

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**



Producción de Materia Seca y Contribución de los Componentes (Tallos, Hojas y Espigas) en Trigos Imberbes y otros Cereales de Invierno

Por:

**GERARDO LARA ROBLES**

**TESIS**

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México  
Septiembre de 2012

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**

Producción de Materia Seca y Contribución de los Componentes (Tallos, Hojas y  
Espigas) en Trigos Imberbes y otros Cereales de Invierno

Por:

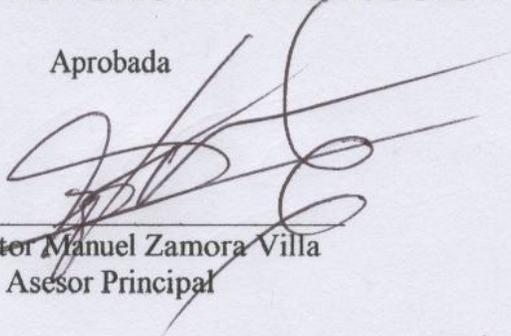
**GERARDO LARA ROBLES**

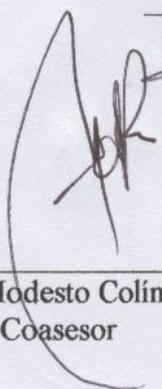
**TESIS**

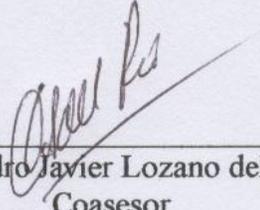
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

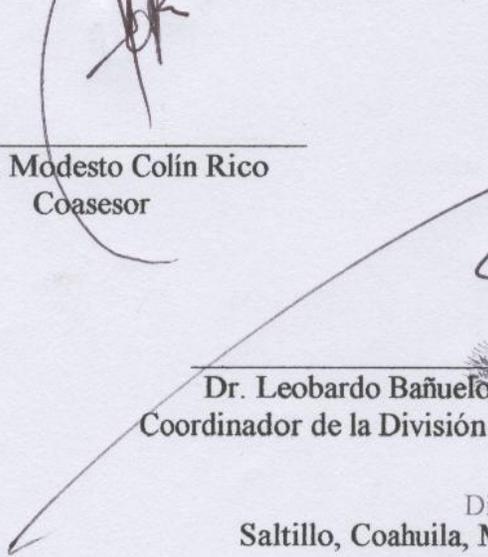
**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobada

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Víctor Manuel Zamora Villa  
Asesor Principal

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

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Alejandro Javier Lozano del Río  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía

  
Coordinación  
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México  
Septiembre de 2012

## DEDICATORIA

### A DIOS

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

### A MIS PADRES

**Sra. María Félix Robles Delgadillo**  
**Sr. Ángel Lara Andrade**

Por darme la vida, porque creyeron en mi y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, por los grandes sacrificios que realizaron para que yo pudiera estar donde ahora estoy, por sus grandes consejos y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

### A MIS HERMANOS

**María de la Paz, Francisco Luis, Rogelio (+), Guillermo Ángel, Sergio Gil y Rubén:** Gracias por su apoyo moral y económico que me brindaron durante este largo trayecto de mi carrera, por compartir sus alegrías, tristezas y logros en cada instante de nuestras vidas y porque a pesar de la distancia existe el cariño que nos hace sentir más cerca y unidos, porque fueron uno de mis motivos que me inspiraron a seguir adelante y por muchas otras cosas gracias.

Y muy en especial a la memoria de mi Hermano **Rogelio Lara Robles (+)** que a pesar que no estés con nosotros siempre te llevaremos en nuestros corazones, que dios te bendiga hermano.

### A MIS ABUELITOS

**Francisco Robles Flores (+)**  
**María de la Luz Delgadillo Méndez**

**Felipe Lara Cortez (+)**  
**Atanasia Ayala Andrade (+)**

Gracias por todas sus enseñanzas a lo largo de mi vida y por todas sus bendiciones, por el gran cariño y amor que siempre me brindaron, siempre estarán en mi corazón.

**A todos mis tíos, primos y amigos** que directa o indirectamente participaron para que lograra mi meta propuesta al salir de mi tierra, muchas gracias y que dios los colme de bendiciones y salud.

**A todos mis sobrinos**, los quiero mucho. Porque ustedes son la alegría de la familia y han estado con mis papas en los momentos que hemos tenido que estar fuera sus hijos y que gracias a ustedes los han hecho reír y hacer menos difícil la distancia.

### **Y a ti Felipa Arely Castro Pérez**

Con cariño, que a pesar de las circunstancias estas ahí y sigues creyendo en mi, a quien debo respeto y amor que tu sin recibir nada a cambio sigues apoyándome y confiando en mi, mil palabras no bastaría para agradecerte por todo lo que me has dado, por eso y muchas otras cosas gracias.

### **A Jaime Alejandro y Ximena Sheccid**

Pequeños frutos en quienes se anidan mis esperanzas y la alegría de vivir para ser mejor cada día.

### **A mis compañeros**

A todos mis compañeros de la generación CXII. Ya que tuve la oportunidad de conocerlos y convivir con ustedes durante la carrera en esta casa de estudios, en especial aquellos con los que compartí y viví momentos inolvidables dentro del internado, de igual manera a aquellos que me brindaron su amistad sincera gracias.

*“Tener éxito en la vida no es llegar a tener fama, sino a realizar aquello que realmente deseas.”*

## AGRADECIMIENTO

**A Dios.** Por darme la dicha de conocer y estar en este mundo y nunca dejarme solo y siempre estar ahí en los momentos buenos y malos durante mi carrera.

**A mi *Alma Mater*** por cobijarme en sus aulas y permitirme alcanzar una metas más en la vida.

**Al Dr. Víctor Manuel Zamora Villa** por darme la oportunidad de realizar este trabajo y por su valiosa asesoría e incondicional amistad.

**Al MC. Modesto Colín Rico** por apoyarme en la realización de este trabajo y por su colaboración en la revisión del mismo.

**Al Dr. Alejandro Javier Lozano Del Rio** por el tiempo y dedicación que prestó a la revisión de este trabajo y a los consejos y sugerencia que hizo en el mismo.

**A todos los maestro** que de manera directa e indirecta participaron en mi formación y por darme el conocimiento, atención y tiempo que brindaron a resolver mis dudas para desarrollarme profesionalmente.

## INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO .....	iii
INDICE DE CUADROS .....	vi
INDICE DE FIGURAS .....	vii
RESUMEN .....	viii
INTRODUCCIÓN .....	1
Objetivo: .....	2
Hipótesis: .....	2
Generalidades de las especies evaluadas. ....	3
Avena ( <i>Avena sativa L</i> ) .....	3
Origen geográfico .....	3
Clasificación taxonómica .....	3
Descripción botánica .....	4
Condiciones ecológicas y edáficas. ....	5
Cebada ( <i>Hordeum vulgare L</i> ) .....	5
Origen geográfico .....	6
Clasificación taxonómica .....	6
Descripción botánica .....	7
Condiciones ecológicas y edáficas. ....	7
Triticale ( <i>X Triticosecale Wittmack</i> ) .....	8
Origen .....	8
Tipos de triticales forrajeros .....	9
Adaptación .....	9
Calidad .....	10
Trigo ( <i>Triticum aestivum</i> ) .....	10
Origen geográfico .....	10
Clasificación taxonómica .....	10
Descripción botánica .....	11
Condiciones ecológicas y edáficas. ....	12

Importancia de los cereales en México .....	12
Estimación de rendimiento. ....	13
Valor nutritivo de los cereales forrajeros .....	14
Localización y descripción de los sitios experimentales .....	17
Desarrollo del experimento en campo.....	17
Material genético utilizado .....	17
Preparación del terreno.....	18
Densidad de siembra. ....	18
Fertilización. ....	18
Fecha de siembra.....	18
Riego. ....	19
Parcela experimental. ....	19
Comparación de medias .....	20
Coefficiente de variación.....	21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	22
Resultados de los análisis de varianza y pruebas de medias.....	22
CONCLUSIONES .....	43
LITERATURA CITADA.....	44

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
Cuadro 3.1 Material genético evaluado en la presente investigación.....	18
Cuadro 4.1 Análisis de varianza combinado para materia seca de tallos. Ciclo 2010-11. ..	22
Cuadro 4.2 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre variedades para materia seca de tallos. ....	23
Cuadro 4.3 Análisis de varianza combinado para materia seca de hojas. Ciclo 2010-11....	24
Cuadro 4.4 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre variedades para materia seca de hojas.....	26
Cuadro 4.5 Análisis de varianza combinado para materia seca de espigas. Ciclo 2010-11.	27
Cuadro 4.6 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre variedades para materia seca de espigas. ....	28
Cuadro 4.7 Análisis de varianza combinado para materia seca total. Ciclo 2010-11.....	31
Cuadro 4.8 Aporte porcentual de cada una de las especies y sus fracciones (tallos, hojas y espigas). ....	32
Cuadro 4.9 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre variedades para materia seca total. ....	34
Cuadro 4.10 Análisis de varianza combinado para altura de planta. Ciclo 2010-11.....	35
Cuadro 4.11 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre variedades para altura de planta. ....	36
Cuadro 4.12 Análisis de varianza combinado para cobertura. Ciclo 2010-11.....	37
Cuadro 4.13 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre variedades para cobertura.	38
Cuadro 4.14 Análisis de varianza combinado para etapa fenológica. Ciclo 2010-11.....	39
Cuadro 4.15 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre variedades para etapa fenológica.....	40

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
4.1 Comportamiento de los genotipos a través de las dos localidades de estudio para materia seca de espigas (Francisco I Madero y Zaragoza, Coahuila).....	30
4.2 Producción de materia seca total en t ha-1 por especie.....	33
4.3 Comportamiento de los genotipos a través de las dos localidades de estudio para etapa fenológica (Francisco I Madero y Zaragoza, Coahuila).....	42

## RESÚMEN

El presente trabajo se realizo con la finalidad de evaluar el comportamiento de 27 genotipos de trigo en cuanto a producción de materia seca en comparación con 2 testigos comerciales (ERONGA 83 y AVENA), así como la variedad experimental de cebada forrajera (Narro-95) y la contribución de sus fracciones al rendimiento. El experimento se realizo en el campo experimental de Zaragoza y en el rancho “Las Vegas” Municipio de Francisco I Madero, ambas localidades en Coahuila, durante el Ciclo Otoño-Invierno 2010-11.

Los genotipos se evaluaron en cada localidad bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, se determinaron las variables: peso seco de hojas (PSH), peso seco de espigas (PSE), peso seco de tallos (PST), forraje seco total (FST), altura de planta, cobertura y etapa fenológica al momento del corte. Para cada variable se realizó un análisis de varianza combinado sobre localidades y la prueba de medias mediante la DMS.

Los resultados mostraron que entre los genotipos evaluados existe amplia variabilidad en las variables estudiadas. Solo se encontró interacción genotipo ambiente significativa en las variables materia seca de espigas y etapa fenológica. Excepto avena, los demás cereales mostraron mayor proporción de materia seca de tallos, seguida por la de hojas y espigas. La producción de forraje seco total fue diferente entre las especies, destacando AN-326-99 y AN-268-99 como los genotipos más rendidores, de igual manera Narro-95 quien tuvo un comportamiento similar en todas las variables estudiadas y siendo el que presentó una menor interacción entre los ambientes, por lo que representarían una alternativa real para la producción de forraje invernal en zonas Norte del país donde la demanda de estos forrajes va en aumento.

**PALABRAS CLAVE:** Trigos imberbes, rendimiento de materia seca, fracciones de forraje.

## INTRODUCCIÓN

En nuestro país tradicionalmente los cereales de invierno se usan como recurso forrajero bastante valioso durante la época invernal que es cuando se acentúa el déficit de forraje, sin embargo una de las necesidades principales es la selección y utilización de forrajes que suplan las necesidades alimenticias del ganado.

Una de las limitantes principales en la producción de estos forrajes es el agua y más en los Estados del Norte donde las precipitaciones son muy bajas. Es por esto que los cereales de invierno ofrecen una alternativa por su bajo consumo de agua y una amplia adaptación a diferentes tipos de suelos.

En el caso específico de forrajes de invierno, la avena muchas veces es dañada o inclusive no sobrevive a las bajas temperaturas que se presentan durante el periodo invernal. En el caso del ryegrass, las bajas temperaturas detienen su crecimiento durante el invierno produciendo así una menor cantidad de materia seca durante la estación crítica.

Puesto que en todo sistema de producción animal el objetivo principal es obtener la mayor cantidad de carne o de leche al menor costo posible, por lo que la producción de pastos durante el invierno es solo un punto dentro del sistema, para que ese incremento en la producción de forraje se traduzca en mayor producción de carne o leche se deberán sumar otros factores importantes como relación hoja-tallo, rendimiento y el efecto que tengan el medio ambiente.

Por ello en los últimos años el mejoramiento genético en los cultivos forrajeros ha generado avances muy importantes en aspecto varietal, disponiéndose de variedades con un muy elevado potencial de rendimiento forrajero, sin embargo, en el caso de los materiales de trigo generados por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), se desconoce la contribución que tiene cada fracción de forraje (hojas, tallos y espigas) al rendimiento de materia seca total.

Por lo anterior se plantea este trabajo, el cual tiene origen en el Programa de Cereales de grano pequeño de la UAAAN, bajo los siguientes objetivos e hipótesis.

**Objetivo:**

Evaluar la producción de materia seca y sus fracciones de 27 genotipos de trigo y 3 testigos comerciales en dos ambientes diferentes.

**Hipótesis:**

1. Alguno de los ambientes influirá en la cantidad de forraje seco y sus fracciones, así mismo en la interacción y comportamiento de los genotipos.
2. Por lo menos uno de los genotipos tendrá un comportamiento similar dentro de los dos ambientes.
3. Las fracciones de forraje contribuyen por igual al rendimiento de materia seca total.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Generalidades de las especies evaluadas.

#### Avena (*Avena sativa* L)

En la producción de cereales, la avena es uno de los más importantes del mundo, ocupando el cuarto lugar en producción de grano, después del trigo, maíz y el arroz. Este cereal tiene múltiples aplicaciones, ya en la alimentación humana o principalmente en la animal, para la cual se utiliza tanto el grano como el follaje. 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

No se conoce con certeza el área exacta donde se originó la avena cultivada, pero parece que tuvo su origen en la región del Asia Menor. Desde esta región la avena se extendió hacia el norte y hacia el oeste hasta Europa y otras regiones favorables para su cultivo

Según Sampson citado por Robles (1990), dice que es muy probable que los más antiguos granos de avena fueron encontrados en Egipto (2 000 años A.C.). Esta avena egipcia fue originalmente identificada como *A. strigosa*, pero otros piensan que es *A. fatua* o *A. sterilis*.

#### Clasificación taxonómica

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Sub-división	Pteropsida
Clase	Angiosperma
Sub-clase	Monocotiledónea
Orden	Graminales
Familia	Gramineae
Tribu	Aveneae
Género	<i>Avena</i>
Especie	<i>Sativa</i>

Fuente: (Robles, 1990). Producción de granos y forrajes.

## **Descripción botánica**

**Raíces:** las raíces principales son de carácter adventicio, muy ramificadas, y posee un sistema radicular más potente y más profundo que los demás cereales.

En general, el crecimiento radicular cesa en el espigado, e incluso puede llegar a degenerarse durante el período de formación del grano.

**Tallos:** los tallos son gruesos, pero con poca resistencia al encamado, con un alto valor forrajero y parten de una zona situada en la base de la planta que se denomina nudo de ahijamiento, formados por nudos y entrenudos, los primeros están llenos y lignificados y son zonas meristemáticas a partir de las cuales se alargan los entrenudos y se diferencian la hojas.

**Hojas:** las hojas son planas y alargadas, se disponen alternas y en dos filas a lo largo del tallo teniendo un color característico de verde oscuro más intenso que el de la cebada y el trigo, cada hoja tiene dos partes: la vaina, que es la zona inferior que envuelve el entrenudo y el limbo o zona superior, a diferencia de los demás cereales, esta especie carece de aurículas y vellosidades parte primordial para su identificación.

**Flores:** la inflorescencia de la avena es en panícula. Es un racimo de espiguillas de dos o tres flores, situadas sobre largos pedúnculos, donde tiene origen la floración y pueden requerirse de cinco a siete días para que tenga lugar la floración en toda la planta.

Es una planta autógama. 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, por lo cual se producen degeneraciones de las variedades seleccionadas.

**Fruto:** el fruto es una cariósida, con las glumillas adheridas.

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

La avena es una planta que puede adaptarse a una gran variedad de climas semi cálidos y fríos, básicamente la avena es una planta de estación fría, localizándose las mayores áreas de producción en los climas templados más fríos.

Tiene necesidades moderadas de vernalización, que están correlacionadas con una aptitud de endurecimiento bastante débil, y en consecuencia posee resistencia al frío menor que la cebada y el trigo.

**Altitud:** se encuentra entre los 2000 y 4500 msnm en climas templados a fríos.

**Humedad:** las necesidades hídricas de la avena son más elevadas que todos los cereales de invierno, superiores a las del trigo y la cebada, logrando establecerse con una precipitación anual promedio de 700 mm, además es muy sensible a la sequía, especialmente en la formación del grano.

**Temperaturas:** a temperaturas de 10 a 12°C permite un crecimiento continuo de la planta, el cual cesa a temperaturas de 4°C, cuando la temperatura asciende a 7°C, se presenta un pequeño crecimiento en la avena, pudiéndose mencionar que las temperaturas adecuadas son: Mínima: 4.8°C; Óptima: 25-31°C; Máxima: 31-37°C.

**Suelos:** se desarrolla en terrenos ácidos siendo muy variados, pero alcanza su mayor producción en suelos limosos y aluviones. El pH varía de 5 a 7, tolera bastante la acidez del suelo más no la salinidad.

### **Cebada (*Hordeum vulgare L*)**

La cebada es un cultivo radicado en México, y su importancia es por su uso en la alimentación de ganado y por su demanda en la industria de la cerveza. Por lo general los países que más la producen la utilizan en esas dos formas.

El área sembrada en el país actualmente es de 323 000 hectáreas, la mayor parte de temporal, en los estados de Hidalgo, Guanajuato, Tlaxcala, México y Puebla (Financiera Rural, Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial, Monografía de Cebada, Mayo 2009).

## **Origen geográfico**

La cebada se cultiva desde tiempos muy primitivos y era utilizada para hacer pan, incluso antes del trigo. Plinio asegura que la cebada fue el alimento más antiguo del hombre, y algunos eruditos modernos la consideran como la primera planta cultivada.

Poehlman (1981) cita que Vavilov (1951) describe dos centros de origen, uno de ellos: Etiopía y África del norte, de donde proceden muchas de las variedades cubiertas, con barbas largas; mientras que del otro centro en China, Japón y el Tíbet, proceden las variedades desnudas.

Las cebadas cultivadas se han clasificado recientemente dentro de tres especies:

***Hordeum vulgare***: de seis carreras con tres florecillas fértiles en cada uno de los nudos del raquis donde los granos laterales son ligeramente más pequeños que los del centro.

***Hordeum distichum***: de dos carreras, solamente las flores de la hilera central producen granos normalmente ya que la florecillas laterales tienen sus órganos sexuales reducidos.

***Hordeum irregulare***: las florecillas centrales son fértiles, las florecillas laterales pueden ser estériles, sin sexo, estando distribuida de un modo irregular la proporción de las mismas en la espiga.

## **Clasificación taxonómica**

Las cebadas cultivadas se distinguen por el número de espiguillas 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 espiguilla central, quedando las dos espiguillas laterales, tendremos la cebada de cuatro carreras (*Hordeum tetrastichum*) y si se desarrollan las tres espiguillas tendremos la cebada de seis carreras (*Hordeum hexastichum*) (Guerrero, 1999).

## **Descripción botánica**

La cebada tiene un hábito de crecimiento anual, con tendencia a convertirse en perenne bajo condiciones muy especiales. Existen variedades de cebada de primavera e invierno. Las primeras tienen un ciclo vegetativo corto, de 80 a 90 días. Se siembran a fines del invierno o a principios de primavera, usándose principalmente para la producción de grano. Las variedades de invierno poseen un ciclo hasta de 160 días utilizándose principalmente para la producción de forraje (Robles, 1990).

**Raíz:** el sistema radicular de la cebada es más superficial que el del trigo. Se estima que un 60% del peso de raíces se encuentra en los primeros 25 cm del suelo y que las raíces apenas alcanzan 1, 20 m de profundidad.

**Tallo:** el tallo es erecto, grueso, formado por unos seis u ocho entrenudos, los cuales son más anchos en la parte central que en los extremos junto a los nudos.

Zúñiga (1987) menciona que los tallos llegan 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.

**Hojas:** la cebada es una planta de hojas estrechas y color verde claro. La planta de cebada suele tener un color verde más claro que el del trigo y en los primeros estadios de su desarrollo la planta de trigo suele ser más erguida.

**Flores:** las flores tienen tres estambres y un pistilo de dos estigmas. Es autógama. Las flores abren después de haberse realizado la fecundación, lo que tiene importancia para la conservación de los caracteres de una variedad determinada.

**Fruto:** el fruto es una cariósida, con las glumillas adheridas, salvo en el caso de la cebada desnuda. (<http://www.prodelesa.es/Album%5CDocuments%5Cproductos%5C42.pdf>)

## **Condiciones ecológicas y edáficas**

Las exigencias en cuanto al clima son muy pocas, por lo que su cultivo se encuentra muy extendido, aunque crece mejor en los climas frescos y moderadamente secos.

La cebada requiere menos unidades de calor para alcanzar la madurez fisiológica, por ello alcanza altas latitudes y altitudes.

<b>RANGO DE TEMPERATURAS (°C)</b>	
<b>Mínima</b>	3 a 4
<b>Óptima</b>	20
<b>Máxima</b>	28 a 30

**Humedad:** la cebada prospera bien en regiones secas, pero el cultivo bajo condiciones de riego, no así en las húmedas y lluviosas cuyas condiciones favorecen a los fitopatógenos.

**Altitud:** de 0 a 3500 msnm, cabe mencionar que es uno de los cereales que se puede cultivar a diferentes altitudes y latitudes.

**Suelos:** Robles (1990) dice que es un cultivo el cual se adapta a muy diferentes tipos de climas y suelos, es una de las razones de su distribución mundial. Se reporta como tolerante a la alcalinidad en comparación con el trigo y la avena, no así en suelos con pH ácido. Los mayores rendimientos oscilan en un pH de 6 a 8.5.

#### **Triticale (*X Triticosecale Wittmack*)**

Es un cultivo que reúne un alto potencial de producción de biomasa de un valor nutritivo adecuado, con una mayor tolerancia a factores adversos del medio ambiente como las bajas temperaturas, por lo que puede producir una adecuada cantidad de forraje durante los meses con temperaturas bajas, por esta razón es considerado uno de los principales forrajes de invierno, debido al gran aprovechamiento agrícola y pecuario que desempeña.

#### **Origen**

El Triticale es un cereal nuevo, producto de un cruzamiento entre el trigo (género *Triticum*) y el centeno (género *Secale*), fue en 1875 cuando un científico de apellido Wilson informó a la sociedad británica de Edimburgo acerca de la existencia de una planta de Triticale estéril, resultante del cruzamiento de trigo x centeno.

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 Seysenegg, uno de los descubridores de las leyes de Mendel.

### **Tipos de triticales forrajeros**

- **Primaverales:** son de rápido crecimiento, insensibles al fotoperiodo, de porte erecto, adecuados para la producción de grano o ensilaje, con un 100% de progenitores primaverales en su pedigrí.
- **Intermedios:** presentan aproximadamente 50% de germoplasma primaveral e invernal en su pedigrí, son de crecimiento lento en comparación con los primaverales pero con mayor producción de biomasa y mejor recuperación después de cada corte. Son perfectos para la producción de forraje en verde y henificado.
- **Invernales e intermedios:** 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 y son adecuados para su explotación bajo pastoreo o verdeo, dependiendo de la etapa fenológica (Lozano, 2000).

### **Adaptación**

Guerrero, (1999) dice que el Triticale ha demostrado que se adapta a suelos ácidos, de pH bajo, en varias regiones del mundo. Tales condiciones existen en Colombia, Etiopía, el norte de la India y Brasil.

En otros países, también los triticales han demostrado un rendimiento superior al trigo, su mayor resistencia a *Septoria tritici* es una ventaja en regiones donde existe esta enfermedad.

## Calidad

En 1968, los análisis de Triticale en el laboratorio de calidad de proteínas del CIMMYT indicaron contenidos de proteína que variaron de 11.7% a 22.5% del peso total del grano, con un nivel proteico del 17.5%. En comparación, el contenido promedio de proteína del trigo es solo 12.9%.

## Trigo (*Triticum aestivum*)

El cultivo del trigo se extiende ampliamente en muchas partes del mundo, quizás por ser una especie que tiene un amplio rango de adaptación y por su gran consumo en muchos países, de tal manera que en la actualidad ocupa el primer lugar entre los cuatro cereales de mayor producción mundial (Martin, 1990).

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 ([www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo.htm](http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo.htm)).

## Origen geográfico

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

## Clasificación taxonómica

<b>Clase</b>	<b>Monocotiledoneae</b>
<b>Orden</b>	Graminales
<b>Familia</b>	Gramineae
<b>Tribu</b>	Triticeae
<b>Sub-tribu</b>	Triticinae
<b>Genero</b>	Triticum
<b>Especie</b>	<i>aestivum</i>

## **Descripción botánica**

El trigo es una planta ampliamente adaptada en todo el mundo, cultivándose entre los 30° y 60° de latitud norte y los 25° y 40° de latitud sur.

La localización de su origen en climas secos ha permitido al trigo adaptarse bien a los climas en los que es intensamente cultivado.

**Raíz:** el sistema radicular es fasciculado y está en función de diferentes variables como, textura, época de siembra, cantidad de lluvia etc. El 50% de las raíces está comprendido entre 0 y 25 cm de profundidad y el resto llega a alcanzar un metro y en suelos sueltos hasta 1.5 m (Guerrero, 1999).

**Tallo:** el tallo del trigo crece de acuerdo con las variedades, normalmente de 60 a 120 cm, para facilitar la cosecha mecánica (Robles, 1990). El tallo se alarga durante el encañado y lleva 7 u 8 hojas envainadoras a lo largo de la longitud de un entrenudo. En casi todas las variedades, el tallo, que es al principio macizo, se vuelve después hueco, salvo en los nudos, donde permanece macizo (Guerrero, 1999).

**Hojas:** en cada nudo nace una hoja, las cuales son cintiformes, paralelinervias y terminan en punta, teniendo una longitud que varía de 15 a 25 cm y de 0.5 a 1 cm de ancho. El número de hojas varía de 4 a 6.

**Flor:** se compone de un estigma y alrededor nacen las anteras que tienen un filamento que se alarga conforme madura el estigma hasta que adquiere un aspecto plumoso que es exactamente cuando se encuentra receptivo. Cuando llega a este estado, las anteras están próximas a reventarse soltando el polen sobre el estigma.

**Inflorescencia:** es una espiga formada por espiguillas dispuestas alternamente en un eje central denominado raquis, en donde puede haber hasta 25. El número de flores fértiles que contienen cada espiguilla depende de la variedad y el estado en que se ha desarrollado el trigo, pero varía de 2 a 5.

**Fruto:** es un grano o cariósido de forma ovoide con una ranura o pliegue en la parte ventral, en un extremo lleva el germen y en el otro tiene una pubescencia que se le llama brocha.

### **Condiciones ecológicas y edáficas**

**Temperatura:** el trigo es un cultivo de estación fría, la temperatura mínima de crecimiento es de aproximadamente 3-4°C, la óptima alrededor de los 25°C y la máxima alrededor de los 30-32°C.

**Humedad:** el trigo es producido en zonas con pluviometría media anual comprendida entre 200 y 1,750 mm. Aunque la mayor superficie cultivada se localiza entre 375 y 875 mm de lluvia anual.

**Suelos:** los más idóneos son los de textura media a pesada y buena estructura, que permiten un buen drenaje, al serle perjudicial el encharcamiento.

Los mejores rendimientos se obtienen en suelos arcillo-limosos o arcillosos bien provistos de calcio, con un buen poder absorbente y no excesivamente aireado. Dentro del pH el suelo prospera muy bien en suelos neutros teniendo un óptimo de 5.4 a 7.

### **Importancia de los cereales en México**

En México la acentuada necesidad de grano para la alimentación animal y humana invita a la búsqueda de nuevas áreas en las que especies mejor adaptadas sean capaces de producir algún alimento para la creciente demanda.

Por ello en los últimos años el rendimiento de grano y sus componentes han sido las características más estudiadas en las plantas cultivadas en la búsqueda de alternativas para la obtención de nuevas variedades con mayor capacidad productiva (García *et al.*, 2003).

La expresión del rendimiento es influenciada por factores del medio ambiente, entre los cuales la temperatura es uno de los más importantes para el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos (Grass y Burris, 1995; García *et al.*, 2003).

En general se considera que la semilla de alta calidad es el principal insumo para obtener altos rendimientos de los cultivos, al producir plantas sanas, resistentes a enfermedades y a condiciones adversas (Bishaw *et al.*, 2007).

### **Estimación de rendimiento.**

Para los ganaderos siempre es importante conocer la cantidad de forraje que se tiene en la finca. Generalmente, recurrimos a la experiencia, basada en los resultados de los años anteriores, respecto a clima y cantidad de animales que se tuvo o simplemente se busca la experiencia de algún vecino o técnico.

A pesar de que cortar todo el material a un pasto de corte y pesarlo, es una manera de “estimar” cuánto material hay, no es práctico o aplicable para que los productores tomen decisiones hacia el futuro (época ceca). Surge por tanto, la necesidad de hacer estimaciones o aproximaciones, con base en muestras o mediciones en una pequeña parte del área, asegurando una alta confiabilidad en el resultado, para ello es importante conocer:

**Área:** se debe conocer cuánto terreno se destina al cultivo para los animales. Se parte de que todo terreno tiene un ancho y un largo, que debemos conocer y la multiplicación de ellos, dará como resultado el área.

**Cantidad de surcos:** Si el cultivo de corte está establecido en surcos, es necesario conocer la distancia entre los surcos, para calcular al final el rendimiento.

**Muestreo:** El objetivo del muestreo, es tomar medidas en sólo una pequeña fracción del área y de ahí conseguir una aproximación o estimado de cuanto forraje hay en pie en ese momento.

Como forma de expresar los rendimientos, se utiliza las toneladas por hectárea, abreviado “t/ha”. La forma de calcular el rendimiento (RC) es la siguiente:

$$\text{RC} = (\text{MLSH}) * (\text{PPM})$$

Donde:

**MLSH**= metros lineales de surco por hectárea, se calcula así: (100/dist. entre surco promedio X 100).

**PPM**= peso promedio de muestra.

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

La mayor parte de los alimentos que se clasifican como forrajes tienen un gran contenido de fibra. En general, los forrajes contienen un 18% en fibra, pero hay excepciones. El contenido de proteínas, minerales y vitaminas de los forrajes es muy variable.

La etapa de madurez es un factor importante que afecta a la composición del forraje y a su valor nutritivo. El valor nutritivo depende básicamente de la relación tallo / hojas de la planta, ya que los tallos contienen más fibra que las hojas; en efecto, la digestibilidad de las hojas es 80- 90%, mientras que la de los tallos es 50-70%. Puesto que la relación tallos / hojas aumenta con la edad, la digestibilidad también se reduce con la madurez.

Por lo tanto, cuanto más joven sea un forraje mayor será su valor nutritivo. No obstante, el forraje demasiado joven puede provocar trastornos importantes.

El valor nutritivo es función del consumo de nutrientes y de la eficiencia de conversión de los nutrientes ingeridos, en producto animal. A su vez, el consumo de nutrientes es el producto de la cantidad de forraje consumido y la concentración de nutrientes en ese forraje y la eficiencia de conversión de nutrientes en producto animal comprende las eficiencias en los procesos digestivos y metabólicos (Hodgson, 1990).

### **Producción de forraje con cereales de invierno.**

Los cereales de invierno se emplean en muchas zonas de clima templado, como forraje verde, para pastoreo o bien para ensilar, y han sido objeto de muchos estudios.

Estos cultivos son tradicionales en el N.O. de España (Lloveras, 1986), formando parte de la rotación de cultivos de los que es el maíz el cultivo principal.

En la provincia de Soria, la mayor parte de las explotaciones ovinas son subsidiarias de las explotaciones agrícolas cerealistas, coincidiendo las mayores explotaciones ovinas con las mayores explotaciones cerealistas, que utilizan en su alimentación gran cantidad de cereales.

El 62,34% de las unidades forrajeras (UF) consumidas como alimento conservado es bajo forma de cereal en explotaciones de más de 600 ovejas reproductoras en la provincia de Soria (Ciria *et al*, 1995).

La distribución de los cultivos ha cambiado sensiblemente en la provincia de Soria y, en general, en todas las zonas cerealistas donde se ubica el mayor censo de ganado ovino y son numerosas las tierras marginales que se retiran del cultivo, siendo susceptibles de utilización con siembras de cereal cubriendo de esa forma el déficit de pastos al principio de la primavera (Ciria *et al*, 1997).

Comúnmente han sido etiquetados como cultivos "caros" y hubo muchos intentos para tratar de suplantarlos por otras fuentes de producción otoño-invernal, pero hasta el momento no se han identificado otros cultivos que los superen, por el contrario la superficie dedicada a estos cereales forrajeros en la década del 80 y 90 se fue incrementado en forma considerable. Esto ocurrió en especial con la avena, la cual lo hizo en parte sustituyendo la superficie que ocupaba el centeno.

Por lo dicho anteriormente estos cereales se han constituido en un cultivo imprescindible en cualquier sistema de producción pastoril de carne o leche y por lo tanto lo que debe analizarse es como ajustar las variables de manejo del cultivo para lograr aumentar en forma marcada la producción de forraje para disminuir los costos de cada ración que se le provee al animal diariamente.

La utilidad de los cereales de invierno como plantas forrajeras es consecuencia de:

- \* **Su facilidad de establecimiento:** mucho más rápidas que otras especies de la misma familia.
- \* **Su seguridad en la producción:** mucha más cantidad de forraje por unidad de superficie.
- \* **Sencillez de su aprovechamiento:** tanto en verde como en conservado.

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, lamentablemente, en general, solo se obtiene alrededor de un 40-50 % de ese potencial para cada región (Tomaso, 2008).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Localización y descripción de los sitios experimentales**

El presente trabajo se llevo a cabo en dos localidades durante el ciclo agrícola otoño-invierno (O-I) 2010- 2011, una de las localidades fue el campo experimental Zaragoza, propiedad de la UAAAN y ubicado en el Municipio de Zaragoza, Coahuila, la otra localidad fue el rancho “Las Vegas”, pequeña propiedad ubicada en el municipio de Francisco I Madero, Coahuila, cuyas coordenadas geográficas y condiciones climáticas se citan a continuación.

**Zaragoza**, se ubica geográficamente a 28<sup>0</sup>30' latitud Norte y 100<sup>0</sup>55' longitud Oeste, con una altitud de 360 msnm, una temperatura promedio anual de 20.6°C y una precipitación pluvial media anual de 376.3 mm.

**Las Vegas**, esta localidad se encuentra geográficamente a 25<sup>0</sup>33' latitud Norte y 103<sup>0</sup>26' longitud Oeste, con una altitud de 1137 msnm, una temperatura anual promedio de 22.6°C y una precipitación promedio de 217.1 mm.

### **Desarrollo del experimento en campo**

#### **Material genético utilizado**

El material genético utilizado (Cuadro 3.1) consistió en 27 genotipos de trigo derivados del Programa de Cereales de grano pequeño de invierno de la UAAAN, dos testigos comerciales (Triticale cv Eronga 83 y Avena cv Cuauhtémoc, así como la variedad experimental de cebada forrajera (Narro-95).

**Cuadro3.1 Material genético evaluado en la presente investigación**

<b>NUMERO</b>	<b>GENOTIPO</b>	<b>NUMERO</b>	<b>GENOTIPO</b>
1	AN-249-99	16	AN-220-99
2	AN-268-99	17	AN-221-99
3	AN-263-99	18	AN-222-99
4	AN-251-99	19	AN-225-99
5	AN-258-99	20	AN-226-99
6	AN-272-99	21	AN-227-99
7	AN-267-99	22	AN-228-99
8	AN-244-99	23	AN-229-99
9	AN-236-99	24	AN-230-99
10	AN-209-99	25	AN-264-99
11	AN-211-99	26	AN-326-99
12	AN-216-99	27	AN-336-99
13	AN-217-99	28	NARRO-95
14	AN-218-99	29	AVENA
15	AN-219-99	30	ERONGA 83

**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.

**Densidad de siembra.**

La densidad de siembra para cada localidad fue de 120 kg ha.

**Fertilización.**

La fertilización total fue de 120-60-00 utilizando como fuentes Urea y MAP, aplicando 50-50-00 al momento de la siembra y el resto en el primer auxilio en ambas localidades.

**Fecha de siembra.**

Para la localidad de las Vegas fue el 14 de Diciembre del 2010 en seco y en Zaragoza el 8 de Diciembre del mismo año.

**Riego.**

El riego de siembra se dio el día 16 de Diciembre aplicando 4 riegos en ambas localidades.

**Parcela experimental.**

La parcela experimental fue de 5.4 m<sup>2</sup> (seis surcos de tres metros de largo con 0.3 de separación entre surcos).

**Datos registrados.**

**Altura de planta:** medida en cm en cada parcela, considerando desde la superficie del suelo a la parte superior de la planta (extremo distal de la espiga).

**Cobertura:** se estimó como porcentaje del terreno cubierto por la planta.

**Etapas fenológicas:** al momento del corte, se anotó la etapa fenológica en la que se encontraban los genotipos, de acuerdo a la escala de Zadoks *et al.* (1974)

En bodega el material verde cosechado de cada localidad fue separado en sus diferentes fracciones (tallos, hojas y espigas), dejándose secar hasta peso constante en un asoleadero.

Estas variables se registraron en gr y posteriormente se transformaron a t ha<sup>-1</sup>, de esta forma se registraron las variables:

- ❖ Peso seco de hojas (PH)
- ❖ Peso seco de tallos (PT)
- ❖ Peso seco de espigas (PE)

Mediante la suma de estas fracciones se obtuvo el forraje seco total (FST).

Para forraje seco total, peso seco de tallos, peso seco de hojas y peso seco de espigas, los datos fueron registrados en gramos por parcela y posteriormente se transformaron a toneladas por hectárea.

## Diseño experimental

Los genotipos se evaluaron en cada localidad bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Se realizó un análisis combinado de la varianza (ANOVA) para los efectos principales de genotipo (G) y ambiente (A) mediante:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + A_j + GA_{ij} + Bk(j) + E_{ijk}$$

Donde:

**Y<sub>ijk</sub>** = Rendimiento promedio del i-ésimo genotipo obtenido en el j-ésimo ambiente y k-ésima repetición.

**μ** = Efecto de la media general.

**G<sub>i</sub>** = Efecto del i-ésimo genotipo.

**A<sub>j</sub>** = Efecto del j-ésimo ambiente.

**GA<sub>ij</sub>** = Efecto de la interacción entre el i-ésimo genotipo y el j-ésimo ambiente.

**Bk(j)** = Efecto de la k-ésima repetición anidada en el j-ésimo ambiente.

**E<sub>ijk</sub>** = Efecto aleatorio del error experimental asociado al i-ésimo genotipo en el j-ésimo ambiente y k-ésima repetición, según el modelo lineal aditivo.

## Comparación de medias

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

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

Donde:

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

$gle$  = grados de libertad del error.

CMEE = cuadrados medios del error experimental.

$r$  = repeticiones.

## **Coeficiente de variación**

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

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

Donde:

CMEE= cuadrados medios del error.

$\bar{x}$ = media general.

100= constante para reportar el dato en porciento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Resultados de los análisis de varianza y pruebas de medias

#### Materia seca de tallos

El análisis de varianza combinado para materia seca de tallos (Cuadro 4.1) muestra que las fuentes de variación que reportaron alta significancia fueron: localidades y variedades, mientras que la interacción variedad x localidad no registró diferencias significativas. Esto sugiere que los efectos de las localidades se adicionaron a los efectos de las variedades, de tal forma que variedades con mayor potencial de rendimiento sembradas en buenos ambientes dieron buena cantidad de materia seca de tallos, obteniendo una media general de 6.44 t ha<sup>-1</sup>.

**Cuadro 4.1 Análisis de varianza combinado para materia seca de tallos. Ciclo 2010-11.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>
<b>Loc</b>	<b>1</b>	<b>849.912</b>	<b>849.912**</b>
<b>Rep/Loc</b>	<b>4</b>	<b>11.924</b>	<b>2.981</b>
<b>Var</b>	<b>29</b>	<b>180.546</b>	<b>6.226**</b>
<b>Var*Loc</b>	<b>29</b>	<b>87.887</b>	<b>3.031NS</b>
<b>EE</b>	<b>116</b>	<b>228.510</b>	
<b>Total</b>	<b>179</b>	<b>1358.780</b>	

Coefficiente de variación: 21.76 %

Media general: 6.44 t ha<sup>-1</sup>.

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

Al realizar la prueba de medias (DMS al 0.05 de probabilidad) para materia seca de tallos (Cuadro 4.2) se formaron 8 grupos: el primero lo integran las líneas AN-326-99, AN-228-99, AN-268-99, NARRO-95, AN-263-99, AN-220-99, AN-230-99, AN-264-99, AN-244-99, AN-216-99, AN-251-99, AN-258-99, AN-217-99, AN-272-99, AN-229-99 y AN-226-99, donde las tres primeras obtuvieron los promedios más altos con 8.12, 7.93 y 7.90 t ha<sup>-1</sup> pero son estadísticamente iguales a los promedios de la cebada NARRO-95 y las líneas ya mencionadas.

Las líneas con menor materia seca de tallos fueron: AN-211-99 ubicándose en el penúltimo grupo y Avena en el último, con promedios de 5.04 y 3.08 t ha<sup>-1</sup> respectivamente.

**Cuadro 4.2 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre variedades para materia seca de tallos.**

Tratamiento	Variedad	PT (t ha <sup>-1</sup> )	Significancia
26	AN-326-99	8.1297	A
22	AN-228-99	7.9377	A
2	AN-268-99	7.9098	A
28	NARRO-95	7.7265	AB
3	AN-263-99	7.3772	ABC
16	AN-220-99	7.3448	ABCD
24	AN-230-99	7.2233	ABCDE
25	AN-264-99	7.0757	ABCDEF
8	AN-244-99	6.9433	ABCDEF
12	AN-216-99	6.927	ABCDEF
4	AN-251-99	6.7963	ABCDEF
5	AN-258-99	6.7832	ABCDEF
13	AN-217-99	6.677	ABCDEF
6	AN-272-99	6.6693	ABCDEF
23	AN-229-99	6.6308	ABCDEFG
20	AN-226-99	6.59	ABCDEFG
9	AN-236-99	6.2767	BCDEFG
7	AN-267-99	6.1862	BCDEFG
30	ERONGA-83	6.1513	BCDEFG
14	AN-218-99	5.9422	CDEFG
27	AN-336-99	5.9335	CDEFG
18	AN-222-99	5.8898	CDEFG
10	AN-209-99	5.8807	CDEFG
15	AN-219-99	5.7653	DEFG
19	AN-225-99	5.7307	EFG
17	AN-221-99	5.622	EFG
21	AN-227-99	5.6082	FG
1	AN-249-99	5.5747	FG
11	AN-211-99	5.0468	G
29	AVENA	3.0847	H

Valor DMS= 1.605 t ha<sup>-1</sup>

Comparado con lo reportado por Chávez (2009), los promedios obtenidos en este trabajo son mayores, a excepción de Avena que está por debajo de lo reportado, probablemente debido a que avena es más susceptible al daño por heladas (las cuales ocurrieron el 3 y 4 de febrero del 2011).

Lo descrito anteriormente hace referencia a lo mencionado por Almorox (2010), quien menciona que las temperaturas tienen efecto sobre la velocidad de crecimiento, germinación, transpiración, respiración, fotosíntesis, y absorción de agua y nutrientes.

<http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/tema-5/ACCION-DE-LA-TEMPERATURA-SOBRE-LA-VEGETACION.pdf>

### **Materia seca de hojas**

El análisis de varianza (Cuadro 4.3) muestra que las fuentes de variación con alto grado de significancia fueron: localidades y variedades, mientras que la interacción variedad x localidad no registró significancia. Esto sugiere, al igual que en la variable anterior, que los efectos de las localidades se adicionaron a los efectos de las variedades, de tal forma que las variedades con mayor potencial de rendimiento que se sembraron en condiciones óptimas dieron buena cantidad de materia seca de hojas.

**Cuadro 4.3 Análisis de varianza combinado para materia seca de hojas. Ciclo 2010-11**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>
<b>Loc</b>	<b>1</b>	<b>325.304</b>	<b>325.304**</b>
<b>Rep/Loc</b>	<b>4</b>	<b>13.648</b>	<b>3.412</b>
<b>Var</b>	<b>29</b>	<b>68.444</b>	<b>2.360**</b>
<b>Var*Loc</b>	<b>29</b>	<b>54.813</b>	<b>1.890NS</b>
<b>EE</b>	<b>116</b>	<b>1.250</b>	
<b>Total</b>	<b>179</b>	<b>607.226</b>	

Coefficiente de variación: 24.39 %

Media general: 4.58 t ha<sup>-1</sup>.

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

Al realizar la prueba de medias (DMS al 0.05 de probabilidad) para materia seca de hojas (Cuadro 4.4) se formaron 7 grupos; el primer grupo lo integran los genotipos: AN-220-99, AN-217-99, AN-336-99, AN-216-99, AN-264-99, AN-209-99, AN-244-99, AN-326-99, AN-258-99, AN-226-99, AN-251-99, AN-227-99, AN-267-99, AN-225-99, NARRO-95, AN-219-99, AN-268-99, AN-272-99, AN-218-99, AN-229-99, AN-222-99, AN-221-99, AVENA, donde los dos primeros obtuvieron los promedios más altos con 5.57 y 5.56 t ha<sup>-1</sup> pero son estadísticamente iguales a los promedios de Cebada NARRO-95 y los genotipos ya mencionados.

El último grupo lo integra ERONGA-83 que obtuvo el menor promedio con 2, 9247 t ha<sup>-1</sup>, sin embargo, se obtuvo un mayor promedio en comparación con lo reportado por Chávez, (2009).

Según Colín citado por Hernández (2012) mencionan que una buena calidad se asocia con una mayor proporción de hojas (o relación hoja tallo) debido a su mejor digestibilidad y mayor contenido de proteína en las hojas que los tallos, ya que como se sabe es justamente en las hojas donde regularmente se encuentra la mayoría de los nutrientes en los forrajes, de tal modo que alta producción de hojas incrementa la calidad forrajera.

Haciendo referencia a lo dicho anteriormente se determina que los genotipos AN-220-99 y AN-217-99 con medias de 5.5776 y 5.5608 t ha<sup>-1</sup> respectivamente presentan excelente calidad forrajera, debido a que presentan mayor peso seco de hojas, mientras que el genotipo ERONGA 83 presentaría un calidad forrajera menor.

**Cuadro 4.4 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre variedades para materia seca de hojas.**

Tratamiento	Variedad	PH (t ha <sup>-1</sup> )	Significancia
16	AN-220-99	5.5767	A
13	AN-217-99	5.5608	A
27	AN-336-99	5.4627	AB
12	AN-216-99	5.3275	ABC
25	AN-264-99	5.3052	ABC
10	AN-209-99	5.105	ABCD
8	AN-244-99	5.0785	ABCD
26	AN-326-99	5.0748	ABCD
5	AN-258-99	5.04	ABCD
20	AN-226-99	4.9427	ABCDE
4	AN-251-99	4.8347	ABCDE
6	AN-227-99	4.7583	ABCDE
7	AN-267-99	4.6658	ABCDEF
19	AN-225-99	4.657	ABCDEF
28	NARRO-95	4.6197	ABCDEF
15	AN-219-99	4.5323	ABCDEF
2	AN-268-99	4.4958	ABCDEF
6	AN-272-99	4.431	ABCDEF
14	AN-218-99	4.425	ABCDEF
23	AN-229-99	4.42	ABCDEF
18	AN-222-99	4.3672	ABCDEF
17	AN-221-99	4.3372	ABCDEF
29	AVENA	4.3262	ABCDEF
3	AN-263-99	4.1877	BCDEFG
1	AN-249-99	4.087	CDEFG
22	AN-228-99	3.9153	DEFG
24	AN-230-99	3.898	DEFG
11	AN-211-99	3.7563	EFG
9	AN-236-99	3.3998	FG
30	ERONGA 83	2.9247	G

Valor DMS= 1.27 t ha<sup>-1</sup>

### Materia seca de espigas

Para materia seca de espigas (Cuadro 4.5), se encontró que entre localidades, variedades y la interacción variedad por localidad hubo diferencias altamente significativas, sugiriendo que las variedades mostraron un comportamiento diferencial cuando se evaluaron en las localidades de estudio.

**Cuadro 4.5 Análisis de varianza combinado para materia seca de espigas. Ciclo 2010-11.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>
<b>Loc</b>	<b>1</b>	<b>4.962</b>	<b>4.962**</b>
<b>Rep/Loc</b>	<b>4</b>	<b>3.825</b>	<b>0.956</b>
<b>Var</b>	<b>29</b>	<b>55.342</b>	<b>1.908**</b>
<b>Var*Loc</b>	<b>29</b>	<b>14.850</b>	<b>0.512**</b>
<b>EE</b>	<b>116</b>	<b>28.144</b>	
<b>Total</b>	<b>179</b>	<b>107.125</b>	

Coefficiente de variación: 30.11 %

Media general: 1.63 t ha<sup>-1</sup>.

\*\* (Altamente significativo).

La prueba de medias (Cuadro 4.6) mostró que se formaron 7 grupos; el primer grupo lo integran AN-268-99, ERONGA-83, AN-326-99, AN-228-99, AN-230-99 y AN-263-99 donde los dos primero obtuvieron los promedios más altos con 2.73 y 2.58 t ha<sup>-1</sup> respectivamente siendo estadísticamente superiores los genotipos ya mencionados al resto de los grupos.

En el segundo grupo se incluye AN-236-99, AN-272-99, AN-258-99, AN-229-99, NARRO-95, AN-244-99 con 2.01, 1.97, 1.96, 1.96, 1.93 y 1.85 t ha<sup>-1</sup> respectivamente. En el penúltimo y último grupo se incluyeron AN-336-99 y AVENA con 0.92 y 0.21 t ha<sup>-1</sup> respectivamente.

Los resultados presentados en este trabajo muestran que el genotipo ERONGA-83 difirió de lo reportado por Chávez (2009), al mostrar mejor promedio, sin embargo, NARRO-95 se ubicó en el segundo grupo, contrario a lo reportado por Chávez quien la ubicó como el mejor genotipo.

Probablemente este comportamiento de NARRO-95 y ERONGA-83 se debió al efecto de helada que retrasó el desarrollo de la espiga o afectó el llenado del grano, además de la precocidad de los genotipos ya que unos son más precoces y en su caso afectó en la etapa de espigado.

**Cuadro 4.6 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre variedades para materia seca de espigas.**

Tratamiento	Variedad	PE (t ha <sup>-1</sup> )	Significancia
2	AN-268-99	2.7387	A
30	ERONGA 83	2.58	A
26	AN-326-99	2.3955	AB
22	AN-228-99	2.3917	AB
24	AN-230-99	2.3565	AB
3	AN-263-99	2.3563	AB
9	AN-236-99	2.0122	BC
6	AN-272-99	1.9773	BC
5	AN-258-99	1.9658	BC
23	AN-229-99	1.9603	BC
28	NARRO-95	1.9318	BCD
8	AN-244-99	1.8557	BCDE
1	AN-249-99	1.5938	CDEF
25	AN-264-99	1.5638	CDEF
16	AN-220-99	1.5447	CDEF
20	AN-226-99	1.534	CDEF
4	AN-251-99	1.4582	CDEFG
10	AN-209-99	1.3922	DEFG
13	AN-217-99	1.3178	EFG
11	AN-211-99	1.308	EFG
12	AN-216-99	1.3012	EFG
21	AN-227-99	1.267	FG
17	AN-221-99	1.2632	FG
14	AN-218-99	1.2325	FG
18	AN-222-99	1.2318	FG
7	AN-267-99	1.1925	FG
15	AN-219-99	1.1803	FG
19	AN-225-99	1.0347	FG
27	AN-336-99	0.9265	G
29	AVENA	0.2113	H

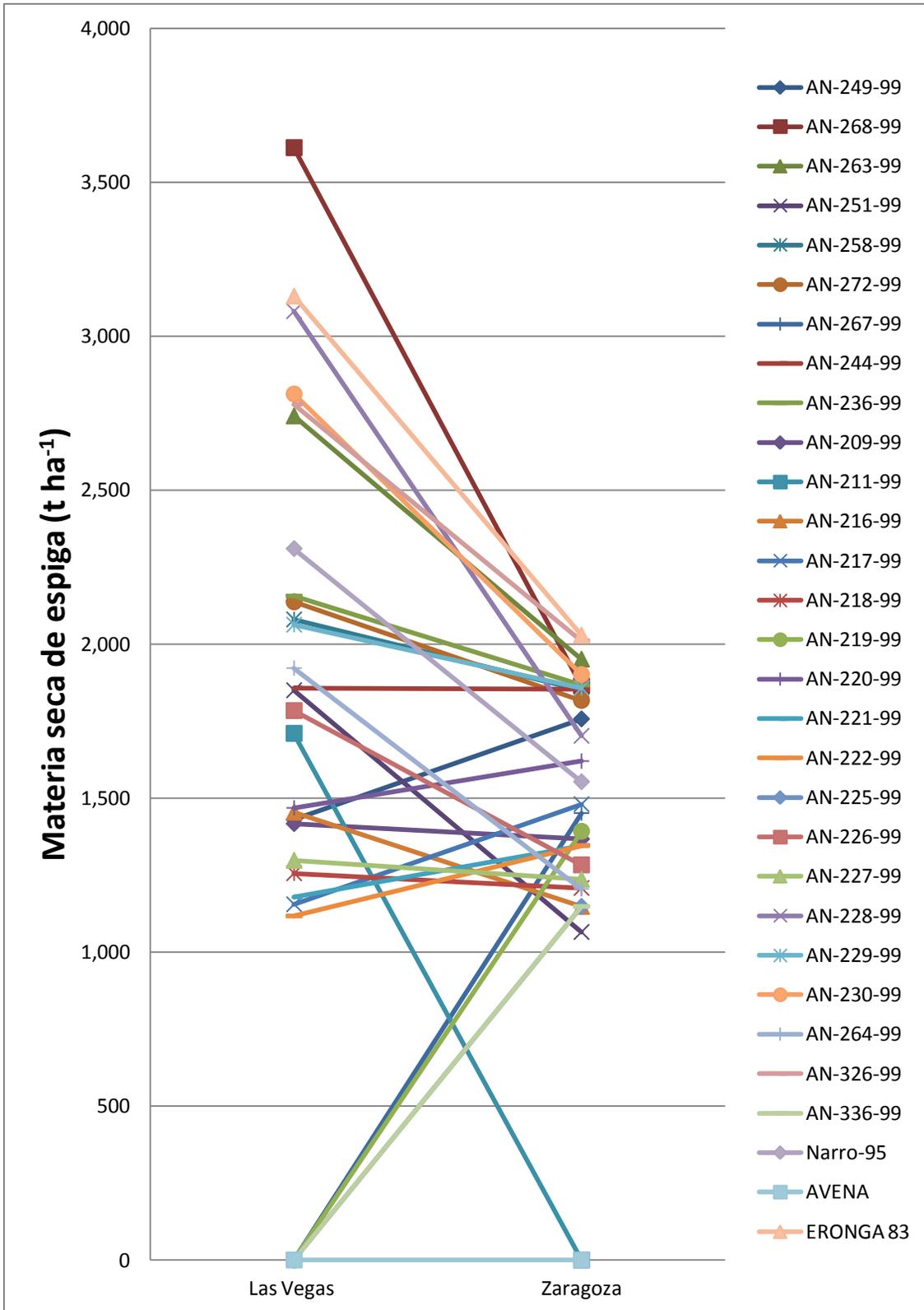
Valor DMS= 0.5633 t ha<sup>-1</sup>

En la figura 4.1 se puede observar que los genotipos establecidos en la localidad “Las Vegas” presentaron un mayor peso en esta variable, sin embargo los genotipos AN-267-99, AN-219-99, AN-336-99, AN-222-99, AN-221-99, AN-217-99, AN-220-99, AN-249-99 obtuvieron un peso mayor en “Zaragoza”, razón por la cual el análisis de varianza detectó significancia en la interacción variedades por localidad, mostrando un comportamiento diferencial, probablemente a la respuesta de fertilizantes, fenología de los genotipos y condiciones climáticas y edáficas de las localidades de estudio.

Sin embargo se parte de que en la medida de que se puedan generar genotipos con escasa interacción con el ambiente o de reacción gradual o favorable del rendimiento a la mejora de las condiciones del ambiente, se habrá obtenido el mejor genotipo apropiado para la producción (Wissar y Ortiz, 1987).

Por lo antes mencionado los genotipos que tuvieron un comportamiento similar en los dos ambientes fueron: AN-209-99, AN-244-99, AN-218-99, AN-227-99. Así mismo, los genotipos con mayor peso de materia seca de espigas y respuesta al ambiente “Las Vegas” fueron AN-268-99 y ERONGA 83.

Dentro de los testigos comerciales se destaca ERONGA 83 favorecido por el ambiente uno (Las Vegas) y quedándose por debajo de este NARRO 95 y AVENA la cual obtuvo el menor peso de todos los genotipos, probablemente se debió al daño que sufrió por heladas reflejándose en un retraso en su desarrollo, motivo por el cual mostró bajo peso de espiga.



**Figura 4.1 Comportamiento de los genotipos a través de las dos localidades de estudio para materia seca de espigas (Las Vegas y Zaragoza, Coahuila).**

### **Materia seca total**

El análisis de varianza (Cuadro 4.7) muestra que las fuentes de variación con respecto a esta variable con alto grado de significancia fueron, localidades y variedades, mientras que variedad x localidad no registró diferencia significativa. Como se mencionó anteriormente, esto refleja que los efectos de localidades se sumaron a los efectos de las variedades, dicho esto, variedades con alto potencial de rendimiento de materia seca total que fueron sembradas en ambientes favorables presentaron altos rendimientos.

**Cuadro 4.7 Análisis de varianza combinado para materia seca total. Ciclo 2010-11.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>
<b>Loc</b>	<b>1</b>	<b>2442.005</b>	<b>2442.005**</b>
<b>Rep/Loc</b>	<b>4</b>	<b>33.209</b>	<b>8.302NS</b>
<b>Var</b>	<b>29</b>	<b>462.112</b>	<b>15.934**</b>
<b>Var*Loc</b>	<b>29</b>	<b>267.306</b>	<b>9.217NS</b>
<b>EE</b>	<b>116</b>	<b>773.836</b>	
<b>Total</b>	<b>179</b>	<b>3978.469</b>	

Coefficiente de variación: 20.39 %

Media general: 12.66 t ha<sup>-1</sup>

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

Para esta variable se formaron siete grupos de significancia al comparar sus medias: en el primero destaca AN-326-99, AN-268-99, AN-220-99, NARRO-95, AN-228-99, AN-264-99, AN-263-99, AN-244-99, AN-258-99, AN-216-99, AN-217-99, AN-230-99, AN-251-99, AN-272-99, AN-226-99, AN-229-99, donde el primer genotipo obtuvo el mayor promedio con 15.600 t ha<sup>-1</sup> y siendo estadísticamente igual a los ya mencionados (Cuadro 4.9).

NARRO-95 se ubica como el cuarto mejor genotipo con una media de 14.27 t ha<sup>-1</sup>, contrario a lo reportado por Chávez (2009), quien lo reportó como el mejor y con una media de 9.24 t ha<sup>-1</sup>, de igual manera para AVENA y ERONGA-83 donde los ubica como el cuarto y quinto lugar, con promedios de 8.61 y 8.42 t ha<sup>-1</sup> respectivamente, dentro del mismo grupo de significancia, contrario a lo reportado en el presente trabajo donde ERONGA-83 está dentro del tercer grupo y AVENA en el último con promedios de 11.65 t ha<sup>-1</sup> y 7.62 t ha<sup>-1</sup> respectivamente, sugiriendo que la avena fue más afectada por la helada.

## Aporte de las fracciones

Se ha definido que la calidad forrajera se asocia con una mayor proporción de hojas debido a su mejor digestibilidad y mayor contenido de proteína que los tallos; en otros casos, como en la cebada también se ha relacionado a una mayor proporción de materia seca de espigas ya que es más digestible y nutritiva que otras fracciones.

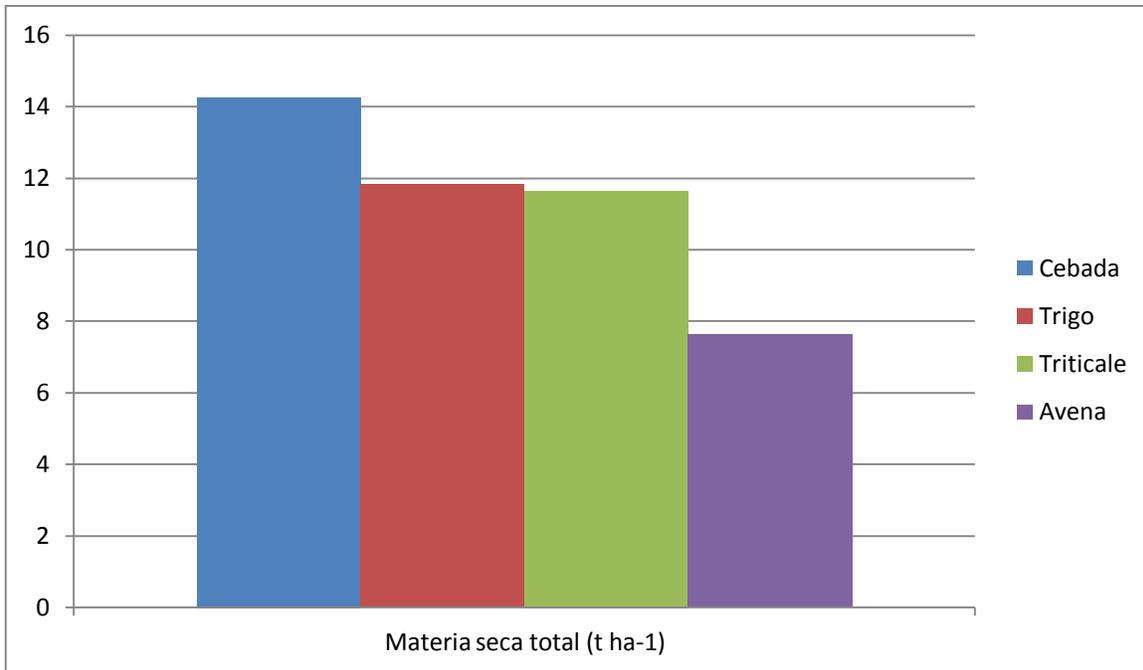
En el presente trabajo, en promedio de todos los genotipos, el 50.90% lo aportaron los tallos, el 36.20% hojas y el 12.88% espigas de materia seca total.

### Cuadro 4.8 Aporte porcentual de cada una de las especies y sus fracciones (tallos, hojas y espigas).

<b>Especie</b>	<b>% Tallos</b>	<b>% Hojas</b>	<b>% Espigas</b>
<b>Trigo</b>	52.94	37.07	9.97
<b>Cebada</b>	58.70	29.30	11.99
<b>Avena</b>	44.48	47.43	8.08
<b>Triticale</b>	55.78	22.68	21.53

De acuerdo a la evaluación de la productividad de 4 cereales de invierno (Cebada, Avena, Triticale y Trigos) se encontraron los siguientes valores: Cebada (NARRO-95) tiene un aporte de 58.70% de tallos, 29.30% de hojas y 11.99% de espigas, 55.78% tallos, 22.68% de hojas y 21.53% de espigas en Triticale (ERONGA 83), 52.94% de tallos, 37.07% de hojas y 9.97% de espigas para Trigos, 44.48% de tallos, 47.43% de hojas y 8.08% de espigas para Avena, por lo cual se concluye que el genotipo afecta la cantidad de biomasa y la distribución entre ellos y espigas. (Juskiw *et al.*, 2000).

Cabe resaltar que Cebada, Triticale y Trigo se comportaron de cierta manera igual, pues su aporte sobrepasa el 50% de tallos, sin embargo, Cebada fue quien tuvo mayor aportación con el 58.7%, Triticale con el 55.78% y Trigo con el 52.94% de tallos respectivamente.



**Figura 4.2 Producción de materia seca total en t ha-1 por especie.**

La cebada forrajera es el cereal de mayor producción de materia seca, seguido de Trigo, Triticale y Avena.

Estos datos coinciden con los reportados por Tomaso (2008), donde realizó más de 200 muestras cosechadas durante 5 años, para determinar el rendimiento de materia seca de 5 cereales forrajeros (Cebada, Avena, Centeno, Triticale y Trigo) y quedando de manifiesto que cebada sin duda alguna es la especie con mayor producción forrajera.

**Cuadro 4.9 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre variedades para materia seca total.**

Tratamiento	Variedad	PST (t ha <sup>-1</sup> )	Significancia
26	AN-326-99	15.6	A
2	AN-268-99	15.144	AB
16	AN-220-99	14.467	ABC
28	NARRO 95	14.278	ABCD
22	AN-228-99	14.244	ABCD
25	AN-264-99	13.944	ABCDE
3	AN-263-99	13.911	ABCDE
8	AN-244-99	13.878	ABCDE
5	AN-258-99	13.789	ABCDE
12	AN-216-99	13.556	ABCDE
13	AN-217-99	13.555	ABCDE
24	AN-230-99	13.478	ABCDE
4	AN-251-99	13.089	ABCDE
6	AN-272-99	13.078	ABCDE
20	AN-226-99	13.067	ABCDE
23	AN-229-99	13.011	ABCDEF
10	AN-209-99	12.378	BCDEF
27	AN-336-99	12.322	BCDEF
7	AN-267-99	12.044	CDEF
9	AN-236-99	11.689	CDEF
30	ERONGA 83	11.656	CDEF
21	AN-227-99	11.634	CDEF
14	AN-218-99	11.6	CDEF
18	AN-222-99	11.489	DEF
15	AN-219-99	11.478	DEF
19	AN-225-99	11.422	DEF
1	AN-249-99	11.256	EF
17	AN-221-99	11.222	EF
11	AN-211-99	10.111	FG
29	AVENA	7.622	G

Valor DMS= 2.95 t ha<sup>-1</sup>

### Altura de planta

El análisis de varianza (Cuadro 4.10) muestra que las fuentes de variación con respecto a esta variable con alto grado de significancia son, localidades y variedades, mientras que la interacción variedad x localidad no registró diferencias significativas, esto significa que las variedades con mayor altura, sembradas en condiciones óptimas se vieron favorecidas en su crecimiento, conjuntándose ambos efectos y registrando una media general de 102.13 cm.

**Cuadro 4.10 Análisis de varianza combinado para altura de planta. Ciclo 2010-11.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>
<b>Loc</b>	<b>1</b>	<b>38866.805</b>	<b>38866.805**</b>
<b>Rep/Loc</b>	<b>4</b>	<b>585.555</b>	<b>146.388NS</b>
<b>Var</b>	<b>29</b>	<b>12155.694</b>	<b>419.161**</b>
<b>Var*Loc</b>	<b>29</b>	<b>2945.694</b>	<b>101.575NS</b>
<b>EE</b>	<b>116</b>	<b>11397.777</b>	
<b>Total</b>	<b>179</b>	<b>65951.527</b>	

Coefficiente de variación: 9.704876 %

Media general: 102.13 cm

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

En la prueba de medias (Cuadro 4.11) se formaron 12 grupos: destacando en el primero AN-229-99 el cual obtuvo el promedio más alto con 121.667 cm pero es estadísticamente igual a los promedios de ERONGA 83 con 118.33 cm, AN-228-99 con 116.66 cm y AN-244-99 con 112.50 cm. Dentro del segundo grupo están AN-263-99, AN-230-99 y AN-236-99 con una media de 110.00, 108.33 y 107.50 cm respectivamente. NARRO-95 se ubicó dentro del cuarto grupo con una media de 104.16 cm y AVENA en el último grupo con 83.33 cm.

Comparando estos resultados con los reportados por Chávez (2009) los promedios de todos los genotipos son superiores a los que el reporta, así mismo en la significancia de ERONGA-83 quien hace mención que fue el mejor genotipo con una media de 100.55 cm, contrario a lo que en este trabajo se presenta, de igual manera para AVENA quien se encuentra en el último grupo con 83.33 cm, contrario a lo reportado por Chávez quien lo ubica en el tercer grupo con 85.55 cm.

Es bien sabido que la cantidad de materia seca producida por una planta es dependiente de una amplia gama de factores ambientales y genéticos. Dentro de los ambientales, se incluyen la luz, CO<sub>2</sub>, temperatura, humedad disponible, y nutrientes, mientras que los genéticos se incluye al tipo de fotosíntesis, la estructura del dosel y índice de área foliar (Hopkins, 1999).

Para una comprensión de los causales de tipo fisiológico que determinan la producción de materia seca debido a diferencias en variedades, cultivos o en manejo agronómico, se requiere aplicar el análisis del crecimiento (Beadle, 1988). En base a lo mencionado se deduce que la altura no está asociada con la cantidad de materia seca producida.

**Cuadro 4.11 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre variedades para altura de planta.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Variedad</b>	<b>Altura de planta (cm)</b>	<b>Significancia</b>
23	AN-229-99	121.667	A
30	ERONGA 83	118.333	AB
22	AN-228-99	116.667	ABC
8	AN-244-99	112.5	ABCD
3	AN-263-99	110	BCDE
24	AN-230-99	108.333	BCDEF
9	AN-236-99	107.5	BCDEFG
26	AN-326-99	106.667	CDEFGH
16	AN-220-99	105	DEFGHI
7	AN-267-99	104.167	DEFGHIJ
6	AN-272-99	104.167	DEFGHIJ
28	NARRO-95	104.167	DEFGHIJ
2	AN-268-99	103.333	DEFGHIJ
10	AN-209-99	102.5	DEFGHIJ
27	AN-336-99	101.667	DEFGHIJK
4	AN-251-99	101.667	DEFGHIJK
13	AN-217-99	100	EFGHIJK
17	AN-221-99	100	EFGHIJK
15	AN-219-99	100	EFGHIJK
18	AN-222-99	98.333	FGHIJK
12	AN-216-99	97.5	FGHIJK
14	AN-218-99	97.5	FGHIJK
25	AN-264-99	96.667	GHIJK
19	AN-225-99	95.833	HIJK
5	AN-258-99	95	IJK
20	AN-226-99	94.167	IJKL
21	AN-227-99	93.333	JKL
1	AN-249-99	93.333	JKL
11	AN-211-99	90.833	KL
29	AVENA	83.333	L

Valor DMS= 11.335 cm

## Cobertura

El análisis de varianza combinado para cobertura (Cuadro 4.12) muestra que la fuente de variación con alto grado de significancia fue localidades, mientras que variedades solo reflejó significancia, por otro lado variedad x localidad no registraron diferencia significativa y reportándose una media de 78.80%.

**Cuadro 4.12 Análisis de varianza combinado para cobertura. Ciclo 2010-11.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>
<b>Loc</b>	<b>1</b>	<b>91.250</b>	<b>911.250**</b>
<b>Rep/Loc</b>	<b>4</b>	<b>744.444</b>	<b>186.111NS</b>
<b>Var</b>	<b>29</b>	<b>5964.027</b>	<b>205.656*</b>
<b>Var*Loc</b>	<b>29</b>	<b>4242.916</b>	<b>146.307NS</b>
<b>EE</b>	<b>116</b>	<b>14155.555</b>	
<b>Total</b>	<b>179</b>	<b>26018.194</b>	

Coefficiente de variación: 14.01773 %

Media general: 78.80%

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

En esta variable se formaron 7 grupos de significancia; destacando NARRO-95 con un promedio de 91.667 % siendo el genotipo con mayor cobertura, pero es estadísticamente igual a AN-217-99, AN-272-99, AN-267-99, AN-244-99, AN-220-99, AN-219-99, AN-336-99, AN-326-99, AN-228-99, AN-251-99, AN-258-99, AN-263-99, AN-229-99, AN-222-99 dentro del mismo grupo de significancia.

En el segundo grupo se ubican AN-221-99, AN-264-99, AN-216-99, AN-225-99, AN-209-99, AN-226-99, AN-218-99, AN-230-99, AN-268-99 y ERONGA 83 con promedios de 78.33, 77.50, 77.50, 76.66, 76.66, 76.66, 75.83, 75.83, 75.00 y 75.00 % respectivamente (Cuadro 4.13).

En el último grupo se encuentra AVENA con un promedio de 65.83 % resultando el más bajo; posiblemente debido al daño que sufrió por helada ya que en la mayoría de las variables de estudio se encuentra en los últimos lugares. Comparando los resultados reportados con Chávez (2009) coinciden que NARRO-95 sigue siendo el mejor genotipo, sin embargo se reporta una media de 91.66 % la cual es inferior al 95.00 % reportado por éste autor.

AVENA y ERONGA 83 también mostraron una disminución en su cobertura, probablemente se debió a que los genotipos mostraron buena capacidad de macollamiento en el trabajo realizado por éste autor y por lo tanto una mayor cobertura del terreno.

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo y lo reportado por Chávez (2009), se concluye que la cebada NARRO-95 sigue siendo el mejor genotipo para esta variable.

**Cuadro 4.13 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre variedades para cobertura.**

Tratamiento	Variedad	Cobertura (%)	Significancia
28	NARRO-95	91.667	A
13	AN-217-99	85.833	AB
6	AN-272-99	85.833	AB
7	AN-267-99	85	ABC
8	AN-244-99	85	ABC
16	AN-220-99	85	ABC
15	AN-219-99	84.167	ABCD
27	AN-336-99	83.333	ABCD
26	AN-326-99	82.5	ABCDE
22	AN-228-99	82.5	ABCDE
4	AN-251-99	80.833	ABCDE
5	AN-258-99	80	ABCDEF
3	AN-263-99	80	ABCDEF
23	AN-229-99	80	ABCDEF
18	AN-222-99	80	ABCDEF
17	AN-221-99	78.333	BCDEFG
25	AN-264-99	77.5	BCDEFG
12	AN-216-99	77.5	BCDEFG
19	AN-225-99	76.667	BCDEFG
10	AN-209-99	76.667	BCDEFG
20	AN-226-99	76.667	BCDEFG
14	AN-218-99	75.833	BCDEFG
24	AN-230-99	75.833	BCDEFG
2	AN-268-99	75	BCDEFG
30	ERONGA 83	75	BCDEFG
9	AN-236-99	72.5	CDEFG
1	AN-249-99	71.667	DEFG
21	AN-227-99	70	EFG
11	AN-211-99	67.5	FG
29	AVENA	65.833	G

Valor DMS= 12.632 %

## Etapa fenológica

El análisis de varianza combinado para la etapa fenológica al momento del corte, (Cuadro 4.14) muestra que todas las fuentes de variación con respecto a esta variable tuvieron un alto grado de significancia. Sugiriendo que la etapa fenológica de cada cultivo fue diferente, dado su ciclo vegetativo, tal como se presentó en la proporción de espigas aquí reportada y que las variedades se comportaron diferencialmente en los ambientes de evaluación. La media general de esta variable se ubicó en 65.8 que en la escala de Zadoks *et al.* (1974) correspondiente a la etapa 6 de anthesis.

**Cuadro 4.14 Análisis de varianza combinado para etapa fenológica. Ciclo 2010-11.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>
<b>Loc</b>	<b>1</b>	<b>720.000</b>	<b>720.000**</b>
<b>Rep/Loc</b>	<b>4</b>	<b>449.533</b>	<b>112.383**</b>
<b>Var</b>	<b>29</b>	<b>3220.800</b>	<b>111.062**</b>
<b>Var*Loc</b>	<b>29</b>	<b>3000.000</b>	<b>103.448**</b>
<b>EE</b>	<b>116</b>	<b>2250.466</b>	
<b>Total</b>	<b>179</b>	<b>9640.800</b>	

Coefficiente de variación: 6.693934 %

Media general: 65.80000

\*\* (Alta significancia)

Al realizar la prueba de medias (Cuadro 4.15) se registraron 10 grupos de significancia; dentro del primer grupo destaca NARRO-95 obteniendo la etapa más alta con 74.333 (etapa 7 que corresponde al estado lechoso del grano) pero es estadísticamente igual a los promedios de ERONGA 83, AN-230-99, AN-229-99, AN-236-99 y AN-228.99 con medias de 71.83, 70.50, 70.33, 70.00 y 69.66 respectivamente, mientras que AVENA se ubicó en el penúltimo grupo de significancia con una media de 59.00 (etapa 5 de espigado).

Al comparar estos datos con los de Chávez (2009), se observó que NARRO-95 sigue siendo el genotipo más precoz a pesar de tener una etapa media menor a la que él reporta, esto coincide con lo reportado por Silveira (2008) y Hernández (2012) quienes mencionan que en siembras tempranas la cebada es una de las especies con mayor precocidad en producción logrando altos volúmenes de forraje en cortos periodos pero con escasos rebrotes posteriores.

A diferencia de ERONGA 83 que se ubicó en el segundo lugar y con una media de 71.83, siendo superior a lo reportado por Chávez quien lo ubica en el tercer grupo de significancia y con una media de 68.00, así mismo para AVENA que a pesar de ubicarse en el penúltimo lugar y con una media de 59.00 es superior a lo que ese autor reporta, ya que lo ubicó en último lugar con una media de 52.00, sin embargo dentro de la escala de Zadoks estos dos valores hacen referencia a la etapa 5 de espigado.

**Cuadro 4.15 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre variedades para etapa fenológica.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Variedad</b>	<b>(%)</b>	<b>Significancia</b>
28	NARRO-95	74.333	A
30	ERONGA 83	71.833	AB
24	AN-230-99	70.5	ABC
23	AN-229-99	70.333	ABC
9	AN-236-99	70	ABC
22	AN-228-99	69.667	ABCD
3	AN-263-99	69	BCDE
6	AN-272-99	69	BCDE
20	AN-226-99	69	BCDE
2	AN-268-99	67.667	BCDEF
26	AN-326-99	67.667	BCDEF
1	AN-249-99	67.333	BCDEF
11	AN-211-99	67.333	BCDEF
18	AN-222-99	67.333	BCDEF
17	AN-221-99	66	CDEFG
8	AN-244-99	66	CDEFG
4	AN-251-99	65.833	CDEFG
25	AN-264-99	65.667	CDEFG
5	AN-258-99	64.667	DEFGH
19	AN-225-99	64.333	EFGH
14	AN-218-99	64.333	EFGH
10	AN-209-99	64	EFGHI
21	AN-227-99	62.667	FGHI
16	AN-220-99	62.667	FGHI
7	AN-267-99	61.333	GHI
13	AN-217-99	61.333	GHI
12	AN-216-99	61.333	GHI
15	AN-219-99	59.667	HI
29	AVENA	59	IJ
27	AN-336-99	54.167	J

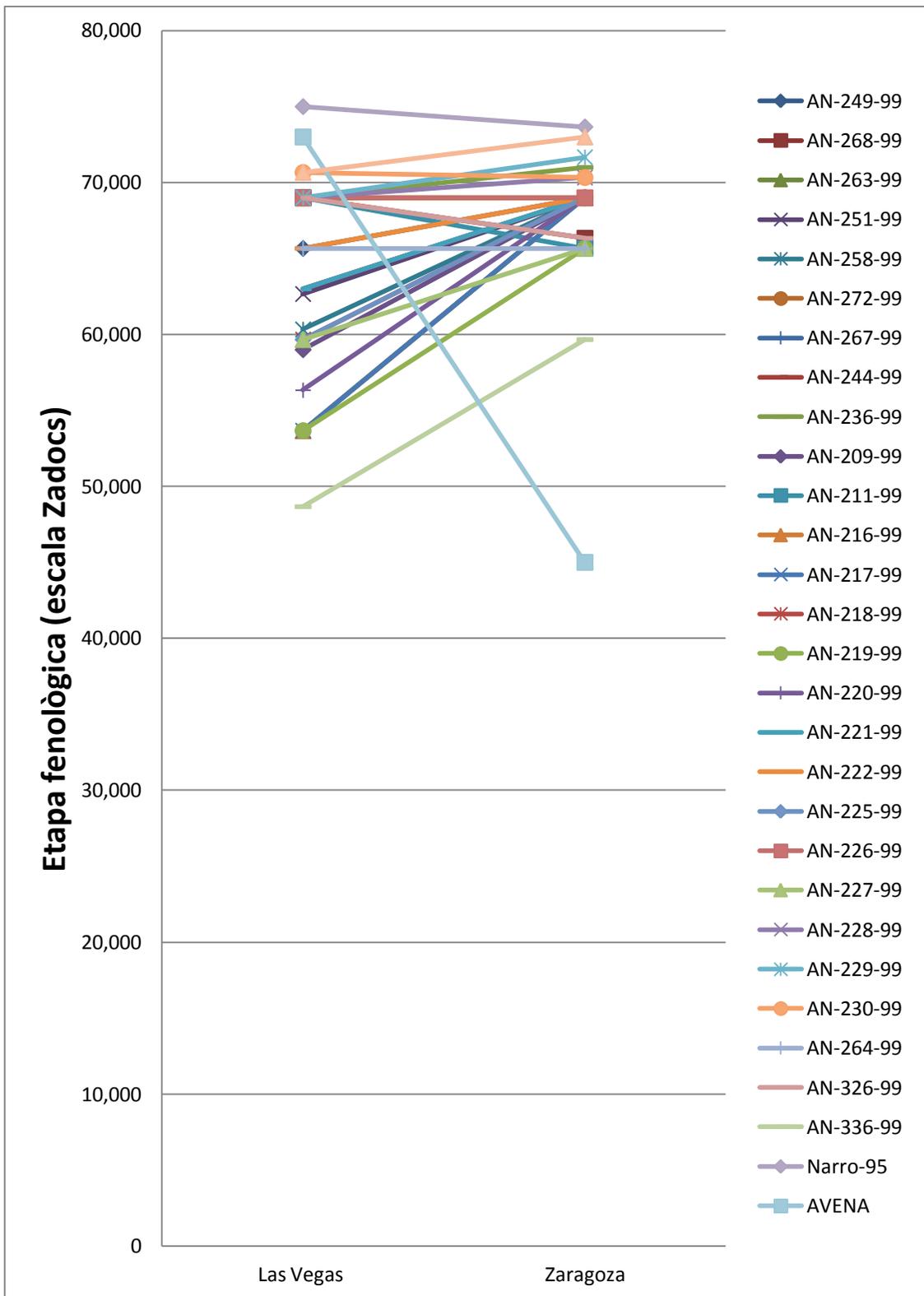
Valor DMS= 5.0367 %

En la figura 4.3 se observa que la mayoría de los genotipos presentaron una etapa fenológica más avanzada en Zaragoza, probablemente se debió a las condiciones más cálidas que prevalecieron en dicha localidad favoreciendo una etapa más avanzada en la mayoría de los genotipos.

Por otro lado NARRO-95 en la localidad “Las Vegas” se encontró en una etapa más avanzada (75.0 estado lechoso del grano) que en Zaragoza, sin embargo en ambos ambientes NARRO-95 presenta una etapa fenológica mayor a todos los genotipos. En cuanto a AVENA, esta mostró una gran diferencia ya que en “Las Vegas” obtuvo una etapa de 73.0 (estado lechoso del grano) y en Zaragoza una etapa de 45.0 (embuche) ubicándolo en la etapa menos avanzada en comparación a todos los genotipos.

El resultado obtenido en los dos ambientes de estudio, confirmó los efectos de las localidades en la fenología de los genotipos, principalmente debido sin duda al clima que poseen y probablemente al tipo de suelo. Las diferencias estadísticas entre los genotipos confirmaron la diversa fenología de los genotipos de acuerdo a su hábito de crecimiento, mientras que el efecto significativo encontrado en la interacción genotipo-ambiente indicó la respuesta diferencial de los genotipos a las diferentes condiciones ambientales.

Los genotipos que tuvieron un comportamiento similar en ambas localidades fueron NARRO-95, AN-226-99 y AN-264-99, esto sugiere que NARRO-95 es el genotipo con un comportamiento similar, contrario al comportamiento que presentó AVENA ya que en la segunda localidad (Zaragoza) fue el genotipo con mayor interacción al mostrar una etapa fenológica inferior a todos de los genotipos, dicho comportamiento pudo deberse al efecto de la helada en su fenología.



**Figura 4.3 Comportamiento de los genotipos a través de las dos localidades de estudio para etapa fenológica (Las Vegas y Zaragoza, Coahuila).**

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó la presente investigación y con base en los resultados obtenidos, se pueden formular las siguientes conclusiones:

- Entre las especies evaluadas existe diversidad genética, la cual quedo de manifiesto en todas las variables estudiadas.
- La producción de forraje seco total fue diferente entre las especies, destacando AN-326-99 y AN-268-99 entre trigos, por lo que pueden catalogarse como los genotipos más sobresalientes.
- El genotipo AN-268-99 presentó menos interacción con los ambientes en las variables de: Forraje seco total (FST), Peso seco de tallos (PST), Peso seco de hojas (PSH) y Peso seco de espigas (PSE), calificándose como una opción para la producción de forraje.
- Algunos genotipos de trigo evaluados en el presente trabajo superaron en rendimiento a los testigos: NARRO-95, ERONGA 83 y AVENA, siendo esta última al parecer más susceptible a heladas.
- Con los resultados de este trabajo, se puede afirmar que los trigos forrajeros imberbes, por mantener adecuada similitud en ambos ambientes, representan una alternativa real para la producción forrajera invernal de ciclo corto.

## LITERATURA CITADA

- Almorox. A.J. 2010. Acción de la temperatura sobre la vegetación. Extraído de <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/tema-5/ACCION-DE-LA-TEMPERATURA-SOBRE-LA-VEGETACION.pdf>
- Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA). 1994. Revista claridades No.13, "La cebada en la agricultura nacional".
- Beadle. C. L. 1988. Análisis del crecimiento vegetal. In: J. Coombs *et al.* (eds). Técnicas en fotosíntesis y bioproductividad. Colegio de posgraduados, Chapingo, Mex. Pp.17-21.
- Bishaw Z, Niane AA, Gan Y. 2007. Quality Seed Production. En Yadav SS, Mc Neil DL, Stevenson PC (Eds.) *Lentil. An Ancient Crop for Modern Times*. Springer. Holanda. Pp. 349-383.
- Chavez. R. J.M. 2009. Efecto de densidades de siembra en el rendimiento de forraje y sus fracciones en cuatro especies de cereales. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Ciria J; Sanz E; González, M. J; García J, 1995. Sistemas de explotación y modelos reproductivos empleados en el ganado ovino de carne en la provincia de Soria. XX Jornadas Científicas de la SEOC. Madrid.
- Ciria, J; Gomara, A.; Sanz, L.A.; Asenjo B; Sanz, E; Allue, J. R. 1997. Evaluación de los residuos de girasol: Cuantificación, composición química y degradabilidad ruminal. XXXVII Reunión Científica de la SEEP, pp. 475-480. Sevilla (España).
- Garcia MLF, Rharrabti Y, Villegas D, Royo C.2003 Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions. Anontogenic approach. *Agron J.* 95:266-274
- Grass L, Burris. J.S. 1995. Effect of heat during seed development and maturation on wheat (*Triticum durum*) seed quality. I. Seed germination and seedling vigor. *Can. J. Plant Sci.* 75: 821-829.
- Guerrero. G. A. 1999. Cultivos herbáceos extensivos. 6<sup>a</sup> Edición. Ed. Mundiprensa. México.
- Hernández. P.G. 2012. Producción de Forraje y Contribución de los Componentes (tallos, hojas y espigas) a la Calidad Forrajera en Cebada y otros Cereales de Invierno. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pp. 16

- Hodgson, J., 1990. Grazing management. Science into Practice. Longman Handbooks in Agriculture. Longman Group Limited, Hong Kong.
- Hopkins. W. G. 1999. Introduction to plant physiology. 2<sup>a</sup> Ed. John Willey y Sons, Inc New York. 512 p.
- 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 -147.
- Lloveras, J., 1986. Cultivos forrajeros de invierno para rotaciones intensivas con maíz en zonas húmedas. Inv. Agrar.: Prod. Prot. Veg. Vol. 1 (3) 317-329. Galicia (España).
- López. B. L. 1991. Cultivos herbáceos. Vol. 1. Ed. Mundiprensa. Madrid. Pág. 69-77.
- Lozano del R. A.J. 2000. Competencia intraespecífica e intergenérica en mezclas de especies forrajeras anuales. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, México. 194 pp.
- Martín, A. 1990. Cultivo del trigo. Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa, México. p. 207
- Molina. C. J. L. 1989. La cebada. Editorial Mundiprensa. Madrid España.
- Monografía de Cebada, Mayo 2009. Financiera Rural. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial,
- Poehlman, P.F. 1981. Mejoramiento genético de las cosechas. 1<sup>a</sup> Edición. Limusa. México.
- Robles, S. R. 1990. Producción de granos y forrajes. 5<sup>a</sup> Edición. Limusa. México. Pág. 267-284.
- Silveira M. D, 2008. Producción de Forraje en Base a Pasturas sembradas. Facultad de Agronomía. Universidad de la República de Uruguay.
- Tomaso J. C. 1998. Mejoramiento genético y Manejo de Cereales Forrajeros de invierno.
- Tomaso J. C. 2008. Cereales forrajeros de invierno: Producción de Materia Seca, Manejo del Cultivo, Curvas de Producción
- Wilbert. P. R. 1997. Manual del cultivo de la avena y su conservación.
- Wissar R; Ortiz R. 1987. Mejoramiento de papa en el centro Internacional de la Papa (CIP) por adaptación a climas cálidos tropicales. Documento de Tecnología Especializada No. 22, Lima, Perú.
- Zadoks J. C; Chang T.T; Konzak C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Eucarpia Bulletin 7:42-52.

Zúñiga. E. J.C. 1987. Comparación de diferentes características cuantitativas y correlaciones en cebada de dos hileras (*Hordeumdistichum*) y de seis hileras (*Hordeumvulgare*). Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista. Saltillo. Coahuila. México.

### CITAS ELECTRÓNICAS

<http://www.engormix.com/MA-agricultura/pasturas/articulos/cereales-forrajeros-invierno-produccion-t2107/089-p0.htm>

<http://www.prodelesa.es/Album%5CDocuments%5Cproductos%5C42.pdf>

<http://www.scielo.org.ve/pdf/inci/v34n4/art13.pdf>