

**ESTUDIO DE LA COMPETENCIA EN MEZCLAS BINARIAS DE CEREALES  
EN LA PRODUCCIÓN DE GRANO Y FORRAJE**

**MARTIN MADRIGAL SOTELO**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para**

**Obtener el Grado de:**

**MAESTRO EN TECNOLOGÍA  
DE GRANOS Y SEMILLAS**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**Buenavista, Saltillo, Coah. México,**

**Diciembre de 2013.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO

ESTUDIO DE LA COMPETENCIA EN MEZCLAS BINARIAS DE CEREALES  
EN LA PRODUCCIÓN DE GRANO Y FORRAJE

TESIS POR:

Martin Madrigal Sotelo

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada  
como requisito parcial para optar al grado de:

MAESTRO EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal

  
MP. María Alejandra Torres Tapia

Asesor

  
Dr. Víctor Manuel Zamora Villa

Asesor

MC. Modesto Colín Rico

Asesor

  
MC. Federico Facio Parra

  
Dr. Fernando Ruiz Zarate

SUBDIRECTOR DE POSTGRADO

Buнавista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre de 2013.

## DEDICATORIA

A mis padres:

Sra. Celina Sotelo Ramírez.

Sr. Martín Madrigal León.

Con respeto, cariño y mucho amor, principalmente por haberme dado la vida y por sus esfuerzos, sacrificios, sus nobles consejos y dando siempre lo que está en su alcance para sus hijos, con el único fin de ayudar y en mi caso para alcanzar este logro; también por su comprensión en los momentos más difíciles..... GRACIAS.

Les dedico esta tesis con todo el cariño, por todos los momentos que hacen que mi vida sea feliz, les dedico este triunfo y espero que sea, un ejemplo de que con esfuerzo y dedicación las metas se logran.

Y en general a toda mi familia por su apoyo brindado en mi estancia en la Universidad.

## **AGRADECIMIENTOS**

- A mis padres por prepararme y enseñarme a volar hacia nuevos horizontes que me llevaran a ser una persona de bien, mil gracias a ustedes que siempre los traigo en mi corazón.
- A Dios: que permitió darme la vida y dejar que los obstáculos en mi vida cada día fueron menos, hasta llegar a mi meta y cumplir con mis sueños.
- A MI ALMA MATER. Quien durante mi estancia me cobijó en sus aulas llenándome de conocimientos y formándome a base de valores Humanos.

De la misma manera agradezco a las siguientes personas por su apoyo humano y profesional, para que este trabajo se realizara exitosamente.

A MP. MA. ALEJANDRA TORRES TAPIA

Por su aportación, sugerencias y tiempo dedicado, ya que a pesar de todas sus ocupaciones siempre me asesoró, muchísimas gracias maestra.

DR. VICTOR ZAMORA VILLA

Por apoyarme para realizar mi trabajo de investigación, muchas gracias doctor.

## COMPENDIO

### ESTUDIO DE LA COMPETENCIA EN MEZCLAS BINARIAS DE CEREALES EN LA PRODUCCIÓN DE GRANO Y FORRAJE

POR

MARTIN MADRIGAL SOTELO

MAESTRÍA

TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO; Diciembre – 2013

**MP. MARIA ALEJANDRA TORRES TAPIA ---- ASESOR----**

La intensificación de los sistemas ganaderos exige mayor volumen y calidad de forraje y grano por unidad de superficie, la utilización de mezclas con cereales sería una opción con la finalidad de conocer los efectos en cuanto a cantidad de forraje o materia seca, control de plagas y/o enfermedades, el aprovechamiento de nutrientes, es por ello que el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo Evaluar la competencia en mezclas de avena con otros cereales en la producción de forraje y grano con diferentes proporciones al norte de México, utilizando cuatro líneas de trigo (AN-326-09, AN-268-99, AN-220-09 y AN-239-99, una línea de Cebada (NARRO-95), generadas por UAAAN, una variedad de Triticale (ERONGA-83) liberada por el INIFAP y una avena variedad Cuauhtémoc; la producción de forraje se estableció en cuatros surcos en mezclas de genotipo y avena predominando esta última en las proporciones 100 % (de cada genotipo), 75:25, 50:50 y 25:75 (avena-genotipo) en tres

repeticiones; el corte del forraje se realizó del 20 de abril al 5 de mayo del 2011 donde se determinó el peso de cada componente como tallo, hoja, espiga y materia seca; en la producción de grano se evaluó peso volumétrico, peso de mil granos y rendimiento. Los datos fueron analizados en un modelo estadístico factorial en bloques al azar con submuestra; los resultados obtenidos de manera general, en la variable peso de tallo, hoja, espiga, materia seca, producción, peso de mil granos y peso volumétrico en avena, como en genotipos de cereales de grano pequeño, se encontró que tanto genotipos como en las porciones aplicadas en producción y en la interacción genotipos por porción, existió una diferencia altamente significativa, excepto en las variables de cuantificación de proteínas donde no se reportaron diferencias entre genotipos, concluyendo que las mezclas con avena, los mejores comportamientos fueron en trigo AN-268-99 en peso de tallo y peso volumétrico; trigo AN-239-99 en peso de hoja, cebada logrando los mayores resultados en materia seca y peso de espiga, siendo incluso mejores que avena como monocultivo en estas variables; triticale supero a todos en el rendimiento y peso de mil granos. La avena en mezcla, presentó los mejores resultados en combinación con cebada en las variables peso de tallo, hoja, espiga y peso volumétrico; mientras que con triticale se dio la mayor producción de materia seca. En combinación con trigo AN-326-09 fue el mejor rendimiento de grano y con AN-220-09 en peso de mil granos, este comportamiento se reflejó en las tres proporciones evaluadas.

**Palabras Clave:** Genotipos, Producción, Cereales, Mezclas

## **ABSTRACT**

**STUDY OF COMPETITION IN BINARY MIXTURES IN CEREALS GRAIN  
PRODUCTION AND FODDER**

**BY**

**MARTIN MADRIGAL SOTELO**

**MASTER**

**TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO BUENAVISTA,  
SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. Diciembre – 2013**

**MP. MARIA ALEJANDRA TORRES TAPIA**

**---- ASESOR----**

The intensification of livestock systems requires greater volume and quality of forage and grain per unit area, the use of mixtures with cereals would be an option in order to know the effects in terms of quantity of forage dry matter, control of pests and / or diseases, the use of nutrients, that is why the present work had for object, Evaluate competition in mixtures with other oat cereal forage production and grain with different proportions north of Mexico, using four lines of wheat AN-326-09, AN-268-99, AN-220-09, AN-239-99, a line of barley, (NARRO-95), generated by UAAAN, and a variety of triticale (ERONGA-83) released by INIFAP and a variety of oats Cuauhtemoc; the production of forage was established in four furrows in mixture of genotype and oats latter predominating in densities 100% (of each genotype), 75:25 (oat-genotype) 50:50 and 25:75 (oat-genotype) in three repetition; the fodder cutting was held from April 20 to May 5, 2011 where determined the weight of each component as stem, leaf, spike dry matter in grain production was assessed

volumetric weight, thousand kernel weight and performance. The data were analyzed in a statistical model factorial randomized block subsample; the weight variable of stem, leaf, spike, dry matter, production, thousand kernel weight and volumetric weight in oats, genotypes of small grains, found that the genotypes as the applied portions in production and genotypes by the interaction portions, there was a highly significant difference, except variables in quantification of proteins where no differences between genotypes, concluding that the blends with oats, the best behavior were in wheat AN-268-99 in weight of stem and volumetric weight; wheat AN-239-99 in the leaf weight, barley achieving the greatest results dry matter and spike weight, being even better than oats as a monoculture in these variables; Triticale exceeded to all in production and thousand kernel weight. The oat mixture, presented the best results in combination with barley in the variable, stalk weight, leaf, spike and volumetric weight; whereas triticale gave the highest dry matter production. In combination with wheat AN-326-09 was the best grain yield and with AN-220-09 in thousand-grain weight, this behavior is reflected in the three proportions evaluated.

**KeyWords:** Genotype, Production, Cereals, Mixture



## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>IV</b>
<b>COMPENDIO</b> .....	<b>V</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XII</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
Objetivo.....	2
Hipótesis .....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>20</b>
Localización .....	20
Ubicación del área de estudio.....	20
Material genético.....	20
Descripción de actividades y prácticas de manejo.....	22
Variables a evaluar .....	22
Diseño experimental .....	26
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>27</b>
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	<b>54</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA</b> .....	<b>55</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Pág.</b>
<b>3.1</b> Genotipos utilizados así como las proporciones empleadas.....	<b>21</b>
<b>4.1</b> Cuadrados medios y significancia de las variables; peso de tallo, hoja y espiga en avena, peso de tallo, hoja y espiga en siete genotipos, evaluados (Zaragoza, Coah. 2011).....	<b>27</b>
<b>4.2</b> Resultados de la prueba de comparación de medias de las variables; peso de tallo, hoja y espiga en avena (g), peso de tallo, hoja y espiga (g) en genotipos evaluados (Zaragoza, Coah. 2011).....	<b>30</b>
<b>4.3</b> Resultados de la prueba de comparación de medias de las variables; peso de tallo, hoja y espiga en avena, peso de tallo, hoja y espiga en siete genotipos evaluados a diferentes proporciones (Zaragoza, Coah. 2011).....	<b>32</b>
<b>4.4</b> Cuadrados medios y significancia de las variables evaluadas de los siete genotipos como son: producción de materia seca total en avena (MSA), producción de materia seca total en genotipo (MSG), producción de grano en avena (PROA), producción de grano en genotipo (PROG), (Zaragoza, Coah. 2011).....	<b>38</b>
<b>4.5</b> Resultados de la prueba de comparación de medias de las variables; producción de materia seca total y producción de grano en avena, producción de materia seca total, y producción de grano en genotipos (Zaragoza, Coah. 2011).....	<b>40</b>

<b>4.6</b>	Resultados de la prueba de comparación de medias de las variables; Producción de materia seca total en avena (MSA), producción de materia seca total en genotipo (MSG), producción de grano en avena (PROA), producción de grano en genotipo (PROG) a diferentes proporciones (Zaragoza, Coah. 2011).....	<b>41</b>
<b>4.7</b>	Cuadrados medios y significancia de las variables evaluadas de los siete genotipos como son: Peso de mil granos en avena (PMGA), peso de mil granos en genotipos (PMGG), peso volumétrico en avena (PVA), peso volumétrico en genotipo (PVG), (Zaragoza, Coah. 2011).....	<b>45</b>
<b>4.8</b>	Resultados de la prueba de comparación de medias de las variables evaluadas de los siete genotipos como son: Peso de mil granos en avena (PMGA), peso de mil granos en genotipo (PMGG), peso volumétrico en avena (PVA), peso volumétrico en genotipo (PVG), (Zaragoza, Coah. 2011).....	<b>48</b>
<b>4.9</b>	Resultados de la prueba de comparación de medias de las variables evaluadas, peso de mil granos en avena (PMGA), peso de mil granos en genotipo (PMGG), peso volumétrico en avena (PVA), peso volumétrico en genotipo (PVG), (Zaragoza, Coah. 2011).....	<b>50</b>
<b>4.10</b>	Cuadrados medios y significancia de las variables evaluadas de los siete genotipos como son: Gliadinas en avena (GLIA), Gliadinas en genotipo (GLIG), Glutelinas en Avena (GLUA) y Glutelinas en genotipo (GLUG), (Zaragoza, Coah. 2011).....	<b>52</b>
<b>4.11</b>	Resultados de la prueba de comparación de medias de las variables evaluadas, Gliadinas en Avena (GLIA), Gliadinas en Genotipo (GLIG), Glutelinas en Avena (GLUA) y Glutelinas en Genotipo (GLUG), (Zaragoza, Coah. 2011).....	<b>53</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Fig.</b>		<b>Pág.</b>
<b>4.1</b>	Valores medios de la variable peso de tallo en siete genotipos evaluados. (Zaragoza, Coah. 2011).....	<b>34</b>
<b>4.2</b>	Valores medios de la variable peso de hoja en siete genotipos evaluados. (Zaragoza, Coah. 2011).....	<b>35</b>
<b>4.3</b>	Valores medios de la variable peso de espiga en siete genotipos evaluados. (Zaragoza, Coah. 2011).....	<b>37</b>
<b>4.4</b>	Valores medios de la variable producción de materia seca total en siete genotipos evaluados. (Zaragoza, Coah. 2011).....	<b>43</b>
<b>4.5</b>	Valores medios de la variable peso de producción de siete genotipos evaluados. (Zaragoza, Coah. 2011).....	<b>44</b>
<b>4.6</b>	Valores medios de la variable peso de mil granos en siete genotipos evaluados. (Zaragoza, Coah. 2011).....	<b>51</b>

## I. Introducción

El norte de México es ganadero por vocación, existiendo explotaciones tanto de corte empresarial como familiar con requerimientos diferentes en cuanto a genotipos para la producción de forraje, rubro en el cual Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), reconoce que existe la mayor factibilidad para elevar los ingresos de las explotaciones lecheras. La intensificación de los sistemas ganaderos exige mayor volumen y calidad nutritiva del forraje producidos en el predio por unidad de superficie, con el fin de satisfacer los requerimientos alimenticios de los animales.

La producción de forrajes cultivados, se considera una actividad de primer orden porque son la base de la alimentación en los sistemas de producción pecuarios intensivos y complemento en la dieta de los animales manejados bajo condiciones de pastoreo extensivo, cuando el pastizal no produce forraje suficiente en la cantidad y calidad requerida por el ganado.

Los cereales de grano pequeño, como se le conoce a la avena, cebada, trigo, triticale y centeno, son cultivos muy aceptados y utilizados para producir forraje por varias razones, entre las que destacan las siguientes: 1) tienen un buen potencial de producción de forraje, y son más eficientes en el uso del agua que otros cultivos como el maíz y el sorgo (Brouwer y Heibloem, 1986); Enciso *et al.*, 2004); 2) la calidad nutritiva de su forraje es alta cuando se cosechan en su etapa óptima, por lo que se pueden utilizar en cualquier etapa fisiológica del ganado; 3) son versátiles en su uso porque se pueden henificar, ensilar y pastorear, lo que da al productor flexibilidad en el manejo de su explotación; 4) se pueden producir todo el año ya que hay variedades de primavera e invierno y algunos de ellos, como el centeno, tienen una excelente tolerancia al frío; 5) su ciclo de producción es corto por lo que se pueden integrar en patrones de producción de más de un cultivo al año, ya que s

pueden sembrar en verano e invierno y 6) por su ciclo corto se pueden utilizar como fuente de forraje de emergencia (Oplinger *et al.*, 1997).

Si bien lo antes mencionado, existe escasa información sobre el efecto de siembra de mezcla de estos cereales, con la finalidad de saber los efectos en cuanto existencia en forraje o materia seca, control de plagas y/o enfermedades, aumento o disminución del valor nutricional producido por la mezcla o el aprovechamiento de nutrientes disponibles del suelo, así como tener una buena cobertura de producción, por tal motivo se pretende evaluar los efectos en producción de forraje y grano en un esquema de mezclas con avena a diferentes proporciones de cereales para determinar su respectivo comportamiento tanto en campo como en laboratorio, proponiendo los siguientes objetivos e hipótesis.

### **Objetivo General**

Evaluar la competencia en mezclas de avena con otros cereales en la producción de forraje y grano con diferentes proporciones al norte de México

### **Objetivos Específicos**

- Evaluar la competencia en mezclas de avena con trigo, cebada, y triticale a diferentes proporciones, mediante la producción de materia seca total y rendimiento de grano.
- Evaluar la calidad de grano producido en las mezclas de cereales mediante pruebas físicas y bioquímicas en condiciones de laboratorio.

## **Hipótesis**

- Al menos una de las mezclas de los cereales estudiados tiene una mayor producción de forraje en una cierta proporción, teniendo diferente valor en materia seca total o en rendimiento de grano.
- Al menos una de las mezclas de genotipos evaluadas tiene una mayor calidad de grano en cierta proporción, teniendo un diferente valor en las pruebas físicas y bioquímicas en condiciones de laboratorio

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

El crecimiento demográfico, nos plantea el reto de ser cada vez más eficientes, dinámicos y competitivos, para producir más y mejores alimentos, a través de sistemas de producción sustentados en tecnologías que permitan la coexistencia con el medio ambiente y con el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas del sector agropecuario.

La producción de cereales tiene un papel preponderante en la actividad agrícola mundial. De todos los cultivos agrícolas, los cereales son generalmente considerados como los más importantes. Se siembran en cerca del 75% de la superficie cultivada del mundo, y suministran directamente cerca de dos tercios de la energía y la mitad de la proteína de las necesidades del mundo, indirectamente suministrada en grandes cantidades de comida cuando se convierte en carne, leche, huevo, etc. (Santoyo y Quiroz, 2004). Si bien, la producción de cereales logró un incremento importante a partir de la revolución verde por un mejor manejo de los cultivos y el uso de nuevos materiales. Con el crecimiento de la población humana, la demanda de cereales se incrementará considerablemente para el año 2030 (FAO, 2004). Por ello, los rendimientos medios mundiales de trigo (2.8 t/ha) y cebada (2.7 t/ha), deberían aumentar a 4.4 y 4.1 t/ha, respectivamente, hacia el año 2030 para cubrir los requerimientos esperados (Santoyo y Quiroz, 2004). Sin embargo, el cambio climático en muchos casos, ha llamado la atención sobre la capacidad de mantener la productividad y realizar un manejo sustentable de recursos en las áreas donde se producen cereales como trigo, cebada, avena y triticale (Santoyo y Quiroz, 2004).



Dentro de los cultivos forrajeros, algunas alternativas alimenticias para rumiantes que pueden ser conservadas como ensilaje, la constituyen los cereales de grano pequeño como avena (*Avenasativa L.*), cebada (*Hordeum vulgareL.*), trigo (*Triticum aestivum*), triticale (X. *Triticosecale Witt*) y centeno (*Secalecereale*), los que al ser sembrados en otoño - invierno y cosechados en un solo corte en verano, pueden rendir su máxima producción de MS y energía por hectárea. Estadísticas recientes indican que existen aproximadamente 22.000 hectáreas de cebada sembradas en nuestro país, concentrándose en las regiones IX y X aproximadamente el 52% de la superficie (INE, 1997). Según lo señala la literatura, la cebada puede ser sembrada sola para obtener un ensilaje de calidad para producción de carne o leche.

Los problemas que se presenten para producir forrajes de calidad son: el costo y disponibilidad del agua para regar, la escasa diversificación de cultivos forrajeros, las bajas temperaturas extremas, suelos con problemas de sales y la dependencia de importadores de semillas extranjeras para su siembra.

Los trigos y triticales producen forraje con, alto contenido nutritivo (Shimada y Cline, 1981; y Moolani, 1977) además; son especies que tienen otra característica que las hacen deseables, como son: eficiencia en el uso del agua (Contreras *et al.*, 1998; Giunta *et al.*, 1993; Mashhady *et al.*, 1982), adaptación a suelos con sales y suelos ácidos (Baler, 1991; Francois *et al.*, 1988; Bowaman y Shaw, 1978), resistencia a enfermedades fungosas (Sheodhan *et al.*, 1979), buena producción en suelos arenosos (Royo, 1992), adaptación a áreas que reciben más precipitación durante el invierno que en el verano (200 a 500 mm), adaptándose a una gran variedad de suelos con iguales o mayores producciones de fitomasa que la avena, centeno y cebada (Varughese *et al.*, 1987), y pueden utilizarse para la producción de forraje y grano (Royo *et al.*, 1998; Miller *et al.*, 1993; Andrews *et al.* 1991) bajo diferentes esquemas de uso dentro de los sistemas de producción de carne y leche (Terrazas, 2000).

Los cereales de grano pequeño pueden ser utilizados para pastoreo (Brownch y Patterson, 1992), considerando que este retrasa su madurez, alargando su periodo vegetativo y por lo tanto su utilización como forraje (Schlehueber y Tucker, 1967).

Los cereales de grano pequeño pueden utilizarse como corte o como pastoreo, en el suroeste de E. U. A., se siembra un área considerable de hectáreas de trigo invernal para doble propósito. La producción de forraje es importante en aquellas zonas donde se cosecha para verdeo o silo, es necesario considerar el rebrote si va a ser pastoreado y/o posteriormente se deja para producir semilla (Brownch y Patterson, 1992). En este caso la producción de forraje es influenciado por el genotipo, aunque se pone énfasis por parte de los mejoradores en este aspecto, considerándose principalmente la producción de grano (Briggle y Reitz, 1963). Con respecto a los cereales antes mencionados pueden ser utilizados para varios propósitos según la zona es por ello que cada uno de ellos cumple con ciertas ventajas en su producción.

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

Originaria de la región Mediterránea (Suttie y Reynolds, 2004) es el cereal de grano pequeño más utilizado para la producción de forraje en el mundo. La avena se adapta mejor a regiones templadas en las que se puede cultivar desde los 0 a 3,000 msnm, en regiones subtropicales y tropicales se siembra en altitudes superiores a los 1,500 msnm (Aragón, 1995). El rango de temperatura en el que prospera va de 5 a 30°C, pero su rango óptimo es de 16 a 20 °C, de los cereales de grano pequeño la avena es el cereal menos tolerante al frío. Respecto al tipo de suelo, los más aptos para su cultivo son los de textura franco arenosa a franco arcillosa, y el rango de pH es de 5.5 a 7.5, su tolerancia a la salinidad es baja menos de 4dS/m (TAREC, 2011a; FAO, 2004a).

## **Calidad del grano**

La avena puede describirse como un cultivo de uso elástico y diversificado, por los distintos tipos de producción que pueden obtener en diferentes épocas del año, las que se insertan en distintos segmentos del ámbito agrícola, ganadero y agroindustrial. En la alimentación de ganado se utiliza para obtener grano (cubierto, pelado y desnudo), forraje verde, forraje de conservación (ensilaje, heno), forraje y posterior producción de grano (doble propósito).

La calidad del grano de avena cada día adquiere mayor relevancia en la colocación y comercialización de este cereal, tanto en el mercado nacional y muy especialmente en el mercado internacional, debido a su uso en la alimentación humana, animal y otros usos industriales.

La importancia del grano de avena en la alimentación humana (calidad funcional) se fundamenta en las siguientes características: es el cereal con más alta calidad biológica de proteína, comparativamente con otros cereales (Kasahara, 1970; Frey, 1977); tiene un elevado contenido de fibra dietaria que reduce los niveles de colesterol de baja densidad lipoproteína.

## **Características bioquímicas del grano**

### **Contenido de proteína**

El grano de avena, entre todos los cereales de grano pequeño, tiene la proteína de más alto valor biológico (Kasahara, 1970; Frey, 1977), y su balance total de aminoácidos es considerado excelente, aunque la lisina (42 g Kg<sup>-1</sup> de proteína) al igual que en los otros cereales, es el aminoácido limitante. Los incrementos en el contenido de proteína, ya sea por mejoramiento genético, por fertilización con nitrógeno o por ambos, siempre está acompañada de un aumento en el contenido de globulinas, con pocos cambios en la concentración de lisina.

El contenido de proteína de una variedad puede ser fuertemente afectado por el medio, en rangos que oscilan entre 3 a 4%, dependiendo de la localidad y de la época de siembra; variación que también se tiene entre variedades. En EE.UU, en granos pelados se han determinado rangos de 12.4 a 24.4% (Robbins *et al.*, 1971) y de 13.8 a 25.5% (Youngs y Forsberg, 1987).

### **Triticale (*X. Triticosecale* Wittm. Ex A. Camus)**

El triticale, es un cereal producto de la cruce realizada por el hombre entre el trigo (*Triticum aestivum* L. emend.Thell ) y el centeno (*Secale cereale* L.), su nombre científico se forma de la combinación de los nombres de las dos especies, fue reportado por primera vez en 1875 (Stallknecht *et al.*, 1996). Al igual que la avena, el triticale se adapta mejor en las regiones templadas en las que se puede cultivar de 0 a 3,000 msnm. Su tolerancia al frío es mayor que la de avena y cebada, por lo que es una buena opción para producir forraje en invierno. Se adapta a un rango de texturas de suelo que va de franco arenosa a franco arcillosa, con un rango de pH de 5.5 a 7.5, tiene una alta tolerancia a salinidad, 6 dS/m (TAREC, 2011b; Tanji y Nielsen, 2002). Su producción de forraje en invierno en condiciones de riego es superior al de avena, cebada y trigo. Bajo condiciones severas de restricción de agua, esta especie tiene mayor eficiencia del uso de este recurso que la avena, trigo y cebada, por lo que es una opción para sistemas agrícolas de bajo potencial (Lozano *et al.*, 2004). A nivel mundial, el triticale se usa principalmente para producir de forraje, el cual se puede henificar, ensilar o pastorear, además tiene una mayor capacidad de rebote que la avena, aun en la etapa de floración en la que el rebrote de la avena es mínimo (Lozano *et al.*, 2004).

Se ha demostrado que triticale tiene un potencial de forraje y contenido protéico superior al de la vena en comparación con el trigo, el grano del triticale contiene más proteína y lisina, que es uno de los aminoácidos limitantes, en los cereales (Villegas *et al.*, 1968). Sin embargo el triticale presenta problemas de esterilidad parcial, largo ciclo biológico (tardío), acame, poco amacollamiento, arrugamiento del grano y bajo rendimiento (Moreno y Rodríguez, 1993).

### **Características bioquímicas del grano**

El contenido medio de almidón del grano es de un 58%, intermedio entre trigo y centeno, con un 23% de amilosa. Los niveles y tipos de fibra y de grasa son también intermedios entre ambos. De la misma forma, la incorporación de enzimas mejora su valor nutritivo y reduce los efectos negativos de la fibra soluble, en especial en piensos para aves.

El contenido protéico total del triticale es similar al del trigo y, por tanto, superior al de otros granos de cereales. La proporción de albúminas y globulinas (27% del total de proteína) es casi tan elevada como en el centeno, y bastante superior a la del trigo, maíz y sorgo, mientras que la de prolamina (29%) es relativamente baja. Como consecuencia, la concentración de lisina es aproximadamente un 30% superior a la del trigo. La digestibilidad de los aminoácidos esenciales parece estar, sin embargo, más próxima al trigo que al centeno, por lo que la calidad proteica del triticale es superior a la media de los cereales de los que procede.

Como en el resto de cereales, su contenido en calcio es bajo y es relativamente alto en fósforo, potasio, zinc y manganeso. La disponibilidad del P es alta debido a la presencia de fitasas endógenas y se reduce considerablemente por efecto del granulado o del tratamiento térmico (>70 °C).

El triticale favorece la calidad del gránulo. Su contenido en factores anti nutritivos (pentosanas, N-alquil-resorcinol y factores antitrípsicos) es inferior al del centeno, y los límites de inclusión en el pienso son, por tanto, más elevados. No obstante, cuando las cantidades que se van a incorporar son altas, conviene incorporar el triticale en forma fraccionada.

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

Su origen es incierto, se cree que proviene del este de Asia o del este de la región Mediterránea (New Crop, 1999). Se adapta a regiones templadas, pero también se cultiva en regiones subtropicales con invierno definido; el rango de altitud en el que produce la cebada a va de 0 a 3,000 msnm (Aragón, 1995). El rango de temperatura en el que se cultiva es de 2 a 40°C y su óptimo es de 15 a 20 °C. Su tolerancia al frío, es mayor que la de avena, pero menor que la del triticale, trigo y centeno. Los mejores suelos para cultivar la cebada son los de textura franca con fertilidad moderada, aunque también se cultiva en suelos de textura arenosa a arcillosa, pero con buen drenaje. El pH óptimo de suelo es 6.5 a 7.5 y de los cereales es el más tolerante a la salinidad, hasta 10 dS/m. Otra característica favorable de esta especie es que su alta tolerancia a la sequía (TAREC, 2011a; FAO, 2004b).

#### **Características del grano de cebada**

El grano de cebada está compuesto por un 3,5% de germen, un 18% de pericarpio y un 78,5% de endospermo (incluyendo la aleurona). El germen es rico en azúcares (sacarosa, rafinosa y fructosanas). El pericarpio está lignificado y es abrasivo debido a la presencia de sílice en la epidermis. La capa de aleurona es rica en fibra, proteína, triglicéridos y azúcares. El endospermo es fundamentalmente de tipo harinoso.

La matriz proteica que envuelve los gránulos de almidón es fácilmente degradable en el rumen, lo que facilita la accesibilidad y fermentabilidad del almidón. El procesado del grano tiene un efecto pequeño sobre su valor nutritivo, similar al descrito para el trigo.

El contenido en almidón y la proporción de amilosa de la cebada, son inferiores a los del maíz y trigo. El grano contiene un 2-3% de azúcares solubles (sacarosa y rafinosa). La presencia de las glumas en el grano implica un contenido elevado en fibra, aunque su grado de lignificación es bajo. La mayor parte de la fibra está constituida por  $\beta$ -glucanos y pentosanas, en proporciones muy variables (1,6-8,3% y 4,4-8,7%, respectivamente) dependiendo de la variedad, zona de procedencia y climatología. El contenido medio de  $\beta$ -glucanos es superior al del trigo, maíz y centeno y similar al de la avena. Al estar localizados en la pared celular del endospermo y de la capa de aleurona, su proporción aumenta en granos desnudos y es también superior en variedades de 2 respecto a 6 carreras. La concentración de estos componentes fibrosos aumenta en condiciones de falta de humedad durante la etapa de maduración del grano (golpe de calor), lo que da lugar a variaciones geográficas e interanuales importantes. Estos compuestos son parcialmente solubles en agua, e incrementan la viscosidad del contenido digestivo, lo que supone un descenso de la ingestión y dificulta la absorción de los demás nutrientes. Estos efectos son más importantes en aves jóvenes, ya que carecen de los enzimas necesarios para su hidrólisis, acentuándose los problemas de camas húmedas. Estos inconvenientes se reducen considerablemente mediante la suplementación del pienso con enzimas ( $\beta$ -glucanasas y pentosanas).

La cebada tiene una baja proporción de grasa (2%) y de ácido linoleico (0,8%), dando lugar por tanto a canales de calidad. También tiene un bajo contenido en pigmentos, vitaminas liposolubles y vitamina B12. En cambio, es una fuente excelente de algunas vitaminas del grupo B (tiamina, riboflavina, piridoxina, ácido pantoténico) y de niacina, aunque en este último caso su disponibilidad para mono gástricos es escasa (10%).

La proporción de proteínas solubles (albúminas y globulinas) en la proteína total es relativamente alta (25%). El grano contiene además un 52% de prolamina (hordeína) y un 23% de glutelina. Tanto la calidad proteica como la degradabilidad ruminal de la proteína (75%) son relativamente altas con respecto a otros cereales. El efecto de la climatología y la productividad sobre el perfil de aminoácidos es similar al descrito para el trigo.

### **Trigo(*Triticum aestivum L. emend.Thell* )**

El trigo es originario del sudeste de Turquía, a nivel mundial, ocupa el tercer lugar en importancia después del maíz y el arroz. Su distribución geográfica es más amplia que la de otros cereales, desde el paralelo 67° N en Rusia, al paralelo 45° S en Argentina. Se adapta bien a las regiones templadas y a las partes altas de las áreas tropicales y subtropicales (Shewry, 2009). El rango de temperatura en el que se cultiva va de 5 a 27 °C, pero su temperatura óptima es de 15 a 23 °C, después del centeno, es el cereal más tolerante al frío, en las etapas vegetativas, las variedades invernales pueden tolerar hasta -20 °C. (Saulescu y Braun, 2001; Ruiz *et al.*, 1999). Se produce en un rango de texturas de suelo que va de franco arenosa a franco arcillosa, con un rango de pH de 5.5 a 8.5 (TAREC, 2011a; FAO, 2004a). Su tolerancia a la salinidad es similar a la del triticale 6 dS/m (Tanji y Nielsen, (2002).



En cuanto a la calidad del grano no es absoluto, tiene diferentes significados según el uso final que se le dé al grano. En forma general, se puede definir calidad de trigo como su capacidad para dar un producto final con excelentes características y que cumpla con los requisitos del diseño original. Por otra parte, definir la calidad del trigo resulta complejo debido a que es enfocado de diferentes aspectos de productores, molineros, panaderos, y consumidores. Particularmente, cuando el precio no considera la componente calidad, las prioridades de los diferentes protagonistas de la cadena trigo pan es el rendimiento, y para la calidad el consumidor.

### **Componentes del grano de trigo**

La calidad del trigo, tanto en el aspecto tecnológico como nutritivo, está relacionado con la composición química del grano y esta a su vez con las características varietales propias de cada genotipo y con los factores ambientales y de manejo del cultivo. El valor nutritivo está estrechamente ligado a la presencia de aminoácidos esenciales para la nutrición humana, principalmente lisina y metionina, limitantes en el trigo.

Las investigaciones en trigo frecuentemente se han centrado en las proteínas, atribuyéndole a las gliadinas las características de plasticidad y a las gluteninas la elasticidad, lípidos y su relación con la textura del grano. Pero todos los componentes tienen en la funcionalidad de las harinas (Hevia *et al.*, 1999; Kusunose *et al.*, 1999; Southan y Mcritchie, 1999).

Es por ello que en el caso de trigo para el estudio de las proteínas son utilizados una serie de métodos de cuantificación uno de ellos denominado espectrofotometría.

La determinación cuantitativa de la concentración de proteínas es una de las pruebas que más frecuentemente deben hacerse en el laboratorio de bioquímica. Primitivamente, la cantidad de proteínas se evaluaba midiendo la cantidad total de nitrógeno proteico, y teniendo en cuenta que este elemento representa aproximadamente el 16% del peso de una proteína. Este era un método largo y laborioso y con poca sensibilidad. La aparición de métodos calorimétricos ha permitido solventar estos dos inconvenientes.

Entre los métodos colorimétricos destacan tres: el método de Biuret, el método de Lowry y el método de Azul de Coomassie. Tiene la ventaja de ser extremadamente sensible, capaz de detectar cantidades del orden de 10 microgramos de proteína; su inconveniente principal es que al evaluar, como veremos, los fenoles presentes en la proteína (esencialmente residuos de tiroxina), la intensidad del color resultante varía entre las distintas proteínas. Pero cuando tratamos con mezclas biológicas complejas, podemos perfectamente calibrar el método con alguna proteína comercial, como es la seroalbumina bovina.

La reacción que tiene lugar en el método de Lowry es bastante compleja y no del todo conocida. Se desarrolla en las siguientes fases:

1.-Reacción previa de la proteína en medio alcalino con iones  $\text{Cu}^{2+}$ , en presencia de tartrato para evitar la precipitación. Es esencialmente idéntica a la reacción del Biuret, formándose un complejo de coordinación entre el cobre y el nitrógeno peptídico.

2.-Reacción con el reactivo de Folin-Ciocalteu para fenoles (ácido fosfomolibdotungstico), que se reduce por medio de los grupos fenol (y en menor medida imidazol e indol) presentes en la proteína a un complejo de color azul oscuro, que se mide colorimétricamente. El complejo coloreado, cuya composición es desconocida, presenta dos máximos de absorción a

las longitudes de onda de 560 y 680 nm. La elección de una u otra depende de la concentración proteica de la muestra estudiada. Dado que este método da resultados variables se requiere una curva de calibración que se hace a partir de seroalbúmina bovina.

### **Mezclas Forrajeras**

Con respecto a las especies de cereales de grano pequeño antes mencionadas se han utilizado sistemas de producción en los que mezclan ciertas especies para aprovechar las ventajas que cada una de ellas aportan para el propósito definido, Se ha estudiado el establecimiento de praderas con mezclas de especies perennes de verano e invierno (Donald, (1963), así como la producción de forraje y calidad nutritiva de mezclas interespecíficas de especies anuales de invierno (ballico y triticale), encontrando que en las diferentes mezclas presentan mayores atributos de calidad, lo cual maximiza la producción y calidad de forraje bajo condiciones de riego en el norte y centro de México durante la época invernal (Lozano *et al.*; 2004).

Las mezclas forrajeras son una población artificial formada por varias especies con diferentes características tanto morfológicas como fisiológicas.

#### **Una mezcla de Gramíneas+leguminosas**

Las gramíneas están presentes en todas las asociaciones agrícolas del mundo. Están adaptadas biológica y estructuralmente a sobrevivir en condiciones adversas (competencia, fuego, pastoreo). Por lo tanto: se adaptan a una variedad de suelos baja sensibilidad a pastoreos o cortes son estables (poblaciones adecuadas) productividad muchos años baja susceptibilidad a enfermedades y plagas compiten con las malezas, las leguminosas aportan N a las gramíneas y al suelo en forma gradual, y son de alto valor nutritivo aumentando el consumo animal.

## **Ventajas de las mezclas**

### **Producción más prolongada y sostenida en el tiempo**

Las especies compensan su crecimiento frente a diferentes factores climáticos, edáficos y de manejo (mayor explotación del ambiente).

Se alarga el período de producción (menor variación interanual). La entrega de forraje es más uniforme a lo largo del año y entre años. Utilización más flexible del forraje.

### **Disminuye el enmalezamiento**

**Valor nutritivo más balanceado** Niveles de materia orgánica disponible (MOD) más altos por más tiempo. Menores problemas nutricionales y fisiológicos (meteorismo, hipomagnesemia, toxicidad por nitratos, etc.) favorecen un mayor consumo animal.

Las mezclas no necesariamente implican mayor rendimiento (kgMS/ha/año) que las especies por separado la elección de especies es una decisión muy importante al elaborar una mezcla.

### **Pautas para minimizar las interferencias**

Se considera la independencia del ambiente entre plantas o del auto suministro de cada planta. Volumen de los suministros, velocidad de utilización de los mismos, habilidad diferencial de extracción de estos.

Esto significa tener períodos de crecimiento diferentes, que existan exigencias contrastantes de nutrientes (N y P) (nivel de P), la demanda similar a la fertilidad del suelo, los requerimientos de manejo de pastoreo similares; los sistemas radiculares de diferente extensión y profundidad y el crecimiento aéreo distribuido en diferentes horizontes.

## Mezclas de leguminosas y cereales

Investigaciones realizadas en mezclas de veza con avena y veza con trigo, para la obtención de forraje de calidad, Quiroga y Cueto (1997), indican un aumento cuadrático de la producción de materia seca por hectárea al incrementarse la proporción de leguminosas en mezclas con gramíneas. Sin embargo, Assefa y Ledin (2001), reportaron que, aunque la producción de avena no fue afectada por su asociación con veza de invierno, en el caso de la veza de invierno su producción se afectó notablemente. Por lo tanto, no se observaron aumentos en la producción de materia seca en asociaciones de avena y veza de invierno en comparación al monocultivo de avena. Por su parte Caballero *et al.* (1995), reportaron que la contribución de la veza de invierno en la producción de asociaciones con avena, disminuye a cualquier densidad de siembra a medida que la proporción de avena en la siembra aumenta.

En algunos trabajos realizados en mezclas de leguminosas con avena y cebada, Lithourgidis, (2006), manifiesta que las leguminosas sembradas como monocultivo son de bajo rendimiento, sobre todo en zonas sobre escasez de precipitaciones y las cosechas obstaculizan porque normalmente se establecen en la superficie del suelo. Por otro lado los cereales de grano pequeño proporcionan altos rendimientos de materia seca pero producen forraje bajo en proteínas. Las legumbres son ricas en términos de concentración de proteínas, mientras que los cereales tienen un mayor contenido de carbohidratos, cereales y beneficiarse del nitrógeno fijado por las leguminosas cuando se cultivan juntos. En varios estudios se informó que anuales leguminosa-cereal mezclas resultó en altos rendimientos y alta calidad nutricional en comparación con los cereales solos (Karadag y Büyükburç, 2003; Agegnehu *et al.*, 2006;. Yolcu *et al.*, 2009;.. Balabanlı *et al.*, 2010). Beneficios de la mezcla incluyen una mayor absorción de agua y nutrientes, la supresión de malezas mejorado y la conservación del suelo aumentada (Vasilakoglou *et al.*, 2005), aun que en

ocaciones cultivos de trigo, cebada y triticale pueden ser infestados por avena formando mezclas entre ambas especies generando competencia.

La avena como maleza es un factor que limita la producción y calidad del grano de trigo y cebada debido al efecto de competencia con la planta por los factores básicos de crecimiento como nutrientes, luz, agua, espacio, etc. Y a las impurezas que generan al momento de la cosecha. (Kligman 1982).

### **Efecto de la competencia de avena silvestre en el rendimiento de cereales**

La avena silvestre puede causar serias reducciones del rendimiento en los cultivos. La competencia responsable de la reducción del rendimiento se inicia probablemente alrededor del estadio de 3-4 hojas de la cebada y el trigo. El período de mayor reducción de la masa de la planta cultivable a causa de la competencia de la maleza se desarrolla durante la elongación del tallo. Los principales factores que influyen sobre la interacción competitiva son la fecha de siembra del cultivo, las densidades de éste y de la avena silvestre, y los períodos relativos de brotación de ambos.

Zimdahl, (1979) ase mención que la interacción de las plantas de avena afecta directamente el rendimiento del cultivo, especialmente la biomasa y el número de granos de planta. El efecto de las plantas de trigo sobre el desarrollo de las plantas de avena se observó, principalmente, en la disminución de la duración del periodo vegetativo, la disminución en el número de macollas/ planta y la menor producción de espiguillas.

En investigaciones realizadas con trigo y avena silvestre Medina y Arevalo (1995), menciona que la competencia interespecifica refleja el efecto negativo que esta especie ejerce sobre el trigo. En diferentes trabajos que se han realizado se ha encontrado que el efecto de la avena sobre el rendimiento de trigo depende de la población, de la variedad y del tiempo que dure la interacción cultivo – maleza, mientras que en el número de granos/planta de

trigo fue la variable más afectada por la acción de competencia de la avena en los componentes del rendimiento. El llenado de los granos no se vio afectado, como se logra apreciar en el peso de 1.000 granos, variable para la cual no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos. en la relación cebada/avena pasa exactamente lo mismo que con el trigo.

Generalmente, la cebada es el cereal más competitivo con *Avena*, mientras que el trigo, la avena cultivable y el centeno son muy similares en su comportamiento y suelen ser menos competitivos que la cebada. Algunos autores han desarrollado ecuaciones para relacionar las reducciones del rendimiento de los cultivos con las densidades de avena silvestre (Dew 1983; Saavedra *et al.* 1989).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Localización**

La etapa de campo o producción se llevó a cabo en la localidad de Zaragoza, Coahuila. Que se encuentra ubicado en las coordenadas LN 28° 35` 56`, LO 100° 54` 43.8`, con una altitud de 343 msnm. Los suelos de la región son alcalinos, sin problema de sales, de textura arcillosa, pobres en MO y de fertilidad media. Colinda con el campo experimental del mismo nombre perteneciente al INIFAP, de cuya estación meteorológica se obtienen los datos climáticos.

En la etapa de laboratorio o pos cosecha para la evaluación del forraje y grano, en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en el Laboratorio de producción del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS), situada geográficamente a 25°22' Latitud Norte, Longitud Oeste de 101°00' y una altitud de 1742 msnm.

#### **Material genético**

Se evaluaron cuatro variedades de trigo (AN-326-09, 268-99, 220-09, 239-99) , así como una línea de Cebada (NARRO-95), generadas por el Programa de Cereales de la UAAAN. Estos son imberbes, es decir, sin barbas; la cebada se caracteriza por mantenerse casi siempre verde, tiene una espiga laxa, la pubescencia en la raquilla del grano es más larga, tiene mayor altura de planta, mas tallos por superficie, mejor cobertura de terreno y finalmente mejor biomasa en comparación con otras variedades, también se evaluó una variedad de Triticale (ERONGA-83) liberada por el Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria (INIFAP), y una Avena comercial variedad Cuauhtémoc.



## Tratamientos

Los genotipos se mezclaron con la avena a distintas proporciones correspondientes a; 100, 75:25, 50:50, 25:75, como se muestran en el Cuadro 3.1.

**Cuadro 3.1. Genotipos utilizados así como las proporciones empleadas.**

TRATAMIENTO	CULTIVOS	PORCIÓN
1	AN-326-09 Trigo	100, 75:25, 50:50, 25:75.
2	AN-268-99 Trigo	100, 75:25, 50:50, 25:75.
3	AN-220-09 Trigo	100, 75:25, 50:50, 25:75.
4	AN-239-99 Trigo	100, 75:25, 50:50, 25:75.
5	NARRO- 95 Cebada	100, 75:25, 50:50, 25:75.
6	ERONGA- 83 Triticale	100, 75:25, 50:50, 25:75.
7	AVENA CUAUHEMOC	100

## Metodología

**Fecha de siembra:** El 7 de Diciembre de 2011, en seco.

**Parcela experimental:** La parcela experimental consistió de 4 surcos separados a 30 cm y una longitud de 3 m. La parcela útil costó de los 2 surcos centrales.

**Prácticas de cultivo:** Se realizaron las recomendadas para la región: Barbecho, Rastreo cruzado, Surcado a 0.3 m y Bordeo. La siembra se realizó manualmente.

## **Descripción de actividades y prácticas de manejo**

**Fertilización:** Al momento de la siembra se aplicó manualmente la dosis 50-50-00. Posteriormente en el primer riego de auxilio se aplicaron 70-30-00 para completar la dosis de 120-80-00 que se maneja en el cultivo. Se usaron como fuentes: Fosfato mono amónico (MAP), Urea y Sulfato de amonio.

**Riegos:** Se aplicó riego rodado (por aniego), además del riego de siembra se aplicaron tres auxilios en etapas críticas del cultivo, con una lámina total aproximada de 40 cm.

**Control químico de malezas:** Se aplicó 2-4D Amina a razón de 1.5 l por hectárea para el control de hoja ancha, adicionalmente se realizaron deshierbes manuales para eliminación de malezas de hoja angosta.

**Control químico de roya de la hoja:** Para evitar la propagación de la enfermedad, al momento de detectar la presencia en algunas entradas se aplicó Folicur 250 EW (Tebuconazole) a razón de 0.6 l por hectárea en todo el lote.

### **Variables evaluadas**

En la etapa de campo se consideraron las variables de peso de materia seca de las mezclas avena y componente tanto de tallo, hoja como espiga y rendimiento de grano cosechado; mientras que en la etapa de laboratorio se evaluaron las variables de características físicas, peso volumétrico y peso de mil semillas o granos, además de la cuantificación bioquímica de proteínas del grano, globulinas, prolaminas y glutelinas.

### **Producción de materia secatotal**

Para cuantificar la producción de materia seca, las plantas se cortaron manualmente con rozadera a una altura de 3 a 5 cm sobre la superficie del suelo, después se pusieron a secar para posteriormente separar las mezclas y pesar por componentes; peso de tallo en avena y genotipo (PTA y PTG), peso de hojas en avena y genotipo (PHA y PHG) y peso de espigas en avena y genotipo (PEA y PEG) para estimar la proporción de materia seca total (MSA).

## **Rendimiento de grano cosechado**

Se cosechó los dos surcos centrales de la parcela trillándose y registrando el rendimiento en gramos para posteriormente transformarse a toneladas por hectárea. La cosecha se realizó en varias semanas debido a la madurez diferente de los materiales, iniciando el 20 de Abril y finalizando el 5 de Mayo 2011.

## **Características Físicas**

### **Peso volumétrico**

Para determinar el peso volumétrico de la semilla pura, se determinó mediante el principio establecido por la ISTA,(2004); utilizando un recipiente de volumen conocido y calculando la cantidad de semilla que cabe en ese volumen, dado en Kg/HL.

### **Peso de mil semillas**

Se determinó esta variable de acuerdo a la metodología y conforme a las reglas del ISTA, (2004), evaluando la porción de semilla pura de cada densidad, respectivamente de cada repetición, contando 8 repeticiones de 100 semillas en forma manual, luego se tomó el peso de cada repetición en una balanza analítica de 0.0001 g de precisión; el PMG se obtuvo determinando la media y multiplicado por diez, expresados en gramos.

## **Extracción de proteínas**

### **Extracción de globulinas**

En 1 g de muestra molida y desengrasada se agregaron 5 mL, de agua a 4 °C, se mezcló el contenido y se colocó en un agitador oscilatorio en frío por 15 minutos para posteriormente dejar reposar por 4 horas (refrigerador), después del tiempo de reposo se centrifugó por 10 minutos a 4000 rpm, se pasó el sobrenadante a un tubo eppendorf y el residuo se lavó con 2.5 ml de agua a 4

°C, agitando en frío por 5 minutos y centrifugando por 10 minutos a 4000 rpm. Se juntó el sobrenadante con el anterior, y se aforó a 10 mL con agua destilada. Se cuantificó el contenido de proteína en el espectrofotómetro (Bradford, 1976).

Al residuo del punto anterior se le añadió 5 mL, de solución de cloruro de sodio al 5% a 4 °C, se mezcló el contenido agitándolo por 15 minutos en frío se deja reposar por 1 hora a 4 °C, después del tiempo de reposo se centrifugó por 10 minutos a 4000 rpm, se pasa el sobrenadante a un tubo eppendorf, se lavó el residuo con 2.5 mL, de cloruro de sodio a 4 °C agitándose en frío por 5 minutos. Se juntan los sobrenadantes y se aforo a 10 mL, con cloruro de sodio al 5%, la cuantificación se realizó por el método de espectrofotometría.

#### **Extracción de prolamina.**

Se realizó con pyronine G al 0.05 %, se pesó 0.05 g de muestra molida y desengrasada y se le agrego 0.5 mL de solución de pyronine G y se dejó reposar en frío toda la noche, la cuantificación se realizó por el método de espectrofotometría.

#### **Extracción de glutelinas**

Al residuo anterior se le añadió 5 ml de solución de Hidróxido de sodio al 0.2% a 4 °C se mezcló el contenido, se agita en frío por 15 minutos y se guarda en refrigeración por 1 hora a 4 °C posteriormente se centrifugo por 10 minutos a 4000 rpm se pasa el sobrenadante a un tubo eppendorf, se lavó el residuo con 2.5 mL de hidróxido de sodio a 4 °C y se agito en frío por 5 minutos se centrifugó por 10 minutos a 4000 rpm, se juntaron los sobrenadantes y se aforo a 10 mL con hidróxido de sodio, la cuantificación se realizó por el método de espectrofotometría.

## **Cuantificación por espectrofotometría**

La cuantificación de las proteínas se realizó de acuerdo a la metodología de Bradford,(1976), utilizando un kit reactivo de Bradford, el cual contiene azul de coomassie, etanol y ácido ortofosfórico produciendo un reactivo ácido, el cual reacciona enlazando residuos de aminoácidos básicos y aromáticos especialmente arginina de las proteínas extraídas.

Para la lectura de las proteínas se utilizó un espectrofotómetro Serie BioMate 3, por lo cual se realizó el ajuste de la curva lineal. Una vez obtenida la curva, se procedió a evaluar cada repetición de los genotipos colocando en un tubo de ensayo 150 mL de la proteína extraída y se le añadieron 1.5 mL de solución Bradford, se agitaron por unos segundos y se evaluó la concentración en el espectrofotómetro a 950 nm de longitud de onda en absorbancia y en  $\mu\text{g/ml}$ , este proceso se realizó para cada una de las proteínas (Bradford,1976).

## Análisis Estadísticos

A cada una de las variables se le realizó un análisis de varianza, como un Factorial en bloques al azar, que consideró los efectos de las repeticiones en campo, efecto de las variedades, proporciones, interacción variedad, proporciones, interacción variedad por proporción, bajo el siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + D_k + TD_{jk} + E(m) + \xi_{ijk}$$

$$I = 1, 2, \dots, b \quad J = 1, 2, \dots, d$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Variables Observadas.

$\mu$  = Media general de todas las unidades.

$B_i$  = efecto del  $i$  – ésimo bloque.

$T_j$  = Efecto del  $j$  – ésimo genotipo.

$D_k$  = Efecto de  $k$  – ésima proporción o relación.

$TD_{jk}$  = Interacción Del  $j$ - ésimo genotipo por la  $k$  – ésima proporción.

$E(m)$  = Error de muestreo.

$\xi_{ijk}$  = Error experimental.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza de manera general, en las variables de peso de tallo, hoja y espiga en avena, así como en el peso de tallo, hoja y espiga en los siete genotipos, se encontró que tanto en genotipos como en las porciones aplicadas en la producción y en la interacción de genotipo porporción, existió una diferencia altamente significativa como se muestra en el Cuadro 4.1; por lo que al menos un genotipo, porción y una de las combinaciones entre ellas, obtuvieron pesos diferentes en el tallo, hojas y espigas en la avena como en los genotipos estudiados en este trabajo.

Teniendo coeficientes de variaciones peso de tallo de 35.28%, 31.73%, en avena, y genotipos, en peso de hoja de 41.94% y 28.21%, así mismo en la variable peso de espigase obtuvo un CV de 42.43%, 30.81% .

**Cuadro 4.1 Cuadrados medios y significancia de las variables; peso de tallo, hoja y espiga en avena, peso de tallo, hoja y espiga en siete genotipos, evaluados (Zaragoza, Coah. 2011).**

FUENTES DE VARIACION	GL	PTA (g)	PTG (g)	PHA (g)	PHG (g)	PEA (g)	PEG (g)
<b>GENOTIPOS</b>	6	2293.57**	2682.28**	2420.20**	1596.56**	667.55**	782.32**
<b>PROPORCIONES</b>	3	15310.61**	16771.96**	2657.0**	1709.79NS	3703.23**	4487.53**
<b>PRO(G)</b>	18	2994.01**	3338.39**	544.11**	583.18NS	790.11**	1021.23**
<b>ERROR EXP.</b>	48	185.67	479.01	54.49	223.38	59.38	105.77
<b>CV %</b>		35.28	31.73	41.94	28.21	42.43	30.81

GL= grados de libertad; \*\* Significativo al 0.01; NS; No significativo; PTA= Peso de Tallo en Avena (g); PTG= Peso de Tallo en Genotipos (g); PHA= Peso de Hoja en Avena (g); PHG= Peso de Hoja en Genotipos (g); PEA= Peso de Espiga en Avena (g); y PEG= Peso de Espiga en Genotipos (g).

## Comparación entre Genotipos

### Peso de Tallo

Para peso de tallo de avena (PTA) se encontraron cuatro grupos estadísticos, donde el mayor peso lo obtuvo la avena sola con 92.66 g como se muestra en Cuadro 4.2, el siguiente grupo fue dado por la mezcla con cebada donde avena logró obtener hasta 75.08 g de peso en el tallo; en el siguiente grupo se encontraron triticale y trigo en las variedades AN-220-09, 239-99 y 268-99 resultando PTA de rangos de 61-53 g; mientras que en mezcla con trigo AN-326-09, avena obtuvo solo 49.58 g en PTA; lo cual sugiere que esta última línea de trigo compitió más con la avena al afectar más el peso de sus tallos, aunque estadísticamente todos los trigos formaron el cuarto grupo de significancia, sugiriendo que el trigo compitió más con la avena o que entre las especies estudiadas posee mayor amacollamiento; esta relación competitiva entre especies está influenciada por muchos factores, tales como la plasticidad de la especie, debido a la habilidad que tienen algunas especies de alterar su tamaño, estrategia de crecimiento, etc, lo que podría definir las ventajas de una u otra especie (Satorre y Gugliemi, 1990).

En el Cuadro 4.2, se muestran los resultados de la prueba de comparación de medias en la variable peso de tallo, de genotipos, formándose dos grupos de significancia, donde estadísticamente entre los genotipos evaluados no existió diferencia significativa, aunque numéricamente una de las especies sobresalió en su peso por ser mayor que las demás, como fue trigo AN-268-99 con 77.66 g, este resultado posiblemente se debió a que trigo presentó una mayor competencia de nutrientes o amacollamiento en comparación de avena.



## **Peso de Hoja**

Para peso de hoja de avena (PHA) se obtuvieron cuatro grupos estadísticos, como se observa en el Cuadro 4.2, el mayor peso lo obtuvo la avena sembrada sola con 79.00 g correspondiente al grupo estadístico A, seguido de la combinación con cebada, donde avena obtuvo un peso de 47.91 g. En el siguiente grupo estadístico se encontraron las mezclas con trigo AN-220-09, triticale, trigos AN- 239-09 y 268-99, teniendo pesos la avena entre 32.83 g, hasta 32.33 g; que a diferencia de la mezcla con el trigo AN-326-09 obtuvo el más bajo peso de 28.91 g ; en particular en esta última mezcla el trigo es mejor competidor que la avena o presentó alto amacollamiento, por tal motivo la avena no logró acumular mayor peso de hoja.

Entre los genotipos evaluados, no hubo diferencias significativas, encontrando que numéricamente el mayor peso registrado correspondió al trigo AN-239-99 con 59.25 g, seguido por cebada con 58.16 g y triticale con 57.50 g, teniendo registrado con el peso más bajo a trigo variedad AN-268 con 50.16 g (Cuadro 4.2).

## **Peso de Espiga**

En la comparación de medias de la variable peso de espiga de avena (PEA), ésta como monocultivo logró un peso mayor que en mezclas con los genotipos obteniendo 40.33 g (Cuadro 4.2). el siguiente grupo se conformó de la mezcla con cebada, seguido por la mezcla con los dos últimos grupos se conformaron con las mezclas con trigo, entre las cuales al mezclarse con la línea AN-239-99, alcanzó el menor valor numérico con 20.83 g en el PEA.

En el mismo Cuadro 4.2, la prueba de comparación de medias correspondiente a la variable peso de espigas en genotipo (PEG), muestra que cebada sobresalió con 40.41g, junto con triticale y los trigos AN-326-09 y 268-99 formando el primer grupo estadístico; quedando en el tercer grupo los trigos AN-220-09 y AN-239-99;—éste último con 29.25 g. Esta diferencia entre variedades de la misma especie se puede entender por lo encontrado por Blum

*et al.*,(1989), quienes mencionan que las diferencias entre genotipos de trigo en número de espigas, varían en la producción y supervivencia de los tallos, debido a las condiciones ambientales, así como la densidad y fecha de siembra y dosis de abono nitrogenado.

**Cuadro 4.2 Resultados de la prueba de comparación de medias de las variables; peso de tallo, hoja y espiga en avena, peso de tallo, hoja y espiga en genotipos evaluados (Zaragoza, Coah. 2011).**

<b>Genotipos</b>	<b>PTA (g)</b>	<b>PTG (g)</b>	<b>PHA (g)</b>	<b>PHG (g)</b>	<b>PEA (g)</b>	<b>PEG (g)</b>
Trigo (AN-326-09)	49.58 d	66.33 a	28.91 d	54.00 a	22.41 de	33.25 ab
Trigo (AN-268-99)	57.66 cd	77.66 a	32.33 cd	50.16 a	28.75 de	39.16 ab
Trigo (AN-220-09)	60.41 cd	69.58 a	35.33 c	52.00 a	23.75 de	30.75 bc
Trigo (AN-239-99)	53.33 cd	68.00 a	31.41 cd	59.25 a	20.83 d	29.25 c
Cebada (NARRO-95)	75.08 b	75.75 a	47.91 b	58.16 a	38.16 b	40.41 a
Triticale (ERONGA-83)	61.08 c	73.66 a	32.83 cd	57.50 a	30.16 c	35.70 ab
Avena	92.66 a	0.00 b	79.00 a	0.00 b	40.33 a	0.00 d

PTA= Peso de Tallo en Avena (g); PTG= Peso de Tallo en Genotipo (g); PHA= Peso de Hoja en Avena (g); PHE= Peso de Hoja en Genotipo (g); PEA= Peso de Espiga en Avena (g); y PEG= Peso de Espiga en Genotipo (g).

### **Proporciones**

En la prueba de comparación de medias de los resultados obtenidos de las variables peso de tallo, hoja y espiga en avena como en la mezcla con genotipos, en las cuatro proporciones estudiadas, que de manera general se observó un aumento en los pesos de cada una de las variables conforme aumentaba la proporción de cada material.

### **Peso de Tallo, Hoja y Espiga – Avena**

En el Cuadro 4.3, el peso de tallo, hoja y espiga en avena (PTA), hubo diferencias significativas, la proporción de 100 %, tuvo los pesos mayor con 92.66 g, ya que la avena no tenía competencia, conforme disminuía las proporciones de avena y aumentaba la del genotipo, perdía peso; con la proporción 25:75 la avena presentó los pesos menores en comparación al resto de proporciones en estas variables con 28.61 g.

## **Peso de Tallo, Hoja y Espiga – Genotipos**

Los resultados de la prueba comparación de medias en las proporciones, la variable PTG, mostró que las proporciones de 100 %, el peso fue mayor con 114.27 g; mientras que las proporción de 50:50 y 25:75 %, estadísticamente resultaron iguales; pero numéricamente la tendencia fue que a mayor concentración del genotipo mayor fue el peso; y a una porción menor como 75:25, resultó con un PTG bajo (43.22 g), ya que se tiene mayor cantidad de avena que la mezcla y por lo tanto supera en amacollamiento y asimilación de nutrientes (Cuadro 4.3).

Con respecto a la variable PHG, a proporción 75:25 obtuvieron el mayor valor siendo el mejor grupo estadístico, seguido de la proporción 50:50 y 100 % con 68.11, 55.27 y 52.72 g respectivamente; la proporción 25:75 con 44.61 g fue la que registro el menor peso, como se menciona en el Cuadro 4.3; este comportamiento posiblemente sea por el efecto de competencia tanto intra como interespecífica provocando que el tamaño y principalmente el peso de las plantas disminuya conforme aumenta el número de plantas, reduciendo así tal vez rendimiento, como lo mencionan Yoda *et al.* (1963), sin embargo no se encontró una respuesta de tipo lineal en las porciones estudiadas, ya que la proporción 75:25 superó a todos.

Para la variable PEG los resultados en las proporciones para genotipos, se formaron cuatro grupos estadísticos donde proporción 100 % con peso de 57.50 g fue el primero, mientras que la relación 25:75 fue el segundo grupo con un PEG de 32.61 g, por otra parte las porciones 75:25 y 50:50 estadísticamente son iguales con pesos de 21.77 y 27.16 g ya que fueron las que conformaron el último grupo como se observa en el Cuadro 4.3.

**Cuadro 4.3 Resultados de la prueba de comparación de medias de las variables; peso de tallo, hoja y espiga en avena, peso de tallo, hoja y espiga en genotipos evaluados a diferentes proporciones (Zaragoza, Coah. 2011).**

PROPORCIÓN	PTA (g)	PTG (g)	PHA (g)	PHG (g)	PEA (g)	PEG (g)
<b>0-100</b>	0.00 e	114.27 a	0.000 e	52.72bc	0.000 e	57.50 a
<b>75-25</b>	68.33 b	43.22 c	27.38 b	44.61 c	33.16 b	21.77 bc
<b>50-50</b>	48.50 c	58.61 b	21.88 c	55.27 b	23.61 c	27.16 bc
<b>25-75</b>	28.61 d	71.22 b	10.88 d	68.11 a	12.16 d	32.61 b
<b>100-0</b>	92.66 a	0.00 d	79.00 a	0.00 d	40.33 a	0.00 d

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. PTA= Peso de Tallo de Avena; PTG= Peso de Tallo de Genotipo; PHA= Peso de hoja de Avena; PHG= Peso de Hoja de Genotipo; PEA= Peso de Espiga de Avena; PEG= Peso de Espiga de Genotipo.

### Interacción Genotipos por Proporciones

En las interacciones de genotipos por proporción, se encontró que el comportamiento de la avena al aumentar la proporción del genotipo en mezcla disminuye su peso, y en contraparte si la porción de genotipos fue menor, el de la avena aumentó.

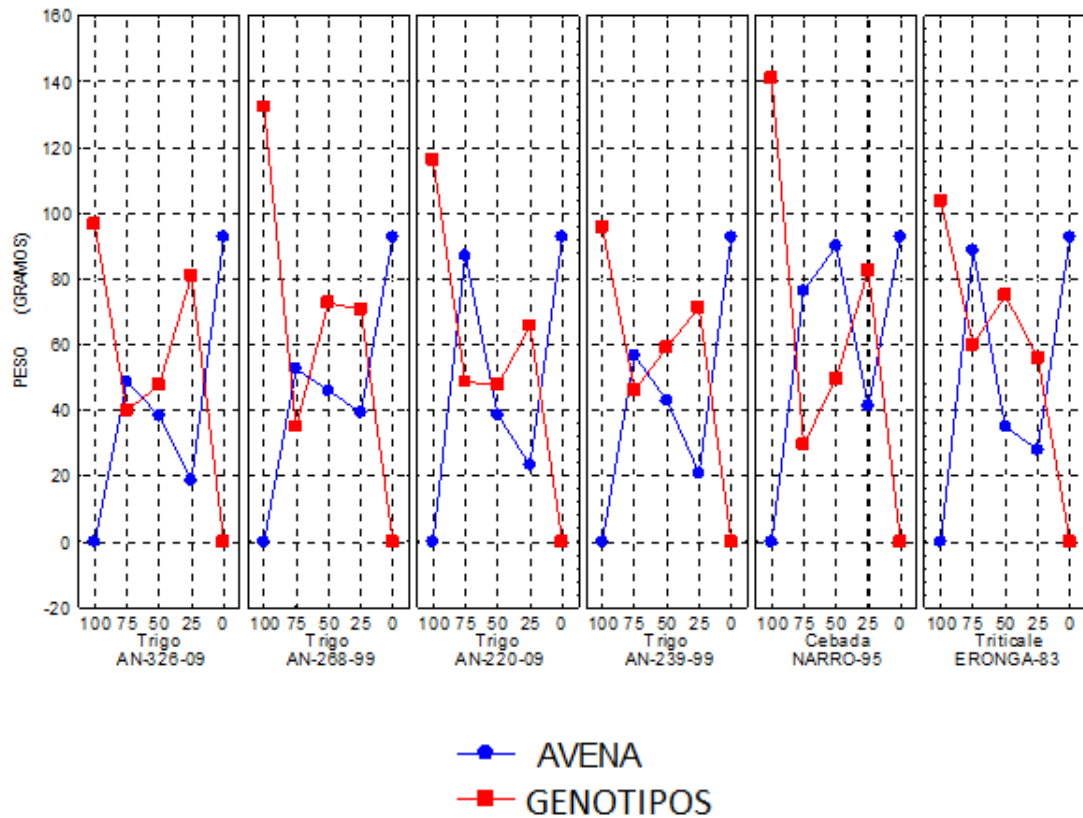
El comportamiento de PTA, como monocultivo o proporción de 100 %, presentó un valor de 92.66 g; pero inferior en comparación a la proporción de 100 %, en genotipos; sin embargo la cebada y trigo AN-268-99 superaron a todas con pesos de 141 y 132.33 g respectivamente, mientras que trigo AN-326-09 y AN-239-99 registraron los pesos más bajos con 96.66 y 95.66 g como se muestra en la Figura 4.1.

El trigo AN-220-09, cebada y triticale a una proporción de 75:25 donde la proporción 75 corresponde a la avena y el 25 al genotipo, avena no presento mucha competencia teniendo mayores pesos de 87, 76.33 y 88.66 g, mientras que con trigo AN-326-09 y 239-99 hubo mayor competencia obteniendo pesos más bajos de 48.66 y 56.66 g, la avena se comportó favorablemente, en PTA

con trigo AN-268-99 y cebada con 46 y 90 g, para la proporción 50:50, mientras que los genotipos donde hubo mayor competencia registrando los pesos más bajos con 38.33, 38.66 y 35 g fueron con trigo AN-326-09, AN-220-09 y triticale, este mismo resultado fue para la relación 25:75 como se muestra en la Figura 4.1 en el que la avena obtuvo un peso de 41.33 g.

En la Figura 4.1, la cebada como monocultivo en proporción de 100 % obtuvo el mayor peso registrado con un PTG de 141 g, donde trigo AN-326-09 y 239-99 mostraron los valores más bajos con pesos de 95.66 g, el triticale fue más competitivo en combinación con avena en la proporción 75:25, presentando el peso más alto con 60 g, mientras que cebada compitió con avena por los nutrientes disponibles con mayor relevancia por presentar un peso 29.66 g siendo este el más bajo.

El triticale y trigo AN-268-99 en proporción 50:50 tuvieron mayor valor en combinación con avena obteniendo PTG que van de 72.66 y 75 g; mientras que trigo AN-326-09 y 220-09, se vieron afectados en el PTG teniendo hasta 47.66 g, en esta proporción, todos los genotipos fueron superiores excepto cebada con un peso de 49.66, a diferencia de avena quien obtuvo 90 g. Con respecto a la proporción 25:75, los genotipos más sobresalientes fueron cebada y trigo AN-220-09 registrando PTG de 60 y 48.66 g; en cambio cebada, con un peso de 29.66 fue la especie que resintió más esta proporción por lo que presentó el peso más bajo cabe destacar que ninguna de las proporciones o mezclas evaluadas superan al valor individual de las mismas como se muestra en la Figura 4.1.



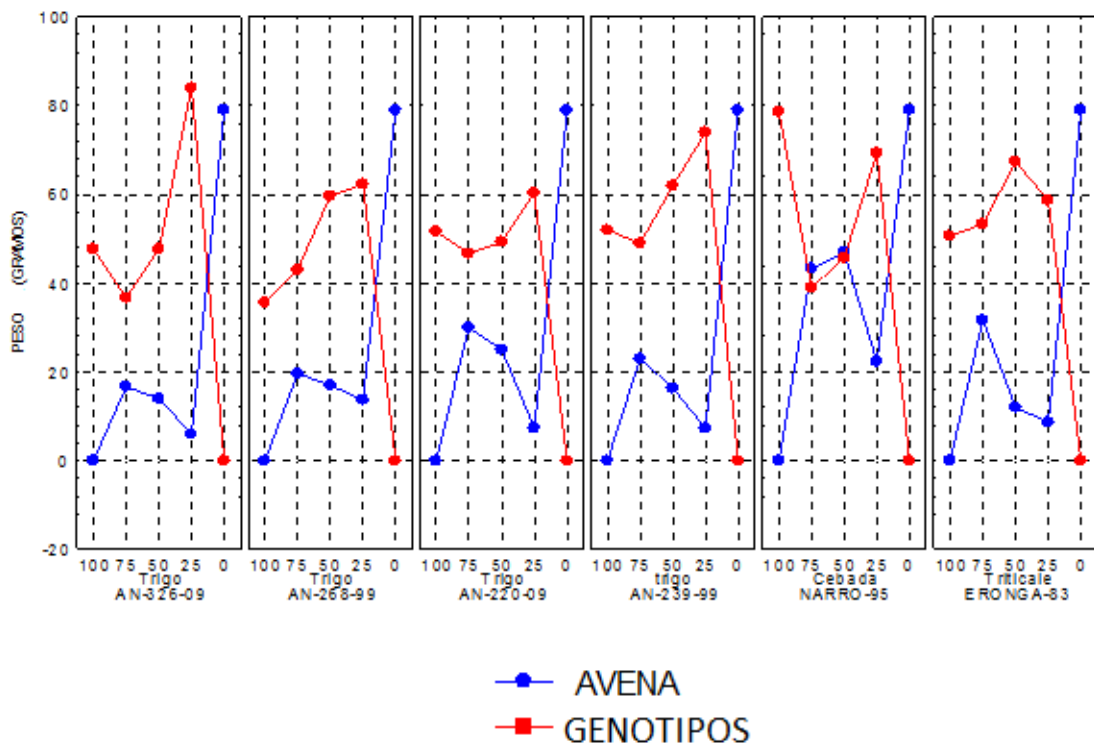
**Figura 4.1** Valores medios de la variable peso de tallo en siete genotipos evaluados. (Zaragoza, Coah. 2011).

### **Peso de Hoja de Avena y Genotipo (PHA y PHG)**

En la Figura 4.2 en la comparación de medias de la interacción genotipo por proporción para la variable PHA y PHG, avena en monocultivo de 100%, con un peso de 79 g en PHA supero a la mayoría de los genotipos, seguida de la cebada con 78.66 g; en la mezcla cebada con avena, tuvieron una respuesta semejante en pesos de hoja en proporción de 75:25 esta variable fue sobresaliente con un PHA de 43 g, este mismo comportamiento se reflejó en la proporción 50:50 con 47 g.

Sin embargo, triticale a una relación 75:25, tuvo mejor respuesta en PHG con un peso de 53 g superando a todos los materiales estudiados y así mismo en la porción 50:50, resultó con el mejor PHG con 67.33 g (Figura 4.2).

Con respecto a la proporción 25:75, avena resultó nuevamente el mejor PHA en combinación con cebada obteniendo 22.33 g (Figura 4.2), mientras que trigo AN-326-09 presentó el mayor PHG superando a todos los materiales en esta proporción e incluso a las de 100 % presentando 84 g de peso, este resultado tan particular pudo deberse a que esta línea de trigo presentó un mayor macollamiento presentando mayor número de tallos y por consiguiente mayor cantidad de hojas aumentando su peso.



**Figura 4.2** Valores medios de la variable peso de hoja en genotipos evaluados. (Zaragoza, Coah. 2011).

### **Peso de Espigas Avena y Genotipo (PEA y PEG)**

En la figura 4.3, la interacción genotipo por proporción se observa que los resultados obtenidos están estrechamente correlacionados con la variable PT, dado que al tener mayor peso de tallo habrá mayor número de espigas y por lo tanto un aumento en el peso, la proporción de 100 % avena presentó un comportamiento negativo con un PEA de 40.33 g, mientras que cebada y trigo AN-268-99 fueron los más sobresalientes con PEG de 85.66 y 69 g, el trigo AN-239-99 fue el genotipo con el menor peso e incluso fue superado por la avena registrando un PEG de 36 g, estas diferencias se devén a la capacidad de macollamiento.

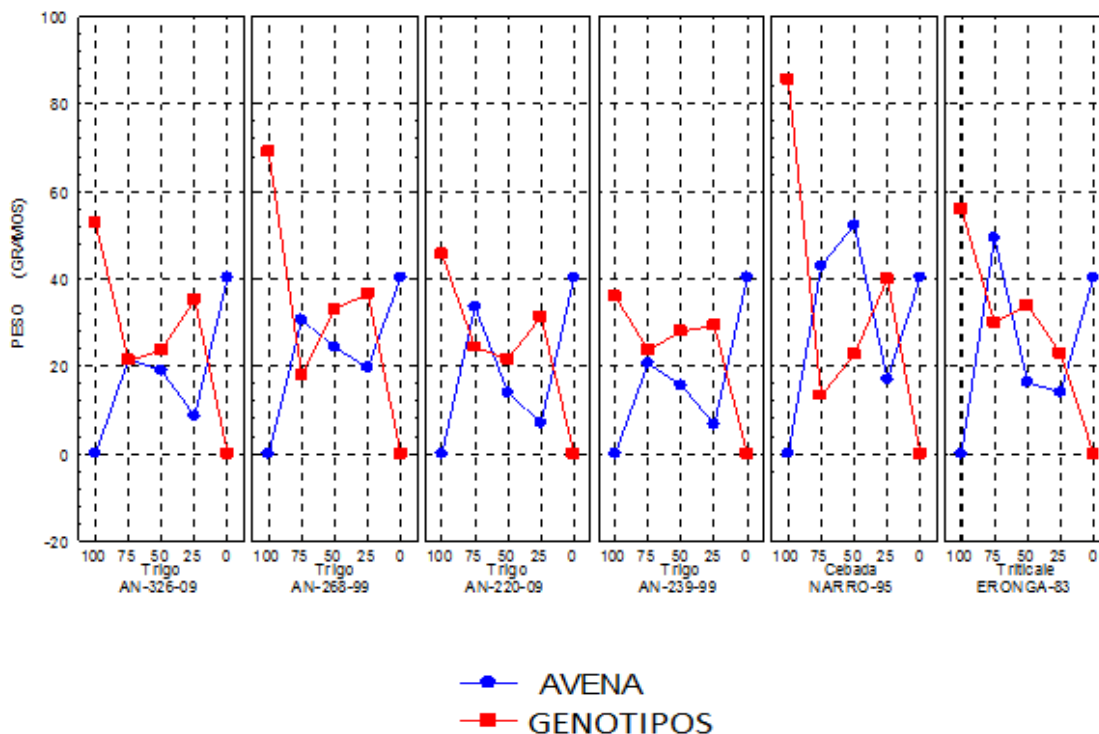
En la proporción 75:25 avena en mezcla con trigos AN-326-09 y 239-99 fue similar con PEA de 21.66 y 20.66 g y PEG de 21.33 y 23.33, avena sobresalió dado que esta en mayor proporción, en combinación con triticale seguido de la mezcla con cebada obtuvo mayores PEA con 49.33 y 43 g; con respecto a los genotipos el PEG el triticale supero en gran medida a todos, registrando 30 g, mientras que cebada se comportó negativamente con el menor PEG de 13.33 g (Figura 4.3).

El PEA en mezcla con cebada en proporción 50:50 fue la relación que superó la proporción de 100 % con un peso de 52.33 g, el menor PEA fue en mezcla con trigo AN-239-99 y 220-09 con pesos de 14 y 15.66 g; la mayoría de los genotipos tuvieron un comportamiento positivo que avena excepto por cebada y trigo (AN-220-09) mostrando los PEG más bajos con 21.66 y 22.66 g, siendo el triticale el genotipo que sobresalió a todos con 34 g.

Avena en la proporción 25:75 fue inferior con todos los genotipos, siendo con trigo AN-268-99 y cebada donde registró los valores más altos con un PEA de 19.66 y 17 g, mientras que los PEA más bajos con 6.66, 7 y 8.66 g fueron en



mezcla con trigo AN-239-99, 220-09 y 326-09; el PEG fue superior que avena por estar en mayor concentración siendo cebada y trigo AN-268-99 los que sobresalieron con pesos de 40 y 36.66 g, triticale resintió esta proporción con el peso más bajo de 23 g (Figura 4.3).



**FIGURA 4.3** Valores medios de la variable peso de espiga en siete genotipos evaluados. (Zaragoza, Coah. 2011).

El análisis de varianza, los resultados obtenidos, de las variables producción de materia seca total (PMSA y PMSG) y producción de grano en avena y en genotipo (PROA y PROG), indican que para estas variables los genotipos, proporciones y la interacción entre ambas son altamente significativas lo que indica que hay diferencias entre al menos un genotipo, proporción y en conjunto entre ellas.

Donde, la PMSA, presentó un Coeficiente de Variación de 31.99 %, para los genotipos de 30.52 %, y para la variable producción de grano fue de 23.11 % en avena y 22.7 % para genotipo como se muestra en el Cuadro 4.4.

**Cuadro 4.4 Cuadrados medios y significancia de las variables; producción de materia seca total en avena (MSA), producción de materia seca total en genotipo (MSG), producción de grano en avena (PROA), producción de grano (PROG) en siete genotipos evaluados (Zaragoza, Coah. 2011).**

<b>FUENTES VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>MSA</b>	<b>MSG</b>	<b>PROA</b>	<b>PROG</b>
<b>GENOTIPOS</b>	6	6690.85 **	18983.97 **	30794.69 **	26942.97 **
<b>PROPORCIONES</b>	3	158877.12 **	110233.60 **	387080.79 **	727272.56 **
<b>PROPO (G)</b>	18	27956.87 **	20351.84 **	68286.16 **	132342.82 **
<b>ERROR</b>	48	1854.75	1276.35	2654.18	1278.74
<b>CV %</b>		31.99	30.52	23.11	22.7

\*\* Significativo al 0.01; Producción de Materia Seca total en Avena (MSA), Producción de Materia Seca total en Genotipos (MSG), Producción de Grano en Avena (PROA), Producción de grano en Genotipo (PROG).

### **Comparación entre Genotipos**

#### **Peso de Materia Seca**

Para la variable peso de materia seca total de avena (MSA) conformó tres grupos estadísticos donde el peso mayor registrado fue de avena en monocultivo con 241 g, como se presenta en el Cuadro 4.4, el siguiente grupo fue dado en la mezcla con triticale y trigo AN-239-99 pero con triticale fue mejor con 202.33 g, avena en combinación con cebada se observó que hubo una mayor competencia entre si dado que registro el peso más bajo con 180.16 g, estos resultados pueden ser causados por varios factor ambientales o varietales, Tomaso,(1999), menciona que la dinámica de acumulación de

materia seca de avena que a lo largo del año responde a características varietales, se podría explicar en parte esas diferencias. La presencia de alelo químicos (Baghestani, et al ,1999), o la competencia subterránea (Satorre y Gugliemi, 1990), podrían estar involucradas.

En el cuadro 4.5 la variable MSG, se obtuvieron tres grupos estadísticos, cebada corresponde al grupo A con un peso de 189 g, el siguiente grupo fue conformado por las especies de trigo AN-326-09, AN-268-99, AN-220-09, AN-239-99 y triticale con rangos que oscilan de 95.83 g hasta 189 g, estos resultados se dan ya sea por que cebada tiene una mejor adaptación a condiciones de sequía respecto a otros cereales de invierno. Esto se debe, sobre todo, a su maduración precoz, que le permite escaparse al estrés hídrico que suele ocurrir durante el periodo de floración y de llenado del grano.

### **Peso de Producción de Grano**

Para la variable producción de grano en avena (PROA) se obtuvieron tres grupos estadísticos como se muestra en el cuadro 4.5, el mayor peso fue de avena como monocultivo con 395.66 g, el siguiente grupo lo mostró en mezcla de trigo AN-326-09 donde obtuvo un peso de 352.67 g, el peso más bajo fue con cebada registrando 243.08 g, estos resultados pueden ser el reflejo por un gran número de variables enfocadas en determinar el rendimiento así como muchos factores involucrados que alteran a éste, (Maled y Hanchinal, 1997; García *et al.*, 2003), encontró que el número de espigas por metro cuadrado es el componente que mayor contribución tiene en cereales de grano pequeño. Sin embargo, la expresión del rendimiento es influenciada por factores del medio ambiente, el genotipo, entre los cuales la temperatura es uno de los más importantes para el crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos.

El comportamiento de los genotipos para la variable producción de grano que se observa en el Cuadro 4.5, se registraron tres grupos estadísticos siendo triticale el mejor con 238.17 g, los demás genotipos se agruparon en el segundo grupo donde el menor peso fue dado por cebada con 140.00 g, estos resultados

se han observados en otros trabajos donde el triticale produjo 40 % más rendimiento de grano que cebada y avena, y el 15 % más rendimiento que trigo; también en la acumulación de materia seca de la parte aérea y en el índice de área foliar el triticale supero a la cebada y avena (López, 1994). Debido a que triticale ha demostrado ser una especie que compite efectivamente con la avena y ballico trigo, centeno y cebada en la producción de forraje en la época invernal. Aunado a lo anterior, posee características favorables como mayor tolerancia a bajas temperaturas, sequias, suelos ácidos y alcalinos, plagas y enfermedades, en comparación con el trigo (CIMMYT, 1976),

**Cuadro 4.5 Resultados de la prueba de comparación de medias de las variables; producción de materia seca total y producción de grano en avena, producción de materia seca total y producción de grano en siete genotipos (Zaragoza, Coah. 2011).**

<b>Genotipos</b>	<b>MSA (g)</b>	<b>MSG (g)</b>	<b>PROA (g)</b>	<b>PROG (g)</b>
Trigo (AN-326-09)	183.41 c	95.83 b	352.67 b	151.75 b
Trigo (AN-268-99)	193.08 c	118.67 b	337.83 bc	144.00 b
Trigo (AN-220-09)	185.00 c	108.50 b	306.08 c	166.00 b
Trigo (AN-239-99)	198.41 bc	98.42 b	343.25 bc	144.50 b
Cebada (NARRO-95)	180.16 c	189.00 a	243.08 d	140.00 b
Triticale (ERONGA-83)	202.33b	121.17 b	327.75 bc	238.17 a
<b>AVENA</b>	<b>241 a</b>	<b>0.00 c</b>	<b>395.66 a</b>	<b>0.0 c</b>

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Producción de Materia Seca total en Avena (MSA), Producción de Materia Seca en Genotipo (MSG), Producción de Grano en Avena (PROA), Producción de grano en Genotipo (PROG).

### **Comparación entre proporciones**

En la prueba de comparación de medias que se muestran en el Cuadro 4.6 las variables producción de materia seca total y producción de grano en avena como en la mezcla entre genotipos, con las cinco proporciones evaluadas, se observó que a mayor proporción mayor ganancia de las cuales reflejan tanto en avena como en genotipo.

### **Producción de Materia Seca y Producción de Grano en Avena**

Los resultados de las diferentes proporciones en la variable producción de materia seca total en avena, la proporción de 100 % fue mayor con un peso de 241 g, siendo las demás proporciones inferiores (Cuadro 4.6). La variable producción de grano formó cuatro grupos estadísticos donde 100% fue nuevamente mayor con 395.66 g, el siguiente fue dado por 25:75 teniendo un peso de 327.89 g, mientras que 50:50 y 75:25 estadísticamente fueron iguales perteneciendo al último grupo, donde el peso de 262.67 es el más bajo y corresponde a la proporción de 50:50.

### **Producción de Materia Seca y Producción de Grano en Genotipo**

Las proporciones estudiadas en las variables producción de materia seca total y producción de grano en genotipos, los resultados que se muestran en el Cuadro 4.6, la proporción de 100 % es la que presentó el mayor peso de 228.50g (MSA) y 460.83 g (PROG) y el menor peso registrado corresponde a la proporción de 25:75, con 45.56 g (MSA) y 26 g (PRGG).

**Cuadro 4.6 Resultados de la prueba de comparación de medias de las variables; producción de materia seca total en avena (MSA), producción de materia seca en genotipo (MSG), producción de grano en avena (PROA), producción de grano en genotipo (PROG) a diferentes proporciones (Zaragoza, Coah. 2011).**

<b>PROPORCIONES</b>	<b>MSA (g)</b>	<b>MSG (g)</b>	<b>PROA (g)</b>	<b>PROG (g)</b>
<b>0-100</b>	0.00 e	228.50 a	0.00 e	460.83 a
<b>75-25</b>	129.94 d	125.89 b	272.22c	112.00 b
<b>50-50</b>	172.50 c	87.78 c	262.67 c	57.44 c
<b>25-75</b>	218.17 b	45.56 d	327.89 b	26.00 d
<b>100-0</b>	241 a	0.00 e	395.66 a	0.00 e

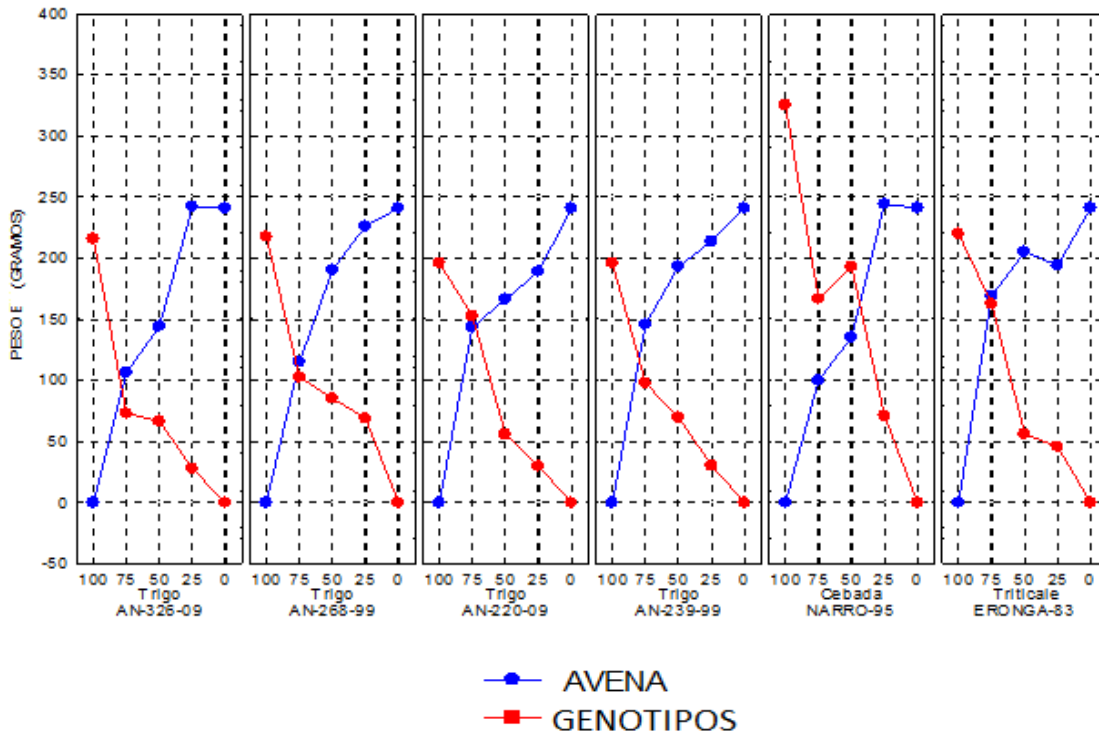
Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Producción de Materia Seca en Avena (MSA), producción de Materia Seca en Genotipo (MSG), Producción de Grano en Avena (PROA), Producción de grano en Genotipo (PROG).

La Figura 4.4, muestran los resultados obtenidos en la comparación de medias de la interacción genotipo por proporción para la variable producción de materia seca total la proporción de 100% cebada supero drásticamente a todos con 325.33 g.

La avena en proporción 75:25, en mezclas con trigo AN-268-99, 220-09 y triticale mostro un comportamiento similar siendo con triticale donde reflejo la producción de MSA mayor con 169 g; el trigo AN-220-09 y cebada, este último sobresalió con un peso de MSG de 166.66 g, mientras que trigo AN-326-09 fue quien mostro el peso de MSG más bajo con 73 g, se esperaba que avena por estar en menor proporción fuera superada pero no fue así, como se muestra en la Figura 4.4.

La avena en combinación con trigo AN-268-99, 239-99 y triticale resulto mejor siendo este último donde sobresalió con 205.33 g de MSA, mientras que con cebada y trigo AN-326-09 presentó los pesos más bajos con 135.33 y 144.33 g de peso de MSA; el mayor peso registrado de MSG con 193 g fue dado por cebada, la producción de MSG más bajos fueron registrados por trigo AN-220-99 y triticale con 55.66 y 56.33 g en proporción 50:50 (Figura 4.4).

La proporción 25:75 en producción de MSA en mezclas donde la avena tubo los pesos más altos por tener en mayor cantidad fue con trigo AN-326-09 y cebada reflejando pesos de 242 y 244.33 g donde incluso superaron a la porción de 100%, el peso más bajo de 189 y 194 g fue dado en mezclas con trigo AN-220-09 y triticale. Los genotipos con pesos de MSG más sobresalientes fueron registrados por cebada con 71 g, mientras que trigo AN-326-09 con 27.66 presento la menor producción de MSG (Figura 4.4).



**Figura 4.4** Valores medios de la variable producción de materia seca total en siete genotipos evaluados. (Zaragoza, Coah. 2011).

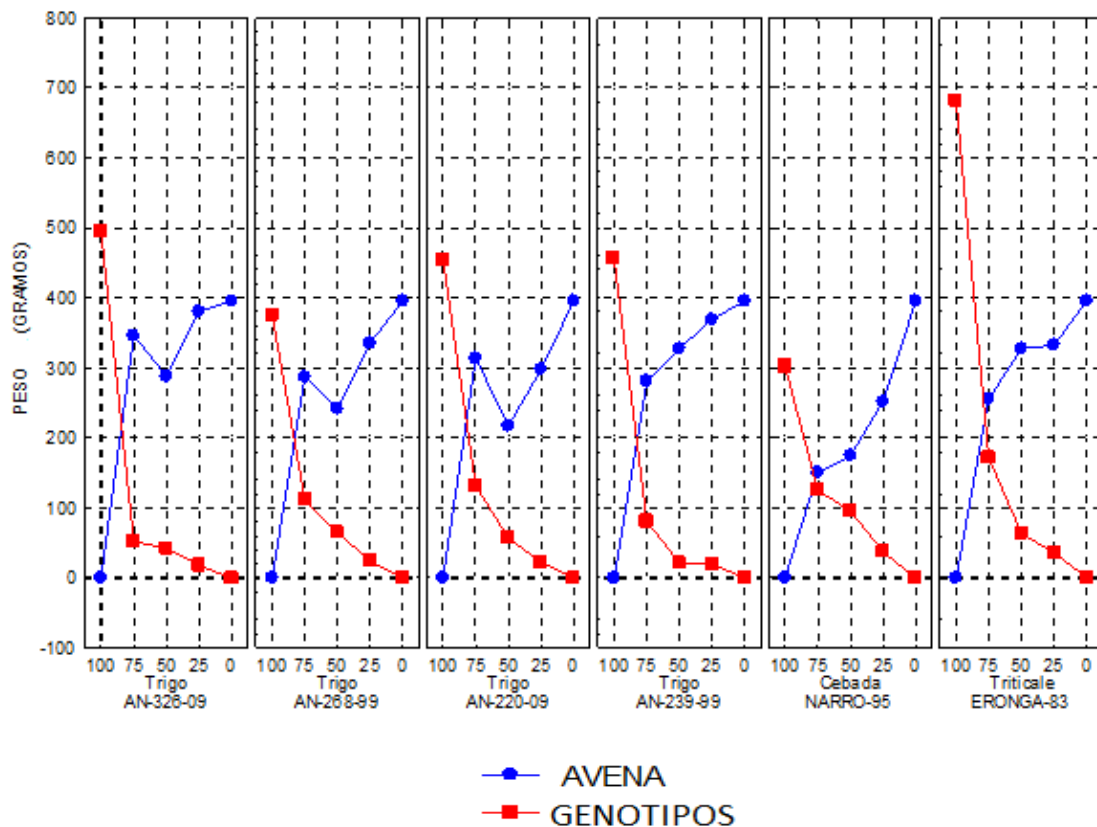
En la figura 4.5 se observan los resultados para la variable producción de grano (PGA y PGG), avena en proporción de 100 % supero a todas las mezclas por no tener competencia con 395.66 g, pero triticale a 100 % obtuvo el PGG mayor que todos con 682 g siendo cebada el más inferior con 302 g de PGG.

Para la porción 75:25 en la variable PGA, la mezcla de avena con trigo (AN-326) obtuvo el mayor rendimiento de grano con 346 g, con cebada tuvo el menor rendimiento con 150 g; el triticale en esta proporción tuvo el mayor rendimiento en cuanto a los genotipos con 171.66 g, el trigo AN-326-09 con un rendimiento de 51.66 g se comportó negativamente.

El PGA en la proporción 50:50 el rendimiento fue mayor que los genotipos, donde en mezcla con triticale y trigo AN-239-99 son iguales con una producción de grano de 327.33 g, el menor rendimiento lo obtuvo con cebada con una

PGA de 174.66 g, siendo esta misma la que registro el rendimiento más bajo con 21.33 g.

La proporción 25:75 nuevamente avena supero a los genotipos en mezcla con trigo AN-326-09 con 380.66 g de PROA, donde el menor rendimiento fue en mezcla con cebada con un 251.66 g; el triticale y cebada con pesos de grano de 35.33 y 37 g fueron los mejores, el trigo AN-326-09 presentó el rendimiento más bajo con 17.66 g, estos resultados obtenidos en donde la avena fue superior que los genotipos evaluados, puede explicarse por la capacidad fotosintética realizada al tener mayor área foliar y mayor tiempo disponible para acumular carbohidratos, principalmente, en el grano (Baron y Kibite, 1987; Canseco, 2004).



**Figura 4.5** Valores medios de la variable peso de producción en grano en siete genotipos evaluados. (Zaragoza, Coah. 2011).



De manera general, el análisis de varianza muestra los resultados de los cuadrados medios en las variables peso de mil granos y peso volumétrico en avena (PMGA y PVA), así como peso de mil granos y peso volumétrico en los siete genotipos estudiados (PMG y PVG), se encontró que tanto en genotipos como en las proporciones aplicadas así como en la interacción de genotipos por proporción, se mostró una diferencia altamente significativa, esto indica que al menos un genotipo, proporción y la interacción entre ambas obtuvieron pesos diferentes en peso de mil granos y en peso volumétrico en los genotipos estudiados.

La variable PMGA y PMGG mostró un Coeficiente de Variación de 5.2 % y 5.91 % mientras que para la variable PVA y PVG presentó un Coeficiente de Variación de 11.17 % y 4.58 % como se muestra en el Cuadro 4.7.

**Cuadro 4.7 Cuadrados medios y significancia de las variables; peso de mil granos en avena (PMGA), peso de mil granos en genotipo (PMGG), peso volumétrico en avena (PVA), peso volumétrico en genotipo (PVG), (Zaragoza, Coah. 2011).**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>PMGA</b>	<b>PMGG</b>	<b>PVA</b>	<b>PVG</b>
<b>GENOTIPOS</b>	6	23.87**	563.89**	99.34**	2724.13**
<b>PRO</b>	3	3472.29 **	57.68 **	4427.64 **	153.56 **
<b>PRO (G)</b>	18	580.06**	22.734**	747.52**	37.47**
<b>ERROR</b>	48	1.2	3.3	7.24	8.2
<b>CV %</b>		5.2	5.91	11.17	4.58

\*\* Significativo al 0.01; Peso de Mil Semillas en Avena (PMSA), Peso de Mil Granos en genotipo (PMGG), Peso Volumétrico en Avena (PVA), Peso Volumétrico en genotipo (PVG).

## Comparación entre Genotipos

### Peso de Mil Granos

En el cuadro 4.8, de comparación de medias para la variable peso de mil granos en avena (PMGA), hubo tres grupos estadísticos donde el mayor peso lo obtuvo en mezcla con trigo AN-220-09 y 268-99 con pesos de 28.39 y 28.03 g, mientras que cebada, trigo (AN-326-09 y 239-99) y avena como monocultivo integran el segundo grupo con rangos de pesos que van de 27.81 a 27.23 g, el peso menor registrado de avena fue en mezcla con triticale teniendo un peso de 26.75 g, esta variable que refleja la calidad del grano así como los factores que influyen en la misma donde Voltas y *et al.*, (1999), aseguran que las altas temperaturas y el déficit hídrico limitan el peso final del grano al acelerar la senescencia foliar y disminuir la duración del crecimiento del grano ya que disminuye la conductancia de la hoja, la fotosíntesis neta y por tanto, la disponibilidad de asimilados actuales para el llenado del grano. Estas diferencias genotípicas al ambiente en términos de peso individual del grano y parámetros de peso y llenado, están determinadas por la interacción entre el aporte de fotoasimilados y las reservas de post-antesis como han demostrado Voltas y Col., (1999).

En los genotipos, estadísticamente se formaron tres grupos, triticale y cebada con peso de 35.08 g y 34.85 g fueron los más sobresalientes, el trigo AN-220-99 y trigo AN-268-09 con pesos de 32.15 a 32.08 g conforman el segundo grupo, el peso más bajo fue dado por trigo AN-326-09 con 28.65 g, estos resultados antes pueden deberse a la precocidad de los materiales al genotipo, a la competencia de nutrientes por varios factores ambientales ya que Giunta y *et al.*, (1993), en su investigación relacionan la precocidad y el periodo de llenado de grano, la precocidad del triticale le permitió tener un periodo de llenado de grano más largo, lo que mejoró el peso en condiciones de estrés.

En esta variable el trigo se vió afectado, Kasmi *et al.* (2003), reportaron que en

trigo un déficit hídrico disminuye el área foliar de la hoja bandera y la longitud de la espiga en 14 y 36%, respectivamente, lo cual se refleja en disminución en el rendimiento de grano que va desde 40% cuando se aplican tres riegos hasta 98% cuando el estrés hídrico ocurre en pre anthesis.

### **Peso Volumétrico**

La variable peso volumétrico en avena (PVA) que se observa en el Cuadro 4.8, se registraron tres grupos estadísticos donde avena en monocultivo fue el primero con 37.44 kg/H, el siguiente grupo fue dado por cebada, triticale y tres variedades de trigo con PVA de 34.18 hasta 36.06 kg/H, la avena mezclada con trigo AN-268-99 fue el último grupo con 31.71 kg/H, estos resultados no coinciden con lo mencionado por González Torres y Rojo Hernández, (2005) quienes mencionan que el peso específico es mayor a medida que el peso del hectolitro es mayor, y refleja el llenado del grano.

El comportamiento de los genotipos en la variable peso volumétrico (PVG), estadísticamente hubo diferencias mostrando cuatro grupos estadísticos donde trigo AN-268-99, 326-09 y 220-09 conformaron el primer grupo siendo trigo (AN-268-99) el mejor con un peso de 71.50 kg/H, el triticale presentó el valor más bajo de 60.38 kg/H, es importante recalcar que la diferencia de pesos volumétricos está determinado por las características en sí de cada semilla de las especies debido al tamaño y forma de las mismas con estos resultados en los que el trigo obtuvo los mejores pesos es debido a que la semilla morfológicamente es más pequeña y densa que la del triticale, avena y cebada.

**Cuadro 4.8 Resultados de la prueba de comparación de medias de las variables evaluadas de los siete genotipos como son; peso de mil granos en avena (PMGA), peso de mil granos en genotipo (PMGG), peso volumétrico en avena (PVA), peso volumétrico en genotipo (PVG), (Zaragosa, Coah. 2011).**

<b>Genotipos</b>	<b>PMGA (g)</b>	<b>PMGG (g)</b>	<b>PVA (Kg/H)</b>	<b>PVG (Kg/H)</b>
Trigo (AN-326-09)	27.79 b	28.65 c	33.06 bc	70.48 ab
Trigo (AN-268-99)	28.03 ab	32.08 b	31.71 c	71.50 a
Trigo (AN-220-09)	28.39a	32.15 b	32.55 bc	69.44 ab
Trigo (AN-239-99)	27.23bc	29.42 c	32.75 bc	68.51 b
Cebada (NARRO-95)	27.81 b	34.85 a	34.18 b	50.18 d
Tritícale (ERONGA-83)	26.75c	35.08 a	33.01 bc	60.38 c
AVENA	27.35 bc	0.00 d	37.44 a	0.00 c

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Peso de Mil Granos en Avena (PMGA), Peso de Mil Semillas en Genotipo (PMGG), Peso Volumétrico en Avena (PVA), Peso Volumétrico en la Genotipo (PVE).

### **Comparación entre proporciones**

#### **Peso de Mil Granos y Peso Volumétrico en Avena**

En el Cuadro 4.9 la variable peso de mil granos en avena, estadísticamente no hubo diferencias en las proporciones conformando un solo grupo estadístico con pesos de 27.90 g hasta 27.35 g, donde numéricamente la mejor fue la proporción de 75:25.

Para la variable peso volumétrico los resultados conformaron dos grupos estadísticos la proporción de 100 % donde el PVA de 37.44 fue la mejor, las siguientes proporciones estuvieron en el segundo grupo y la proporción 75:25 numéricamente obtuvo el peso más bajo con 31.31 kg/H.

## **Peso de Mil Granos y Peso Volumétrico en Genotipo**

La variable peso de mil granos, la proporción de 100 % y 75:25 con pesos de 34.00 y 33.10 fueron el primer grupo estadístico, siendo las proporción de 50:50 y 25:75, mas inferior con 30.69 y 30.36 g, estas diferencias entre las porciones estudiadas y de los genotipos que tuvieron mayor peso es debido al comportamiento del desarrollo fenológico donde la absorción de nutrientes y un estrés pueden ser factores en el peso y llenado del grano, ya que el crecimiento del grano depende directamente de dos factores según Cooper y *et al.*, (1994), el primero es el suministro de carbohidratos en el periodo de post-antesis y el otro es la capacidad de almacenamiento de fotosintatos en los granos, por lo que el llenado de grano puede ser afectado por deficiencias nutritivas, estrés hídrica, inoculación de patógenos, etc.

Mientras que Zuluaga y *et al.*, (2001), mencionan que infestaciones tempranas afectarían el número de tallos, y las tardías el número de granos por espiga o el peso de granos y el aumento de fertilidad nitrogenada incrementaría la agresividad de la maleza esto en diferentes variedades de trigo.

En la variable peso volumétrico para los genotipos que se muestra en el Cuadro 4.9 se observaron tres grupos estadísticos donde la porción de 100 % obtuvo el PV mayor con 68.45 kg/H, mientras que la proporción de 25:75 con un PV de 61.86 kg/H numéricamente fue la más baja estos resultados en esta variable se observa que la avena obtuvo el peso volumétrico menor en comparación que los genotipos pero igual en todas las proporciones, siendo los trigos los que fueron superiores pudo deberse por el acomodo de la semilla en el recipiente debido a que son diferentes genotipos, variando la forma y el tamaño de la semilla o por los factores ambientales ya que Thomson, (1979), menciona que el tamaño y peso son indicadores de la excelencia de la semilla, pero estos están sujetos a las condiciones ambientales adversas a las que se enfrenta el cultivo pues puede presentar una disminución en el peso volumétrico o del peso de mil semilla.

**Cuadro 4.9 Resultados de la prueba de comparación de medias de las variables; peso de mil granos en avena (PMSA), peso de mil granos en genotipo (PMSG), peso volumétrico en avena (PVA), peso volumétrico en genotipo (PVG), (Zaragoza, Coah. 2011).**

<b>PORCIONES</b>	<b>PMGA (g)</b>	<b>PMGG (g)</b>	<b>PVA (Kg/H)</b>	<b>PVG (Kg/H)</b>
<b>0-100</b>	0.00 d	34.00 a	0.00 d	68.45 a
<b>75-25</b>	27.90 a	33.10 a	31.31 b	66.40 b
<b>50-50</b>	27.79 a	30.69 b	31.41 b	63.62 c
<b>25-75</b>	27.63 a	30.36 b	31.37 b	61.86 c
<b>100-0</b>	27.35 a	0.00 c	37.44 a	0.00 d

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Peso de Mil Granos en Avena (PMGA), Peso de Mil Granos en Genotipo (PMGG), Peso Volumétrico en Avena (PVA), Peso Volumétrico en Genotipo (PVG).

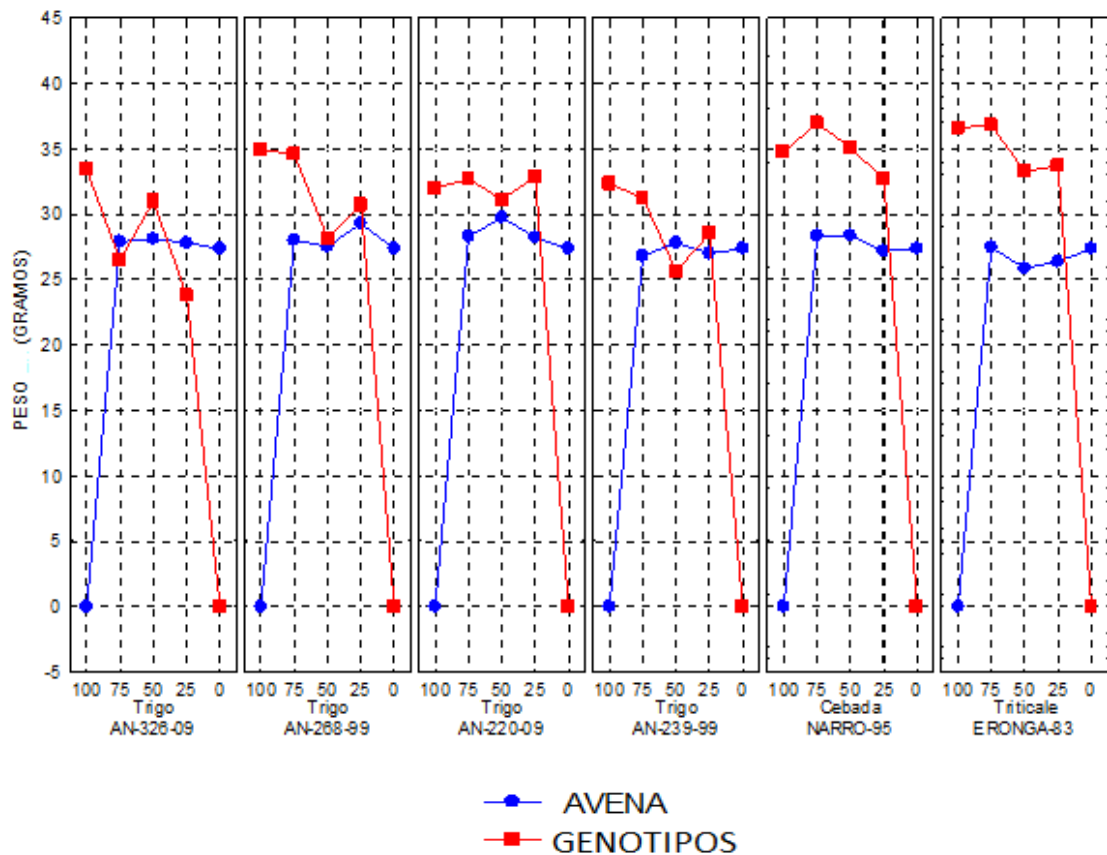
### **Interacción Genotipo por Proporciones**

#### **Peso de Mil Granos de Avena y Genotipos**

(Figura 4.6) En la interacción de genotipos por proporciones en la variable peso de mil granos la avena en las diferentes proporciones fue similar pero a proporción de 100 % fue mejor con 27.35 g, el trigo AN-326-09, cebada y triticale superaron a la avena en esta proporción con 34.23, 34.56 y 35.02 g, mientras el peso más bajo con 31.14 g fue dado por trigo (AN-220-09), la proporción 75:25 el mayor PMGA fue en mezcla con trigo (AN-220-09) con 28.28 g, la cebada obtuvo el mejor PMGG con 36.94 g.

En la proporción 50:50 avena en mezcla con trigo AN-220-09 tuvo el mejor peso con 29.73 g, mientras que con triticale presentó el menor PMGA con 25.85 g, la cebada con un PMGG de 35.04 g fue mejor superando a la avena como se muestra en la Figura 4.6.

El PMGA en la proporción 25:75 en mezcla con trigo AN-268-99 con 29.26 g fue el mejor, siendo con triticale que avena le afecto presentando un PMGA de 26.36 g, los genotipos sobresalieron al tener mayor proporción que la avena, donde el mejor fue triticale con un PMGG de 33.69 g, mientras que trigo (AN-326-09) obtuvo 23.77 g siendo el peso más bajo, esta variable es afectada en gran parte por la capacidad fotosintética y acumulación de carbohidratos destinados al llenado del grano de cada genotipo, este proceso se da durante el periodo comprendido entre diez días después de antesis y la maduración del cultivo. Por tanto, el peso unitario del grano se define durante el periodo de su crecimiento, a partir de asimilados procedentes de la fotosíntesis post-antesis y de la re movilización de asimilados almacenados durante el periodo vegetativo, (Austin Y *et al.*, 1980).



**Figura 4.6** Valores medios de la variable peso de mil granos en siete genotipos evaluados. (Zaragoza, Coah. 2011).

Los resultados del análisis de varianza de manera general, para las variables de la absorción de proteínas denominadas Gliadinas y Glutelinas en avena y genotipos, se encontró que para los genotipos no hubo diferencias significativas en todas las variables estudiadas, mientras que para las proporciones solo se presentó una diferencia significativa en la variable Glutelina en avena y en genotipos por proporciones solo se presentó una diferencia en la variable gliadinas en avena como se muestra en el Cuadro 4.10.

En cuantificación de proteína para gliadinas en avena, presentó un Coeficiente de Variación de 19.99 % y 98.12 %, para los genotipos, en Glutelinas en Avena obtuvo un coeficiente de 74.76 %, y 44.75 % como se muestra en el Cuadro 4.10.

**Cuadro 4.10 Cuadrados medios y significancia de las variables evaluadas de los siete genotipos como son: Gliadinas en Avena (GLIA), Gliadinas en Genotipo (GLIG), Glutelinas en Avena (GLUA) y Glutelinas en Genotipo (GLUG), (Zaragoza, Coah. 2011).**

Fuentes Variación	GL	GLIA	GLIG	GLUA	GLUG
<b>GENOTIPOS</b>	6	1290.48NS	69427.54NS	22819.06NS	38296.92NS
<b>PRO</b>	3	157627.8NS	50665.4NS	172921.46*	11835.6NS
<b>PRO (G)</b>	18	26513.10*	59528.51NS	33046.54NS	7647.22NS
<b>ERROR</b>	48	793.4	54263.74	12724.7	11244.78
<b>CV %</b>		19.99	98.12	74.76	44.75

\* Significativo al 0.05; ns= No significativo; Gliadinas en Avena (GLIA), Gliadinas en Genotipos (GLIG), Glutelinas en Avena (GLUA) y Glutelinas en Genotipos (GLUG).

## Comparación de Genotipos

### Absorción de Proteínas Gliadinas

Entre las variables estudiadas la absorción de Gliadinas en avena (GLIA) se obtuvieron dos grupos estadísticos como se observa en el cuadro de comparación de medias 4.11, donde la mayor absorción de proteínas en este



caso las Gliadinas fueron en avena como monocultivo y con las diferentes mezclas obtuvo rangos de absorción que va desde 166.43 hasta 132.43 de absorbancia, donde la absorción más baja de proteína fue de 127.36 en mezcla con trigo AN-220-09.

Los resultados en esta variable para los genotipos van de un rango de 263.36 hasta 211.23 de absorción de proteínas en este caso Gliadinas, donde trigo AN-268-99 obtuvo la mayor absorción superando a todos como se observa en el Cuadro 4.11.

### **Absorción de Proteína Glutelinas**

Para la variable de absorción de proteína de glutelinas en avena hubo dos grupos estadísticos, avena sola y en mezcla con trigo AN-326-09 y triticale obtuvieron la absorción de proteínas más altos que van de 291.13 hasta 177.14 de absorbancia, como se muestra en el Cuadro 4.11.

Los genotipos no hubo diferencias, teniendo el mismo comportamiento o en este caso la misma absorbancia en la proteína denominada glutelina resaltando que esta absorbancia superó considerablemente a la avena.

**Cuadro 4.11 Resultados de la prueba de comparación de medias de las variables evaluadas, Gliadinas en Avena (GLIA), Gliadinas en Genotipo (GLIE), Glutelinas en Avena (GLUA) y Glutelinas en Genotipo (GLUE), (Zaragoza, Coah. 2011).**

<b>GENOTIPOS</b>	<b>GLIA</b>		<b>GLUA</b>		<b>GLIG</b>		<b>GLUG</b>	
Trigo (AN-326-09)	146.35	ab	199.76	a	211.48	bc	205.15	b
Trigo (AN-268-99)	139.63	ab	133.88	b	369.68	a	231.09	b
Trigo (AN-220-09)	127.36	b	130.42	b	211.23	bc	254.80	b
Trigo (AN-239-99)	138.57	ab	120.17	b	215.37	bc	233.29	b
Cebada (NARRO-95)	132.43	ab	108.90	b	212.67	bc	291.03	a
Triticale (ERONGA-83)	154.70	a	177.14	ab	263.36	b	265.40	b
7-AVENA	166.43	a	291.13	a	0.00	b	0.00	b

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Gliadinas en Avena (GLIA), Gliadinas en Genotipo (GLIE), Glutelinas en Avena (GLUA) y Glutelinas en Genotipo (GLUG).

#### **IV. CONCLUSIONES**

En base a los resultados obtenidos se concluye que:

La avena mezclada con cualquier genotipo estudiado afecta considerablemente su peso de hoja donde se observa la competencia que ejercen estos sobre la misma.

La cebada tuvo el mejor comportamiento en competencia que avena en la producción de grano siendo el triticale el cultivo donde la producción se vio afectada por la asociación de la avena.

La cebada y avena como monocultivos o proporción de 100% con fines para la producción de forraje son las más indicadas ya que superaron a todos los genotipos evaluados ya que son especies que tienen una mejor adaptación a condiciones de sequía respecto a otros cereales de invierno, esto se debe a su maduración precoz, que le permite escaparse al estrés hídrico por la dinámica de acumulación de materia seca.

El triticale ERONGA-83 y trigo AN-326-09, reflejaron los mejores valores en la producción de grano este puede ser superior hasta un 40 % más de rendimiento que Cebada y Avena y un 15 % más que trigo esta diferencia de rendimiento se explica por el mayor tiempo disponible para acumular carbohidratos principalmente en el grano aunado a lo anterior posee características favorables como mayor tolerancia a bajas temperaturas sequias, suelos ácidos y alcalinos plagas y enfermedades, en comparación con el trigo y algunas especies mencionadas.

En las proporciones evaluadas se concluye que ninguna supera en las variables evaluadas a los genotipos por si solos, conforme es mayor la proporción de avena que del genotipo la producción aumenta y viceversa, en las tres proporciones la avena y cebada en mezcla son las más indicadas para la producción de materia seca teniendo una baja calidad de grano, mientras que triticale logra el mayor rendimiento de grano con buena calidad.

## V. LITERATURA CITADA

Aragón P. De L., L.H. 1995. Factibilidades agrícolas y forestales en la República Mexicana. Ed. Trillas. México, D.F. 177 p.

Agegnehu, G., Ghizaw, A. and W. Sinebo. (2006). Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *Eur. J. Agron.* **25**:202-207.

Andrewa, A.C., Wright, R., Simpson, P. G., Jess P. R., Reeves, S. and J. Wheeler. (1991). Evaluation of new cultivars of triticale as dual-purpose forage and grain crops. *Australian Journal of Experimental Agriculture.* 31 (6): 769. Resume In: *Wheat, Barley and Triticale Abstracts.* 1992. 10 (2): 209.

Andrews, A. C., Wright, R., Simpson, P. G., Jess P. R., Reeves, S. and J. Wheeter. 1991. Evaluation of new cultivars of triticale as dual- purpose forage and grain crops. *Australian Journal of experimental agricultura.* 31 (6): 769.

Assefa, G. and I. Ledin. 2001. Effect of variety, soil type and fertilizer on the establishment, growth, forage yield, quality and voluntary intake by cattle of oats and vetches cultivated in pure stands and mixtures. *Animal Science and Technology.* 92:95-111.

- Austin, R.B., Morgan, C.L., Ford, M.A. & Blackwell, R.D. (1980). Contributions to grain yield from pre-anthesis assimilation in tall and dwarf phenotypes in two contrasting seasons. *Annals of Botany*, 45: 309-319.
- Baghestani, A., Lemieux, C., Leroux, G. D., Bazirama, keng R., Simard, R.R. (1999). Determination of allelochemicals in spring cereal cultivars of different competitiveness. *Weed Science* 47:498–504.
- Balabanlı, C., Albayrak, S., Türk, M., and O. Yüksel.(2010). A research on determination of hay yields and silage qualities of some vetch+cereal mixtures. *Turkish Journal of Field Crops*. 15(2):204-208.
- Baler, A. C. (1991). Triticale in Warner áreas: Is its efficiency in nutrient uptake enough to bring farmer acceptance?. In: wheat for the nontraditional warm áreas. D. A. Saunders (edit). UNDP/CIMMYT, México, D. F. P. 85.
- Baron, V. And Kibite, S. (1987). Relationships of maturity, height and morphological traits with whole-plant yield and digestibility of barley cultivars. *Canadian Journal Plant Science*, 67: 1009- 1017.
- Bowman. H and Arthur F. Shaw, (1970). Performance Summary Winter wheat. Evaluation by the Montana Agricultural Experiment station, Bulletin 1098. Cooperative Extension service. Montana state University. Bozeman. July 1978.
- Briggle L. W. and L. P. Reitz. (1963). Classification of triticum species and wheat varieties grow in the united stated. UIS. D. A. Tech Bulletin. No. 1.
- Brouwer, C. and M. Heibloem. (1986). Irrigation water management: irrigation water needs. Training Manual No. 3, FAO-Rome, Italy. 89 p.

- Brownch. M. and F. L. Patterson. (1992). Convetional oat Breeding. Oat Science and Technology. De. H. G. Marshall and M. E. Sorrels- Agronomy No. 33. ASA. CSSA.
- Caballero, R., E.L. Gicoechea and P.J. Hernaiz.(1995). Forage yields and quality of common vetch and oat sown at varying seeding ratios and seeding rates of vetch. Field Crops Research. 41:135-140.
- Canseco, C. (2004). Rendimiento y calidad de ocho cultivares de cebada (*Hordeum vulgare L.*) cosechados en ocho estados fenologicos diferentes. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. 70 p.
- CIMMYT. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Trigo X centeno = Triticale. El CIMMYT hoy. Mexico. (1976):5.
- Contreras . G. F. E., Faz C. R. y G. Nuñez. (1998). Comparación del valor nutritivo y eficiente en el uso del agua de diferentes cereales de invierno para forrage en la Comarca Lagunera. Res. En: xxxiv Reunión Nal. De inv. Pecuaria. Queretaro, Qro. P. 50.
- Cooper, M., Byth, D.E. y Woodruff, D.R. (1994). An investigation of the grain yield adaptation of advanced CIMMYT wheat lines to water stress environments in Queensland. I. Crop physiological analysis. Aust. J.Agric. Res., 45: 965-984.
- Dew D.A. (1972). An index of competition for estimating crop loss due to weeds. Canadian Journal of Plant Science52:921-927.
- Donald CM. Competition among crop and pasture plants. Adv. Agron (1963) ;15:1-118.

- Dodds, D. L. (1986). Cereal crop forage. With emphasis on oat forage. Cooperative Extensive. North Dakota State University. Fargo, N. D. 14 Agr. 9-5.
- Donald CM. Competition among crop and pasture plants. Adv. Agron 1963;15:1-118.
- Enciso, J., D. Porter, G. Fipps, and P. Colaizzi. 2004. Irrigation of forage crops. B-6150 AgriLife Extension-Texas A&M System. 8 p.
- FAO. (2004a). Avena sativa. ECOCROP 1. The environmental requirements database. Rev 2. Rome, Italy. <http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/dataSheet?id=481>.
- FAO. (2004b). Hordeum vulgare. ECOCROP 1. The environmental requirements database. Rev 2. Rome, Italy. <http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/dataSheet?id=1232>.
- FAO. (2004c). Triticum aestivum. ECOCROP 1. The environmental requirements database. Rev 2. Rome, Italy.
- Francois, L. E.; T. J. Donovan, E. V. Maas and G. L. Rubenthaler. (1988). Effect of salinity on grain yield and quality, vegetative growth and germination of Triticale. Agron. J. 80 (4): 642.
- Frey, K.J. 1977. Proteins of oats. Z. Pflanzenzuecht. 78:185-215.
- García MLF, Rharrabti Y, Villegas D, Royo C. (2003). Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions. Agron. J. 95:266-274.

- Giunta, F, Motzo, R y Deidda, M. (1993). Effect of drought on yield and yield components of durum wheat and triticale in a Mediterranean environment. *Field Crops Research*, 33: 399- 409.
- González Torres, F; Rojo Hernández, C . (2005). *Prontuario de Agricultura: Cultivos Agrícolas*. Editorial Mundi Prensa.
- Hevia, F., X. Lopez, P. Lanuza, R. Wilckens y C. Valdera. (1999). Características panaderas de trigos de invierno y primavera sometidos a diferentes procesos de molienda. *Agrociencia* 15 (1): 117-127.
- INE. (1997). *VI Censo Nacional Agropecuario*. 443 p. Instituto Nacional de Estadística (INE), Santiago, Chile.
- ISTA. (2004). *International rules for seed testing*. International Seed Testing Association. Zurich, Suiza. 243 p.
- Karadağ, Y and U. Büyükburç. (2003). Effects of seed rates on forage production, seed yield and hay quality of annual legume-barley mixtures. *Turk J Agric Forersty*. 27: 169-174.
- Kasahara G, Ismael. (1970). *Avena laminada enriquecida con concentrado proteico de pescado (FPC), a partir de una nueva variedad de avena (Avena sativa var. Ptnam 61) y una variedad tradicional*. Tesis de grado. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Escuela de Agronomía (Santiago, Chile).
- Kazmi RH, Khan MQ, Abbasi MK. (2003). Yield and yield components of wheat subjected to water stress under rainfed conditions in Pakistan. *Acta Agron. Hung.* 51: 315-323.



- Klighman, C. G. and F. M. Asthon. (1982). Weeds science. Chap. I. Principles and practices. 2da. Ed.
- Lithourgidis, A.S., Vasilakoglou, I.B., Dhima, K.V., Dordas, C.A., and M.D. Yiakoulaki. (2006). Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crop Research*. 99: 106-113.
- Lopez M. V. (1983). Memorias del curso de actualizaciones sobre tecnologia de semillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, coahuila, México.
- Lopez, C.C. (1994). Variación en rendimiento de grano, desarrollo físico y crecimiento de cereales bajo condiciones de campo. *In: Ramirez V.,P., F. Zavala G., N. E. Treviño II., Cardenas C. Y M. Martinez R. (comps.) Memorias del 11<sup>a</sup> Congreso Latinoamericano de Genetica (área vegetal) y XV Congreso de Fitogenetica. Sociedad Mexicana de Fitogenetica, A.C. México. P. 113.*
- Lozano del R., A.J., A. Hernández S., R. González I., and M. Bejar H. (2004). El triticale in Mexico. *In: Mergoum, M. and H. Gómez M. (Eds). Triticale improvement and production. FAO Plant Production and Protection Paper No. 179. Rome, Italy pp 123-128.*
- Lozano del R.A.J., Rodríguez H.S.A.; Díaz S.H.; Fuentes R.J.M.; Fernández B.J.M.; Narvárez M. J.M.F.; Zamora V.V.M; (2002). Producción de forraje y calidad nutritiva en mezclas de triticale (*X.triticosecale* Wittmack) y ballico anual (*Lolium multiflorum* L.) en Navidad, N.L. *Téc.Pecu Méx.* (2002);40(1):17-35.
- Maled BG, Hanchinal RR.(1997). Path analysis in barley. *Madras Agric. J* 84:293-294.

- Mashhady, A. S.; Saved, H. I. And M. S. Heakal.(1982). Effect of soil salinity and water stresses of growth and content of nitrogen, chloride and phosphate of wheat and Triticale, Plant and soil.68 (2): 207. Abstract in: tritícale abstracts, 1983. 9 (2): 19.
- Medina, C. T. y Arévalo, V. A. (1995). Competencia de tres cultivares de cebada (*Hordeum vulgare* L.) contra avena silvestre (*Avena fatua* L.) XVI Congreso nacional de la ciencia de la maleza. Cd. Obregón Son. México.
- Miller, G. L.; R. E. Joost and C. R. Richardson.(1993). Forage and grain yields of wheat and Triticale as affected by forage management practices. Crop Sci. 33 (5): 170.
- Moolani, M. (1977). Biochemical and nutritional studies of some high yielding varieties of wheat and Triticale. Thesis abstracts. 3 (4): 269. Haryana Agric. Univ. Hissar, Haryana India. Resumen In: Titícale abstracts. (1980). 6 (3):19.
- Moreno G., R., y J. E. Rodriguez P. (1993).Triticale. In: Producción y genotecnia de plantas autogamas. Marquez S. F. (ed). AGT Editor. Mexico. Pp: 213-230.
- New Crop (1999). Barley. Center for New Crops & Plant Products Prudue University. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/Crops/Barley.html> (Consultado 15/11/2011).

- Oplinger,, E.S., T.S. Maloney, and D.W. Wiersma. (1997). Fall and spring forage yield and quality from fall seeded cereal crops. Soybeans and small grains University of Wisconsin. 7p.  
[http://www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/fall\\_and\\_spring\\_forage\\_yield\\_and\\_quality%20%20%20](http://www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/fall_and_spring_forage_yield_and_quality%20%20%20).
- Quiroga G., H. M y J. A. Cueto W. (1997). Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de forraje y fijación de Nitrogeno en mezclas de trébol alejandrino con ballico anual. AGROFAZ. 15:229-236.
- Robbins, G S., Pomeranz and Briggles, L. W. (1971). Amino acid composition of oat oats. J. Agric. Food Chem. 10:536-539.
- Royo, C. (1992). El triticale. Bases para el cultivo y aprovechamiento Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España. 96 pp.
- Royo, C., Serra, J., Puigdomenech, A., and M. Aragay. (1998). Yield and quality of triticale cv Trujillo and barley cv Flika grown for different end-uses in a Mediterranean environment. Cereal Research communications. 26 (2): 169.
- Ruíz C., J. A., G. Medina G., C. Ortiz T., R. Martínez P., I. J., González A., H. E. Flores y K.F. Byerly M. (1999). Requerimientos agroecológicos de cultivos. Libro Técnico No. Investigación Regional del Centro-INIFAP. Guadalajara, 334 p.3. Centro de Pacífico Jalisco, México.
- Monasterio O., and A. McNab (eds.) Application of physiology in wheat breeding México. D.F. CIMMYT. Pp. 111-123.

- Saavedra M., M.J. Jimenez Hidalgo y L. Garcia Torres (1989). Wild oats (*Avena sterilis* subsp. *sterilis*) and wheat (*Triticum aestivum* L.) competition in southern Spain: a methodological approach. *Proceedings EWRS Symposium 1990, Integrated Weed Management in Cereals*, Helsinki, pp 231-238.
- Santoyo, C. E. y Quiroz M. J. (2004). Guía para el cultivo de cereales en el estado de México. ICAMEX Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México. México. Vol. 3 (1,2,3). Pag. 2.
- Satorre, E.H y Gugliemi, A.C.(1990). Competencia entre trigo (*T. aestivum*) y malezas. II Congreso Nacional de Trigo . AIANBA. Capítulo IV: 77-87.
- Saulescu, N. N. and H-J Braun. (2001). Cold tolerance. In: Reynold. M.P., J.I. Monasterio O., and A. McNab (eds.) *Application of physiology in wheat breeding México*. D.F. CIMMYT. Pp .111-123.
- Schlehuber, A. M. y B. B. Tucker. (1967). *Wheat and wheat improvement*. Quinsberry K. S. y L. P. Reitz, A. Society of Agronomi, Inc. Publisher. Madison, Wisconsin, U. S. A. Agronomy No. 13.
- Sheodhan, S. Sharma, S. K., Nayar, S. K. Goel, L. B. and S. C. Chatterjee. (1979). Performance of wheat and triticales cultivars against hill bunt. *Indian Phytopathology*. 32 (2): 276. Resume – in. *Triticale abstracts*. 8 (1): 4.
- Shewry, P.R. (2009). *Wheat*. *Journal of Experimental Botany* 60: 1537-1553.
- Shimada, A. And T. R. Cline. 1981. Chemical and biological evaluation of fifteen triticales cultivars. *Archivos latinoamericanos de Nutricion*. 32 (2): 314. Dep. Animal Production, Inst. Nal. De Inv. Pecuarias, Palo Alto, Mexico. Resumen In: *triticales abstracts*. (1982). 8 (4): 33.

- Shimada, A. And T. R. Cline. 1981. Chemical and biological evaluation of fifteen triticale cultivars. *Archivos latinoamericanos de Nutricion*. 32 (2): 314. Dep. Animal Production, Inst. Nal. De Inv. Pecuarias, Palo Alto, Mexico. Resumen In: triticale abstracts. 1982. 8 (4): 33.
- Stallknecht, G.F., K.M. Gilbertson, and J.E. Ranney. (1996). Alternative wheat cereals as food grains: einkorn, emmer, spelt, kamut, and triticale. In: Jenick, J. (Ed.) *Progress in new crops* pp 156-170. ASHS Press, Alexandria, V.A.
- Suttie, J.M. and S.G. Reynolds. (2004). Fodder oats: A world review. *Plant Production and Protection Series No. 33*. Food and Agriculture Organization Rome, Italy.
- Tanji, K.K. and N.C. Nielsen. (2002). Agricultural drainage water management in arid and semi- arid enviroments. *FAO Irrigation and Drainage Paper No. 61*. Rome.
- Terrazas, P. G. (2000). Triticale forrajero de invierno para diferentes esquemas de uso en la alimentación de ganado. Despegable para productores Num. 23.C.E. delicias- CIRNOC- INIFAP.
- Texas Agrilife Reseach and Extension Center at Stephenville-Texas A&M System (TAREC, 2011b). Triticale. <http://stephenville.tamu.edu/topics/forages/forage-species/cool-season-annual-erennials/triticale/> .
- Thomson J. R. (1979). *Introduction to seed technology*. Thomson Litho Ltd. Scotlnd. Great Britain.

- Tomaso, J.C.(1999).Características Agronómicas varietales de Avena, manejo y producción de forraje. Verdeos de Invierno, 9-8pp. EEA INTA Bordenave.
- Varughese, G., T. Barker y E. Saori. (1987). Tritícale. CIMMYT. México, D. F. 32 pp.
- Vasilakoglou, I.B., A.S. Lithourgidis and K.V. Dhima. (2005). Assessing common vetch:cereal intercrops for suppression of wild oat. In: Proceedings of the 13th International Symposium, Session S5, European Weed Research Society, Bari, Italy.
- Villegas, E., C. E. McDonald, and K. A Gilles. (1968). Variability in the lysine content of wheat, rye and triticale proteins. Res. Bull. No.10. CIMMYT. Mexico. 32 p.
- Voltas, J., Van Eeuwijk, F.A., Sombrero, A., Lafarga, A., Igartua, E., Romagosa, I (1999). Integrating statistical and ecophysiological analyses of genotype by environment interaction for grain filling of barley I. Individual grain weight. Field Crops Research, 62: 63- 74.
- Yoda K, Kira T, Ogawa H, Hozumi K. Self-thinning in overcrowded pure stands under cultivated and natural conditions. J Biol Osaka City Univ Japan 1963;(14):107-129.
- Yolcu, H., M. Muazzez and V. Aksakal. 2009. Morphologic, yield and quality parameters of some annual forages as sole crops and intercropping mixtures in dry conditions for livestock. Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.7 (3-4): 594-599.

Youngs, V. L. and Forsberg, A. R. 1987. Oat. In R.A. Olson and K.J. Frey (ed).  
Nutritional quality of cereal grains: genetic and agronomic improvement.  
Agron. Monogr. 28. ASA, Madison, WI.

Zimdahl, L.(1979).Weed crop competition: A review. IPCC: Oregon State  
University. Corvallis.

Zuluaga, M. S. (2001) Efecto de la dosis de nitrógeno y las variedades de  
cultivo sobre la agresividad trigo - *Lolium multiflorum*. V Congreso  
Nacional de Trigo.