	3
Clasificación taxonómica.....	4
Botánica de la cebada.....	4
Genética de la cebada .....	5
Condiciones edáficas y ecológicas .....	6
Riego.....	7
Trigo.....	7
Origen del trigo.....	7
Clasificación taxonómica.....	8
Botánica del trigo .....	8
Condiciones ecológicas y edáficas .....	9
Avena.....	10
Origen geográfico.....	10
Clasificación taxonómica.....	10
Botánica de la avena.....	11
Condiciones ecológicas y edafológicas.....	12
Importancia del triticale .....	12
Origen del triticale .....	12
Tipos de triticale forrajeros.....	13
Principales usos de los cereales forrajeros.....	14

Valor nutritivo de los cereales .....	14
Calidad forrajera.....	15
Características de una especie forrajera de invierno .....	15
Factores que afectan el crecimiento de las plantas forrajeras .....	16
Relación hoja-tallo.....	16
Densidades de siembra .....	18
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
Localización y descripción de sitio experimental.....	20
Desarrollo del experimento en campo.....	20
Material genético utilizado.....	20
Preparación del terreno.....	21
Densidades de siembra, fertilización, fecha de siembra, de riego de siembra, control de maleza, control de plagas y muestreo.....	21
Parcela experimental .....	21
Datos registrados .....	22
Diseño experimental .....	23
Análisis de varianza combinado.....	23
Comparación de medias .....	24
Coeficiente de variación.....	24
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>26</b>
Resultados de los análisis de varianza y pruebas de medias combinadas	26
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>48</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>49</b>



## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Pág.</b>
3.1	Material genético evaluado en la presente investigación.....	20
4.1	Análisis de varianza combinado de dos muestreos para rendimiento de peso de tallos en el campo experimental de Zaragoza, Coahuila, 2009.....	26
4.2	Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos, para peso de tallo (Zaragoza, Coahuila, 2009).....	27
4.3	Resultado en la prueba de medias (DMS) para densidades en peso de tallos (Zaragoza, Coahuila, 2009).....	27
4.4	Análisis de varianza combinado de dos muestreos para peso de hojas en el campo experimental de Zaragoza, Coahuila, 2009.....	29
4.5	Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para peso de hoja (Zaragoza, Coahuila, 2009).....	30
4.6	Resultado en la prueba de medias (DMS) para densidades en peso de hoja (Zaragoza Coahuila, 2009).....	30
4.7	Análisis de varianza combinado de dos muestreos para peso de espigas en el campo experimental de Zaragoza, Coahuila, 2009.....	32
4.8	Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para peso de espiga (Zaragoza, Coahuila, 2009).....	33
4.9	Resultado en la prueba de medias (DMS) para densidades en peso de espigas (Zaragoza, Coahuila, 2009).....	33
4.10	Análisis de varianza combinado de dos muestreos para peso de forraje seco total en el campo experimental de Zaragoza, Coahuila, 2009.....	35

4.11	Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos, para forraje seco total (Zaragoza, Coahuila, 2009).....	36
4.12	Cuadro 4.12 Resultado en la prueba de medias (DMS) para densidades en peso de forraje seco total (Zaragoza, Coahuila, 2009).....	36
4.13	Análisis de varianza combinado de dos muestreos para relación hoja tallo en el campo experimental de Zaragoza, Coahuila, 2009.....	38
4.14	Resultado de la prueba de medias (DMS) para densidades en relación hoja tallo (Zaragoza, Coahuila, 2009).....	39
4.15	Resultado en la prueba de medias (DMS) para densidades en relación hoja tallo (Zaragoza, Coahuila, 2009).....	39
4.16	Análisis de varianza combinado de dos muestreos para altura de plantas en el campo experimental de Zaragoza, Coahuila, 2009.....	41
4.17	Resultado de la prueba de medias (DMS) entre genotipos, para altura de planta (Zaragoza, Coahuila, 2009).....	42
4.18	Resultado en la prueba de medias (DMS) para densidades en altura de planta (Zaragoza, Coahuila, 2009).....	42
4.19	Análisis de varianza combinado de dos muestreos para cobertura de plantas en el campo experimental de Zaragoza, Coahuila, 2009.....	44
4.20	Resultado de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para cobertura de plantas (Zaragoza, Coahuila, 2009).....	45
4.21	Resultado en la prueba de medias (DMS) para densidades en cobertura de plantas (Zaragoza, Coahuila, 2009).....	45
4.22	Análisis de varianza combinado de dos muestreos para etapas fenológicas en el campo experimental de Zaragoza, Coahuila, 2009.....	46

4.23	Resultado de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para etapas fenológicas de plantas (Zaragoza, Coahuila, 2009).....	47
4.24	Resultado en la prueba de medias (DMS) para densidades en etapas fenológicas de plantas (Zaragoza, Coahuila, 2009).....	47

### ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figuras</b>		<b>Pág.</b>
4.1	Comportamiento de los genotipos a través de los muestreos y densidades estudiadas para peso de tallo (Zaragoza, Coahuila, 2009).....	28
4.2	Comportamiento de genotipos a través de los muestreos y densidades estudiadas para peso de hoja (Zaragoza, Coahuila, 2009).....	31
4.3	Comportamiento de los genotipos a través de los muestreos y densidades para peso de espiga (Zaragoza, Coahuila, 2009).....	34
4.4	Comportamiento de los genotipos a través de los muestreos y densidades estudiadas para forraje seco total (Zaragoza, Coahuila, 2009).....	37
4.5	Comportamiento de los genotipos a través de los muestreos y densidades estudiadas para relación hoja tallo (Zaragoza, Coahuila, 2009).....	40
4.6	Comportamiento de los genotipos a través de los muestreos y densidades estudiadas para altura de planta (Zaragoza, Coahuila, 2009).....	43

## INTRODUCCIÓN

En el Norte de México se requiere de una producción intensiva de forraje con el fin de mejorar los índices productivos. Existen sistemas en los que se utilizan especies anuales de verano e invierno. Por otra parte, la marcada diferencia de temperatura a través de las distintas estaciones del año impide la utilización de una misma especie. Una alternativa ha sido el establecimiento de praderas con cultivos tales como cebada, trigo, avena y triticale ya que son vigorosos, resistentes a plagas, sequías, salinidad y frío. Pueden cultivarse en suelos marginales; gracias a su precocidad permiten obtener forraje y grano en periodos de tiempo relativamente cortos y a un menor costo en comparación con otros forrajes, ofreciendo una mejor calidad forrajera.

Todos los cereales cultivados para grano pueden utilizarse como forrajes durante los ciclos P-V y O-I. Los cereales de invierno ofrecen grandes posibilidades de utilización en condiciones de temporal con lluvias frecuentes, o también en zonas de riego como segunda cosecha después de un cultivo de verano.

La Comarca Lagunera es la principal cuenca lechera de México, de ahí la necesidad de contar con opciones forrajeras que contribuyan a la satisfacción de la demanda de forraje para alimentar ganado de alta producción de leche, pero que especialmente sean eficientes en el uso del agua y que ofrezcan suficiente producción de forraje y adecuada calidad del mismo.

En los últimos años el mejoramiento genético en los cereales forrajeros de invierno produjo avances muy importantes en aspecto varietal, disponiéndose

En cada especie de variedades con un muy elevado potencial de rendimiento de forraje.

En todo sistema de producción animal el fin último es obtener la mayor cantidad de carne o de leche por hectárea al menor costo posible, por lo que la producción de pasto durante el invierno es solo un punto dentro del sistema. Para que esa mayor producción de forraje se traduzca en mayor producción de carne o leche se deberán sumar otros factores no menos importantes como densidad de siembra, relación hoja-tallo y el rendimiento de forraje total del cultivo.

Por todo lo anterior se plantea el presente trabajo, el cual se deriva del Programa de Cereales de grano pequeño de invierno en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) bajo los siguientes objetivos e hipótesis.

**Palabras claves:** Efecto de densidades, rendimiento de forraje, cereales forrajeros, forraje seco total y relación hoja-tallo.

#### **Objetivo:**

Evaluar la producción de materia seca y sus fracciones de seis cereales a través de tres densidades de siembra en dos muestreos.

#### **Hipótesis**

La densidad de siembra influirá en la cantidad de forraje seco y sus fracciones, que los genotipos muestren a través de los dos muestreos de forraje.

Al menos una especie mostrará comportamiento diferencial a las densidades utilizadas.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Generalidades de las especies evaluadas.

#### Cebada

La cebada se cultiva desde tiempos muy primitivos, Plinio asegura que la cebada fue uno de los alimentos más antiguos del hombre, y algunos eruditos modernos la consideran como una de las primeras plantas cultivadas.

Este cereal es una de las especies bajo cultivo en México, su importancia radica en la utilización como alimento para el ganado y por su demanda en la industria de la cerveza, siendo por lo general los principales usos que se les da en otros países.

#### Origen geográfico

Poehlman (1981) cita que Vavilov (1951) describe dos centros de origen, uno de ellos; Etiopía y África del norte, procedentes muchas de las variedades cubiertas, con barbas largas; mientras que del otro centro China, Japón, y el Tíbet, proceden las variedades desnudas, de barbas cortas o imberbes y los tipos de granos cubiertos por caperuzas.

Las cebadas cultivadas se han clasificado recientemente en tres tipos de especies:

*Hordeum vulgare* L.

De seis carreras con tres florecillas fértiles en cada uno de los nudos del raquis: a) grupo típico con seis carreras, los granos laterales son claramente más pequeños que los del centro, b) grupo intermedio con granos laterales considerablemente más pequeños que los del centro.

### *Hordeum distichum* L.

De dos carreras, solamente las flores de la hilera central producen granos normalmente: a) grupo típico de dos carreras, las florecillas laterales tienen sus órganos sexuales reducidos, b) grupo deficiente, las florecillas laterales no tienen órganos sexuales.

### *Hordeum irregulare* L.

Las florecitas centrales son fértiles, las florecitas laterales pueden ser estériles, sin sexo, estando distribuidas de un modo irregular la producción de las mismas en la espigas.

### **Clasificación taxonómica.**

La cebada pertenece al género *Hordeum*, de la familia de las Gramíneas (Gramineae). La cebada de dos carreras corresponde a la especie *Hordeum distichum*, la de seis carreras a la especie *Hordeum vulgare*, y la cebada irregular a la especie *Hordeum irregulare*.

### **Botánica de la cebada**

Robles (1990) establece que la cebada tiene un hábito de crecimiento anual, con tendencia a convertirse en perenne bajo condiciones muy especiales, existen variedades de primavera e invierno. Las primeras tienen un ciclo corto de 80 a 90 días, se siembran a fines de invierno o a principios de primavera, usadas principalmente para la producción de grano. Las variedades de invierno poseen un ciclo hasta de 160 días, utilizadas principalmente para la producción de forraje.

Raíz; el sistema radicular de la cebada es más superficial que el trigo. Se estima que un 60% del peso de las raíces se encuentra en los primeros 25 cm del suelo y que las raíces apenas alcanzan 1.2 cm de profundidad.

Tallo; llega a medir en promedio de 20 cm en las variedades cortas bajo condiciones de sequía y 154 cm en variedades altas en buenas condiciones

de manejo (Zuñiga, 1987). El número promedio de tallos es de tres a seis cuando las densidades de siembra son normales, con tallos cilíndricos, huecos y gruesos formados por ocho entrenudos, los cuales son ligeramente más anchos en la parte central que en los extremos junto a los nudos quienes se presentan gruesos.

Hojas; las hojas de la planta de la cebada son más estrechas y de color verde más claro que las del trigo, siendo en general lisas y rara vez pubescentes; su ancho varía entre 5 y 15 mm. Los cultivares primaverales se caracterizan por presentar hojas lisas; en los invernales se presentan hojas rizadas y ligeramente más angostas.

Las espiguillas se encuentran unidas directamente al raquis, dispuestas de manera que se cubren unas a otras. Las glumas son alargadas y agudas en su vértice y las glumillas están adheridas al grano, salvo en la cebada conocida como “desnuda”; las glumillas se prolongan por medio de una arista.

Las cebadas cultivadas se distinguen por el número de florecillas que quedan en cada diente del raquis. Si queda solamente la espiguilla intermedia mientras abortan las laterales, tendremos la cebada de dos carreras (*Hordeum distichum*); si aborta la espiga central, quedando las dos espigas laterales, tendremos la cebada de cuatro carreras (*Hordeum tetrastichum*); si se desarrollan las tres espigas tendremos la cebada de seis carreras (*Hordeum hexastichum*) (Guerrero, 1992).

El fruto es un cariósipide, con las glumas adheridas, salvo en el caso de la cebada desnuda.

Las glumas y lemas tienen típicamente arista (cebada barbada).

### **Genética de la cebada**

El género *Hordeum* comprende cerca de 25 especie. Se encuentran tanto especies diploides como tetraploides, a diferencia del trigo y de la avena, en donde las especies cultivadas son diploides.



Especies diploides ( $2n=14$ )

Especies cultivadas, *H. vulgare*, *H. distichum*, *H. irregular*.

Especies silvestres, *H. spontaneum*, *H. agriocrithon*, *H. pucillum*.

Especies tetraploides ( $4n=28$ )

Especies silvestre. *H. murinum*, *H. bulbosum*, *H. jubatum*, *H. nodosum*.

### **Condiciones edáficas y ecológicas.**

Ramos (1963) indica que las condiciones ambientales son factores que afectan la fecha de siembra y la frecuencia de corte, tanto para la producción de grano como para forraje en cereales de grano pequeño.

Rangos de temperatura

Temperaturas mínimas: 3 a 4 grados centígrados.

Temperaturas óptimas: 20 grados centígrados.

Temperatura máxima: 28 a 30 grados centígrados.

Humedad.

La cebada prospera bien en regiones secas pero el cultivo es superior bajo condiciones de riego, no así en las húmedas y lluviosas cuyas condiciones favorecen a los fitopatógenos.

Altitud.

Varía desde 0 a 4500 msnm. La cebada puede cultivarse a elevadas latitudes y altitudes.

Suelo.

Se ha observado que este cultivo se adapta a muy diversos tipos de clima y suelo, es una de las razones de su distribución mundial. Se ha reportado como tolerante a la alcalinidad en comparación con el trigo y la avena, prospera mejor que ambos en suelos de textura arenosa, no así en suelos

con un pH ácido. Los mejores rendimientos se obtienen en suelo tipo migajón con buen drenaje, profundo y con un pH de 6 a 8.5.

### **Riego.**

Cuando se lleva a cabo el cultivo de la cebada de riego, hay que aplicar éstos de acuerdo a las necesidades de la planta; pero en términos generales, se puede afirmar que la cebada es un poco menos exigente que el trigo. El número de riegos depende del clima y del suelo principalmente (Robles, 1990).

La cebada tiene un coeficiente de transpiración superior al trigo, aunque, por ser el ciclo más corto, la cantidad de agua absorbida es algo inferior. La cebada tiene la ventaja de que exige más agua al principio de su desarrollo que la final, por lo que es menos frecuente que en el trigo el riesgo de asurado (Gómez, 1992).

### **Trigo**

El trigo ha formado parte del desarrollo económico y cultural del hombre, siendo el cereal más cultivado. Es considerado un alimento para consumo humano, aunque gran parte se destina a la alimentación animal, así como a subproductos de la transformación industrial destinado para piensos. La propiedad más importante del trigo es la capacidad de cocción de la harina debida a la elasticidad del gluten que contiene. Esta característica permite la panificación, constituyendo un alimento básico para el hombre. El trigo se cultiva en todo el mundo siendo la principal área de cultivo la zona templada del hemisferio norte ([www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo.htm](http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo.htm)).

### **Origen del trigo**

De acuerdo con estudios realizados por Mangelsdorf, el trigo es originario de la región que comprende el Cáucaso, Turquía e Irak. (Robles, 1990)

### **Clasificación taxonómica.**

Según Robles, citado por Colín (1992), el trigo en su clasificación botánica se muestra de la siguiente manera:

Clase..... Monocotiledoneae

Orden.....Graminales.

Familia.....Poaceae o Gramineae.

Tribu.....Triticeae.

Sub-tribu.....Triticinae.

Genero.....Triticum.

Especie.....*aestivum*.

### **Botánica del trigo**

Raíz: suelen alcanzar más de un metro, situándose la mayoría de ellas en los primeros 25 cm de suelo. El crecimiento de las raíces comienza en el periodo de ahijado, estando todas ellas poco ramificadas. El desarrollo de las raíces se considera completo al final del "encañado". En condiciones de secano la densidad de las raíces entre los 30-60 cm de profundidad es mayor, aunque en regadío el crecimiento de las raíces es mayor como corresponde a un mayor desarrollo de las plantas.

Tallo: es hueco (caña), con 6 nudos. Su altura y solidez determinan la resistencia al encamado.

Hojas: las hojas son cintiformes, paralelinervias y terminadas en punta.

Inflorescencia: es una espiga compuesta de un tallo central de entrenudos cortos, llamado raquis, en cada uno de cuyos nudos se asienta una espiguilla, protegida por dos brácteas más o menos coriáceas o glumas, a ambos lados. Cada espiguilla presenta nueve flores, de las cuales aborta la mayor parte, quedando dos, tres, cuatro y a veces hasta seis flores.

Flor: consta de un pistilo y tres estambres. Está protegida por dos brácteas verdes o glumillas, de la cual la exterior se prolonga en una arista en los trigos barbados.

Fruto: es una cariopsis con el pericarpo soldado al tegumento seminal. El endospermo contiene las sustancias de reserva, constituyendo la masa principal del grano.

### **Condiciones ecológicas y edafológicas**

Temperatura.

La temperatura ideal para el crecimiento y desarrollo del cultivo de trigo está entre 10 y 24 °C, pero lo más importante es la cantidad de días que transcurren para alcanzar una cantidad de temperatura denominada integral térmica, que resulta de la acumulación de grados días. Como ideal puede decirse que los trigos de otoño tienen una integral térmica comprendida entre los 1.850 °C y 2.375 °C.

Humedad.

Se ha demostrado en años secos que un trigo puede desarrollarse bien con 300 ó 400 mm de lluvia, siempre que la distribución de esta lluvia sea escasa en invierno y abundante en primavera.

Suelo.

El trigo requiere suelos profundos, para el buen desarrollo del sistema radicular. Al ser poco permeables los suelos arcillosos conservan demasiada humedad durante los inviernos lluviosos. El suelo arenoso requiere, en cambio, abundante lluvia durante la primavera, dada su escasa capacidad de retención. En general se recomienda que las tierras de secano dispongan de un buen drenaje.

pH.

El trigo prospera mal en tierras ácidas; las prefiere neutras o algo alcalinas. También los microorganismos beneficiosos del suelo prefieren los suelos neutros o alcalinos.

### **Avena**

La avena es el cereal más importante en los países de clima frío, su uso principalmente es la alimentación animal, como forraje verde, ensilado y forraje seco. Actualmente el cultivo está tomando mucho más relevancia en las zonas del norte de México debido a la alta producción de biomasa (forraje verde) (Wilbert, 1997).

### **Origen geográfico**

Las avenas cultivadas tienen su origen en Asia Central, la historia de su cultivo es más bien desconocida, aunque parece confirmarse que este cereal no llegó a tener importancia en épocas tan tempranas como el trigo o la cebada, ya que antes de ser cultivada la avena fue una mala hierba de estos cereales. Los primeros restos arqueológicos se hallaron en Egipto, y se supone que eran semillas de malas hierbas, ya que no existen evidencias de que la avena fuese cultivada por los antiguos egipcios. Los restos más antiguos encontrados de cultivos de avena se localizan en Europa Central, y están datadas de la Edad del Bronce.

### **Clasificación taxonómica**

La avena es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas, es una planta autógena y el grado de alogamia rara vez excede el 0.5%. La mayoría de las avenas cultivadas son hexaploides, siendo la especie *Avena sativa* la más cultivada, seguida de *Avena byzantina*. También se cultiva la especie *Avena nuda*, conocida como avena de grano desnudo, al desprenderse las glumillas en la trilla. Las características botánicas del grupo de avenas hexaploides son principalmente: la articulación de la

primera y segunda flor de la espiguilla, el carácter desnudo o vestido del grano y la morfología de las aristas.

### **Botánica de la avena**

**Raíces:** posee un sistema radicular potente, con raíces más abundantes y profundas que las de los demás cereales.

**Tallos:** los tallos son gruesos y rectos, pero con poca resistencia al vuelco; tiene, en cambio, un buen valor forrajero. La longitud de éstos puede variar de medio metro hasta metro y medio. Están formados por varios entrenudos que terminan en gruesos nudos.

**Hojas:** las hojas son planas y alargadas. En la unión del limbo y el tallo tienen una lígula, pero no existen estípulas. La lígula tiene forma oval y color blanquecino; su borde libre es dentado. El limbo de la hoja es estrecho y largo, de color verde más o menos oscuro; es áspero al tacto y en la base lleva numerosos pelos. Los nervios de la hoja son paralelos y bastante marcados.

**Flores:** la inflorescencia es en panícula. Es un racimo de espiguillas de dos o tres flores, situadas sobre largos pedúnculos. La dehiscencia de las anteras se produce al tiempo de abrirse las flores. Sin embargo, existe cierta proporción de flores que abren sus glumas y glumillas antes de la maduración de estambres y pistilos, como consecuencia se producen degeneraciones de las variedades seleccionadas.

**Fruto:** El fruto es en cariósipide, con las glumillas adheridas.

### **Condiciones ecológicas y edafológicas**

Es considerada una planta de estación fría, localizándose las mayores áreas de producción en los climas templados más fríos, aunque posee una resistencia al frío menor que la cebada y el trigo. Es una planta muy sensible a las altas temperaturas sobre todo durante la floración y la formación del grano.

Altitud. Se encuentra entre los 2000 a 4500 msnm en climas templados a fríos.

Humedad. El cultivo es bastante rústico tolera bastante la sequía y muy resistente a las heladas.

Temperaturas. Las temperaturas promedio son de 16°C, germina a partir de los 6°C, requiere de precipitaciones pluviales de 600mm para un normal desarrollo.

Suelos. Los suelos donde se desarrolla están entre los 5.0 a 7.5 de pH, de textura arcillosa a limo arcillosa, toleran bastante la acidez del suelo más no la salinidad.

### **Importancia del Triticale**

Es considerado uno de los principales cereales forrajeros de invierno, debido al gran aprovechamiento agrícola y pecuario que desempeña principalmente en las zona norte del país, que es usado bajo dos enfoques, como granos para alimento, sobre todo para aves y los porcinos y las plantas como forraje que son utilizadas como henificado o ensilado de buena calidad.

### **Origen del triticale.**

Hasta el momento el triticale es el único cereal cultivado creado por el hombre. Se trata entonces de un material vegetal sintético, pues no procede

de la evolución como los demás cereales (Royo, 1992). En 1875 en Escocia, A Stephen Wilson informó de la primera cruza conocida de trigo por centeno, la cual produjo una planta estéril. Años más tarde, en 1888, en Alemania, se logró producir el primer híbrido fértil de trigo por centeno, logrado por W. Rimpau (Royo, 1992).

El triticale se obtiene del cruzamiento del trigo y el centeno. Para lograr su obtención se puede utilizar como parentales tanto el trigo harinero (que cruzado con el centeno da lugar a un triticale octaploide), como el trigo duro (que genera triticales hexaploides). Su nombre proviene de la primera parte de la palabra *Triticum* (género al que pertenecen los trigos) y la terminación *Secale* (género al que pertenece el centeno). Se utilizó por primera vez en 1935 el nombre del triticale, propuesto por el fitomejorador Austriaco Erich Tschmark Seyseneggi, uno de los descubridores de las leyes de Mendel. En 1971 Baun sugirió el nombre latino genérico *Triticosecale* Wittmack, que es aceptado hasta ahora.

### **Tipos de triticales forrajeros**

- a).- Primaverales: triticale de rápido crecimiento, insensible al fotoperiodo, de porte erecto, adecuados para la producción de grano o ensilaje, con un 100 por ciento de progenitores primaverales en su pedigrí.
- b).- Facultativos o intermedios: presenta aproximadamente 50 por ciento de germoplasma primaveral e invernal en su pedigrí; son de crecimiento relativamente más lento que los tipos primaverales pero con mayor producción de biomasa, y mejor recuperación después de cada corte. Son adecuados para la producción de forraje en verde o henificados.
- c).- Invernales e intermedio-invernales: tienen principalmente progenitores de hábito invernal, pero con pequeñas proporciones de tipo primaveral en su pedigrí. Estos son de tipo más tardíos, presentan una mayor tolerancia a bajas temperaturas, tienen un tipo de planta postrado y son adecuados para su explotación bajo pastoreo o verdeo, dependiendo de la etapa fenológica (Lozano, 2000).



### **Principales usos de los cereales forrajeros**

En México la acentuada necesidad de grano para la alimentación animal y humana invita a la búsqueda de nuevas aéreas en las que especies mejor adaptadas sean capaces de producir algún alimento para la creciente población, al respecto Ramírez (1977), menciona los siguientes usos:

- En la alimentación animal o uso de forrajero. Proporcionan una gran cantidad de proteína y un mejor balance de aminoácidos; tanto de la semilla, y directamente de la planta como forraje verde o seco.
- Para la industria alimentaria utilizan los cereales en la fabricación de numerosos alimentos, como almidón, gluten, alcohol y recientemente para la elaboración de biocombustibles.
- Para consumo humano. El uso de los cereales abarca una gran diversidad de productos indispensables como son las harinas, panes y cereales que son básicos en la alimentación humana.

### **Valor nutritivo de los cereales**

El valor nutritivo de los cereales es definido como la concentración de nutrientes en la dieta, ya que se sabe que es justamente en las hojas donde se encuentran la mayoría de los principales nutrientes de los forrajes de tal manera que una alta producción de hoja aumenta la calidad forrajera y la respuesta del animal por unidad consumida. También dice que el valor nutritivo de la dieta depende de la proporción de nutrientes digeridos y la eficiencia con que éstos son absorbidos y utilizados por el animal.

Wilkinson y Tayler (1972) señala que el valor nutritivo implica en primer lugar, el fijar qué cantidad de un alimento en particular se consume cuando es ofrecido a libre acceso; en segundo lugar, conocer la proporción del alimento consumido que es digerido en el tracto digestivo y finalmente, determinar el grado en que los nutrientes digeridos se utilicen para la formación de tejido corporal. Además mencionan que estos tres factores están relacionados

entre si y por ejemplo, se tiene que mientras mayor sea la digestibilidad de un forraje mayor es el consumo de este.

### **Calidad forrajera**

La calidad forrajera ha sido definida en muchas formas pero usualmente es en relación a la aceptabilidad del animal a una ración alimenticia y a una conversión a aumento de peso, producción de leche o lana. Otros medios asociados con la respuesta del animal que también da idea de la calidad forrajera son palatabilidad, composición nutritiva y digestibilidad, energía total y producto rumiante final. La calidad del forraje ha sido estimada de plantas con atributos como proporción de hoja con respecto a tallos y estados de madurez de la planta (Lucas, 1963).

Dietz (1970) menciona que la calidad del forraje para animales en pastoreo está determinada por: (1) la palatabilidad del forraje y la cantidad ingerida por el animal; (2) los niveles de nutrientes importantes en la porción de la planta consumida; (3) la habilidad de los animales para digerir estos nutrientes; (4) la eficiencia de los nutrientes para su mantenimiento, crecimiento, reproducción, engorda y otros procesos y actividades.

### **Características de una especie forrajera de invierno**

Hughes *et al.* (1974) mencionan que las características más importantes de una especie forrajera de invierno son:

- ❖ Alto rendimiento forrajero
- ❖ Alto valor nutritivo (rico en proteínas, vitaminas e hidratos de carbono).
- ❖ Buena gustocidad
- ❖ Precocidad al corte
- ❖ Resistencia a plagas y enfermedades
- ❖ Resistencia a factores ambientales adversos como temperatura, viento, suelo, sequía, etc.
- ❖ Resistencia al acame.

### **Factores que afectan el crecimiento de las plantas forrajeras**

Jiménez *et al.* (1986) y Martínez (1979), señalan que los factores que afectan el crecimiento de las plantas forrajeras son: clima (temperatura, radiación solar, precipitación); suelo (fertilidad, propiedades físicas, humedad, valor nutritivo, adaptabilidad); y manejo (fertilización, control de malezas, frecuencia e intensidad de corte o pastoreo).

El clima es la limitante básica de la producción de forrajes principalmente por la incidencia estacional de energía, bajas temperaturas y niveles críticos de agua. Los rendimientos obtenidos en distintos ciclos con avena forrajera tuvieron diferencias, siendo los ciclos con temperatura frías, los que tuvieron mayor producción. Esto da idea de que puede existir una tendencia a aumentar el rendimiento en los cereales a medida que la etapa de crecimiento del cultivo se encuentra en los meses con las más bajas temperaturas.

Aunado a los elementos climáticos anteriores está el agua, fundamentalmente en el proceso fotosintético como donador de los átomos de hidrogeno necesarios en la formación de carbohidratos. Muchas investigaciones han reportado afectos positivos entre mayor cantidad de lluvia o riego sobre la distribución y producción total de forraje.

### **Relación hoja-tallo**

Juskiw *et al.*, (2000) al realizar tres estudios en campo para evaluar la productividad de cebada, avena, triticale y centeno, encontraron que con el avance de la madurez, la cantidad de hojas declina y la de espigas se incrementa, durante toda la prueba, la cantidad de tallos declinó; a través de prueba se realizaron tres muestreos en los que se encontraron los siguientes valores: 18% de hojas; 50% de tallos y 31% espigas en cebada, 18% de hojas, 44% tallos y 37% espigas para avena, 22% hojas, 43% tallos y 35% espigas para triticale. Así concluyen que la cantidad total de biomasa y la

distribución entre tallos y espigas es afectada por el genotipo; por otra parte, las prácticas de producción y la época de cosecha tienen menor efecto.

Lozano (2000); Núñez *et al.* (1991) y Twidwell *et al.* (1987) Señalan que uno de los factores más importantes en la calidad de los forrajes es su estado fenológico; a medida que las especies se desarrollan, reducen la producción de hojas e incrementan la de vainas, tallos e inflorescencias; por otro lado, hay cambios en la concentración de fibras y lignina y en algunos casos se ve afectado el contenido de proteína.

Adejumo y Ademosun en 1985 realizaron en dos condiciones o tipos de vegetación: pasto estrella solo y pasto estrella asociado con leucaena para evaluar altura, disponibilidad de forraje y relación hoja tallo encontraron que los componentes estrella sola y asociada se calificaron como significativamente superiores ( $P < 0.05$ ) los valores en estrella sola para las tres frecuencias de corte. La diferencia se puede atribuir a las condiciones del pasto estrella asociado buscando luminosidad en un ambiente que no favorece el crecimiento rastrero de estolones, cambiando el hábito de crecimiento y generando mayor proporción de tallos erectos. Los valores encontrados de relación hoja-tallo en la gramínea fueron similares a los generados en otras investigaciones. Poland (2004) obtuvo 2.02 en *Andropogon gayanus* y 0.61 en *Digitaria swazilandensis*; encontraron relaciones hoja/tallo en ecotipos del *Brachiaria* de  $1.3 \pm 0.3$  y en *Panicum maximum* de  $2.63 \pm 0.69$ . En el componente leucaena los resultados del estudio mostraron relaciones superiores a las registradas por Saavedra *et al.* (1987) a los 98 (2.6) y 143 días de corte (1.58). La diferencia tan alta probablemente se deban a que los resultados del estudio se refieren a rebrotes menores de 42 días, donde se esperaba mayor producción de follaje.

## Densidades de siembra

Lozano *et al.* (2002) Evaluaron la producción y calidad nutritiva de dos mezclas forrajeras interespecificas (ballico-triticale) y sus monocultivos en tres cortes. Se utilizaron seis densidades totales y tres repeticiones en mezcla, (25:75, 50:50 y 75:25), en ambas mezclas registró una mayor respuesta productiva a bajas y medianas densidades de siembra, ya que las densidades de siembra afectan significativamente el rendimiento de forraje tanto de las mezclas como de los monocultivos, los efectos de competencia tanto intra como interespecificas provocan que el tamaño y principalmente el peso de las plantas disminuya conforme aumenta el número de plantas, reduciendo el rendimiento.

Howeler y Cadavid (1985) realizaron ensayos con variedades de yuca en suelos ácidos de Mondomo y Santander de Quilichao, en el departamento del Cauca, Colombia, Evaluaron densidades de siembra de 62.500, 40.000, 28.000 y 20.000 plantas/ha, correspondientes a las distancias de 40x40, 50x50, 60x60 y 70x70 cm respectivamente. Durante dos años y con cortes periódicos cada tres meses, encontraron que la producción de forraje varió dependiendo de la variedad, registrándose efectos significativos con la distancia de siembra de 70x70cm.

Las densidades de siembra no tienen efecto directo en el contenido nutricional del forraje producido, más bien está determinado por la frecuencia de corte y por la fertilización del cultivo (Ventura y Pulgar, 1990).

Escalante *et al* (2008) evaluaron el efecto de cuatro densidades de siembra (75.000, 100.000, 125.000 y 150.000 plantas/ha.) en el rendimiento de forraje para consumo de ganado, encontrando que no hubo diferencias estadísticamente significativas, debido a que las densidades de siembra, teniendo valores de 0,69-0,65. Araya y Boschini (2005), en *Pennisetum*

*purpureum*, encontraron que la RHT siempre fue  $<1$ , en las variedades Taiwán (0,65), King Grass (0,62), Gigante (0,54), Camerún (0,65) a excepción del genotipo Elefante Enano (1,73). Concluyendo así que las densidad de siembra más altas afectó negativamente a la biomasa por planta, pero positivamente la biomasa por hectárea.

La densidad de siembra afecta negativamente el peso fresco individual de cada planta y positivamente la producción de forraje total por unidad de área. Al ampliar el tiempo de corte de 3 a 5 meses, aumentó la cantidad de forraje de 20 a 23% y disminuyó el contenido de proteína cruda de 18 a 13% (Ventura y Pulgar, 1990).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización y descripción del sitio experimental

El presente trabajo se llevo a cabo durante el ciclo agrícola otoño-invierno (O-I 2008-2009) en el campo experimental "Zaragoza" de la UAAAN, ubicado en el Municipio de Zaragoza Coahuila; cuyas coordenadas geográficas y condiciones climáticas se citan a continuación:

Esta localidad se ubica geográficamente a  $100^{\circ} 55' 10''$  Latitud Norte y  $28^{\circ} 28' 31''$  longitud Oeste, con una altitud de 360 msnm y una Temperatura media anual de  $19^{\circ}\text{C}$ , con precipitación pluvial media anual de 200 a 300 mm.

### Desarrollo del experimento en campo

#### Material genético utilizado

El material genético utilizado consistió en cuatro líneas forrajeras de trigo y cebada desarrolladas por el Programa de Cereales de Grano Pequeño de la UAAAN y dos testigos comerciales (avena Cuauhtémoc y Triticale Eronga-83), tal como se identifican en el cuadro 3.1.

**Cuadro 3.1 Material genético evaluado en la presente investigación.**

Tratamiento	Genotipos
1	Narro-95-02
2	Narro-221-02
3	AN-239-99
4	AN-264-99
5	Avena cv.
6	Triticale cv.

**Preparación del terreno.**

La preparación del terreno consistió en las labores tradicionales utilizadas para el establecimiento de cereales de grano pequeño de invierno en las regiones donde se siembra bajo condiciones de riego, esto es; barbecho, rastreo y surcado.

La siembra se realizó en forma manual a "chorrillo" depositando la semilla en el fondo del surco (hilera).

**Densidades de siembra, fertilización, fechas de siembra, de riego de siembra, control de maleza, control de plagas y muestreos.**

Las densidades de siembra para cada genotipo fueron de 80, 120, 160 kg/ha. La fertilización total fue de 73-38-00 utilizando como fuentes el fosfato monoamónico (MAP) y sulfato de amonio, aplicando 08-38-00 en la siembra y 65-00-00 en el segundo riego de auxilio.

- ❖ Fecha de siembra: 15 de diciembre de 2008 en seco
- ❖ Riego: se dieron en total cuatro riegos, uno de siembra y tres de auxilio con una lamina total aproximada de 40 cm.
- ❖ Control de maleza se realizó con una aplicación de hierbamina a 1.5 litros por hectárea.
- ❖ Control de plagas se realizó una aplicación de 1 litro por hectáreas de Parathión metílico.
- ❖ Primer muestreo; fue el 20 de Marzo de 2009 (95 días después del primer riego de siembra).
- ❖ Segundo muestreo; fue el 4 de Abril de 2009 (110 días después del primer riego de siembra).

**Parcela experimental**

La parcela experimental fue de 3.6 m<sup>2</sup> (cuatro surcos o hileras de 3 m de longitud con 0.30 m de separación entre hileras).

El área muestreada constó de una superficie de 0.15 m<sup>2</sup> es decir; se cortó todo el forraje presente en 0.5 m lineales de un surco en competencia



completa, la altura de corte fue a 5 cm aproximadamente sobre la superficie del suelo.

### **Datos registrados**

Altura de planta (AP); se midió en (cm) en cada parcela útil, considerando desde la superficie del suelo a la parte superior de la planta.

Cobertura (COB); se estimó en porción de terreno cubierto por la planta para el primero y segundo muestreo respectivamente.

La etapa fenológica de los diferentes genotipos se tomó al momento del corte, se estimó la etapa fenológica en la que se encontraban los genotipos, de acuerdo a la escala de Zadocks para el primero y segundo muestreo respectivamente.

En bodega el material verde cosechado en cada muestreo fue separado en sus diferentes fracciones (hojas, tallos y espigas), contabilizando solo el peso seco de dichas fracciones que se dejaron secar hasta peso constante en un asoleadero. Mediante la suma de las fracciones se obtuvo el forraje seco total (FST). Estas variables se registraron en gr y posteriormente se transformaron a  $t\ ha^{-1}$ , de esta forma se registraron las variables:

- Peso de hoja (PH)
- Peso de tallos (PT)
- Peso de espigas (PE) y
- Relación hoja /tallo (RHT). Esta variable se obtuvo como resultado de dividir el peso de hojas entre peso de tallos, (por lo cual no se expresa en unidades).

### Diseño experimental

La combinación de los distintos genotipos con las diversas densidades de siembra evaluadas, se establecieron como un diseño factorial con arreglo en bloques completos al azar, el cual funciona bajo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + T_j + D_k + TD_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

Donde

$Y_{ijk}$  = Observaciones de i-ésimo tratamiento en la j-ésimo repetición

$\mu$  = Efecto de la media general.

$\beta_i$  = Efecto del i-ésimo bloque.

$T_j$  = Efecto del j-ésimo tratamiento.

$D_k$  = Efecto de la k-ésima densidad

$TD_{jk}$  = efecto del j-ésimo tratamiento por la k-ésima densidad

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental.

### Análisis de varianza combinado

El análisis conjunto para los dos muestreos se realizó mediante el diseño de parcelas divididas, considerando los muestreos como parcelas grandes y los genotipos y densidades como parcelas chicas, bajo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + \beta_i + M_j + \epsilon_{(a)} + T_k + MT_{jk} + D_l + TD_{kl} + MD_{jl} + TMD_{jkl} + \epsilon_{ijkl}$$

Donde

$\mu$  = Efecto de la media general.

$\beta_i$  = efecto de i-ésimo bloque.

$M_j$  = Efecto de j-ésimo muestreo.

$\epsilon_{(a)}$  = Error de parcelas grandes.

$T_k$  = Efecto de k-ésimo genotipo.

$MT_{jk}$  = Efecto de la interacción muestreo por genotipo.

$D_l$  = Efecto de la l-ésima densidad.

$TD_{kl}$  = Efecto de la interacción tratamiento por densidad.

$MD_{jl}$  = Efecto de la interacción muestreo por densidad.

$TMD_{jkl}$  = Efecto de la interacción tratamiento por muestreo por densidad.

$\epsilon_{ijkl}$  = Error experimental.

### Comparación de medias

Para la comparación de medias de las diferentes variables registradas en el experimento se utilizó la prueba de la Diferencia Mínima Significativa (DMS), al 0.05 de probabilidad, mediante la siguiente fórmula:

$$DMS = (t_{\alpha, gl_e}) \sqrt{\frac{CMEE}{r}}$$

$t_{\alpha}$  = Valor de tablas a nivel de probabilidad.

$gl_e$  = grados de libertad del error.

CMEE = cuadrados medios del error experimental

r = repeticiones

### Coefficiente de variación

Así mismo, se calculó el coeficiente de variación para cada una de las variables estudiadas, con la siguiente fórmula:

$$C.V = \frac{\sqrt{CMEE}}{\bar{x}} \times 100$$

Donde:

CMEE= cuadrados medios del error.

$\bar{x}$  = media general

100= constante para reportar el dato en porciento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Peso de tallos

El análisis de varianza combinado de dos muestreos para peso de tallos, que se presenta en el Cuadro 4.1 mostró que la fuente de variación muestreo, tuvo alta significancia estadística mientras que repeticiones, genotipos, muestreo x genotipo, densidad, muestreo x densidad, genotipo x densidad y muestreo x genotipo x densidad no registraron diferencias significativas.

**Cuadro 4.1 Análisis de varianza combinado de dos muestreos para rendimiento de peso de tallos en el campo experimental de Zaragoza, Coahuila, 2009.**

<b>Fv.</b>	<b>GL.</b>	<b>SC.</b>	<b>CM.</b>
Rep.	2	4.3413	2.1706NS
Muestreo.	1	310.7614	310.7614**
Error (a).	1	0.5306	0.2653NS
Gen	5	10.2330	2.0465NS
Muestreo*Gen	5	10.1891	2.0378NS
Dens	2	1.0531	0.5265NS
Muestreo*Dens	2	0.0513	0.0256NS
Gen*Dens	10	11.9305	1.1930NS
Muestreo*Gen*Dens	10	5.5091	0.5509NS
Error exp.	68	61.2228	
Total	107	415.8225	

Coefficiente de Variación.20.74 %

Media general. 4.77 t ha.

NS, \*\*, no significativo, altamente significativo.

Al realizar la prueba de medias (DMS) para peso de tallo (Cuadro 4.2) mostró los siguientes resultados; los tratamientos Narro-221-02, AN-239-99 obtuvieron los promedios más altos con 4.93, 4.77 t ha<sup>-1</sup> de tallos, pero son estadísticamente iguales a los promedios de los genotipos Triticale Eronga 83, Narro 95 y Avena Cuauhtémoc.

En el segundo grupo se incluyen 3 genotipos que lo integran Narro-95-02, Avena Cuauhtémoc y AN-264-99 con 4.61, 4.35 y 4.01 toneladas de tallos por hectárea respectivamente.

**Cuadro 4.2 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos, para peso de tallo (Zaragoza, Coahuila, 2009).**

Tratamiento	Genotipo	PT(ton/ha)	Significancia
2	Narro-221-02	4.9333	A
3	AN-239-99	4.7704	A
6	Triticale Eronga-83	4.7556	A
1	Narro-95-02	4.6148	AB
5	Avena Cuauhtémoc	4.3519	AB
4	AN-264-99	4.0111	B

DMS= 0.6311ton ha<sup>-1</sup>

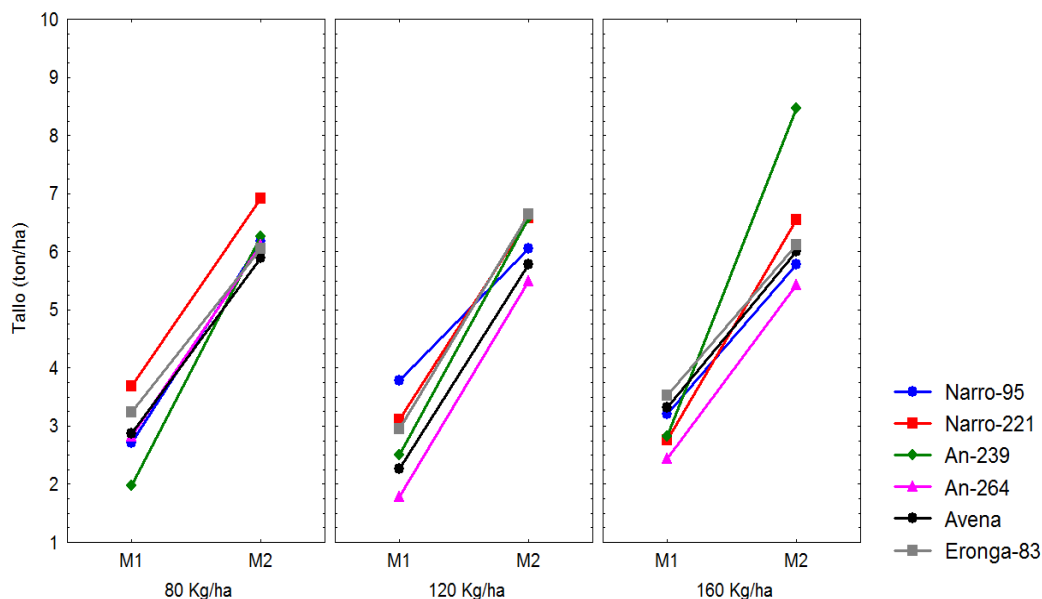
La prueba de medias (DMS) para densidades solo mostró diferencia numérica entre ellas siendo la densidad 1 la que presentó mayor valor del rendimiento con 5.15 t ha<sup>-1</sup>, los valores más bajos lo presentaron las densidades 2 y 3 (Cuadro 4.3). Esto era de esperarse ya que los efectos de competencia tanto intra como interespecificas provocan que el tamaño y principalmente el peso de los tallos disminuya con forme aumenta el número de plantas, reduciendo el rendimiento Kira y Ogawa (1993). Entre los muestreos la DMS mostró que el segundo muestreo fue el mejor con 6.27 t ha<sup>-1</sup> seguido del primer muestreo con 2.88 t ha<sup>-1</sup>, lo cual sugiere que entre un muestreo y otro la planta siguió creciendo y acumulando materia seca, lo que según Bidwell (1993) ocurre hasta que la planta alcanza su madurez fisiológica.

**Cuadro 4.3 Resultado en la prueba de medias (DMS) para densidades en peso de tallos (Zaragoza, Coahuila, 2009).**

Densidad	PT(ton/ha)	Significancia
1	5.1593	A
2	4.5593	A
3	4.4593	A

DMS=1.0342 ton ha<sup>-1</sup>

En la Figura 4.1 se puede observar que en el primer muestreo en todas las densidades utilizadas, los genotipos mostraron menor cantidad de tallos por hectárea comparado con el segundo muestreo realizado. Como se mencionó anteriormente esto es un fenómeno natural que ocurre en la mayoría de los cultivos dada su naturaleza fisiológica.



**Figura 4.1 Comportamiento de los genotipos a través de los muestreos y densidades estudiadas para peso de tallo (Zaragoza, Coahuila, 2009).**

### Peso de hoja

En el análisis de varianza combinado de dos muestreos que se presenta en el Cuadro 4.4 para peso de hoja, mostró que las fuentes de variación muestreo y genotipo registraron alta significancia estadística. Mientras que repeticiones resultó ser significativa. En cuanto a las fuentes de variación muestreo x genotipo, densidad, muestreo x densidad, genotipo x densidad y muestreo x genotipo x densidad no se presentan diferencias estadísticas

**Cuadro 4.4 Análisis de varianza combinado de dos muestreos para peso de hojas en el campo experimental de Zaragoza, Coahuila, 2009.**

<b>FV.</b>	<b>GL.</b>	<b>SC.</b>	<b>CM.</b>
Rep.	2	2.6788	1.3394*
Muestreo.	1	3.9038	3.9038**
Error (a).	2	0.2235	0.1117NS
Gen	5	21.1647	4.2329**
Muestreo*Gen	5	2.1435	0.4287NS
Dens	2	1.7546	0.8773NS
Muestreo*Dens	2	0.4548	0.2274NS
Gen*Dens	10	5.0339	0.5033NS
Muestreo*Gen*Dens	10	2.1273	0.2127NS
Error exp.	68	24.9435	0.9488NS
Total	107	64.4289	

Coefficiente de Variación.23.72%

Media general. 2.553 t ha.

NS, \*, \*\*, no significativo, significativo, altamente significativo.

Al realizar la prueba de medias (Cuadro 4.5), la DMS mostró que para esta variable, destacan los tratamientos Avena Cuauhtémoc, AN-239-99 y Narro-95-02 con 3.20, 2.84 y 2.81 toneladas de hojas por hectárea los que conforman el primer grupo de significancia estadística. Mientras que los tratamientos Narro-221-02, AN-264-99 obtuvieron promedios más bajos, con 2.40 y 2.11 toneladas de hojas por hectárea, los cuales forman un segundo grupo, siendo Triticale Eronga-83 la que registro los valores más bajos.

La característica peso de hoja, es de gran importancia ya que se sabe que es justamente en las hojas donde se encuentran la mayoría de los principales nutrientes de los forrajes de tal manera que una alta producción de hoja aumenta la calidad forrajera (Morley, 1981).



**Cuadro 4.5 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para peso de hoja (Zaragoza, Coahuila, 2009).**

Tratamiento	Genotipo	PH(ton/ha)	Significancia
5	Avena Cuauhtémoc	3.2037	A
3	AN-239-99	2.8444	A
1	Narro-95-02	2.8185	A
2	Narro-221-02	2.4037	B
4	AN-264-99	2.1111	BC
6	Triticale Eronga-83	1.9370	C

DMS= 0.4029 ton ha<sup>-1</sup>

La prueba de medias (Cuadro 4.6) para densidades no mostró diferencias estadísticas entre ellas, numéricamente la densidad 1 presenta mayor rendimiento con 3.56 toneladas de hojas por hectárea, obteniendo los valores más bajos las densidades 2 y 3. Entre los muestreos, la DMS mostró que el primer muestreo fue superior con 2.74 t ha<sup>-1</sup>, seguido del segundo muestreo con 2.36 t ha<sup>-1</sup>, lo cual puede deberse al avance en la etapa fenológicas de los cultivos. Lo anterior explica que a medida que la planta avanza en su desarrollo fenológico presenta mayor altura, mayor cantidad de espigas y por consecuencia menor peso de hoja, por lo contrario es proporcionalmente mayor cuando la planta es más joven, Juskiw *et al.* (2000).

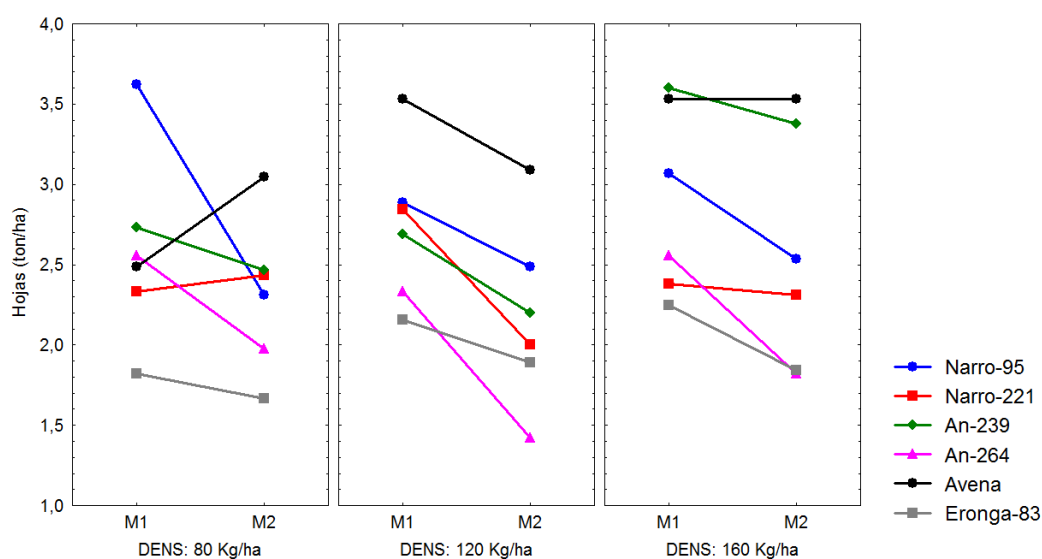
**Cuadro 4.6 Resultado en la prueba de medias (DMS) para densidades en peso de hoja (Zaragoza, Coahuila, 2009)**

Densidad	PH(ton/ha)	Significancia
1	3.5648	A
2	3.1944	A
3	2.8352	A

DMS= 1.7446 ton ha<sup>-1</sup>

En la Figura 4.2 se puede observar que generalmente en el primer muestreo en todas las densidades utilizadas, los genotipos mostraron mayor cantidad de hojas por hectárea, comparado con el segundo muestreo donde se

observó un comportamiento diferente debido a la precocidad o a lo tardío de algunos genotipos como es el caso de avena, o a la senescencia de las hojas que se presenta de forma natural en los cultivos dada su naturaleza fisiológica. Las densidades más bajas permitieron que especies como la avena mostraran un comportamiento inverso debido probablemente, como ya se mencionó a su hábito de crecimiento.



**Figura 4.2 Comportamiento de genotipos a través de los muestreos y densidades estudiadas para peso de hoja (Zaragoza, Coahuila, 2009).**

### Peso de espigas

El análisis de varianza (Cuadro 4.7) mostró que la fuente de variación repeticiones, registró alta significancia estadística al igual que muestreo y genotipo. En cuanto a densidad y las interacciones muestreo x genotipo, muestreo x densidad, genotipo x densidad y muestreo x genotipo x densidad no presentaron significancia.

**Cuadro 4.7 Análisis de varianza combinado de dos muestreos para peso de espigas en el campo experimental de Zaragoza, Coahuila, 2009.**

<b>FV.</b>	<b>GL.</b>	<b>SC.</b>	<b>CM.</b>
Rep.	2	2.5306	1.2653**
Muestreo.	1	77.8034	77.8034**
Error (a).	2	0.2857	0.1428NS
Gen	5	10.7177	2.1435**
Muestreo*Gen	5	3.5286	0.7057NS
Dens	2	0.1314	0.0657NS
Muestreo*Dens	2	0.1492	0.0746NS
Gen*Dens	10	3.5293	0.3529NS
Muestreo*Gen*Dens	10	1.5253	0.1525NS
Error exp.	68	16.4605	0.2420NS
Total	107	116.6621	

Coefficiente de Variación. 34.31%

Media general. 1.433

NS, \*\*, no significativo, altamente significativo.

Al realizar la prueba de medias (Cuadro 4.8) este mostró 3 grupos de significancia estadística donde el primer grupo lo integran los genotipos Narro-95-02, Triticale Eronga-83 con 1.81 y 1.73 toneladas de espigas por hectárea respectivamente, las cuales son estadísticamente superiores al resto de los genotipos. En el segundo grupo estadístico se incluyen 2 genotipos Narro-221-02 y AN-239-99 con 1.73 y 1.40 toneladas de espigas por hectárea.

En el último grupo estadístico se incluyen los genotipos Avena Cuauhtémoc, AN-264-99 con 1.06 y 0.99 toneladas de espigas por hectárea. Entre los muestreos la DMS mostró que el segundo muestreo fue mejor con 2.29 t ha<sup>-1</sup>, seguido del primer muestreo con 0.58 t ha<sup>-1</sup>, lo cual se debe al efecto del desarrollo fenológico de la planta. Esto coincide con lo reportado por Juskiw *et al.* (2000) quienes mencionan que la madurez temprana o tardía de

algunos cereales reduce el rendimiento de espigas por superficie, lo cual se vio reflejado por los genotipos.

**Cuadro 4.8 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para peso de espiga (Zaragoza, Coahuila, 2009).**

Tratamiento	Genotipo	PE(ton/ha)	Significancia
1	Narro-95-02	1.8148	A
6	Triticale Eronga-83	1.7370	A
2	Narro-221-02	1.5926	AB
3	AN-239-99	1.4037	B
5	Avena Cuauhtémoc	1.0630	C
4	AN-264-99	0.9926	C

DMS= 0.3273 ton ha<sup>-1</sup>

Entre densidades (Cuadro 4.9) no se encontró diferencia significativa, pero si diferencia numérica siendo la densidad 3 la que presenta mayor rendimiento con 2.52 toneladas de espigas por hectárea, obteniendo los valores más bajos las densidades 1 y 2.

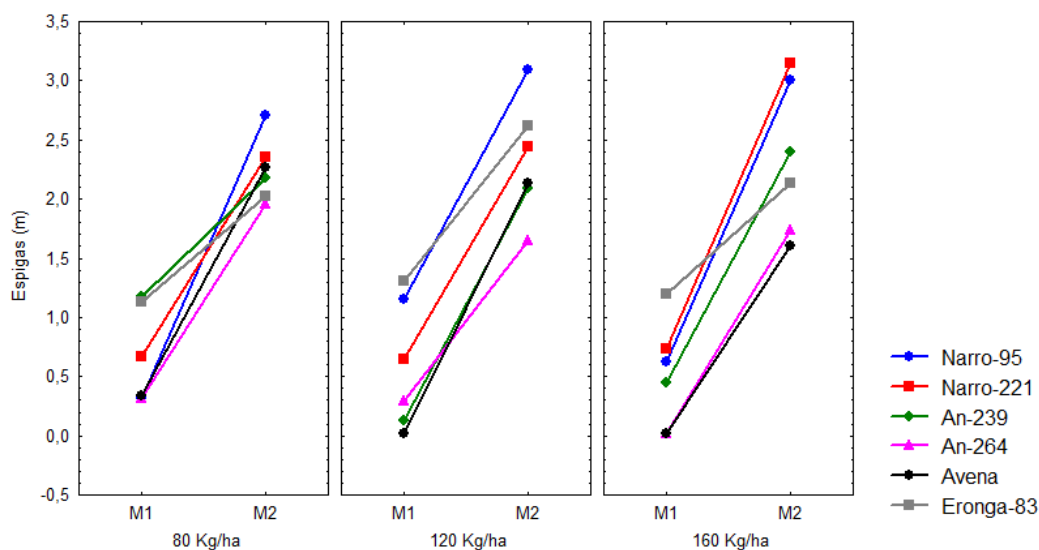
**Cuadro 4.9 Resultado en la prueba de medias (DMS) para densidades en peso de espigas (Zaragoza, Coahuila, 2009).**

Densidad	PE(ton/ha)	Significancia
3	2.5296	A
1	1.4519	A
2	1.4500	A

DMS=1.8455 ton ha<sup>-1</sup>

En la Figura 4.3 se puede observar que el primer muestreo en todas las densidades utilizadas, los genotipos muestran menor rendimiento de espigas, en tanto que en el segundo muestreo los rendimientos se incrementan significativamente, esto debido al avance fenológico de los cultivos, donde se

puede notar que algunos genotipos tienen un comportamiento superior en el segundo muestreo como es el caso de Narro-95 y Narro-221.



**Figura 4.3 Comportamiento de los genotipos a través de los muestreos y densidades para peso de espiga (Zaragoza, Coahuila, 2009).**

#### **Forraje seco total.**

En el Cuadro 4.10 se aprecia que la fuente de variación muestreos y genotipo registraron alta significancia estadística, mientras que la fuente de variación repeticiones registró solo significancias, en tanto que muestreo x genotipo, densidad, muestreo x densidad, genotipo x densidades y muestreo x genotipo x densidades no mostraron significancia estadística.

**Cuadro 4.10 Análisis de varianza combinado de dos muestreos para peso de forraje seco total en el campo experimental de Zaragoza, Coahuila, 2009.**

<b>FV.</b>	<b>GL.</b>	<b>SC.</b>	<b>CM.</b>
Rep.	2	25.3680	12.6840*
Muestreo.	1	598.9393	598.9393**
Error (a).	2	1.0924	0.5462NS
Gen	5	52.7290	10.5460**
Muestreo*Gen	5	14.3044	2.8608NS
Dens	2	3.7605	1.8802NS
Muestreo*Dens	2	0.1388	0.0694NS
Gen*Dens	10	30.2127	3.0212NS
Muestreo*Gen*Dens	10	9.6952	0.9695NS
Error exp.	68	203.6966	2.9955NS
Total	107	939.9372	

Coefficiente de Variación. 20.219 %

Media general. 8.559 ton ha<sup>-1</sup>

NS, \*, \*\*, no significativo, significativo, altamente significativo.

La comparación de medias (Cuadro 4.11) mostró que los genotipos más rendidores fueron: Narro-95-02 y AN-239-99 con 9.24 y 9.01 toneladas de forraje seco total por hectárea; aunque estadísticamente son iguales a 3 genotipos más en los que se encuentran; Narro-221-02, Avena Cuauhtémoc y Triticale Eronga-83 con 8.92, 8.61 y 8.42 toneladas de forraje seco total por hectárea, por lo contrario el genotipo AN-264-99 con 7.11 t ha<sup>-1</sup>, fue el que mostró menos rendimiento. Entre los muestreos la DMS mostró que el segundo muestreo fue mejor con 10.91 t ha<sup>-1</sup>, seguido del primer muestreo con 6.21 t ha<sup>-1</sup>, lo cual era de esperarse dado que entre un muestreo y otro la planta continuó desarrollándose y acumulando materia seca.

**Cuadro 4.11 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos, para forraje seco total (Zaragoza, Coahuila 2009).**

Tratamiento	Genotipo	FST (ton/ha)	Significancia
1	Narro-95-02	9.2481	A
3	AN-239-99	9.0185	A
2	Narro-221-02	8.9296	A
5	Avena Cuauhtémoc	8.6185	A
6	Triticale Eronga-83	8.4296	A
4	AN-264-99	7.1148	B

DMS= 1.1512 ton ha<sup>-1</sup>

Entre densidades (Cuadro 4.12) no existió significancia estadística, pero si diferencia numérica siendo las densidades 1 y 3 las que presentaron mayor rendimiento con 10.17 y 10.08 toneladas de forraje seco total por hectárea, obteniendo el menor rendimiento la densidad 2. Estos resultados coinciden en alto grado con lo presentado por Escalante *et al.* (2008) quien evaluó el efecto de cuatro densidades de siembra, reportando que no hubo diferencia estadística significativa, concluyendo así que las densidades de siembra mas altas afectó negativamente la biomasa por la planta, pero positivamente la producción de forraje total por unidad de área.

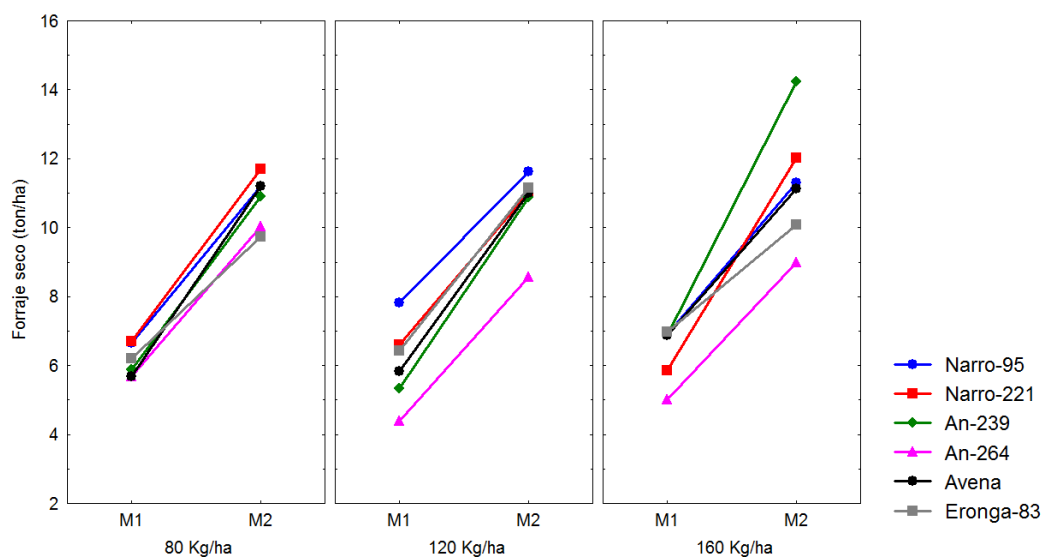
**Cuadro 4.12 Resultado en la prueba de medias (DMS) para densidades en peso de forraje seco total (Zaragoza, Coahuila, 2009).**

Densidad	FST(ton/ha)	Significancia
1	10.176	A
3	10.083	A
2	9.085	A

DMS=2.6367 ton ha<sup>-1</sup>

En la Figura 4.4 se puede observar que en el primer muestreo en todas las densidades utilizadas, los genotipos muestran menor rendimiento de forraje seco total, comparado con el segundo muestreo realizado, esto seguramente

debido al avance en etapa fenológica que presentó el cultivo, reflejado en un incremento de la biomasa acumulada.



**Figura 4.4 Comportamiento de los genotipos a través de los muestreos y densidades estudiadas para forraje seco total (Zaragoza, Coahuila, 2009).**

### Relación hoja tallo

Para esta variable (Cuadro 4.13) se observó que las fuente de variación muestreo, genotipo y muestreo x genotipo exhibieron alta significancia estadística, mientras que la fuente de variación muestreo x genotipo x densidad mostró solo significancia estadística, repeticiones, densidad, muestreo x densidad, genotipo x densidad; no presentaron significancia estadística.



**Cuadro 4.13 Análisis de varianza combinado de dos muestreos para relación hoja tallo en el campo experimental de Zaragoza, Coahuila, 2009.**

<b>FV.</b>	<b>GL.</b>	<b>SC.</b>	<b>CM.</b>
Rep.	2	0.1382	0.0691NS
Muestreo.	1	11.4900	11.4900**
Error (a).	2	0.1378	0.0689NS
Gen	5	2.2182	0.4436**
Muestreo*Gen	5	0.7766	0.1553**
Dens	2	0.0300	0.0150NS
Muestreo*Dens	2	0.1063	0.0631NS
Gen*Dens	10	0.8657	0.0865NS
Muestreo*Gen*Dens	10	0.9723	0.0972*
Error exp.	68	3.0241	0.0444
Total	107	19.7796	

Coefficiente de Variación. 29.973 %

Media general. 0.7035 ton ha<sup>-1</sup>

NS, \*, \*\*, no significativo, significativo, altamente significativo.

Al realizar la prueba de medias (DMS) para relación hoja-tallo (Cuadro 4.14) este mostró que el genotipo Avena Cuauhtémoc presentó la mejor proporción de hojas sobre tallos con 0.91. En contraste los genotipos con menor relación hoja-tallo fueron los tratamientos Narro-221-02, Triticale Eronga-83 con 0.60 y 0.46 de forma respectiva. Entre los muestreos la DMS mostró que el primer muestreo fue mejor con 1.03, seguido del segundo muestreo con 0.37. Lo que muestra que a medida que la planta se desarrolla disminuye la proporción de hojas sobre tallos como consecuencia del traslado de fotoasimilados hacia la espiga, según sea la magnitud de la relación fuente-demanda (Bidwell, 1993). Esto coincide con lo reportado por Juskiw *et al.* (2000) al realizar estudios en campo para evaluar la productividad de cebada, avena, triticale y centeno, encontrando que con el avance de la madurez, la cantidad de hojas declina y la de espigas se incrementa.

**Cuadro 4.14 Resultado de la prueba de medias (DMS) para densidades en relación hoja tallo (Zaragoza, Coahuila, 2009).**

Tratamiento	Genotipo	RHT	Significancia
5	Avena Cuauhtémoc	0.91341	A
3	AN-239-99	0.81767	A B
1	Narro-95-02	0.72819	B C
4	AN-264-99	0.69222	B C
2	Narro-221-02	0.60045	C D
6	Triticale Eronga-83	0.46945	C D

DMS=0.1403

Entre las densidades (Cuadro 4.15) se observó que no existió significancia estadística, pero sí diferencia numérica siendo la densidad 1 la que presenta mejor relación hoja-tallo con 0.92, mientras que las densidades 2 y 3 obtuvieron los valores más bajos, dado el fenómeno de competencia que se presenta en las poblaciones cuando se incrementa la cantidad de individuos que compiten por recursos comunes (Jiménez 1986; Martínez, 1979).

**Cuadro 4.15 Resultado en la prueba de medias (DMS) para densidades en relación hoja tallo (Zaragoza, Coahuila, 2009).**

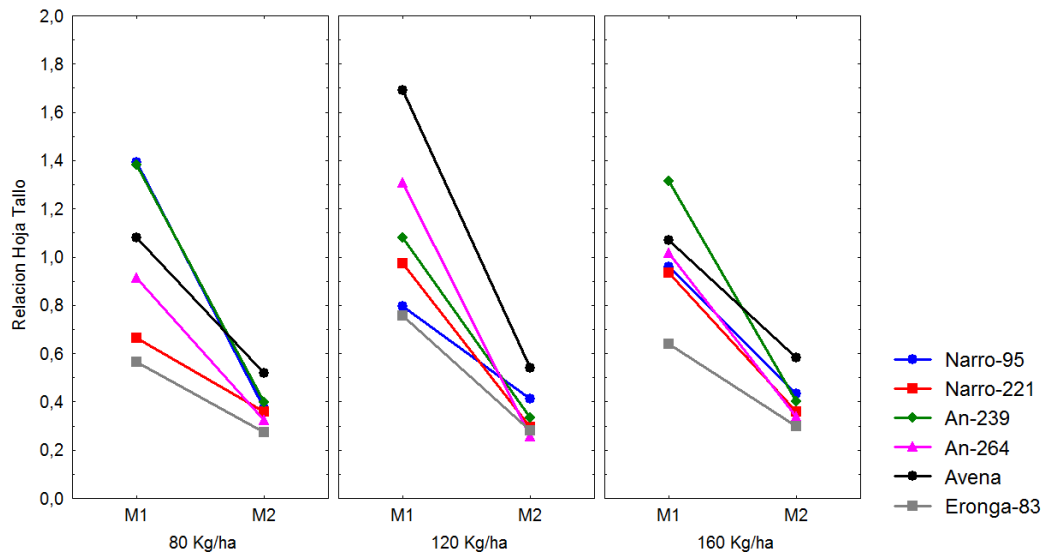
Densidad	RHT	Significancia
1	0.9270	A
2	0.8791	A
3	0.7080	A

DMS=0.387

En la Figura 4.5 se puede observar que en el primer muestreo en todas las densidades utilizadas los genotipos muestran mayor relación hoja tallo, en comparación con el segundo muestreo, donde se observó que los genotipos tienen un comportamiento diferente en cada una de las densidades y en cada muestreo.

La interacción reportada por el análisis de varianza probablemente se deba al comportamiento diferencial mostrado sobre todo por los dos trigos y la

cebada Narro 221, quienes al parecer tienden a disminuir rápidamente su relación hoja tallo al pasar de un muestreo a otro a través de las densidades estudiadas.



**Figura 4.5 Comportamiento de los genotipos a través de los muestreos y densidades estudiadas para relación hoja tallo (Zaragoza, Coahuila, 2009).**

### Altura de planta

En el Cuadro 4.16 se presenta el análisis de varianza combinado de dos muestreos para altura de planta, el cual mostró que las fuentes de variación repeticiones, muestreo, genotipo y muestreo x genotipos mostraron alta significancia estadística; no habiendo significancia entre las fuentes de variación densidades, muestreo x densidad, genotipo x densidad y muestreo x genotipo x densidad.

**Cuadro 4.16 Análisis de varianza combinado de dos muestreos para altura de planta en el campo experimental de Zaragoza, Coahuila, 2009.**

<b>FV.</b>	<b>GL.</b>	<b>SC.</b>	<b>CM.</b>
Rep.	2	592.1297	296.0648**
Muestreo.	1	7170.3703	7170.3703**
Error (a).	2	33.7962	16.8981NS
Gen	5	5637.9629	1127.5925**
Muestreo*Gen	5	1782.4074	356.4814**
Dens	2	50.4629	25.2314NS
Muestreo*Dens	2	31.0185	15.5092NS
Gen*Dens	10	443.9814	44.3981NS
Muestreo*Gen*Dens	10	74.5370	7.4537NS
Error exp.	68	1624.0740	23.8834NS
Total	107	17440.7407	

Coefficiente de Variación.5.38 %

Media general. 90.740

NS, \*\*, no significativo, altamente significativo.

En el Cuadro 4.17 se presentan los resultados de la comparación de medias (DMS) para altura de planta, se observó que se forman 4 grupos de significancia estadística, en donde el primer grupo solamente fue integrado por Triticale Eronga-83 presentando una altura promedio de 100.55 cm. Los genotipos Narro-221-02 y Narro-95-02 con 96.66 y 95.27 cm respectivamente integran el segundo grupo de significancia, los genotipos AN-239-99 y Avena Cuauhtémoc integraron el tercer grupo de significancia con 86.38 y 85.55 cm respectivamente y el genotipo de menor altura fue AN-264-99 con 80.00 cm. Entre los muestreos la DMS mostró que el segundo muestreo fue superior con 98.89 cm, seguido del primer muestreo con 82.59 cm lo que era de esperarse debido a la etapa fenológica del cultivo.

**Cuadro 4.17 Resultado de la prueba de medias (DMS) entre genotipos, para altura de planta (Zaragoza, Coahuila, 2009).**

Tratamiento	Genotipo	AP(cm)	Significancia
6	Triticale Eronga-83	100.556	A
2	Narro-221-02	96.667	B
1	Narro-95-02	95.278	B
3	AN-239-99	86.389	C
5	Avena Cuauhtémoc	85.556	C
4	AN-264-99	80.000	D

DMS=3.2507cm.

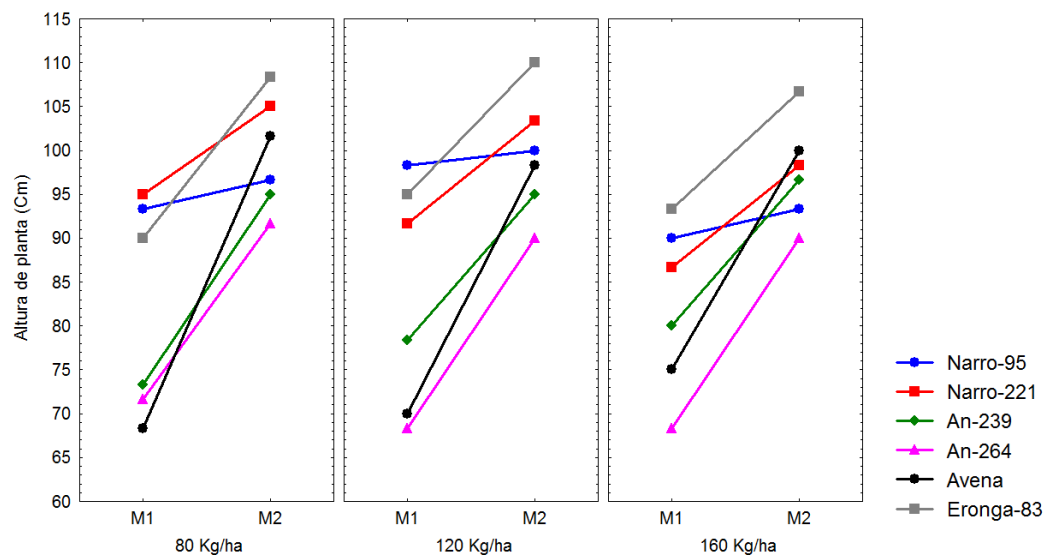
En el Cuadro 4.18 se presentan los resultados de la comparación de medias (DMS) entre densidades, se observa que no existe diferencia estadística entre las densidades pero si diferencias numérica siendo la densidad 2 la que presenta mayor altura con 91.52 cm, mientras que las densidades 1 y 2 mostraron las alturas más bajas.

**Cuadro 4.18 Resultado en la prueba de medias (DMS) para densidades en altura de planta (Zaragoza, Coahuila, 2009).**

Densidad	AP(cm)	Significancia
2	91.528	A
1	90.833	A
3	89.861	A

DMS=2.2986 cm.

En la Figura 4.6 muestra que en el primer muestreo los genotipos presentaron menor altura, comparado con el segundo muestreo, comportándose de manera diferente los genotipos dentro de cada densidad y en el segundo muestreo. Cabe resaltar el comportamiento de la cebada Narro-95 que mostró muy bajo incremento en su altura al pasar del primer al segundo muestreo, probablemente debido, como ya se mencionó, a la fenología de la planta.



**Figura 4.6 Comportamiento de los genotipos a través de los muestreos y densidades estudiadas para altura de planta (Zaragoza, Coahuila, 2009).**

### **Cobertura.**

En el Cuadro 4.19 se presentan los resultados del análisis de varianza combinado de dos muestreos para cobertura, donde se observó que la fuente de variación genotipos mostró alta significancia estadística, mientras que las fuentes de variación repeticiones y la interacción genotipo x densidad mostraron solo significancia; no habiendo significancia en muestreo, muestreo x genotipo, muestreo x densidad y muestreo x genotipo x densidad.

**Cuadro 4.19 Análisis de varianza combinado de dos muestreos para cobertura en el campo experimental de Zaragoza, Coahuila, 2009.**

<b>FV.</b>	<b>GL.</b>	<b>SC.</b>	<b>CM.</b>
Rep.	2	112.9629	56.4814*
Muestreo.	1	0.0000	0.0000NS
Error (a).	2	0.0000	0.0000NS
Gen	5	4415.7407	883.1481**
Muestreo*Gen	5	0.0000	0.0000NS
Dens	2	1.8518	0.9259NS
Muestreo*Dens	2	0.0000	0.0000NS
Gen*Dens	10	331.4814	33.1481*
Muestreo*Gen*Dens	10	0.0000	0.0000NS
Error exp.	68	1053.7037	15.4956NS
Total	107	5915.7407	

Coefficiente de Variación. 4.46 %

Media general. 88.240

NS, \*, \*\*, no significativo, significativo, altamente significativo.

En el Cuadro 4.20 se muestran los resultados de la prueba de medias (DMS) para cobertura, observando que se forman 3 grupos de significancia estadística, en donde el primer grupo lo conforman los genotipos Narro-95-02, Avena Cuauhtémoc, Narro-221-02 con 95.00, 94.44 y 93.88 % de cobertura respectivamente, el segundo grupo lo integra el genotipo Triticale Eronga-83 con 85.00 % de cobertura, mientras que los genotipos AN-264-99 y AN-239-99 con 81.00 y 80.00 % fueron los de menor cobertura del terreno, esto es de importancia dado que mayor cobertura del terreno por parte del cultivo favorece menor pérdida de humedad y menor competencia de malezas.

**Cuadro 4.20 Resultado de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para cobertura de plantas (Zaragoza, Coahuila, 2009).**

Tratamiento	Genotipo	COB (%)	Significancia
1	Narro-95-02	95.000	A
5	Avena Cuauhtémoc	94.444	A
2	Narro-221-02	93.889	A
6	Triticale Eronga-83	85.000	B
4	AN-264-99	81.000	C
3	AN-239-99	80.000	C

DMS=0.1403 %

En el Cuadro 4.21 se presentan los resultados de la comparación de medias (DMS) para densidades, observándose que no hay significancia estadística entre las densidades pero si diferencia numérica siendo las densidades 1 y 2 las que presentan mejor cobertura con 88.33 y 88.33 % de cobertura respectivamente; mientras que la densidad 2 fue la que obtuvo menor cobertura, probablemente debido a que los materiales mostraron buena capacidad de amacollamiento.

**Cuadro 4.21 Resultado en la prueba de medias (DMS) para densidades en cobertura de plantas (Zaragoza, Coahuila, 2009).**

Densidad	COB (%)	Significancia
1	88.333	A
3	88.333	A
2	88.0556	A

DMS=1.8515 (%)

### **Etapa fenológica**

En el Cuadro 4.22 se presentan los resultados del análisis de varianza combinado de dos muestreos, donde se observó que las fuentes de variación



muestreo, genotipo y muestreo x genotipo mostraron alta significancia estadística; mientras que repetición, densidad, muestreo x densidad, genotipo x densidad y muestreo x genotipo x densidad no mostraron significancia.

**Cuadro 4.22 Análisis de varianza combinado de dos muestreos para etapa fenológica en el campo experimental de Zaragoza, Coahuila, 2009.**

<b>FV.</b>	<b>GL.</b>	<b>SC.</b>	<b>CM.</b>
Rep.	2	2.0740	1.0370NS
Muestreo.	1	15744.5925	15744.5925**
Error (a).	2	2.0740	1.0370NS
Gen	5	10333.6296	2066.7259**
Muestreo*Gen	5	2212.2963	442.4592**
Dens	2	1.1851	0.5925NS
Muestreo*Dens	2	1.1851	0.5925NS
Gen*Dens	10	13.9259	1.3925NS
Muestreo*Gen*Dens	10	13.9259	1.3925NS
Error exp.	68	107.8618	
Total	107	28432.7407	

Coefficiente de Variación. 1.88

Media general. 66.740

NS, \*\*, no significativo, altamente significativo.

En el Cuadro 4.23 se presentan los resultados de comparación de medias para etapa fenológica, observándose que se forman 5 grupos de significancia estadística, en donde el primer grupo lo conforma el genotipo Narro-95-02 con 79.77, el segundo grupo lo integra el genotipo Narro-221-02 con 78.00, mientras que Avena Cuauhtémoc fue la de menor etapa. Entre los muestreos la DMS mostró que el segundo muestreo fue mejor con 78.81, seguido del primero con 54.66. Lo cual era de esperarse debido al avance en la etapa que tienen los materiales de un muestreo a otro. Cabe resaltar el comportamiento de la Avena Cuauhtémoc que mostró muy bajo incremento

en su etapa fenológica, probablemente debido, como ya se mencionó, a la fenología de la planta, razón por la cual mostró alta relación hoja-tallo.

**Cuadro 4.23 Resultado de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para etapa fenológica de plantas (Zaragoza, Coahuila, 2009).**

Tratamiento	Genotipo	EF (días)	Significancia
1	Narro-95-02	79.777	A
2	Narro-221-02	78.000	B
6	Triticale Eronga-83	68.000	C
3	AN-239-99	61.333	D
4	AN-264-99	61.333	D
5	Avena Cuauhtémoc.	52.000	E

DMS=0.8377 días.

Entre las densidades (Cuadro 4.24) se observó que no existió significancia estadística, pero si diferencia numérica siendo la densidad 2 la que presentó mayor etapa fenológica con 66.88, mientras que las densidades 1 y 2 obtuvieron valores mínimamente inferiores.

**Cuadro 4.24 Resultado en la prueba de medias (DMS) para densidades en etapa fenológica de plantas (Zaragoza, Coahuila, 2009).**

Densidad	EF (días)	Significancia
2	66.888	A
1	66.666	A
3	66.666	A

DMS= 0.5923 días.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos con este experimento, se concluye lo siguiente:

- ❖ Entre las especies evaluadas, existe amplia variabilidad, la cual quedo de manifiesto por la alta significancia estadística entre los genotipos en todas las variables estudiadas, lo cual permite identificar genotipos superiores.
- ❖ Los genotipos más sobresalientes al considerarse los dos muestreos en las principales características fueron; Narro-95-02 y AN-239-99 para forraje seco total; Avena Cuauhtémoc, AN-239-99 y Narro-95-02 para peso de hoja y Avena Cuauhtémoc para relación hoja- tallo.
- ❖ El primer muestreo fue estadísticamente superior al segundo en peso de hoja (PH), relación hoja-tallo (RHT) y peso de tallos (PT); e inferior en peso de espiga (PE), forraje seco total (FST) y altura de planta (AP), debido primordialmente al avance en etapa fenológica de los genotipos.
- ❖ La densidad más sobresaliente al considerar los dos muestreos para todas las características fue la de 80 kg ha<sup>-1</sup>, dado que proporcionó mejor peso de tallos (PT), peso de hoja (PH), relación hoja-tallo (RHT) y cobertura (COB); pero que no se reflejó en mayor peso de espiga (PE) y forraje seco total (FST), por lo que se requiere del conocimiento acerca del valor nutritivo del forraje como un parámetro decisivo.

## LITERATURA CITADA

- Araya M. M.; Boschini C. 2005. Producción de Forraje y Calidad Nutricional de Variedades de *Pennisetum purpureum* en la meseta central de Costa Rica. Rev. Agronómica Mesoamericana 16(1): 37-43.
- Adejumo, J.; O.; and Ademosun, A. A. 1985. Effects of planting distance, cutting frequency and height on dry matter yield and nutritive value of *Leucaena leucocephala* sown alone and in mixture with *Panicum maximum*. Anim. Prod. Res., 5(2):209-221.
- Bidwell, R. G. S. 1993. Fisiología vegetal. Primera Edición en Español. AGT Editor, S.A.
- Dietz, D. R. 1970. Animal production and forage quality definition and components of forage quality. Range and wildlife habitat evaluation. A research. Symposium Miscelaneus Publication No. 1147. U. S. D. 34p.
- Escalante, L. E.; Y. I. Escalante; y C. L. Elizalde. 2008. Densidades de siembra del girasol forrajero. Agronomía Costarricense, San José Costa Rica, julio-diciembre, año/vol. 32, numero 002, pp. 177-182.
- Gómez G. A. 1992. Evaluación del rendimiento y calidad de forrajera de 8 líneas de avena forrajera establecida a mediados del ciclo. Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL. Torreón, Coah. México.
- Guerrero, A. 1992. Cultivos herbáceos extensivos. Ed. Mundiprensa. Madrid, España.
- Howeler, R. H.; Cadavid, L. F. 1985. Prácticas de conservación de suelos para la producción de yuca en laderas, en suelos Ecuatoriales (Colombia). Volumen 14. No 1. 1985. P. 303-310.
- Hughes, H. D.; M. E. Heath; y D. S. Metcalfe. 1974. Forrajes, Ed. CECOSA, México. p. 343-373.
- Jiménez, M. A.; y Avendaño M. J.C. 1986. Producción de forraje de asociación simple. Revista Chapingo. 52:17. UACH. Mex.
- Juskiw, P.E.; J. H. Helm; and D. F. Salmon. 2000. Forage yield and quality for monocrops and mixtures of small cereal grains. Crop. Sci. 40:138.

- Kira, T. Ogawa H.; K. 1993. Intraspecific competition among higher plants. I. Competition density yield interrelationships regularly dispersed populations. J Polytech Inst Osaka City Univ Japan. 1-16 p.
- Lozano del R., A.J 2000. Competencia intraespecifica e intergenérica en mezclas de especies forrajeras anuales. Tesis Doctoral. UAAAN México. 194 p.
- Lozano, A.; J. A. Rodríguez, E.; Díaz, J. M.; Fuentes; J. M. Fernández; V.M. Zamora. 2002. Producción de forraje y calidad nutritiva en mezclas de triticale (*X Triticosecale Wittmack*) y ballico anual (*Lolium multiflorum L.*) en Navidad, N.L. resultados de la investigación 2001. UAAAN Buenavista Saltillo. Coahuila México.
- Lucas, H. L. 1963. Determination of forage yield and quality from animal responses. In range research methods: A symposium U. S. Dep. Agr. Music. Publ. 940. Pp 43-54.
- Martínez P. J. 1979. Evaluación de mezclas de triticale (*X Triticosecale Witt.*) y ryegrass (*Lolium multiflorum*) en Buenavista, Saltillo, Coah., México tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Núñez, H. G.; O.A. Martínez, P.R.; Hernández.; y S. Tiscareño, 1991. Crianza de vaquillas lecheras en praderas de ballico perenne (*Lolium perenne*) en la zona templada de México. Resumen Memorias de la XXIII Reunión Anual de la AMPA. Saltillo, Coahuila, México. p. 84.
- Poland, W.; H. Petersoa R. Ashley and L. Tisor. 2004. Effect of species and varietal type on yield and nutritional quality of small grain forage. Proceedings. Western section. American Society of Animal Science Vol. 55.
- Poehlman, J.M. 1981. Mejoramiento genético de las cosechas. 1º Ed. Limusa. México.
- Ramírez, P.F. 1977. Memorias de la II reunión técnica de la unidad de cereales (trigo, avena, triticale, y laboratorio de calidad). SARH-INIA. Puebla, México.
- Ramos M. A. 1963. Comparación de rendimiento de cuatro variedades de cebada en el estado de Querétaro. Revista Chapingo. Pp. 19. UACH. México.
- Royo, C., 1992. El triticale: bases para el cultivo y aprovechamiento. Edición Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Robles, S. R. 1990. Producción de granos y forrajes. 5 Edición Limusa. México. Pág. 267-284.
- Tomaso J. C. 2008. Mejoramiento genético y Manejo de Cereales Forrajeros de Invierno, INTA – EEA Bordenave. Argentina.

Twidwell, E.K.; K.D. Johnson; J.H. Cherney and H.W. Ohm. 1987. Forage yields and quality of soft red winter wheats and a winter triticale. *Appl. Agric. Res.* 2:84-88.

Ventura, J.; Pulgar, y R. 1990. Efecto de densidades de siembra y frecuencias de corte sobre los componentes de producción de follaje de yuca *Manihot esculenta Crantz*. *Revista de Agronomía*: Vol. 7; p.229-243.

Wilbert P. R. 1997. Manual del cultivo de la avena y su conservación.

Zuñiga, E J. C. 1987. Comparación de diferentes características cuantitativas y correlaciones en cebadas de dos hileras (*Hordeum distichum*) y de seis hileras (*Hordeum vulgare*). Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista. Saltillo. Coahuila. México.

#### **Internet**

<http://www.mailxmail.com/curso-cereales-producto-alimenticio-saludable/cebada>.

<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo.htm>