

**PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE SEMILLA DE CUATRO CEREALES DE  
GRANO PEQUEÑO EN DIFERENTES DENSIDADES Y DOS MÉTODOS DE  
SIEMBRA**

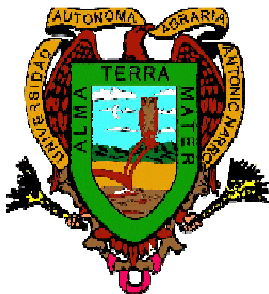
**ARÓN LÓPEZ GARCÍA**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para**

**Obtener el Grado de:**

**MAESTRO EN TECNOLOGÍA  
DE GRANOS Y SEMILLAS**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**SUBDIRECCION DE POSTGRADO**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Junio, 2011**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO**

**PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE SEMILLA DE CUATRO CEREALES DE  
GRANO PEQUEÑO EN DIFERENTES DENSIDADES Y DOS MÉTODOS DE  
SIEMBRA**

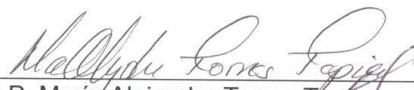
**TESIS  
POR:**


**ARÓN LÓPEZ GARCIA**

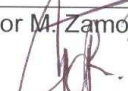
Elaborado bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada  
como requisito parcial, para obtener el grado de:

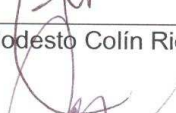
**MAESTRO EN TECNOLOGÍA  
DE GRANOS Y SEMILLAS**


COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal:   
M.P. María Alejandra Torres Tapia

Asesor:   
Dr. Víctor M. Zamora Villa

Asesor:   
M.C. Modesto Colín Rico

Asesor:   
M. C. Federico Facio Parra

  
Dr. Fernando Ruíz Zarate  
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2011

## **AGRADECIMIENTOS**

**A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”** por haberme albergado en su seno durante mi estancia al realizar una Maestría Profesional, por ser como mi segundo hogar durante dos años que fueron de gran felicidad sobre todo al recorrer sus edificios, jardines y aulas que hicieron posible mi permanencia tan maravillosa dentro de esta casa de estudios.

**A la M. P. María Alejandra Torres Tapia** por la asesoría brindada y por la paciencia que tuvo para poder culminar este trabajo de investigación, gracias por su apoyo incondicional, por sus consejos, por la atención y extraordinaria asesoría, gracias por haberme permitido formar parte de este proyecto y que haya aceptado gustosamente, gracias porque durante los dos años fue una gran maestra y asesora, que Dios la bendiga siempre.

**Al Dr. Víctor Manuel Zamora Villa** por su amable atención brindada en la realización de este trabajo de investigación, porque durante el poco tiempo de haberlo conocido me brindo su apoyo y orientación, además por ser una persona sencilla que siempre estuvo orientándome para salir adelante, que Dios lo bendiga hoy y siempre.

**Al M.C. Modesto Colín Rico** por haber aceptado formar parte de este proyecto y por ser una persona tan sencilla y que durante el tiempo de haberlo conocido me brindo la ayuda y atención necesaria sobre todo para culminar este proyecto de investigación, solo puedo decirle “GRACIAS”.

**Al M.C. Federico Facio Parra** por haber aceptado de último momento formar parte de este proyecto de investigación y gracias por el apoyo brindado en las correcciones y sugerencias para realizar un buen trabajo, le agradezco por ser un gran maestro y por haber contribuido en mi formación académica “GRACIAS”.

## **DEDICATORIA**

**A DIOS**, al todo poderoso por haberme permitido llegar a este mundo quien me ha brindado la paz y la tranquilidad en los momentos de angustia y soledad; porque me ha brindado la oportunidad de hacer posible la realización de este trabajo como un logro más en mi vida; este regalo es para ti, gracias por tu misericordia y las bendiciones que me diste durante estos años en mi “Alma Mater”. Por todo lo que has hecho por mí, sobre todo por cuidar a mi familia a cada instante en los momentos que estuve ausente, por ser tan maravilloso, bondadoso solo quiero decirte “GRACIAS”.

**A MI PADRE** Isaías López Velasco por ser la persona más importante que me dio su cariño y apoyo incondicional ya que cuanto tuve necesidad siempre luchó por darme lo mejor sin importar obstáculo alguno, me has dado un legado maravilloso para ejercer profesionalmente; gracias padre por ser el mejor de todos que con tus consejos y regaños siempre lo hiciste por mi bienestar para ser un buen hijo, gracias a DIOS por darme un padre como tú, se que haré el mejor de los esfuerzos para que te sientas orgulloso y pueda recompensarte tantos sacrificios; estaré eternamente agradecido y siempre te amare por ser el mejor papa del mundo, solo puedo decirte “TE AMO PAPA”.

**A MI MADRE** Guadalupe García Hernández por ser la más maravillosa y por haberme traído al mundo, le agradezco de todo corazón a DIOS nuestro Señor por darme a una gran madre ya que en sus oraciones siempre estaba presente, gracias por ser como eres porque nunca podrá alguien ocupar el lugar que ahora ocupas en mi corazón y gracias por preocuparte, por regañarme cuando era necesario; este proyecto de investigación es para ti mamacita, le agradezco a Dios por haber sido tu hijo y que siempre estarás en mi corazón y con tus palabras llenas de sabiduría hicieron posible la realización de este trabajo, por todo y lo que has hecho por mi puedo decirte “TE AMO MAMACITA”.

## **A MIS HERMANOS**

**ALERMO** por ser el mejor hermano que pude tener y que juntos compartimos momentos maravillosos, al que admiro por su gran valor y por su sacrificio que ha hecho por mí, el cual contribuyó en gran parte para este proyecto, gracias por apoyarme en los momentos de angustia, de soledad, gracias por ser el mejor hermano el que siempre será ejemplo a seguir, gracias por estar ahí cuando más te necesitaba y por confiar en mí de que saldría adelante y lograr este sueño anhelado, por todo y por siempre “GRACIAS”.

**YENELVI** por ser la hermanita más bonita y maravillosa de todo el mundo y desde que llegó al mundo fue la alegría de la familia, la consentida que siempre fue para mí, gracias mamacin por darme la oportunidad de compartir este sueño que ahora es una realidad, gracias por tu apoyo, porque siempre soportaste lo caprichoso que era, gracias por darme esa alegría que me brindas y que con toda la familia has hecho de mi existir lo más maravilloso, solo te puedo decir gracias por estar conmigo en este mundo y solo quiero decirte “TE AMO HERMANITA”.

## **A MIS ABUELITOS**

**CIRO LÓPEZ TRUJILLO (†)** quien que fue el mejor de los abuelitos, a pesar de que ya no estás con nosotros has dejado un gran vacío y que ahora estas en un lugar celestial lleno de paz y de amor, de igual manera gracias a ti porque cada vez que regresaba a casa siempre estabas tú para recibirme con los brazos abiertos y brindarme el amor de abuelo, donde quiera que vaya siempre estarás en mi mente y en mi corazón, te recordare por siempre aunque no estás físicamente con nosotros se que desde arriba siempre me vigilas y me ayudas para soportar y vencer cualquier obstáculo, por todo y por siempre “GRACIAS ABUELITO”.

**MARÍA VELASCO MORALES** por sus cuidados y por su gran amor que siempre tuvo para mí, siempre estaré eternamente agradecido por todo lo que ha hecho en mi vida, gracias por tus consejos que me diste porque con ellos han hecho posible sobresalir en todo lo que me proponga, gracias por tus palabras tan lindas y sinceras que para mí fueron de gran importancia cuando más lo necesitaba, le pido a DIOS que pueda brindarte y darte muchos años de vida, porque siempre quiero oírte y abrazarte cada vez que regreso a casa, gracias por tu cariño y amor de abuela, por todo y por siempre “GRACIAS ABUELITA”.

**MERCEDES HERNÁNDEZ VELASCO** porque siempre me cuidó cuando llegué a este mundo y que siempre estuvo con mi madre en los momentos más difíciles, sé que le debo mucho porque siempre trató de ser una buena abuela con sus palabras, consejos para ser mejor cada día y que en sus oraciones siempre estuve presente, gracias por todo lo que has hecho por mí y también por mi madre, porque el cariño de una abuela es el más grande sobre todas las cosas, gracias por estar en los momentos tan difíciles de la familia y gracias por tus oraciones que han sido de gran utilidad para nosotros, por todo y por siempre “GRACIAS ABUELITA”.

**A MIS TÍOS** Rubén, Roselin, Caralampia, Odilia, Humberto, Evangelina, Álvaro, Hilda, José Luis, Clara, Antonia, a mi padrino Noé, a todos ellos gracias por apoyarme y que contribuyeron para la realización de este proyecto, por sus aportaciones y consejos para lograr el éxito, gracias por hacer de mi vida un momento lleno de felicidad, y sobre todo por apoyarme en todo sin recibir nada a cambio, por todo y por siempre “GRACIAS”.

**A MIS PRIMOS** Roxana, Adi, Grisi, Andoni, Dania, Wilber, Kevin, Bryant, Patricia, Fany, Uvi, a todos ellos gracias porque han contribuido en mi vida con momentos llenos de felicidad con sus juegos, GRACIAS.

## COMPENDIO

### Producción y Calidad de Semilla de Cuatro Cereales de Grano Pequeño en Diferentes Densidades y Dos Métodos de Siembra

POR:

ARÓN LÓPEZ GARCÍA

MAESTRO EN TECNOLOGIA  
DE GRANOS Y SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

BUENAVISTA, SALTILLO, COAH. MEXICO. JUNIO 2011

M. P. MARÍA ALEJANDRA TORRES TAPIA --Asesor--

**Palabras clave:** Producción, calidad de semilla, densidades de siembra, métodos de siembra.

En el presente trabajo se estudió la producción y calidad de semilla de cuatro especies de cereales pequeños, dos trigos forrajeros sin barba (AN-239 y AN-264), dos cebadas imberbes (Narro-95 y Narro-221), una avena (Cuauhtémoc) y un triticale (Eronga 83), en dos métodos de siembra (plano y camas) bajo tres densidades de siembra (80, 120 y 160 kg/ha en plano y 20, 40 y 60 kg/ha

en camas) en la localidad de Navidad, N. L., evaluando componentes de forraje (ALP, PSH, PST y PSE); componentes de rendimiento de grano (NEMC, NGE, LE, PGE, NEE, PDIE) el rendimiento (Kg/ha), así como la calidad física (CH, PV y PMS) y calidad fisiológica (PN, PA, SSG y Vigor: LMP, LMR y PS) de la semilla producida. Los datos se analizaron en un diseño factorial en bloques al azar con tres repeticiones.

En el método de siembra en plano, avena presentó la mayor LE (26.49 cm) y ALP (1.13 m); cebada Narro-221 los mejores PST (194.22 g), PSE (194.22 g), NEMC (523.7 espigas), NGE (50.68 granos) y de rendimiento (4461.1 kg/ha). Así mismo, la cebada Narro-95 mostró mayor PSH con 67.11 g; triticale resultó superior en PDIE (25.67 g), PGE (1.98 g) y NEE (con 22.85 espiguillas por espiga), así como mayor CH (11.23 %) y PMS (42.12 g); por su parte el trigo AN-239 obtuvo mayor PV (72.29 kg/HL); La cebada Narro-221 mostró la mejor calidad fisiológica con mejores PN (99.55 %), PA (0.44 %), SSG (0.0 %) y LMP (12.07 cm); triticale mostró mayor LMR (17.62 cm); en tanto la cebada Narro-95 en PS (20.24 mg/plántula). En el método de siembra en camas, avena continuó mostrando la mayor LE (23.7 cm) y ALP (1.05 m); triticale obtuvo mayores PDIE( 28.08 g) y NEE (22.62 espiguillas por espiga); la cebada Narro-221 mostró los mejores componentes de forraje y grano como: PST (160 g), PSE (188.56 g), NEMC (323.06 espigas, en 60 kg/ha con 306.11 espigas), NGE (62.55 granos), PGE (2.26 g) y rendimiento (2730.3 kg/ha, en 60 kg/ha con 1768.3 kg/ha); la cebada Narro-95 mostró de nuevo el mayor PSH (51.66 g). En la calidad física, trigo AN-264 presentó el mejor PV (65.55 kg/HL, en 60 kg/ha



con 60.04 kg/HL); triticale en PMS (39.63 g). En la calidad fisiológica, cebada Narro-95 obtuvo los mejores en PN (97.92 %), SSG (0.44 %) y PS (21.22 mg/plántula); cebada Narro-221 en LMP (12.28 cm); Avena obtuvo la mejor calidad en LMR (17.43 cm).

Las líneas de cebada imberbe Narro-221, Narro-95 y el triticale, fueron las más sobresalientes en ambos métodos de siembra, mientras que los trigos AN-239 y AN-264 únicamente tuvieron los mejores valores en la variable peso volumétrico (PV); el sistema de producción en plano tiene un mayor rendimiento a una densidad de 120 Kg/ha y conforme disminuye la densidad aumenta el rendimiento, aunque con menor número de granos por espiga; sin embargo, la producción en camas obtuvo el mayor rendimiento en 60 kg/ha y conforme aumenta la densidad aumenta el número de espigas/m<sup>2</sup>, rendimiento de semillas, peso volumétrico y peso de mil semillas.

## **ABSTRACT**

Seed Production and Quality of Four Small Grain Cereals in Different Densities  
and Two Sowing Methods

**BY**

**ARÓN LÓPEZ GARCÍA**

**MASTER  
IN SEED AND GRAIN TECHNOLOGY**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAH. MEXICO. JUNE 2011**

**M. P. MARÍA ALEJANDRA TORRES TAPIA --Advisor--**

**Key Words:** Production, seed quality, sowing densities, sowing methods.

In this study four species of small cereals were evaluated, two forage wheat beardless lines (AN-239 and AN-264), two awnless barley lines (Narro-95 and Narro-221), an oats (cv. Cuauhtemoc) and triticale (cv. Eronga-83) in two sowing methods (flat and beds) under three sowing densities (80, 120 and 160 Kg/ha in flat and 20, 40 and 60 kg/ha in beds) at Navidad, N.L. location. In both

methods, forage and grain yield components were evaluated: plant height (PH), leaves dry weight (LDW), stem dry weight (SDW) and ear dry weight (EDW); yield components: ear number by square meter (ENSM), grain number by ear (GNE), ear longitude (EL), ear grain weight (EGW), spikelet number by ear (SNE), ten ear weight (TEW) and yield (kg/ha), also physical quality variables like: moisture content (MC), volumetric weight (VW) and thousand seed weight (OTSW); physiological quality was evaluate by: normal seedlings (NS), abnormal seedlings (AS), ungerminated seeds (WGS), plumule mean longitude (PML), radicle mean longitude (RML) and dry weight (DW), in produced seed. A factorial design arranged in randomized blocks with three repetitions was used in data analysis.

In the flat sowing method, oats presented the highest ear longitude (26.49 cm) and plant height (1.13 m), barley line Narro-211 showed the best stem dry weight (194.22 g), ear dry weight (194.22), ear number by square meter (523.7 ear), grain number by ear (50.68 grains) and yield (4461.1 kg/ha); also, barley line Narro-95 presented highest leaves dry weight (67.11 g); triticale showed best results in ten ear weight (25.67 g), ear grain weight (1.98 g) and spikelet number by ear (22.85 spikelet by ear) and the highest moisture content (11.23 %) and thousand seed weight (42.12 g); wheat line AN-239 was the best in volumetric weight (72.29 kg/HL) In physiological quality, barley Narro-221 was the best in normal seedlings (99.55 %), abnormal seedlings (0.44 %), ungerminated seeds (0.0 %) and plumule mean longitude (12.07 cm); triticale obtained largest radicle mean longitude (17.62 cm); barley Narro-95 showed the

best seedling dry weight (20.24 mg/seedling). In beds sowing method, oats presented again the higher ear longitude (23.7 cm) and plant height (1.05 m); also triticale showed the best ten ear weight (28.08 g) and spikelet number by ear (22.62 spikelet by ear ); barley line Narro-221 obtained best results in stem dry weight (160 g), ear dry weight (188.56 g), ear number by square meter (323.06 ear, in 60 kg/ha with 306.11 ear), grain number by ear (62.55 grains), ear grain weight (2.26 g) and yield (2730.3 kg/ha, in 60 kg/ha with 1768.3 kg/ha); meanwhile barley Narro-95 obtained the highest leaves dry weight (51.66 g). In physical quality, wheat AN-264 presented the best volumetric weight (65.55 kg/HL, in 60 kg/ha with 60.04 kg/HL); triticale in thousand seed weight (39.63 g). The best physiological quality was obtained in barley Narro-95, showing the best normal seedlings percentage (97.92 %), lowest ungerminated seeds (0.44 %) and high dry weight (21.22 mg/seedling); barley line Narro-221 only was superior in plumule mean longitude (12.28 cm); oat obtained the best radicle mean longitude (17.43 cm).

Narro-221 and Narro-95 awnless barley lines and triticale were the most outstanding in both sowing methods, while wheats AN-239 and AN-264 only had the best values in volumetric weight (VW); The flat production system has a higher yield in a sowing density of 120 Kg/ha and as sowing density is reduced the yield go up, besides a less ear grain number, however in the beds production system, a higher seed yield is obtained at 60 kg/ha and increasing sowing density increase ear number by square meter, seed yield, volumetric weight and thousand seed weight.

## INDICE GENERAL

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos .....	3
Hipótesis .....	4
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	5
Cereales de grano pequeño.....	5
Métodos de siembra .....	6
Densidades de siembra .....	8
Rendimiento de grano.....	10
Calidad de semillas.....	12
Efecto del tipo de siembra en el rendimiento .....	17
Efecto de la densidad de siembra en el rendimiento .....	18
Efectos del tipo de siembra en la calidad de semilla.....	21
Efecto de la densidad de siembra en la calidad de semilla.....	22
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	23
Material genético .....	23
Producción de semilla.....	24
Tratamientos.....	24
Factor métodos de siembra.....	24
Factor densidades de siembra .....	24
Parámetros evaluados.....	26
Evaluación de la producción.....	26
Componentes de forraje .....	26
Altura de planta .....	26
Peso seco de hojas, espigas y tallos.....	26
Componentes de rendimiento.....	27
Número de espigas por metro cuadrado .....	27
Número de granos por espiga .....	27
Longitud de espiga .....	27
Peso de granos por espiga.....	28
Número de espiguillas por espiga .....	28
Peso seco de diez espigas.....	28
Rendimiento de Semilla .....	28
Calidad física .....	29
Contenido de Humedad .....	29

Peso Volumétrico .....	29
Peso de Mil Semillas .....	30
Calidad Fisiológica.....	30
Capacidad de Germinación.....	30
Vigor .....	31
Longitud Media de Plúmula.....	31
Longitud Media de Radícula.....	32
Tasa de crecimiento de plántula mediante peso seco.....	32
Análisis estadístico .....	33
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>35</b>
Método de siembra en plano .....	35
Componentes de forraje .....	35
Componentes de rendimiento .....	38
Calidad física de semilla.....	47
Calidad fisiológica de semilla .....	51
Método de siembra en camas .....	57
Componentes de forraje .....	57
Componentes de rendimiento .....	61
Calidad física de semilla.....	68
Calidad fisiológica de semilla .....	72
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>79</b>
<b>VI. RESUMEN.....</b>	<b>81</b>
<b>VII. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>84</b>
<b>VIII. ANEXO .....</b>	<b>93</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
Cuadro 3.1	Fechas de muestreos antes y en la cosecha de la semilla en la localidad Navidad, N.L. 2009.	25
Cuadro 4.1	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en los componentes de forraje de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad N.L. 2009.	35
Cuadro 4.2	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza y comparación de medias en componentes de rendimiento de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad N.L. 2009.	39
Cuadro 4.3	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en componentes de rendimiento de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad N.L. 2009.	40
Cuadro 4.4	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en calidad física de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad N.L. 2009.	48
Cuadro 4.5	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en calidad fisiológica de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad N.L. 2009.	51
Cuadro 4.6	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en calidad fisiológica de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad N.L. 2009.	52
Cuadro 4.7	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en componentes de forraje de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad N.L. 2009.	57

Cuadro 4.8	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza y comparación de medias en componentes de rendimiento de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad N.L. 2009.	61
Cuadro 4.9	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza y comparación de medias en componentes de rendimiento de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad N.L. 2009.	62
Cuadro 4.10	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza y comparación de medias en calidad física de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad N.L. 2009.	69
Cuadro 4.11	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en calidad fisiológica de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad N.L. 2009.	73
Cuadro 4.12	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en calidad fisiológica de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad N.L. 2009.	73



## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
Figura 4.1	Comparación de medias en la variable peso seco de tallos (PST) de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad, N.L. 2009.	38
Figura 4.2	Comparación de medias en la variable número de granos por espiga (NGE) de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad, N.L. 2009.	42
Figura 4.3	Comparación de medias en la variable rendimiento de semilla (Kg/ha) de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad, N.L. 2009.	46
Figura 4.4	Comparación de medias en las variables plántulas normales, plántulas anormales y semillas sin germinar (PN, PA y SSG) de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad, N.L. 2009.	54
Figura 4.5	Comparación de medias en las variables longitud media de plúmula y longitud media de radícula (LMP y LMR) de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad, N.L. 2009.	56
Figura 4.6	Comparación de medias en la variable peso seco de tallos (PST) de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad, N.L. 2009.	60
Figura 4.7	Comparación de medias en la variable número de espigas por metro cuadrado (NEMC) de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad, N.L. 2009.	63
Figura 4.8	Comparación de medias en la variable rendimiento de semilla (Kg/ha) de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad, N.L. 2009.	67
Figura 4.9	Comparación de medias en la variable peso volumétrico (PV) de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad, N.L. 2009.	70

Figura 4.10	Comparación de medias en la variable peso de mil semillas (PMS) de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad, N.L. 2009.	71
Figura 4.11	Comparación de medias en las variables plántulas normales, plántulas anormales y semillas sin germinar (PN, PA y SSG) de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad, N.L. 2009.	76
Figura 4.12	Comparación de medias en las variables longitud media de plúmula y longitud media de radícula (LMP y LMR) de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad, N.L. 2009.	77

## I. INTRODUCCIÓN

Los cereales son considerados como la base de las grandes civilizaciones, constituyeron una de las primeras actividades agrícolas humanas, forjando una forma de alimentación constante en la humanidad, como es el trigo, avena entre otros, los cuales se extienden ampliamente en muchas partes del mundo, por tener una amplia adaptación y por su gran consumo; sin embargo existen otras alternativas alimenticias de estos cereales, tales como el triticale que ofrece muchas posibilidades para satisfacer las necesidades, debido a su alto valor nutritivo, en proteínas. Por otro lado, la avena y cebada son comúnmente cultivadas para henificar mientras que el trigo no es tan apreciado; aun en sus condiciones más afectadas, por ejemplo por sequias es utilizado para heno, también se emplean en muchas zonas de clima templado, como forraje verde, para pastoreo o bien para ensilar (Suttie, 2003).

Los sistemas de producción son de acuerdo al tipo de cultivo, método de establecimiento (monocultivo o asociación), fecha de siembra, método y fecha de cosecha, método de distribución y conservación del forraje (Diez, 2005). Los diferentes sistemas de producción agropecuaria como los sistemas de riego es el más importante para el crecimiento agrícola en un futuro, lo cual resulta rentable dependiendo de muchos factores según el ambiente de producción

tales como rendimiento, calidad de grano, costos de producción, precio del grano en el mercado (Ríos *et al.* 2006).

El éxito de la producción de los cultivos para mantener una calidad y un potencial de rendimiento redituable, acorde a los costos de producción dependen de una buena siembra y como factor de mayor importancia a considerar es la densidad de población (Arias, 1995).

A lo largo de los años se ha dado que al aumentar las densidades de siembra en los cereales de alguna forma aumenta la competencia entre el cultivo y las malas hierbas, disminuyendo el daño que estas causan en los rendimientos; sin embargo no se ha podido determinar la densidad óptima de siembra en general, por presentar resultados muy variados a consecuencia de las condiciones experimentales diferentes en las que se plantean (Moreno *et al.* 2002 y Lacasta *et al.* 2004), además se menciona que por variar la densidad se producen compensaciones entre los componentes de rendimiento tales como el número de espigas por unidad de superficie, el número de granos por espiga y el peso de los granos que hacen que el rendimiento final no se vea significativamente afectado.

Es por ello, que los fitomejoradores han desarrollado programas de mejoramiento genético para generar nuevas variedades o líneas que puedan obtener un valor agronómico mayor que materiales anteriores y encontrar la densidad, el método de siembra adecuado para la obtención de mejores

rendimientos que reflejen una semilla de alta calidad, por tanto, el Programa de Cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro generó algunos materiales con características deseables donde su rendimiento y calidad son aceptables, sin embargo se necesita conocer algunos otros aspectos sobre sus sistemas de producción de tal manera que en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos e hipótesis:

### **Objetivo general**

- Evaluar la calidad y el rendimiento de semillas en cuatro cereales forrajeros producidos bajo dos sistemas de siembra y diferentes densidades en Navidad N.L.

### **Objetivos específicos**

- Evaluar el efecto de dos sistemas de siembra y densidad de siembra en la calidad de la semilla producida mediante pruebas físicas y fisiológicas en cuatro cereales forrajeros en Navidad N.L.
- Evaluar el efecto de dos sistemas de siembra y densidad de siembra en el rendimiento de semilla producida en cuatro cereales forrajeros en Navidad N.L.

## **Hipótesis**

- Los cereales utilizados responden de igual manera a los sistemas de siembra en la calidad y rendimiento de semilla bajo diferentes densidades de siembra.
- En al menos en un cereal existe un efecto favorable al sistema de siembra y la densidad en la producción y calidad de semilla bajo diferentes densidades.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **Cereales de grano pequeño**

El grupo forrajero denominado cereales, comprende a todas aquellas plantas pertenecientes a la familia de las Gramíneas que se cultivan mayoritariamente para la producción de cereal grano: trigo, cebada, avena, centeno y triticale. Representan el 30 % de la superficie total destinada a la producción forrajera. El 97 % de las hectáreas dedicadas a producir cereales de invierno para uso forrajero son de secano. La forma de aprovechamiento más importante es el consumo en verde (49 %), seguido de la de heno con un 42 %, y la fracción restante, como ensilado.

En condiciones templadas bajo riego o temporal del Estado de México, los cultivos más empleados son avena, ballico anual, veza o ebo invernal, cebada, triticale y trigo, que se caracterizan por producir un volumen alto de forraje de buena calidad en un periodo corto de tiempo. La mayor disponibilidad de forraje suele presentarse durante los meses de marzo a septiembre, y a partir de octubre hasta inicios de marzo existe una marcada reducción de forraje por efecto de temperaturas bajas y presencia de heladas, que limitan la capacidad fotosintética, persistencia y rendimiento de forraje.

Autrique y Pfeiffer (1994), señalan que el triticale es un cultivo relativamente nuevo en México, estimándose que son cultivadas alrededor de 8000 hectáreas, principalmente en los Estados de Michoacán, Nuevo León, Puebla, Jalisco, México, Tlaxcala y Sonora.

Varughese *et al.* (1987), mencionan que el cultivo de triticale se muestra bastante prometedor en cuanto a producción de grano y forraje, debido a que prospera en suelos arenosos y bajas temperaturas, en tierras altas con poca o moderada precipitación y en áreas semiáridas.

### **Métodos de siembra**

El método de siembra es una de las prácticas más importantes, ya que en la selección de ésta van definidas paralelamente otras actividades tales como: riegos, control de maleza, fertilización, densidad de siembra, desmezcles, etc., que en un momento dado pueden ser cruciales para el éxito de un programa de producción de semillas.

Heisey *et al.* (2002), citan que la siembra en camas permanentes tiene las siguientes ventajas para la producción de trigo: reduce los costos, disminuye el consumo de agua de riego y mejora el acceso al predio, lo cual facilita el control de malezas y otras plagas, y el manejo de nutrientes. Todo esto, en combinación con la reducción de la labranza y el manejo racional de los residuos de cosecha, redundará en la obtención de rendimientos altos y estables.



Macías *et al.* (2007), indican que con el sistema en surcos a 80 cm en doble hilera a 22 cm, respecto al sistema tradicional en hilera sencilla, es posible incrementar el rendimiento de grano en un 10 % y hasta en un 17 % con el sistema de siembra en surcos angostos, a 50 cm, manteniendo una densidad de población de aproximadamente 100,000 plantas/ha.

Villarreal (2000), reporta que el tipo de siembra en camas permite aprovechar los espacios para que el hombre y la maquina puedan entrar al terreno y llevar a cabo algunas prácticas como escardas, aplicaciones dirigidas de pesticidas, desmezcles, etc. Es de esperar que dichos espacios al final del ciclo sean cubiertos por las espigas, es decir; que ocurra un buen amacollamiento, con lo cual se obtendrán rendimientos similares a los de la siembra en plano. La siembra en camas presenta dos modalidades; surcos angostos (50-60 cm) en los cuales se siembra en hilera sobre el lomo de estos; y surcos anchos (80-100 cm) con dos hileras separadas entre sí de 25 y 30 cm en los surcos a 80 cm y de 40-45. En los surcos de 100 cm.

Govaerts y Sayre (2008), mencionan que las camas permanentes con una retención adecuada de los residuos de cosecha en la superficie, aumentarán la sostenibilidad del sistema de siembra de trigo en camas gracias a los efectos positivos en la calidad química, física y biológica del suelo, del uso reducido de combustible fósil y del uso más eficiente del fertilizante.

Villareal (2000), menciona que la siembra en plano es la forma más común, y se realiza preferentemente con la sembradora de granos pequeños maquina que es ajustable de modo que deposita la semilla a “chorrillo” en pequeñas hileras (18 cm aproximadamente entre ellas) y a la profundidad deseada; muchas de estas maquinas vienen adaptadas para siembra y fertilización simultáneamente, por lo que previo a su uso se debe calibrar para que se aplique justamente la densidad y dosis de fertilización deseada.

La siembra en plano puede realizarse al “voleo” en forma manual, es decir, tomando la semilla con la mano y esparciéndola uniformemente posible sobre el terreno, muchas veces quienes realizan este tipo de siembra, se ayudan con algún tipo de animal de carga (burro, mula o caballo) con el que evitan caminar sobre el suelo preparado y el cargar la semilla y/o fertilizantes, de manera que el avance es mayor; por rudimentaria que pudiera parecer la siembra manual, es todavía muy común en diferentes partes de nuestro país y del mundo, especialmente en siembras a pequeña escala o destinadas al autoconsumo.

### **Densidades de siembra**

Vega y Andrade (2000), citan que la elección de una densidad de siembra adecuada es una decisión importante para optimizar la productividad de un cultivo ya que, junto con la adecuación del espaciamiento entre hileras, permiten al productor la obtención de coberturas vegetales adecuadas previo a los momentos críticos para la determinación del rendimiento.

Rojas (1996), resume esta parte planteando: Una densidad de siembra muy alta trae como resultado una dificultad de las semillas para emerger y una elevada competencia entre las plantas por el sustrato, lo que se traduce en un bajo desarrollo de las plantas.

Moreno *et al.* (2002) y Lacasta *et al.* (2004), reportan que aumentar las densidades de siembra en los cereales, también ha sido empleado como forma de aumentar la competencia del cultivo frente a las malas hierbas y disminuir de esa forma el daño que estas causan en los rendimientos de los cultivos. Actualmente sigue empleándose la expresión de “sembrar con mucho pan” para justificar esta práctica tradicional. Determinar la densidad óptima de siembra ha sido objeto de varios trabajos con desigual resultado, las causas son las diferentes condiciones experimentales.

Vega y Andrade (2000), determinan que la densidad de siembra óptima de cualquier cultivo es aquella que: a) Maximiza la interceptación de radiación fotosintéticamente activa durante el período crítico para la definición del rendimiento y b) Permite alcanzar el índice de cosecha máximo.

Acosta (1971), considera a la densidad de siembra como factor muy importante porque afecta el crecimiento de las plantas. Esta es una de las principales causas que motivan el “amacollamiento” en los cereales, además de los nutrientes, genotipo, luz solar y temperatura.

De acuerdo con Rojas (1996), un incremento de la densidad de siembra en cebada y trigo provocó un aumento en la altura y en el peso fresco pero no influyó en el peso seco, además plantea que en algunos cultivos no es conveniente utilizar densidades muy altas, debido a que se ha observado un menor desarrollo de los granos que quedan en el fondo de las bandejas, algunas veces estos no llegan a germinar, ello puede ser debido por un efecto competitivo.

### **Rendimiento de grano**

García *et al.* (2003), mencionan que el rendimiento de grano han sido las características más estudiadas en las plantas cultivadas en la búsqueda de alternativas para la obtención de nuevas variedades con mayor capacidad productiva.

Maled y Hanchinal (1997), mencionan que en el proceso de mejoramiento genético y selección de genotipos superiores se ha puesto mucha atención en mejorar los componentes principales del rendimiento de grano, como lo son el número de espigas/m<sup>2</sup>, número de granos/espiga, y peso de 100 granos, encontrando que el número de espigas/m<sup>2</sup> es el componente que mayor contribución tiene en el rendimiento en cereales de grano pequeño.

Grass y Burris (1995), por su parte mencionan que la expresión del rendimiento es influenciada por factores del medio ambiente, entre los cuales la

temperatura es uno de los más importantes para el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos.

Kumar *et al.* (1985), en un análisis del rendimiento por planta y los componentes de rendimiento de 63 genotipos de triticales, revelaron diferencias altamente significativas entre las medias varietales para todas las características. El rendimiento de grano por planta estuvo significativamente correlacionado con el número de tallos por planta, espiguillas por espiga principal y granos por espiga, principalmente.

Sharma y Sandha (1987), en un análisis de rendimiento de grano en relación a 13 caracteres de 27 genotipos de triticales encontraron que los componentes más importantes fueron; número de espigas por m<sup>2</sup>, peso de 1000 granos, índice de cosecha y productividad diaria.

Cannell (1969), el amacollamiento es un importante componente del rendimiento en cebada, además menciona que el número de plantas por metro cuadrado, el peso de grano por espiga, el número de granos por espiga y el peso de grano son componentes del rendimiento que son interdependientes y que un incremento en los valores de algunos de estos va acompañado de la disminución de los valores en otros como respuesta a cambios ambientales.

Kumar *et al.* (1987), encontraron correlación positiva y significancia entre el rendimiento de grano con número de granos por espiga en un estudio con 31

genotipos de triticale, indicando que esta característica pudiera ser la más útil en la selección.

### **Calidad de semillas**

La calidad de la semilla es determinada por cuatro atributos: genético, visto a través de las variedades mejoradas; físico, esto es de los componentes tradicionales de pureza, a la incidencia y a la severidad de daño mecánico; sanitario, tipo e incidencia de enfermedades transmitidos por semilla y fisiológico a través de germinación y vigor.

La calidad fisiológica de la semilla incluye aquellos atributos intrínsecos de las semillas las cuales determinan su capacidad para germinar y emerger rápidamente para producir una población uniforme de plantas vigorosas bajo un rango de condiciones de campo que pueden ser encontradas desde el momento de sembrar.

La semilla alcanza la más alta calidad cuando se encuentra en el punto de madurez fisiológica, es en esta etapa en la cual presenta valores máximos en cuanto a peso seco, poder germinativo y vigor. A partir de este momento, la semilla permanece prácticamente almacenada a la planta madre en el campo hasta presentar condiciones apropiadas de humedad que permiten efectuar la cosecha mecánica directa.

En el proceso de control de calidad de semillas se utilizan varias pruebas para determinar el valor de las semillas para ser sembradas. La Prueba de Germinación Estándar es la técnica más empleada a nivel nacional e internacional para establecer la calidad de los lotes de semillas.

Fernández (1985), menciona que la calidad de la semilla es un término relativo y significa el grado de excelencia cuando se compara con un estándar aceptable.

Por su parte Boswell y McKay (1984), mencionan que se ha comprobado que el hecho de que la semilla absorba agua, se hinche y emitan unas cuantas raicillas no implica que producirá una plántula de buena calidad, sino que puede ser una falsa alarma.

De acuerdo a Moreno (1996), entre los factores que afectan la viabilidad de las semillas se pueden citar: el genotipo, el medio ambiente, la nutrición de la planta, el estado de madurez al momento de la cosecha, tamaño, peso volumétrico, daño físico, deterioro y envejecimiento, tiempo de almacenamiento y patógenos presentes en la semilla.

Miranda (1984), menciona que el vigor máximo se logra cuando la semilla alcanza su madurez fisiológica en la planta, y es el punto donde se logran el peso seco máximo, el más alto vigor y viabilidad de la semilla.

Según Flores (1993), la semilla de calidad comprende varios aspectos, algunos son de mayor relevancia que otros y está dada por cuatro componentes: el genético, sanitario, físico y fisiológico.

Moreno (1996), dice que las características físicas de la semilla son factores importantes a considerar, dentro de los cuales se encuentran la pureza varietal, peso de la semilla y el contenido de humedad entre otras.

Sayers (1982), dice que la calidad física comprende los aspectos como pureza analítica, contenido de humedad, tamaño, peso y color de la semilla. La pureza analítica nos indica el grado de contaminación con semillas extrañas y material inerte. El contenido de humedad es un factor de interés, ya que puede afectar la calidad fisiológica de la semilla durante su almacenamiento.

Flores (1993), menciona que la calidad fisiológica se refiere a parámetros de viabilidad de la misma, a la capacidad de germinación y el vigor para establecer nuevos individuos y que como unidad biológica puede sufrir alteraciones.

McDonald (1980), define el vigor de semillas como la suma total de aquellas propiedades que determina el nivel potencial de actividad y comportamiento de la semilla o partida de semillas durante la germinación y la emergencia de plántulas.



Copeland y McDonald (2001), dicen que dentro de los factores que influyen el nivel de vigor en semillas están la constitución genética de la semilla, ambiente y nutrición de la planta madre, estado de madurez a la cosecha, tamaño y peso de la semilla, integridad mecánica, deterioración y envejecimiento y presencia de patógenos.

Slafer *et al.* (2005), dicen que el peso de la semilla alcanzado en el ciclo de selección recurrente más avanzado indica que el proceso de mejoramiento conducido en condiciones de estrés hídrico responde según lo previsto en cuanto a incrementar la contribución de las reservas vegetativas de los macollos al llenado de grano.

Thompson (1979), señala que la calidad física como el contenido de humedad es un carácter de interés, ya que puede afectar la calidad fisiológica de la semilla durante el almacenamiento. El tamaño y peso son indicadores de la excelencia, ya que un cultivo sujeto a condiciones ambientales adversas presentará una disminución en su peso volumétrico o de 1000 semillas.

Bustamante (1982), menciona que el componente fisiológico se refiere a la característica de viabilidad de una semilla, a la alta capacidad de germinación y vigor para establecer nuevos individuos.

La International Seed Testing Association, ISTA (1985), define el vigor como “la suma total de aquellas propiedades que determinan el nivel de

actividad y capacidad de la semilla o lote de semillas durante la germinación y emergencia de plántulas”.

Por su parte, la Association of Official Seed Analysts, AOSA (1983), define que la germinación en el laboratorio es la emergencia y desarrollo a partir del embrión de aquellas estructuras esenciales, que por la clase de semilla en estudio, son indicadores de su capacidad para producir una planta normal bajo condiciones favorables.

El vigor de las semillas está relacionado con la germinación rápida y uniforme o con el desarrollo de las plántulas más vigorosas y competitivas. Esta característica se refleja en el rendimiento (AOSA, 1992; Delouche, 2002).

López (1983), se refiere a la característica de viabilidad de una semilla, a la alta capacidad de germinación y vigor para establecer nuevos individuos, pues como unidad biológica es susceptible de ser dañada y por consiguiente, su manejo desde la maduración hasta la siembra requiere de un alto grado de cuidado y especialización.

Walter *et al.* (2009), mencionan que una semilla de calidad física es la que presenta un alto porcentaje de semilla pura, y el mínimo contenido de semillas de malezas, de otros cultivos y materia inerte. Otros atributos físicos en las semillas son el contenido de humedad, el tamaño, la uniformidad y densidad.

Nebreda y Parodi (1977), dicen que en triticale, se reporta que plúmulas producidas de semillas con mayor peso, fueron significativamente más largas que aquellas semillas derivadas de semillas menos pesadas.

### **Efecto del tipo de siembra en el rendimiento**

Lafond (1994), investigó los efectos de tres espacios entre hileras de siembra (10, 20 y 30 cm), seis densidades de siembra (27, 54, 81, 108, 134 y 161 kg ha<sup>-1</sup>) y dos niveles de nitrógeno (bajo y alto) en cebada. Los resultados obtenidos mostraron que el número de plantas establecidas y el número de espigas producidas disminuyó cuando se incrementaron los espacios entre hileras. A menor densidad se produjeron menos espigas por metro cuadrado y se aumentó el número de granos por espiga; incrementándose la densidad de siembra se aumentó el número de espigas y se mejoró significativamente el rendimiento del grano.

Aguilar (1978), realizó estudios en trigo, utilizando cuatro espaciamientos entre surcos y cuatro densidades de siembra con el objetivo de determinar la influencia de estos factores sobre el rendimiento y aspectos fisiológicos de la planta, encontrando lo siguiente: el número de espiguillas por espiga, fue afectado sólo por el efecto de densidad de siembra, disminuyendo el número de espiguillas por espiga cuando esta se incremento, el número de granos por espiga no se vió afectado por el espaciamiento y densidad de siembra.

### **Efecto de la densidad de siembra en el rendimiento**

Sánchez (1983), indicó que la densidad de siembra para obtener los mayores rendimientos depende de las condiciones del clima y del suelo y que el espaciamiento entre las plantas debe ser tal para que cada una de ellas tenga la misma superficie de nutrición disponible y, por lo tanto, igual oportunidad para alcanzar su desarrollo normal.

Mellado (1977), realizando ensayos para encontrar la dosis óptima de semillas para líneas de triticales y un cultivar de trigo, encontró que un incremento en la densidad de siembra de 80 a 200 kg ha<sup>-1</sup>, aumento el rendimiento de grano del triticales de 2.95 a 3.87 ton/ha y en el trigo solo se incrementó de 3.29 a 3.62 ton/ha.

Stickler y Pauli (1964), mencionan que en un ensayo de realizado con tres variedades de cebada se combinaron la fecha y densidad de siembra para someter a estudio, las densidades evaluadas fueron 129, 258 y 386 plantas por metro cuadrado y observaron solo pequeñas diferencias en el rendimiento. También resultó significativa la interacción densidad por variedad, siendo los componentes más afectados el número de espigas por metro cuadrado y el número de granos por espiga.

Resultados similares fueron encontrados por Bishnoi y Igbokwe (1979), quienes llevaron a cabo experimentos de campo para estudiar los efectos de

cuatro densidades de siembra, ellos observaron que el rendimiento de grano se incrementó al aumentar la densidad de siembra.

Dofing y Knight (1994), al evaluar el efecto de la siembra de cebada en densidades de 35, 90, 145, y 200 kg ha<sup>-1</sup>, encontraron que con altas densidades disminuyó la altura de planta, se incrementó el rendimiento y el número de espigas por metro cuadrado y se redujo el número de granos por espiga y el peso del grano.

Valenzuela (1991), en su trabajo de tesis concluyó que el rendimiento de grano aumentó significativamente conforme aumentó la densidad de población, por lo que los mejores rendimientos se obtuvieron bajo la densidad 5 cm de separación entre plantas (250, 000 plantas/ha).

Day y Thompson (1970), reportan un ensayo con dos variedades de cebada en Meza, Arizona en el que variaron la fecha y densidad de siembra, de septiembre a enero y de 11 hasta 123 kg ha<sup>-1</sup> de semilla respectivamente, concluyendo que la fecha de siembra óptima era durante el mes de noviembre y que los más altos rendimientos eran obtenidos con las densidades de 11 a 45 kg ha<sup>-1</sup>. En general las bajas densidades de siembra tuvieron un número de espigas por metro cuadrado ligeramente menor que las altas, pero compensaron su rendimiento con un mayor número de granos por espiga.

Por otra parte, Baker y Briggs (1982), evaluaron durante tres años los efectos de la densidad de planta en el desarrollo de cebada primaveral de seis

hileras, con densidades de 1.6, 6.2, 25, 100 y 400 plantas por metro cuadrado. El número de espigas por planta disminuyó y la producción de grano por espiga se incrementó cuando la densidad disminuyó. La producción de grano y peso de grano por planta tuvieron un significativo incremento a una densidad de 6.2 plantas por metro cuadrado, esto fue debido a la baja competencia entre plantas.

En un trabajo experimental desarrollado por Dofing y Knight (1992), para determinar la influencia de la densidad de siembra (22, 65 y 108 kg ha<sup>-1</sup>) en la sincronía de espigamiento y componentes de rendimiento en cebada cultivada. Los resultados obtenidos mostraron que al incrementarse la densidad de siembra se aumentó el número de espigas por metro cuadrado y el rendimiento, y se disminuyó el número de granos por espiga y el peso del grano.

Mazurek (1974), al trabajar con densidades y fechas de siembra en trigo y triticale, observó que al incrementar la densidad de siembra arriba de 200 kg ha<sup>-1</sup> no tenía efecto significativo sobre la producción de grano de triticale, mientras que dosis superiores a 250 kg ha<sup>-1</sup> causaron un decremento en la producción de grano de trigo. El rendimiento más alto de grano de triticale se obtuvo con 60 kg de N/ha al sembrar al final de la primavera, mientras que dosis más altas de nitrógeno no afectaron el rendimiento.

Tomas (1995), al estudiar la respuesta de dos genotipos de trigo harinero a la fertilización y a densidad de siembra para el rendimiento y calidad de

semilla, encontró que en cuanto al efecto de la densidad de siembra en uno de sus genotipos, se obtuvo que al incrementar de 60 a 120 kg de semilla aumento el rendimiento 0.67 ton/ha.

### **Efectos del tipo de siembra en la calidad de semilla**

Niño (2009), menciona en un trabajo experimental que los efectos del tipo de siembra con respecto a la calidad de semillas sobresale que el método de producción en camas incrementa la calidad fisiológica de semilla en las líneas élite de trigo (*Triticum aestivum* L.) forrajero imberbe AN-239 y AN-264. Además permite aprovechar los espacios para el hombre y la maquinaria para realizar actividades como control de malezas, plagas, manejo de nutrientes y desmezcles para obtener semilla de calidad, por lo que al final del ciclo los espacios serán cubiertos por espigas, por lo cual se tendrán rendimientos similares a la siembra en plano que en este caso nada mas obtuvo un efecto positivo en la calidad física.

Niño (2009), menciona en su trabajo experimental donde encontró que la línea AN-239 élite de trigo (*Triticum aestivum* L.) forrajero imberbe tiene una respuesta positiva en la calidad de la semilla mediante el método de siembra en camas.

### **Efecto de la densidad de siembra en la calidad de semilla**

Kirby (1967), evaluó la respuesta de cebada a cuatro densidades de siembra (39, 78, 156, y 312 kg ha<sup>-1</sup>) y encontró que al aumentar la densidad se incrementó el número de macollos, pero fue seguido por la muerte de los mismos en diferentes etapas. También al aumentar la densidad aumentó el número de espigas por metro cuadrado y disminuyó el peso de mil semillas.

De igual manera, Pageau (1991), realizó estudios de campo para determinar el efecto de espacios entre hileras (10 y 18 cm) y densidades de siembra (280, 320, 360, 400 y 440 semillas por metro cuadrado) en cebada, el autor encontró que con el aumento en la densidad, el rendimiento incrementó debido a que hubo más número de espigas por metro cuadrado y el peso de mil semillas, sin embargo el número de granos por espiga disminuyó.

Ramírez (2010), menciona en su trabajo experimental donde hace referencia que a una densidad de siembra de 80 kg/ha podría obtenerse en la mayoría de las variedades estudiadas la mejor calidad física y fisiológica.



### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente trabajo se realizó en dos etapas, una en campo que consistió en la producción de semilla y la segunda en laboratorio donde fueron evaluadas las plantas y la calidad de la semilla.

La producción en campo, se realizó en Navidad, N.L. Municipio de Galeana, N.L. a 80 km de la Ciudad de Saltillo, sobre la Carretera 57 (Saltillo-San Luis Potosí, coordenadas: 25° 04' Latitud Norte 100° 36' y Longitud Oeste) y en las instalaciones de la UAAAN, Buenavista, Saltillo.

La evaluación en laboratorio, se realizó en Laboratorio de ensayos de semillas "M.sc Leticia Alejandra Bustamante García" del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Granos y Semillas perteneciente al Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", situada geográficamente a 25° 22' Latitud Norte y una Longitud Oeste de 101° 00' y la Latitud es de 1742 msnm.

#### **Material genético**

Se evaluaron dos líneas élite de trigo forrajero sin barba (AN-239 y AN-264), dos líneas élite de cebada forrajera sin barba (Narro-95 y Narro-221), dos testigos conocidos como avena (Cuauhtémoc) y triticale (TCL, Eronga 83).

## **Producción de semilla**

La preparación de terreno consistió prácticamente en un barbecho, rastreo y surcado, donde se establecieron por separado los dos sistemas de siembra, en cada sistema se trazaron 3 parcelas y cada una fue sembrada con una diferente densidad, teniendo un total de 6 parcelas por cada cultivo en el estudio. Los riegos y la fertilización se realizaron aproximadamente cada mes, haciendo riegos antes o después lo cual dependió de las condiciones climáticas de la localidad.

## **Tratamientos**

### **Factor métodos de siembra**

Los sistemas de siembra establecidos fueron: en plano o surcos y en camas, realizados de manera manual. La fecha de siembra en plano o surcos se llevo a cabo el 25 de febrero del 2009 y en camas al día siguiente.

Para la siembra en plano o surcos, se establecieron parcelas de 4 surcos de 3 m de largo y 0.30 m entre hileras; y siembra en camas se establecieron en 2 hileras en camas separadas a 90 cm de 3 m de largo.

### **Factor densidades de siembra**

Se establecieron para el sistema de siembra en plano o surco 3 diferentes densidades de siembra a 80, 120 y 160 kg de semilla por hectárea de

cada especie, aplicando una fertilización de 120-80-0 con fosfato monoamónico (MAP) y Urea como fuentes. Mientras que para el sistema de siembra en camas se consideraron 3 densidades de siembra a 20, 40 y 60 kg de semilla por hectárea de cada especie, aplicando una dosis de fertilización similar a la siembra en plano.

Una vez establecidas los sistemas de siembra y densidades, se realizaron dos muestreos, uno antes de la cosecha y otro en la cosecha como se muestra en el Cuadro 3.1, indicando las fechas respectivas de los muestreos en cada especie, realizados así debido a la maduración diferencial de las especies.

**Cuadro 3.1 Fechas de muestreos antes y en la cosecha de la semilla en la localidad Navidad, N. L. 2009.**

Especie y sistema	1er. Muestreo	2º Muestreo Cosecha
Avena en camas	02 de julio	10 de julio
Avena en plano	02 de julio	07 de julio
Cebada en camas	25 de junio	10 de julio
Cebada en plano	18 de junio	06 de julio
Trigo para camas	07 de julio	10 de julio
Trigo en plano	07 de julio	07 de julio
Triticale en plano	06 de julio	07 de julio
Triticale en camas	06 de julio	10 de julio

## **Parámetros evaluados**

### **Evaluación de la producción**

La evaluación consistió en arrancar un metro lineal de plantas para cada repetición en base a los cuatro cereales tanto para camas como en plano. En cada muestreo se realizó la misma operación, una vez extraídas las plantas se determinó altura de la planta y posteriormente fueron llevadas las muestras al laboratorio donde se tomaron 10 espigas de cada metro extraído por repetición para determinar los componentes de forraje y rendimiento así como la calidad física y fisiológica de la semilla de cada método de siembra con sus respectivas densidades.

### **Componentes de forraje**

#### **Altura de planta**

De cada unidad experimental se tomaron al azar 10 plantas y se midió con una regla en centímetros desde la base del tallo hasta el extremo superior de la espiga, obteniéndose su media. Se expreso en metros.

#### **Peso seco de hojas, espigas y tallos**

Las plantas obtenidas de los muestreos de cada unidad experimental por metro lineal se colocaron en bolsas de papel estraza, las cuales se llevaron a un asoleadero (espacio donde la temperatura oscilo entre 30-35 °C), para ser secadas por un periodo de 3 meses. Transcurrido el tiempo, las plantas secas

se separaron en sus componentes: espigas, hojas y tallos, pesando cada uno en una balanza granataria y expresando el resultado en gramos.

### **Componentes de rendimiento de grano**

#### **Número de espigas por metro cuadrado**

Las plantas de cada unidad experimental, se contó la cantidad total de espigas por metro lineal, y luego transformarlo a espigas por metro cuadrado, para el sistema en plano fue de  $0.3 \text{ m}^2$ , y para el sistema en camas fue de  $0.4 \text{ m}^2$ ; se calculó el número de espigas por metro cuadrado.

#### **Número de granos por espiga**

Cada una de las espigas a las que se le tomó el número de espiguillas por espiga, se trillaron de forma manual, posteriormente se juntaron todos los granos de cada espiga y se contabilizaron de manera individual, determinando así el promedio de granos de las 10 espigas evaluadas.

#### **Longitud de espiga**

De las espigas provenientes de cada muestreo se tomaron al azar 10 espigas y se midió con una regla graduada en centímetros a cada espiga desde la base donde empieza la primera espiguilla hasta el último grano lleno en la parte superior, reportándose el resultado como promedio de las 10 espigas.

### **Peso de granos por espiga**

De las 10 espigas provenientes de la variable número de granos por espiga, se realizó la trilla para cada una de ellas, posteriormente se pesaron de manera individual, asimismo se dividió entre el número total de espigas obteniéndose el promedio para esta variable y los resultados se expresaron en gramos.

### **Número de espiguillas por espiga**

De cada unidad experimental se tomaron diez espigas al azar y se contabilizó la cantidad de espiguillas por espiga, obteniendo el promedio de las espigas evaluadas.

### **Peso seco de diez espigas**

Se tomaron al azar 10 espigas de cada unidad experimental o repetición, las cuales se pesaron en una balanza granataria donde los resultados se expresaron en gramos.

### **Rendimiento de Semilla**

Cada unidad experimental se obtuvo el grano y se colocó en una bolsa, posteriormente se pesó cada muestra y se obtuvo el peso en kilogramos, para camas se considero una parcela útil de 4.4 m<sup>2</sup> y para plano 1.8 m<sup>2</sup>, se calculó para 10,000 metros cuadrados, los datos son mostrados en kg ha<sup>-1</sup>.

## **Calidad física**

### **Contenido de Humedad**

Se realizó conforme a las reglas internacionales de la ISTA (2004), aplicando la metodología directa con temperatura alta constante, donde se utilizaron cajas de aluminio de 5 cm de diámetro las cuales se pesaron en una balanza analítica de 0.0001 g de precisión teniendo 3 repeticiones por unidad experimental por cultivo, posteriormente colocaron aproximadamente 4 gramos de muestra de semilla de cada unidad experimental, registrando el peso exacto de cada caja más muestra, una vez registrado el peso se llevaron a una estufa marca LAB-LINE IMPERIAL V LABORATORY OVEN a una temperatura de  $130 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , por un tiempo de 1.5 horas, posteriormente se sacaron las cajas y se colocaron a enfriar en un desecador con silica gel por espacio de 20 minutos, se repitió la operación de pesar en la balanza y se calculó el contenido de humedad por diferencia del peso húmedo menos el peso seco, registrando el resultado en porcentaje.

### **Peso Volumétrico**

Para determinar el peso volumétrico de semillas, se basó en la metodología descrita por Moreno (1996), utilizando un recipiente de volumen conocido, y vaciando la muestra de cada unidad experimental por repetición hasta sobrepasar el borde, se eliminó el exceso mediante un “zig-zag” sobre el borde del recipiente con una regla de plástico, de tal manera que la semilla

quedo al ras del recipiente, posteriormente se peso en una balanza analítica de 0.0001 g de precisión y se procedió a calcular el peso volumétrico en Kg/HL.

### **Peso de Mil Semillas**

Se realizó conforme a las reglas de la ISTA (2004), utilizando ocho repeticiones de 100 semillas para cada unidad experimental, las cuales se pesaron de manera individual, reportando en gramos y calculando la media y el coeficiente de variación para saber la variabilidad que existe en cuanto a los pesos de cada repetición, una vez aceptándose el coeficiente de variación menor de 6 % como marcan las reglas, se calculó el peso de mil semillas en base a la media de las ocho repeticiones multiplicando por diez para obtener valor de peso de mil semillas expresado en gramos.

## **Calidad Fisiológica**

### **Capacidad de Germinación**

La metodología se basó en las reglas internacionales (ISTA, 2004) haciendo algunas modificaciones en el número de semillas ya que se sembraron 25 semillas en tres repeticiones en una toalla de papel Anchor para germinación de 25 x 38 cm humedecida con agua corriente, posteriormente se cubrieron las semillas con otro papel húmedo, se enrollaron a formar "tacos" y se identificaron con la fecha, sistema de siembra, densidad y repetición de cada material, se sostuvieron los extremos de cada taco con una liga y se colocaron



en bolsas de polietileno, luego se llevaron a una cámara fría marca TOROREY® a 5 °C por 3 días y posteriormente se llevaron a una cámara germinadora marca BIOTRONETE MARK III® a temperatura constante de 25 °C con 8 horas de luz y 16 horas de oscuridad por 6 días, realizando la evaluación de la prueba determinando el número de plántulas normales, plántulas anormales, semillas sin germinar o muertas, expresando los resultados porcentaje.

### **Vigor**

#### **Longitud Media de Plúmula**

Se realizó con metodología descrita por Perry (1987), sembrando 25 semillas en la primera de cinco líneas paralelas, horizontales de 2 cm marcadas desde el centro de la tolla de papel Anchor con el embrión hacia abajo. Utilizando tres repeticiones por cada muestra, cubriendo con otra toalla húmeda y se enrollaron finalmente a formar un “taco”, se guardaron en bolsas de polietileno y fueron llevadas a una cámara fría TOROREY® a 5-10 °C por tres días, después se cambiaron a una cámara germinadora BIOTRONETE MARK III®, a 25 °C constante con 8 horas de luz y 16 horas de oscuridad por 4 días y se procedió a evaluar las plántulas consideradas normales para determinar la prueba de longitud media de plúmula considerando el número de semillas sembradas.

$$L = \frac{(nx_1 + nx_3 + \dots + nx_{13})}{25}$$

Donde:

L = Longitud media de plúmula en cm.

n = Número de plúmulas entre dos paralelas.

x = Distancia del punto medio de paralelas a línea central.

El número de plántulas que quedaron entre dos líneas paralelas se multiplicó por el valor medio de dichas paralelas y los productos se sumaron. La longitud total se dividió entre el número de plántulas normales, los valores se muestran en centímetros.

### **Longitud Media de Radícula**

De las plántulas normales resultantes de la prueba de longitud media de plúmula, se tomaron al azar 10 plántulas donde se midió a cada una de ellas desde la base del tallo hasta la raíz más larga, obteniendo el promedio de las 10 y expresando el resultado en cm.

### **Tasa de crecimiento de plántula mediante peso seco**

Se realizó de acuerdo a la metodología descrita por la AOSA (1993 y 1992); evaluando las plántulas normales provenientes de la prueba de longitud media de plúmula, donde se eliminó de cada plántula el resto de semilla, colocando las plántulas (plúmula y raíces) en una bolsa de papel destreza perforada y se colocaron en una estufa a 65 °C por 24 horas. Transcurrido el

tiempo, las bolsas se llevaron a un desecador con silica gel para ser enfriadas por 15 minutos, posteriormente se pesó la plántula seca de cada unidad experimental en una balanza analítica de 0.0001 g de precisión expresando el peso en gramos; y el valor se transformó en miligramos, el cual se dividió entre el número total de plántulas normales, obteniendo el resultado de tasa de crecimiento de plántula en mg/plántula.

### **Análisis estadístico**

Los datos de cada método de siembra se analizaron como un diseño factorial con arreglo en bloques al azar, considerando los seis genotipos y tres densidades de siembra. Se realizaron pruebas de medias utilizando el procedimiento de Tukey. Los análisis de varianza y prueba de medias se realizaron con el paquete estadístico SAS (2007), mediante el siguiente modelo estadístico:

Modelo estadístico para factorial en bloques al azar:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + D_j + (ED)_{ij} + \beta_k + \xi_{ijk}$$

$i = 1, 2, \dots, 6$ : Especies;  $j = 1, 2, 3$  densidades de población;  $k = 1, 2, 3$  bloques

Donde:

$Y_{ijk}$  = Respuesta de la unidad experimental

$\mu$  = Media general

$E_i$  = Efecto de la  $i$ -ésima especie

$D_j$  = Efecto de la  $j$ -ésima densidad de población

$(ED)_{ij}$  = Efecto de la interacción de la  $i$ -ésima especie con la  $j$ -ésima densidad

$\beta_k$  = Efecto del  $k$ -ésimo bloque

$\xi_{ijk}$  = Error experimental

### **Procedimiento w de Tukey**

El procedimiento de Tukey es aplicable a pares de medias; necesita de un solo valor para juzgar la significancia de todas las diferencias, y por lo tanto es rápido y fácil de usar. El procedimiento consiste en el cálculo de un valor crítico mediante la ecuación:

$$W = q_{\infty}(p, f_e) s_{\bar{y}} \quad (\text{Ramírez, 2010})$$

Donde:

$q_{\infty}$  = se obtiene de la tabla

$p$  =  $t$  que es el número de tratamientos

$f_e$  = grados de libertad del error

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Método de siembra en plano

#### Componentes de forraje

Los resultados del análisis de varianza en componentes de forraje tanto en altura de planta, peso seco de hojas, peso seco de tallos y peso seco de espigas se encontraron diferencias altamente significativas entre las especies, obteniéndose un coeficiente de variación (CV) en el rango de 30.69 a 9.87 %, como se muestra en el Cuadro 4.1; con respecto a las densidades y en la interacción especies por densidad no se tuvieron diferencias estadísticas en los resultados.

**Cuadro 4.1 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en los componentes de forraje de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

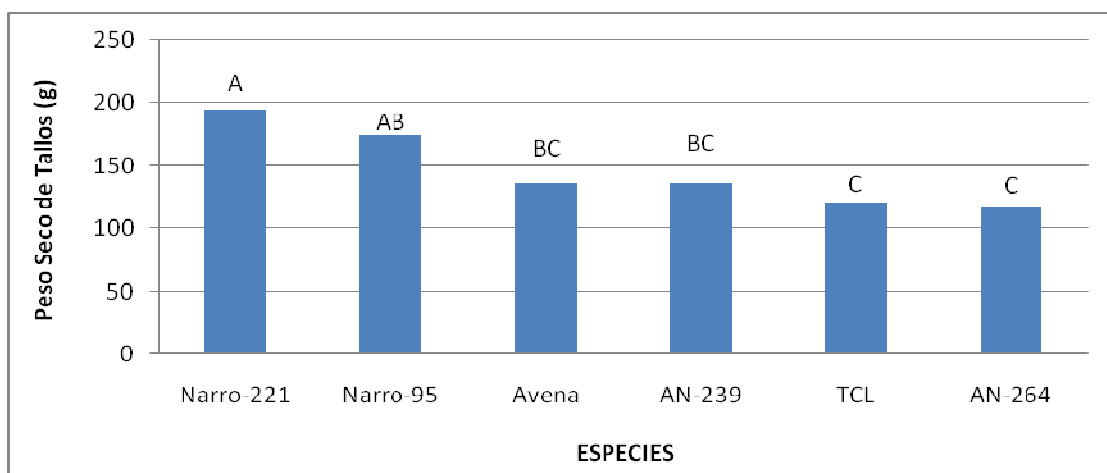
Fuente de variación	Grados de libertad	ALP	PSH	PST	PSE
Especie	5	0.05 **	2577.6 **	8566.0 **	14906.3 **
Densidad	2	0.009 NS	12.2 NS	244.4 NS	223.1 NS
Esp*Dens	10	0.008 NS	120.6 NS	1045.8 NS	1208.0 NS
Repetición	2	0.004 NS	220.5 NS	1007.7 NS	1309.3 NS
Error	34	0.009	194.87	896.3	1963.8
Total	53				
CV (%)		9.87	30.69	20.43	28.47

\*\* = Altamente significativo, NS= No significativo; ALP= Altura de planta, PSH= Peso seco de hojas, PST= Peso seco de tallos, PSE= Peso seco de espigas.

En la prueba de comparación de medias entre especies para altura de planta, se encontraron 2 grupos estadísticos, donde avena Cuauhtémoc y triticale (TCL) Eronga 83 forman el primer grupo presentando mayor ALP con 1.13 y 1.03 m respectivamente; como segundo grupo se considero nuevamente a TCL junto con Narro-221, AN-239, Narro 95 y AN-264 con 0.96, 0.95, 0.93 y 0.92 m respectivamente. Avena Cuauhtémoc y triticale fueron, con respecto a las demás especies, quienes presentaron mayor altura, posiblemente debido a que es una característica distintiva de estas especies. Entre densidades numéricamente hubo diferencias, donde 120 kg/ha obtuvo la mayor altura con 1.01 m y la menor se obtuvo a 160 kg/ha con 0.97 m; es decir, que conforme aumenta la densidad disminuye la altura de planta (Anexo 1), coincidiendo con lo reportado por Dofing y Knight (1994), en cebada a densidades de 35, 90, 145, y 200 kg ha<sup>-1</sup>, a mayor densidad disminuye la altura de planta, así como Bishnoi y Nwigwe (1980), quienes también confirma este mismo suceso.

La comparación de medias entre especies para peso seco de hojas reportó 2 grupos estadísticos, formando el primer grupo Narro-95 y Narro-221 con 67.11 y 65.22 g, el último grupo se encuentran avena, AN-239, AN-264 y TCL con 43.66, 36.88, 33 y 27 g respectivamente. Estas diferencias posiblemente se debieron a que la especie cebada posee características forrajeras, tal como lo reporta Colín (2007) que propone dos características adicionales para una especie forrajera son: alta proporción de hojas y barba restringida o imberbe, características que poseen ambos genotipos de cebada, por lo que obtuvieron el mayor peso seco de hojas.

En peso seco de tallos resultaron 3 grupos estadísticos, donde las cebadas, Narro-221 forman el primer grupo presentando mayor PST con 194.22 g, enseguida de Narro-95 con 174.22 g, como segundo grupo se considero a Narro-95, avena y trigo AN-239 con 136.22 y 136.11 g en estos últimos, y en el tercer grupo nuevamente se encontraron avena, AN-239 junto con TCL y AN-264 quienes presentaron el menor valor con 120.78 y 117.56 g respectivamente (Figura 4.1). El incremento de PST en este método de siembra, posiblemente se debió al tener espaciamientos más cortos donde la cantidad de tallos fue mucho mayor y por lo tanto mayor peso, comparando con lo encontrado por Simmons *et al.* (1982), quienes evaluaron la influencia del espaciamiento entre surcos y la densidad de siembra sobre la producción de tallos en variedades de cebada, concluyendo que los espaciamientos más angostos tuvieron más tallos por unidad de superficie, y densidades más altas incrementaron el número de tallos, sin embargo tuvieron mayor mortalidad de tallos; en el caso de los resultados obtenidos en este estudio muestran que efectivamente las densidades tienden a dar esa misma respuesta, pero en los espaciamientos cortos no se reflejó las misma respuesta ni tampoco existió mortalidad de ellos.



**Figura 4.1 Comparación de medias en la variable peso seco de tallos (PST) de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

Al comparar las medias de peso seco de espigas se encontraron 2 grupos estadísticos, dentro del primer grupo en Narro-221, Narro-95, triticale (TCL) Eronga 83, AN-239 y AN-264 con 194.22, 184.67, 176.67, 153.67 y 141.67 g respectivamente, como segundo grupo se consideró a AN-264, y avena con 82.78 g en este último material, los resultados reflejan que posiblemente influyó el tiempo que tardaron las especies para alcanzar la madurez fisiológica, contrario a lo que han señalado Juskiw *et al.* (2000), que conforme aumenta la madurez incrementa la cantidad de espigas, basado en tres estudios que realizaron en la productividad en campo de cebada, avena, triticale y centeno.

### **Componentes de rendimiento**

Los resultados del análisis mostraron que: número de granos por espiga hubo diferencias altamente significativas entre especies y diferencia significativa



en densidades, mientras que en número de espigas/m<sup>2</sup>, longitud de espiga y peso de granos por espiga se encontraron diferencias altamente significativas entre las especies (Cuadro 4.2), similarmente en número de espiguillas por espiga, peso de diez espigas y rendimiento de semilla solo hubo diferencias entre las especies estudiadas (Cuadro 4.3), obteniendo un CV entre el rango de 29.82 a 7.61 % como se muestra en el Cuadro 4.2 y 4.3; en la interacción especies por densidad no se reportaron diferencias en los resultados en este método de siembra.

**Cuadro 4.2 Cuadros medios y significancia del análisis de varianza y comparación de medias en componentes de rendimiento de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>NEMC</b>	<b>NGE</b>	<b>LE</b>	<b>PGE</b>
Especie	5	72756.9 **	553.47 **	482.28 **	0.52 **
Densidad	2	10035.7 NS	80.25 *	2.15 NS	0.03 NS
Esp*Dens	10	5951.9 NS	16.72 NS	0.73 NS	0.07 NS
Repetición	2	5031.3 NS	8.92 NS	0.02 NS	0.01 NS
Error	34	7392.0	24.28	0.78	0.06
Total	53				
CV (%)		21.41	11.39	7.61	15.76
<b>Comparación de medias entre densidades para NGE</b>					
	80	45.58 A			
	120	42.72 AB			
	160	41.46 B			

\*\* = Altamente significativo, \* = Significativo, NS= No significativo; NEMC= Número de espigas por metro cuadrado, NGE= Número de granos por espiga, LE= Longitud de espiga, PGE= Peso de granos por espiga.

**Cuadro 4.3 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en componentes de rendimiento de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

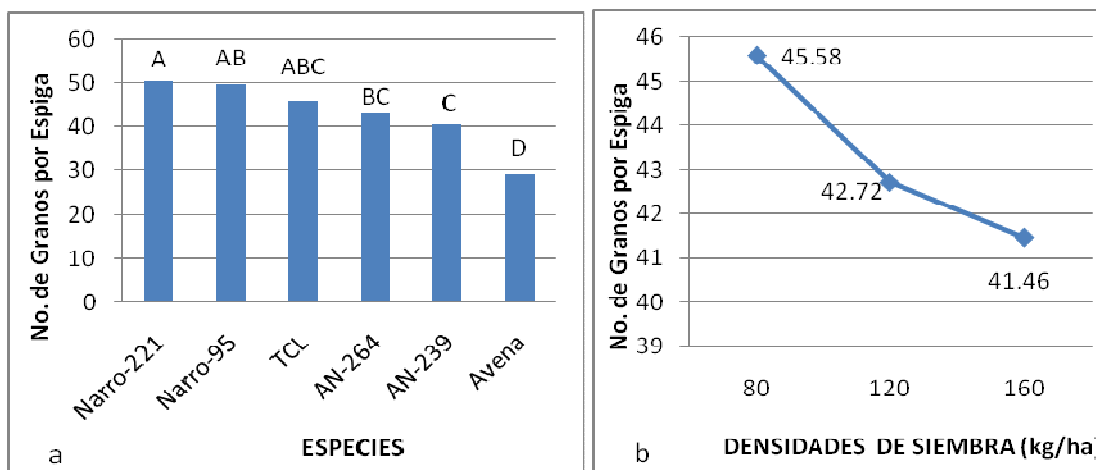
<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>NEE</b>	<b>PDIE</b>	<b>Kg/ha</b>
Especie	5	305.64 **	96.87 **	12797909.16 **
Densidad	2	2.20 NS	11.38 NS	2391894.68 NS
Esp*Dens	10	2.14 NS	9.38 NS	509564.13 NS
Repetición	2	2.56 NS	2.26 NS	255207.50 NS
Error	34	1.66	7.55	821238.7
Total	53			
CV (%)		7.7	14.27	29.82

\*\* = Altamente significativo, NS= No significativo; NEE= Número de espiguillas por espiga, PDIE= Peso de diez espigas, Kg/ha= Rendimiento de semilla.

En la comparación de medias entre las especies para número de espigas/m<sup>2</sup> se encontraron 3 grupos estadísticos, Narro-221 en el primer grupo con 523.70 espigas, enseguida de Narro-95 con 490 espigas/m<sup>2</sup>, como segundo grupo se considero a Narro-95 junto con AN-239 y AN-264 con 399.63 y 376.67 espigas/m<sup>2</sup> respectivamente; y finalmente en el tercer grupo se encontraron estos dos últimos junto con triticale (TCL) Eronga 83 y avena con 312.22 y 306.30 espigas/m<sup>2</sup> en cada especie. Como se muestran los resultados, cebada Narro-221 obtuvo un mayor número de espigas, posiblemente se deba a que su estación es corta y por lo tanto tolera condiciones adversas, incluyendo el frío, la sequía o diferente tipo de suelos coincidiendo con Orozco (1987), quien menciona que es un cultivo de estación corta y de maduración temprana, que a diferencia de TCL y avena mostraron valores bajos.

En lo que se refiere a la variable número de espigas/m<sup>2</sup> entre densidades, la comparación de medias mostró un solo grupo estadístico, sin embargo numéricamente sobresalió la densidad 160 kg/ha teniendo hasta 425.18 espigas/m<sup>2</sup>, seguido de la densidad de 120 kg/ha con 401.11 espigas/m<sup>2</sup> (Anexo 2), estableciendo que a medida que aumenta la densidad el número espigas aumenta considerablemente, esta misma respuesta la obtuvo Dofing y Knight (1994), que en caso de cebada, aumentó el número de espigas por metro cuadrado conforme aumentó las densidades de 35, 90, 145, y 200 kg ha<sup>-1</sup>. Sin embargo, es posible que también exista una competencia frente a malas hierbas cuando se incrementa la densidad de siembra, disminuyendo tal vez los rendimientos de los cereales como lo mencionan Moreno *et al.* 2002; Lacasta *et al.* 2004.

Como en la variable número de granos por espiga resultó una diferencia significativa, se realizó una prueba de comparación de medias entre las especies, resultando 4 grupos estadísticos formado el primer grupo por Narro-221, Narro-95 y TCL con 50.68, 49.68 y 46.02 granos/espiga respectivamente; en el siguiente grupo los formaron estas dos últimas especies junto con AN-264 con 43.26 NGE; para el tercer grupo nuevamente TCL, AN-264 aunado AN-239 (40.63 NGE) y; por último fue avena quien obtuvo hasta 29.24 granos/panoja como se muestra en la Figura 4.2 (a).



**Figura 4.2. Comparación de medias en la variable número de granos por espiga (NGE) de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

Las diferencias que se encontraron en el número de granos por espiga en las especies, tal vez se deba a las características propias de cada material y al período de llenado de grano en la espiga como fue en cebada y triticale; ya que estas especies tienden a tener en menor tiempo su madurez fisiológica coincidiendo con Romero (1985), que el número de granos por espiga en los cereales es un componente importante de rendimiento. En la prueba de comparación de medias entre densidades, se encontraron dos grupos estadísticos, marcando un primer grupo a la densidad de 80 kg/ha obteniendo el mayor promedio con 45.58 NGE junto con la densidad de 120 kg/ha con 42.72 granos, quien esta última formó el siguiente grupo con la densidad 160 kg/ha con 41.46 NGE como lo muestra la Figura 4.2 (b) y en el Cuadro 4.2; mostrando un disminución en el llenado del grano a medida que aumenta la densidad y por consecuencia hubo menor cantidad de granos por espiga, debido posiblemente a la competencia que pudiera existir entre y dentro de plantas, coincidiendo con

lo encontrado Dofing y Knight (1992), quienes evaluaron la influencia de la densidad de siembra (22, 65 y 108 kg ha<sup>-1</sup>) en la sincronía de espigamiento y componentes de rendimiento en cebada; encontrando que al incrementarse la densidad de siembra, disminuyó el número de granos por espiga.

Por la diferencia significativa encontrada en la variable longitud de espiga se realizó una prueba de comparación de medias, la cual mostró 3 grupos estadísticos, donde avena obtuvo la mayor longitud con 26.49 cm, seguida como segundo grupo el triticale (TCL) con 10.42 cm, mientras que el tercero se encontraron las especies de trigo y cebada en el siguiente orden: AN-264, Narro-221, Narro-95 y AN-239 con 8.34, 8.28, 8.23 y 8.14 cm respectivamente. Esta diferencia se debe específicamente a las características morfológicas de la planta de cada especie, son muy diferentes entre sí, ya que la avena posee una inflorescencia (panoja) diferente a las del trigo, cebada y triticale (espiga), en tanto que el triticale posee espiga más grande que trigo y cebada.

En la variable peso de granos por espiga entre las especies, el ANVA mostró una diferencia significativa, por lo cual se realizó la prueba de comparación de medias, encontrando tres grupos estadísticos donde TCL y Narro-221 formaron el primer grupo con valores de 1.98 y 1.69 g, esta última junto con Narro-95, AN-239 y AN-264 con 1.62, 1.425 y 1.42 g respectivamente formaron el segundo grupo, así mismo Narro-95, AN-239, AN-264 y avena formaron el último grupo presentando esta los valores más bajos a comparación de las demás especies con 1.32 g; como es de notar las especies de cebada y triticale

obtuvieron el mayor PGE en este método de siembra, posiblemente a las características de la semilla por ser de mayor tamaño, mejor llenado y cosecha oportuna, donde el peso de granos por espiga está relacionado por el NGE si este disminuye considerablemente puede afectar su peso final; ya que para cosechar cebada hay que esperar que madure el grano que esté lleno, seco y de color amarillo uniforme, sin retardarse esta operación para evitar pérdidas por desgrane como lo menciona Olmos (1995). Se ha reportado que altas temperaturas pueden acelerar la tasa de crecimiento del grano y acortan su duración, disminuyendo el peso final del grano como mencionan López-Castañeda y Richards (1998), sin embargo no se pudo constatar en este estudio.

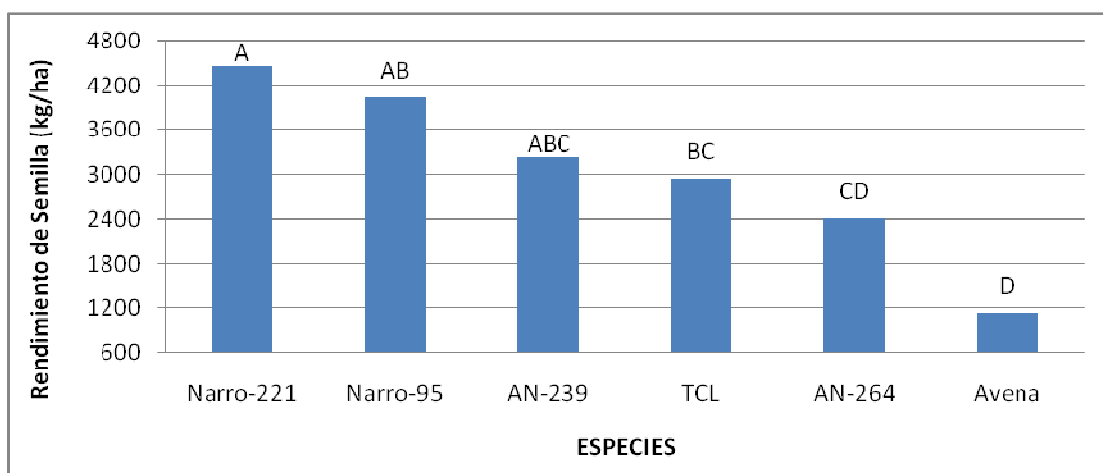
Por la diferencia significativa encontrada en número de espiguillas por espiga, se realizó una prueba de comparación de medias entre especies, donde se encontraron 4 grupos estadísticos, el primer lo forma TCL con 22.85 NEE, el segundo Narro-221 y Narro-95 con 19.12 y 18.98 espiguillas por espiga respectivamente, en el tercer se encuentran AN-264 y AN-239 con 16.90 y 16.83 espiguillas por espiga, por último aparece avena con 5.71 espiguillas por espiga, de tal forma que esta característica se realaciona con la longitud de espiga por lo que contribuye al número de espiguillas por espiga, mientras más NEE tengan los resultados se verán reflejados tanto en el NGE y PGE, ambas cebadas y AN-264 obtuvieron el menor valor. Por su parte Aguilar (1972), menciona que el tamaño de la espiga está determinado por el número de espiguillas por espiga, y éste es afectado por la densidad de siembra,

disminuyendo al incrementar la densidad, además de que es muy importante para determinar los componentes de rendimiento. Al respecto numéricamente se encontraron diferencias entre las densidades, donde la densidad de 80 kg/ha fue la mejor con 17.13 NEE y la menor 160 kg/ha con 16.52 espiguillas por espiga (Anexo 3), es decir, que a medida que aumenta las densidades disminuye el número de espiguillas por espiga, sin embargo se observó que en este método de siembra con las densidades establecidas el NEE disminuyó considerablemente; coincidiendo con Aguilar (1978), quien menciona que el número de espiguillas por espiga, se ve afectado sólo por el efecto de densidad de siembra cuando esta se incrementa.

La prueba de comparación de medias entre especies para peso de diez espigas, reportó 2 grupos estadísticos siendo el primer grupo el TCL con 25.67 g, el segundo grupo se conformó con las especies AN-239, AN-264, Narro-221, Narro-95 y avena con 18.99, 18.95, 17.94, 17.44 y 16.53 g respectivamente. Estos resultados, se debieron al mejor llenado de grano y por el tamaño de la semillas, asimismo el periodo de la cosecha debe ser oportuna para evitar la pérdida de grano, en el caso de avena resultó con menor peso debido a las características morfológicas ya mencionadas de la panoja donde las ramificaciones son largas y sostienen en cada una un pequeño número de espiguillas que llevan de una a cinco flores y de las cuales dos son fértiles produciendo así poca cantidad de semilla, por lo que la madurez fisiológica para tener un mejor llenado de grano y obviamente tenga mejor peso. Según Olmos (1995), para cosechar cebada hay que esperar una cierta madurez del grano,

que esté lleno, seco y de color amarillo uniforme, sin embargo, no debe de retardarse esta operación para evitar pérdidas por desgrane, lo cual puede aplicarse en el caso de avena.

En la prueba de comparación de medias entre especies en rendimiento de semilla, se encontraron 4 grupos estadísticos, donde Narro-221, Narro-95 y AN-239 forman el primer grupo presentando el mayor rendimiento de semilla con 4461.1, 4042 y 3230.2 kg/ha cada uno; en el siguiente grupo estadístico se encontraron nuevamente Narro-95, AN-239 junto con TCL con 2957.4 kg/ha en este último; el tercer grupo se encontraron estas dos últimas especies junto con AN-264 con 2410.5 kg/ha, finalmente el último se encontró nuevamente AN-264 aunado con avena con 1130.2 kg/ha (Figura 4.3). Los resultados sugieren que los materiales más precoces mostraron los mayores rendimientos, de ahí la importancia de dicho carácter en los programas de mejoramiento.



**Figura 4.3 Comparación de medias en la variable rendimiento de semilla (Kg/ha) de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**



En la comparación de medias entre densidades no hubo diferencias, pero numéricamente sobresale la densidad de 120 kg/ha con el valor más alto en rendimiento con 3455.9 kg/ha, siendo menor en 80 kg/ha obteniendo un valor de 2782.1 kg/ha (Anexo 4), por lo que la densidad de 120 kg/ha puede ser considerada como la óptima para la producción de semillas, es decir, que conforme se aumentan las densidades de siembra disminuye el rendimiento, contrario a lo reportado por Bishnoi y Igbokwe (1979), que el rendimiento se incrementó al aumentar la densidad de siembra.

### **Calidad física de semilla**

Los resultados del análisis de varianza en calidad física se encontró que hubo diferencias altamente significativas entre especies para contenido de humedad, peso volumétrico y peso de mil semillas obteniendo un CV entre el rango de 7.16 a 5.4 % como se observa en el Cuadro 4.4; mientras que en densidades como en la interacción especies por densidad no se tuvieron diferencias.

**Cuadro 4.4 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en calidad física de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>CH</b>	<b>PV</b>	<b>PMS</b>
Especie	5	7.35 **	874.66 **	60.82 **
Densidad	2	0.82 NS	39.74 NS	4.41 NS
Esp*Dens	10	0.48 NS	18.74 NS	9.72 NS
Repetición	2	0.05 NS	3.39 NS	11.59 NS
Error	34	0.26	19.95	7.09
Total	53			
CV (%)		5.4	7.16	7.08

\*\* = Altamente significativo, NS= No significativo; CH= Contenido de humedad, PV= Peso volumétrico, PMS= Peso de mil semillas.

En la prueba de comparación de medias entre especies en contenido de humedad, se encontraron 3 grupos estadísticos, donde TCL forma el primer grupo presentando el mayor porcentaje de CH con 11.23 %, en el segundo se encuentran las cebadas en Narro-95 y Narro-221 con 9.81 % y 9.53 %, el último grupo nuevamente se encontró a Narro-221 junto con AN-264, avena y AN-239 presentaron menor valor con 9.03, 8.93 y 8.82 % respectivamente. En los resultados obtenidos mostraron que triticale (TCL) presentó mayor CH en comparación con las demás especies que estuvieron por debajo, como es el caso de AN-239 que presentó menor CH, posiblemente se debió a la precocidad de los genotipos, ya que al madurar más rápido puede llegar a su CH óptimo y ser cosechado en campo en el tiempo oportuno. El contenido de humedad es parte fundamental en la cosecha de cada cultivo, siempre y cuando no se tengan humedades relativamente altas lo cual ocasionaría la presencia de hongos por lo que se recomienda tener CH muy bajos para

mantener su viabilidad coincidiendo con Marino *et al.* (1980), en que existen ciertos límites, para tener el contenido de humedad deseado sin que afecte el embrión de la semilla.

En peso volumétrico se encontraron 4 grupos estadísticos; donde AN-239, AN-264 y TCL formaron el primer grupo presentando el valor más alto en PV con 72.29, 70.77 y 66.24 kg/HL, como segundo grupo nuevamente se encontró TCL junto a Narro-221 con 62.43 kg/HL, en el tercer grupo se consideró de nuevo Narro-221 junto con Narro-95 obteniendo un valor de 56.36 kg/HL, mientras que avena se encontró en el último grupo con el más bajo valor en PV con 46.07 kg/HL. En los resultados obtenidos para trigo fueron los mejores posiblemente se debió a que AN-239 y AN-264 obtuvieron menor CH razón por la cual se aumento el PV. Este comportamiento tal vez se deba al tamaño y forma de la semilla, por lo que en trigo morfológicamente es más pequeña que en triticale, avena y cebada, ya que Guzmán- Maldonado (1992), menciona que el peso por hectolitro mide el peso por unidad de volumen y es utilizado como una prueba de control en la calidad de granos, además Moreno (1996), menciona una lista de pesos volumétricos de algunos cultivos dados por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, de la Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural marcando que avena tiene un PV más bajo que trigo de 50 kg/HL en la primera y trigo de 80 kg/HL lo cual coincide con los resultados obtenidos.

En la prueba de comparación de medias entre especies para peso de mil semillas (PMS) se encontraron 2 grupos estadísticos de importancia el primero de ellos fue TCL con 42.12 g, el último grupo obteniendo los valores más bajos lo forman la mayoría de las especies en Narro-221, AN-239, Narro-95, avena y AN-264 con 37.86, 37.763, 37.762, 35.59 y 34.57 g respectivamente. Es de notar que TCL obtuvo el mayor PMS posiblemente se debió a las características morfológicas de la semilla por presentar mayor tamaño y llenado o simplemente las diferencias presentadas en cada una de las especies por su composición bioquímica y genética de la semilla, el tamaño de las mismas, así también las condiciones ambientales adversas pueden afectar el PMS, coincidiendo con lo encontrado por Thompson (1979), el tamaño y peso son indicadores de la excelencia, ya que un cultivo sujeto a condiciones ambientales adversas presentará una disminución en su PV o de PMS. En las densidades se muestra que numéricamente existieron diferencias, siendo 120 kg/ha el que obtuvo mayor PMS con 38.17 g, y menor en 160 y 80 kg/ha con 37.42 y 37.24 g respectivamente (Anexo 5). En los resultados obtenidos la densidad de 120 kg/ha se obtiene el mejor PMS pudiendo ser considerada como la densidad óptima para la calidad de semillas, como se puede observar a medida que aumentan las densidades de siembra el PMS disminuye, coincidiendo con Kirby (1967), quien menciona que al aumentar la densidad disminuyó el peso de mil semillas.

### Calidad fisiológica de semilla

El resultado del análisis de varianza para las variables de calidad fisiológica en plántulas normales, plántulas anormales, semillas sin germinar (Cuadro 4.5) se encontró diferencias altamente significativas entre las especies al igual en las variables de vigor tanto en longitud media de plúmula, longitud media de radícula y peso seco (Cuadro 4.6) obteniéndose un CV entre el rango de 67.1 a 5.43 % como se muestra en los Cuadro 4.5 y 4.6; con respecto a las densidades y en la interacción especies por densidad no se tuvieron diferencias.

**Cuadro 4.5 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en calidad fisiológica de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

Fuente de variación	Grados de libertad	PN	PA	SSG
Especie	5	2431.19 **	305.81 **	1028.32 **
Densidad	2	80.69 NS	5.55 NS	44.42 NS
Esp*Dens	10	54.06 NS	8.24 NS	37.44 NS
Repetición	2	37.26 NS	19.36 NS	3.00 NS
Error	34	63.76	15.94	25.86
Total	53			
CV (%)		9.42	67.1	54.35

\*\* = Altamente significativo, NS= No significativo; PN= Plántulas normales, PA= Plántulas anormales, SSG= Semillas sin germinar.

**Cuadro 4.6 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en calidad fisiológica de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>LMP</b>	<b>LMR</b>	<b>PS</b>
Especie	5	4.87 **	16.02 **	131.09 **
Densidad	2	0.22 NS	0.66 NS	0.31 NS
Esp*Dens	10	0.46 NS	0.81 NS	0.77 NS
Repetición	2	0.30 NS	0.16 NS	0.01 NS
Error	34	0.44	0.74	0.81
Total	53			
CV (%)		5.94	5.52	5.43

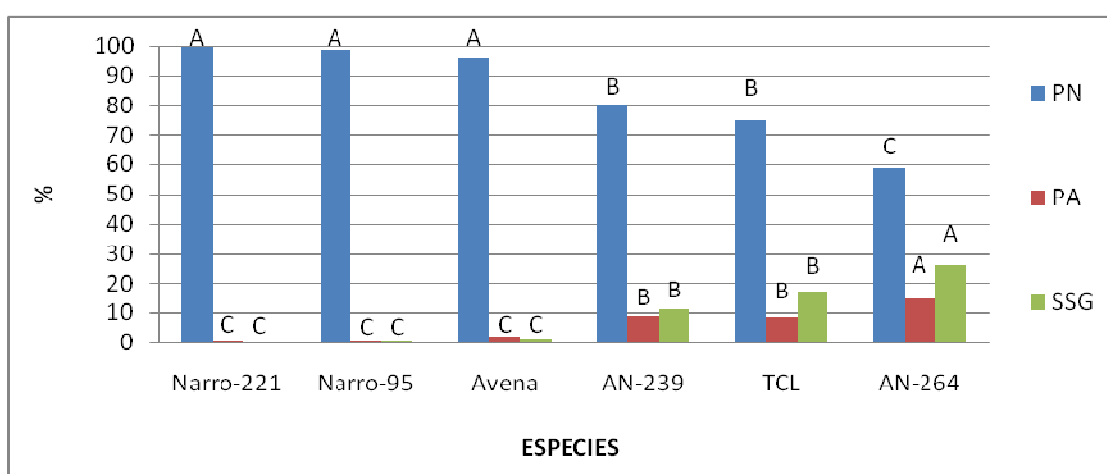
\*\* = Altamente significativo, NS= No significativo; LMP= Longitud media de plúmula, LMR= Longitud media de radícula, PS= peso seco.

En la prueba de comparación de medias entre especies para plántulas normales reportó 3 grupos estadísticos, formando el primer grupo Narro-221, Narro-95 y avena con 99.55, 98.8 y 96.44 % respectivamente (Figura 4.4), los resultados quizás se debieron a que presentaban mayor número de semillas metabólicamente activas lo cual influyó en el porcentaje de germinación, mientras que AN-239 y TCL con 79.7 y 74.81 % formaron el segundo grupo, el último se encuentra AN-264 obteniendo el porcentaje más bajo en PN con 58.81 %. Los resultados encontrados en Narro-95 y Narro-221, sugieren la viabilidad de la semilla y que poseen enzimas capaces de catalizar las reacciones necesarias para la germinación y crecimiento de plántulas; existe otros factores que pueden afectar la germinación de semillas como son las altas temperaturas, humedad que dificultan su capacidad para convertirse en plántulas normales (Besnier, 1989).

En la prueba de comparación de medias para plántulas anormales (PA) se encontraron 3 grupos estadísticos, en el primero de ellos se encuentra AN-264 con mayor porcentaje con 14.96 %, AN-239 y TCL con 9.03 y 8.44 % formando el segundo grupo de importancia, el último presentando los valores más bajos y que podría decirse como las especies que tienen mejor calidad por tener menor porcentaje de anomalía en avena, Narro-95 y Narro-221 con 2.22, 0.59 y 0.44 % de PA respectivamente (Figura 4.4). En el caso de las variedades de trigo y TCL tuvieron el mayor porcentaje de anomalía debido posiblemente a cuestiones de tipo morfológico, como lo menciona Besnier (1989), las plántulas emergidas no se desarrollaron satisfactoriamente, debido a cuestiones de tipo morfológico provocando plántulas que difícilmente puedan dar lugar a plantas capaces de vegetar adecuadamente.

En la prueba de comparación de medias para semillas sin germinar (SSG) se encontraron 3 grupos estadísticos, el primer grupo le corresponde AN-264 con el mayor porcentaje de SSG con 26.22 %, seguido por TCL y AN-239 con 16.74 % y 11.25 % formando el segundo grupo, finalmente el último presentando como los de menor valor y de mayor calidad en avena, Narro-95 y Narro-221 con 1.33 %, 0.59 % y 0 % respectivamente (Figura 4.4). Los resultados posiblemente se debieron a que las condiciones de siembra en plano influyeron en el incremento de las semillas sin germinar, así también como la alta densidad de población que dificultó el llenado y madurez fisiológica de la semilla para el caso de TCL y trigo. En Narro-221 presentó menor porcentaje de SSG al alcanzar su madurez fisiológica en el tiempo oportuno, a diferencia de

AN-264, TCL y AN-239 que sucedió lo contrario al tener mayor porcentaje de SSG pudiendo deberse a causas de factores ambientales y el desarrollo de la semilla en campo por la demora en la cosecha, efecto de heladas, lotes de madurez tardía coincidiendo con encontrado con Togani (1982), quien menciona que puede existir daño de la semilla por factores ambientales que son de difícil control.



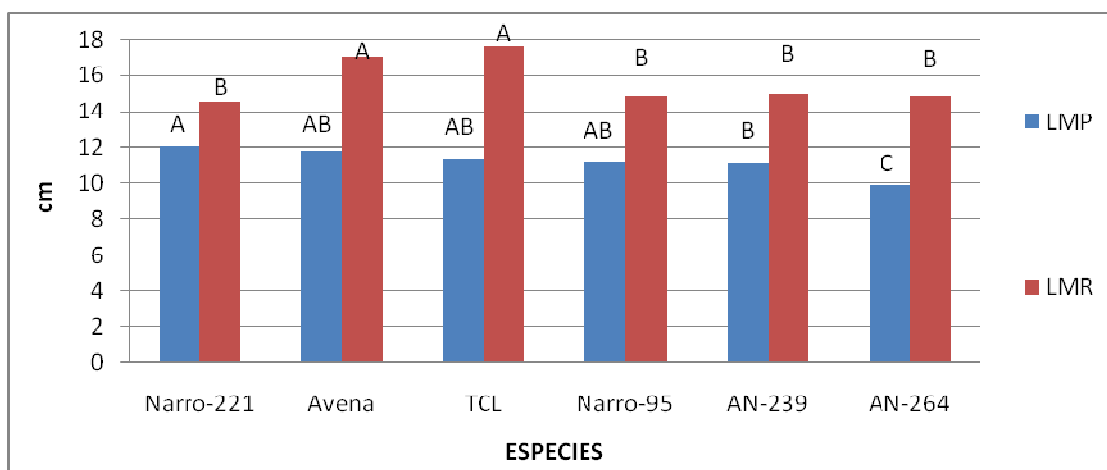
**Figura 4.4 Comparación de medias en las variables plántulas normales, plántulas anormales y semillas sin germinar (PN, PA y SSG) de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

En la prueba de comparación de medias para longitud media de plúmula se encontraron 3 grupos estadísticos, en el primer grupo se encuentra Narro-221, avena, TCL y Narro-95 con 12.07, 11.78, 11.4 y 11.21 cm respectivamente, como segundo grupo nuevamente se considero avena, TCL y Narro-95 aunado con AN-239 con 11.07 cm, y en último grupo lo integra únicamente AN-264 con el valor más bajo en vigor con 9.94 cm (Figura 4.5). Los resultados posiblemente se debieron a características intrínsecas al



genotipo de cada especie, como lo menciona Perry (1972), el vigor es una característica fisiológica determinada por el genotipo y modificada por el ambiente, que gobierna la capacidad de una semilla para producir rápidamente una planta en el suelo. Otras de las causas que podría provocar bajo vigor es la madurez fisiológica de la planta coincidiendo con Miranda (1984), quien menciona que el vigor máximo se logra cuando la semilla alcanza su madurez fisiológica en la planta, y es el punto donde se logran el peso seco máximo, el más alto vigor y viabilidad de la semilla.

En la prueba de comparación de medias entre especies para longitud media de radícula (LMR) se encontraron 2 grupos estadísticos, sobresaliendo TCL y Avena con 17.62 y 17.09 cm formando de esta manera el primer grupo, el último lo integran la mayoría de las especies con el menor vigor en LMR en AN-239, Narro-95, AN-264 y Narro-221 con 14.95, 14.87, 14.83 y 14.53 cm respectivamente (Figura 4.5). Los valores obtenidos en estas últimas especies fueron muy bajos en todas las especies dando como resultado menor vigor, posiblemente en campo tendrían un comportamiento similar siempre y cuando se tengan las condiciones ambientales adecuadas para su desarrollo radicular del cultivo.



**Figura 4.5 Comparación de medias en las variables longitud media de plúmula y longitud media de radícula (LMP y LMR) de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

En la prueba de comparación de medias para peso seco de plántula se encontraron 3 grupos estadísticos, el primero de ellos integrado por Narro-95, Narro-221 y TCL con 20.24, 20.05 y 19.35 mg/plántula respectivamente, le sigue avena con 15.11 mg/plántula, y por último las especies de trigo AN-239 y AN-264 con 12.74 y 11.81 mg/plántula respectivamente. Ambas cebadas mostraron mayor vigor y posiblemente se debió a que obtuvieron los porcentajes de germinación más elevados, lo cual puede ser alterado por las condiciones desfavorables como lo menciona Besnier (1989), que el vigor puede verse alterado por anomalías en la constitución de las semillas provocando así bajo peso seco de las plántulas.

## Método de siembra en camas

### Componentes de forraje

Los resultados del análisis de varianza en componentes de forraje mostraron que tanto en altura de planta, peso seco de hojas, peso seco de tallos y peso seco de espigas se encontraron diferencias altamente significativas entre especies en cada variable obteniendo un coeficiente de variación (CV) entre el rango de 29.82 a 8.71 %, como se muestra en el Cuadro 4.7; en tanto que entre densidades y en la interacción especies por densidad no se tuvieron diferencias significativas.

**Cuadro 4.7 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en componentes de forraje de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

Fuente de variación	Grados de libertad	ALP	PSH	PST	PSE
Especie	5	0.08 **	1394.1 **	8905.8 **	25491.9 **
Densidad	2	0.003 NS	171.1 NS	960.1 NS	2325.2 NS
Esp*Dens	10	0.004 NS	42.9 NS	354.9 NS	562.5 NS
Repetición	2	0.009 NS	102.1 NS	466.7 NS	543.1 NS
Error	34	0.005	107.14	1057.85	1464.11
Total	53				
CV (%)		8.71	26.88	26.55	29.82

\*\* = Altamente significativo, NS= No significativo; ALP= Altura de planta, PSH= Peso seco de hojas, PST= Peso seco de tallos, PSE= Peso seco de espigas.

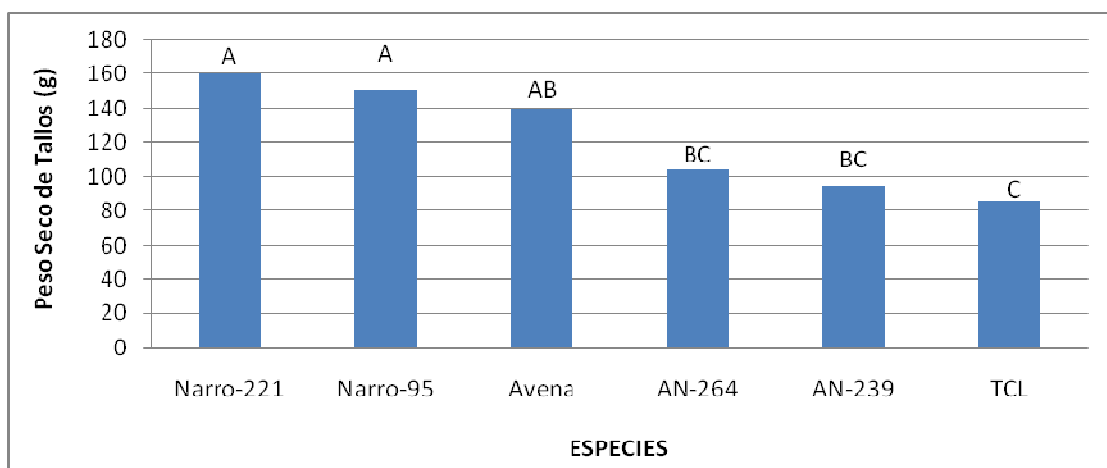
En la prueba de comparación de medias entre especies para altura de planta (ALP) reportó 2 grupos estadísticos, el primer grupo lo conforma avena con la mayor ALP con 1.05 m, posteriormente el último se encuentran la mayoría de las especies obteniendo los valores más bajos con respecto a ALP

en TCL, Narro-221, Narro-95, AN-264 y AN-239 con 0.9, 0.86, 0.83, 0.82 y 0.79 m respectivamente. La avena posee características con mayor ALP que la hacen producir mayor materia seca, al contrario con las especies de trigo que presentaron alturas muy bajas y que deben compensar la producción mediante otras características, tales como el amacollamiento, peso seco de hojas, etc. En este método de siembra se observó menor ALP que en la siembra en plano posiblemente se debieron a las propiedades físicas del suelo que se establecieron de forma diferente, la humedad, control de malezas, fertilización entre otras, coincidiendo con Jiménez y Avendaño (1986), quienes señalan que los factores que afectan el crecimiento de plantas forrajeras son: clima (temperatura, radiación solar, precipitación); suelo (fertilidad, propiedades físicas, humedad, topografía); especie forrajera (potencial genético de producción valor nutritivo, adaptabilidad); y manejo (fertilización, control de malezas y pastoreo). Las densidades de siembra son un factor importante ya que afecta el crecimiento de plantas en los cereales de grano pequeño, además de los nutrientes, genotipo, luz solar y temperatura como lo menciona Acosta (1971).

En peso seco de hojas (PSH) se encontraron 4 grupos estadísticos en el primer grupo se encuentran Narro-95, Narro-221 y avena presentando los más altos valores con 51.66, 50.77 y 43.66 g, el siguiente de nuevo se encontró avena junto con AN-264 obteniendo un valor de 35.44 g formando el segundo grupo, mientras que este último aunado con AN-239 obtuvo un valor de 28.88 g como tercer grupo, finalmente nuevamente se encontró esta última especie

junto con TCL quien mostró el valor más bajo en PSH con 20.55 g. Los resultados de menor valor se debieron posiblemente a que cuando se hizo el muestreo algunas especies estaban en su etapa fenológica más joven en este método de siembra reflejándose en menor peso seco de hojas y para cebada sobresalieron por tener características forrajeras por la alta proporción de hojas como lo menciona Colín *et al.* (2007).

En la prueba de comparación de medias para peso seco de tallos (PST) se encontraron 3 grupos estadísticos, el primer grupo se encontraron las especies de Narro-221, Narro-95 y avena con 160, 150.67 y 139.78 g respectivamente, y el último grupo constó de AN-264 y AN-239 aunado con TCL, quien obtuvo el valor más bajo en PST con 86.22 g como se observa en la Figura 4.6. Posiblemente las cebadas tuvieron mayor germinación en este método de siembra por lo cual hubo más cantidad de plantas reflejándose en mayor número y peso de tallos ya que es una especie que sobresale en condiciones adversas como el frío, sequía, suelos salinos y alcalinos coincidiendo con Orozco (1987), la cebada es un cultivo de estación corta y de maduración temprana, famoso por su tolerancia a una amplia gama de condiciones adversas.



**Figura 4.6 Comparación de medias en la variable peso seco de tallos (PST) de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

En la prueba de comparación de medias para peso seco de espigas (PSE), se encontraron 4 grupos estadísticos, el primer grupo formado por Narro-221, Narro-95 y TCL 188.56, 170.56 y 144.67 g respectivamente, enseguida se encontraron nuevamente Narro-95, TCL junto con AN-264 obteniendo un valor de 119.22 g como segundo grupo, posteriormente las especies de TCL, AN-264 aunado con AN-239 obtuvo un valor de 107.78 g formando el tercer grupo, por último se encuentra avena con el valor más bajo con 39 g. Los resultados pudieron deberse a la poca cantidad de semilla en cada panoja por lo que al realizar la cosecha se encontró semillas sobre el suelo ya que esta debe ser en el tiempo oportuno para evitar pérdidas por desgrane y tal vez también se debieron a densidades bajas que se emplearon redujeron la cantidad de tallos en avena.

## Componentes de rendimiento

Los resultados del análisis de varianza en componentes de rendimiento en número de espigas/m<sup>2</sup> (NEMC) y rendimiento de semilla se observa que hubo diferencias altamente significativas entre especies, densidades estudiadas, con diferencias entre repeticiones únicamente para rendimiento de semillas (Cuadro 4.8 y 4.9), mientras que en número de granos por espiga, longitud de espigas, peso de granos por espiga (Cuadro 4.8) se encontraron diferencias altamente significativas entre especies para cada variable al igual que en número de espiguillas por espiga, peso de diez espigas (Cuadro 4.9) obteniéndose un CV entre el rango de 24.28 a 7.81 % como se muestra en los Cuadros 4.8 y 4.9; mientras que en la interacción especies por densidad no se tuvieron diferencias.

**Cuadro 4.8 Cuadros medios y significancia del análisis de varianza y comparación de medias en componentes de rendimiento de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

Fuente de variación	Grados de libertad	NEMC	NGE	LE	PGE
Especie	5	19500.55 **	2048.25 **	321.72 **	4.20 **
Densidad	2	21325.34 **	45.47 NS	1.86 NS	0.01 NS
Esp*Dens	10	1982.56 NS	3.93 NS	0.40 NS	0.02 NS
Repetición	2	1281.59 NS	3.94 NS	0.70 NS	0.008 NS
Error	34	3371.54	26.94	0.82	0.049
Total	53				
CV (%)		21.63	11.44	7.81	14.05
Comparación de medias entre densidades para NEMC					
	20	238.75 B			
	40	260.14 AB			
	60	306.11 B			

\*\* = Altamente significativo, NS= No significativo; NEMC= Número de espigas por metro cuadrado, NGE= Número de granos por espiga, LE= Longitud de espiga, PGE= Peso de granos por espiga.

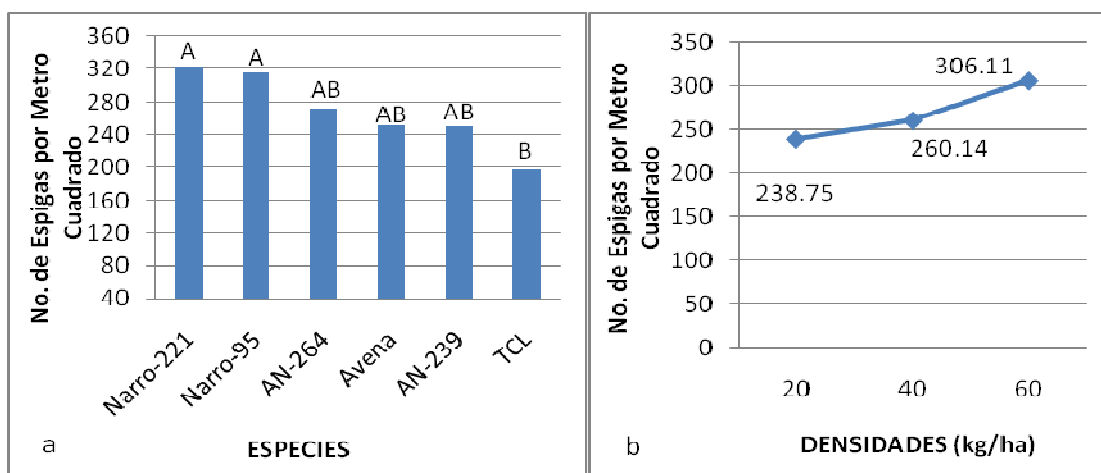
**Cuadro 4.9 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza y comparación de medias en componentes de rendimiento de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

Fuente de variación	Grados de libertad	NEE	PDIE	Kg/ha
Especie	5	386.61 **	448.21 **	7921344.40 **
Densidad	2	2.02 NS	4.96 NS	975267.49 **
Esp*Dens	10	0.78 NS	2.81 NS	182615.90 NS
Repetición	2	1.31 NS	0.26 NS	849467.83 **
Error	34	1.86	6.34	132640.28
Total	53			
CV (%)		7.89	12.9	24.28
Comparación de medias entre densidades en Kg/ha				
	20	1363.4 B		
	40	1366.9 B		
	60	1768.3 A		

\*\* = Altamente significativo, NS= No significativo; NEE= Número de espiguillas por espiga, PDIE= Peso de diez espigas, Kg/ha= Rendimiento de semilla.

Por la diferencia significativa encontrada del número de espigas por metro cuadrado (NEMC), reportó 2 grupos estadísticos, el primero se encuentran las especies de Narro-221, Narro-95, AN-264, avena y AN-239 obteniendo los mejores valores en NEMC con 323.06, 315.28, 272.22, 251.11 y 250.83 espigas/m<sup>2</sup> respectivamente; y en el último nuevamente se encontraron estas tres últimas especies junto con TCL que obtuvo el menor valor con 197.50 espigas/m<sup>2</sup> como se muestra en la Figura 4.7 (a).





**Figura 4.7 Comparación de medias en la variable número de espigas por metro cuadrado (NEMC) de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

Este incremento de número de espigas por metro cuadrado dado en las diferentes especies se debió posiblemente a las bajas densidades que se emplearon en este método de siembra y el genotipo de cada cultivo, lo que pudo haber afectado el NEMC y a su vez el rendimiento de grano, tal como lo mencionan Maled y Hanchinal (1997), que el número de espigas/m<sup>2</sup>, es el más importante componente y el de mayor contribución al rendimiento de cereales de grano pequeño. En la prueba de comparación de medias para densidades, se encontraron dos grupos estadísticos, marcando el primer grupo a la densidad de 60 kg/ha obteniendo el mayor promedio con 306.11 espigas/m<sup>2</sup> junto con la densidad de 40 kg/ha con 260.14 espigas/m<sup>2</sup>, quien esta última formó el siguiente grupo en la densidad 20 kg/ha con 238.75 espigas/m<sup>2</sup> como se muestra en la Figura 4.7 (b) y en el Cuadro 4.8; mostrando que el número de espigas por metro cuadrado disminuye conforme se reduce la densidad de siembra en este método, caso contrario a lo que reportan Dofing y Knight

(1994), al evaluar el efecto de la siembra de cebada en densidades de 35, 90, 145, y 200 kg ha<sup>-1</sup>, encontraron que en las altas densidades se incrementó el número de espigas por metro cuadrado.

En la prueba de comparación de medias para número de granos por espiga, se encontraron 4 grupos estadísticos sobresaliendo dentro del primer grupo Narro-221 presentando el valor más alto con 62.55 granos; en el siguiente grupo se encontraron Narro-95 y TCL con 54.5 y 52.23 granos por espiga respectivamente; mientras que AN-264 y AN-239 formaron el tercer grupo con 43.58 y 40.01 granos por espiga y; por último fue avena quien obtuvo hasta 19.28 granos. Los resultados obtenidos para el caso de avena sugieren que posiblemente esta especie no se adapta a la siembra en camas, adicionalmente obtuvo poca cantidad de semilla por la cosecha tardía y por su pronta madurez, la cual no debe de retardarse para evitar pérdidas por desgrane como lo menciona Olmos (1995), que hay que esperar una cierta madurez del grano para cosechar. En las densidades se observó que hubo diferencias numéricamente indicando que conforme aumentan las densidades disminuye el NGE, coincidiendo con Bishnoi y Igbokwe (1979), quienes reportaron que el número de granos por espiga se incrementó significativamente cuando disminuyó la densidad. Se resalta el hecho de que en este método de siembra se obtuvieron los valores más altos comparada con las que se sembraron en plano que disminuyeron por el simple hecho de aumentar la densidad de siembra (Anexo 6).

Para la longitud de espigas se encontraron 3 grupos estadísticos, en el primero se encuentra avena con 23.7 cm, seguida por el TCL con 10.69 cm como segundo grupo, quizás se debió por las características y tamaño de la panoja para el caso de avena y espiga para triticale, el último grupo lo integran el resto de las especies con el menor valor en LE encontrándose Narro-221, AN-264, Narro-95 y AN-239 con 8.97, 8.92, 8.84 y 8.47 cm respectivamente. Los resultados en longitud de espigas posiblemente se deban a las características propias de las especies estudiadas.

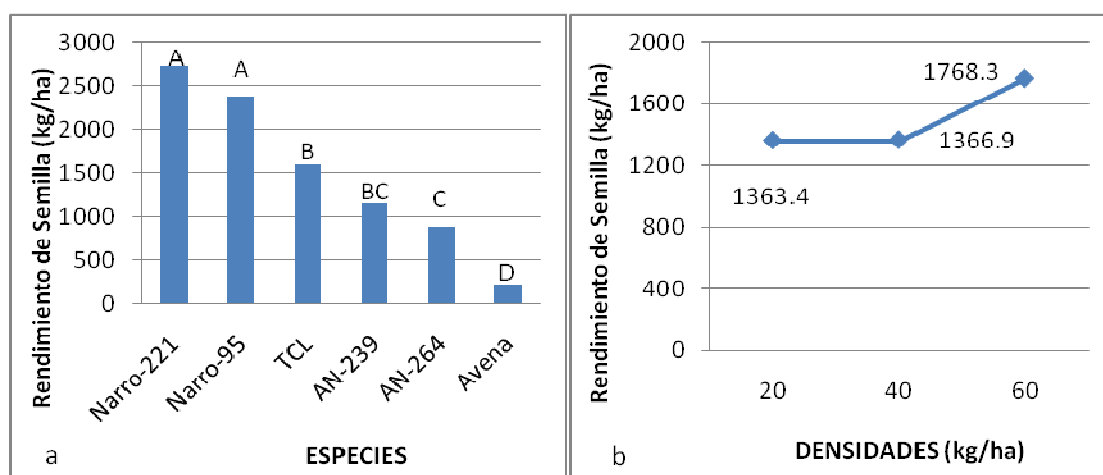
En la prueba de comparación de medias para peso de granos por espiga se encontraron 3 grupos estadísticos, el primer grupo contuvo a Narro-221, TCL y Narro-95 con 2.26, 2.15 y 1.98 g, mientras que AN-264 y AN-239 con 1.37 y 1.31 g formaron el segundo grupo, el último fue avena quien obtuvo el valor más bajo con 0.45 g. Los resultados pudieron deberse a la pronta madurez fisiológica de cebadas y triticale, mientras trigo y avena fueron más tardíos, obteniendo menor NGE afectando su peso final del grano. Se deben considerar también los efectos de las condiciones ambientales como alta temperatura debido a que estas condiciones aceleran la tasa de crecimiento y acorta su duración, disminuyendo su peso final como lo mencionan López-Castañeda y Richards (1998).

En la prueba de comparación de medias para número de espiguillas por espiga, se encontraron 4 grupos estadísticos, en el primero de ellos se encuentran TCL y Narro-221 con 22.62 y 22.27 espiguillas/espiga, le sigue en

importancia Narro-95 con 20.11 espiguillas por espiga, mientras que AN-264 y AN-239 formaron el tercer grupo con 17.57 y 16.27 espiguillas por espiga y; por último fue avena quien obtuvo el valor más bajo con 4.94 espiguillas/espiga. Estos resultados se debieron en parte a las características de la planta, que producen poca cantidad de semillas por la separación de las ramificaciones largas en el caso de avena, y para triticale obtuvo mayor NEE por tener mayor tamaño en LE y por sus características morfológicas. En las densidades evaluadas, a medida que estas aumentaron se redujo el número de espiguillas por espiga, aunque no de forma significativa. No apoyando lo reportado por Aguilar (1978), quien encontró que el número de espiguillas por espiga, se vio afectado sólo por el efecto de densidad de siembra (Anexo 7).

En el peso de diez espigas se encontraron 5 grupos estadísticos, el primero de ellos únicamente lo integra TCL con el valor más alto con 28.08 g, mientras que Narro-221 y Narro-95 formaron el segundo grupo con 23.97 y 21.4 g respectivamente, enseguida nuevamente se consideró a Narro-95 junto con AN-264 obteniendo un valor de 18.71 g formando de esta manera el tercer grupo estadístico, mientras que el cuarto grupo se encuentra de nuevo AN-264 aunado con la especie AN-239 obteniendo un valor de 17.65 g; finalmente el último con el valor más bajo corresponde avena con 7.34 g. Los resultados que se obtuvieron posiblemente se debieron a que TCL tiene los granos de mayor tamaño y mejor llenado, avena posee poca cantidad de semillas en cada panoja debido a que alcanzó su madurez fisiológica muy pronto y que no fue cosechada en el tiempo oportuno (Olmos, 1995).

En la prueba de comparación de medias para rendimiento de semilla se encontraron 4 grupos estadísticos, el primero de ellos contuvo las cebadas Narro-221 y Narro-95 con 2730.3 y 2386.6 kg/ha, el siguiente grupo lo forman las especies de TCL y AN-239 con 1594.7 y 1161.9 kg/ha, en el tercer grupo se considero esta última especie junto con AN-264 con 891.7 kg/ha y; por último fue avena quien obtuvo el menor rendimiento con 232.1 kg/ha como se muestra en la Figura 4.8 (a).



**Figura 4.8 Comparación de medias en la variable rendimiento de semilla (Kg/ha) de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

Los resultados que se obtuvieron en rendimiento de semilla pudieron ser por precocidad de las cebadas que contrarrestó el efecto de condiciones adversas durante su desarrollo y crecimiento, favoreciendo un mejor llenado de la espiga, coincidiendo con Justice y Bass (1978), quienes mencionan que la presencia de condiciones ambientales adversas es un problema serio en el proceso de producción de semillas. Por su parte Robles (1976), señala que un

factor importante para la obtención de altos rendimientos es la fertilidad del suelo y preparación del mismo. Entre las densidades evaluadas se formaron 2 grupos estadísticos, en el primero de ellos se encuentra la densidad de 60 kg/ha con el mayor rendimiento de semilla con 1768.3 kg/ha, el último grupo lo integran las densidades de 40 y 20 kg/ha con 1366.9 y 1363.4 kg/ha respectivamente como se muestra en la Figura 4.8 (b) y en el Cuadro 4.9. Los resultados obtenidos coinciden con Dofing y Knight (1992), que al incrementarse la densidad de siembra se aumentó el rendimiento.

### **Calidad física de semilla**

Los resultados del análisis de varianza para calidad física mostraron que en peso volumétrico existieron diferencias altamente significativas entre especies y densidades, en peso de mil semillas se encontraron diferencias altamente significativas entre especies y diferencia significativa en densidades, mientras que en contenido de humedad no hubo diferencias obteniendo un CV entre el rango de 7.97 a 4.73 % como se observa en el Cuadro 4.10; en la interacción especies por densidad no se tuvieron diferencias para las variables en este método de siembra, sugiriendo el efecto aditivo de ambos factores.

**Cuadro 4.10 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza y comparación de medias en calidad física de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

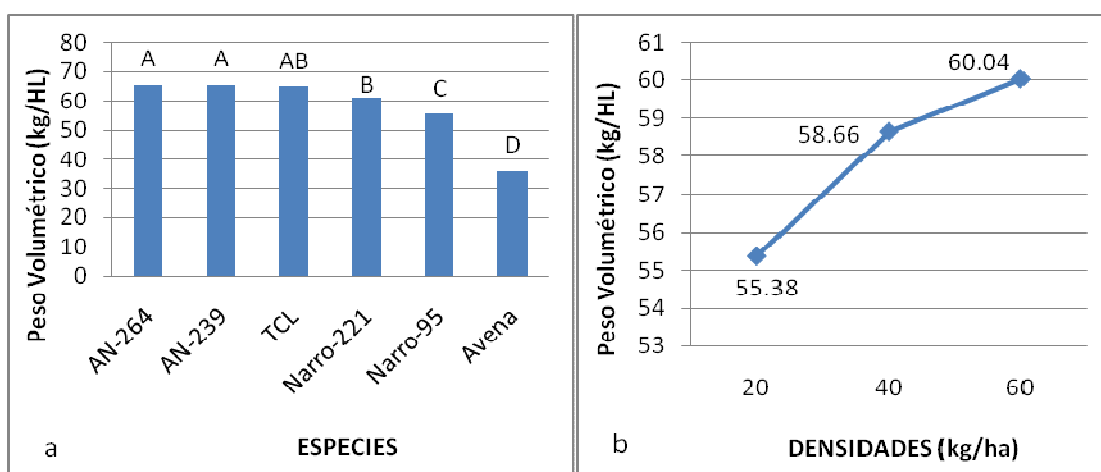
Fuente de variación	Grados de libertad	CH	PV	PMS
Especie	5	0.86 NS	1199.11 **	193.09 **
Densidad	2	0.009 NS	103.16 **	21.97 *
Esp*Dens	10	1.03 NS	10.64 NS	5.59 NS
Repetición	2	0.38 NS	11.93 NS	8.92 NS
Error	34	0.56	7.53	4.8
Total	53			
CV (%)		7.97	4.73	6.3
Comparación de medias entre densidades en PV				
	20	55.38 B		
	40	58.66 A		
	60	60.04 A		
Comparación de medias entre densidades en PMS				
	20	33.56 B		
	40	35.02 AB		
	60	35.72 A		

\*\* = Altamente significativo, \* = Significativo, NS= No significativo; CH= Contenido de humedad, PV= Peso volumétrico, PMS= Peso de mil semillas.

Para contenido de humedad, numéricamente sobresale Narro-95, seguida de AN-264, TCL, avena, Narro-221 y AN-239 con 9.73, 9.70, 9.66, 9.33, 9.12 y 9.04 % respectivamente, muy por debajo del 12 % recomendado en la literatura, ya que puede afectar la calidad fisiológica de la semilla durante su almacenamiento como lo menciona Sayers (1982).

En la prueba de comparación de medias para peso volumétrico se encontraron 4 grupos estadísticos, el primero de ellos lo forman las especies AN-264, AN-239 y TCL con 65.55, 65.42 y 64.82 kg/HL respectivamente; el siguiente grupo contuvo al triticale y Narro-221 con 61.17 kg/HL, en el tercer

grupo únicamente se encontró Narro-95 con 55.37 kg/HL; por último fue avena quien presento el menor valor con 35.85 kg/HL como se muestra en la Figura 4.9 (a).



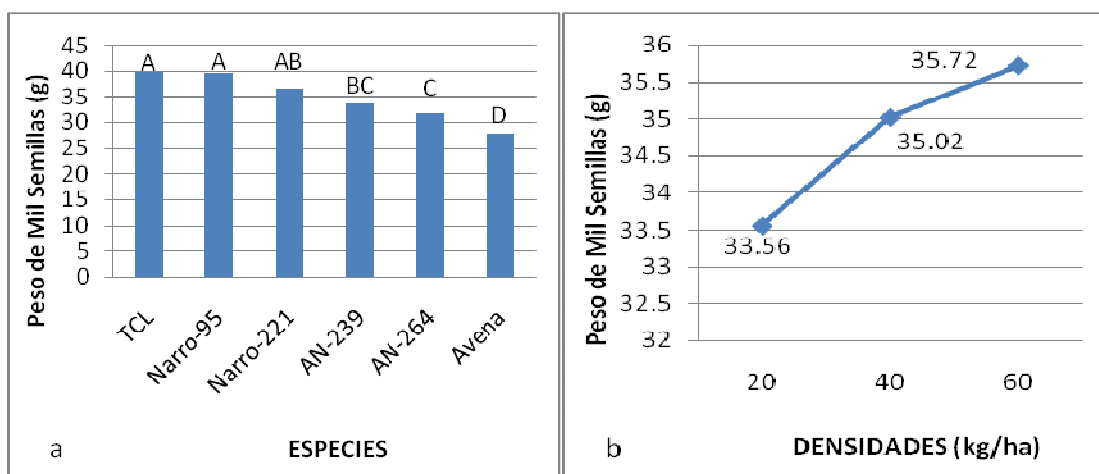
**Figura 4.9 Comparación de medias en la variable peso volumétrico (PV) de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

En este método de siembra se obtuvo menor peso volumétrico posiblemente por las condiciones adversas durante el ciclo, de tal manera que el tamaño y peso de las semillas son indicadores de excelencia como lo reporta Thompson (1979) y que pudieran indicar el contenido de proteína del grano, tal como lo mencionan Pancholi y Bishoni (1980). Entre densidades, se encontraron 2 grupos estadísticos, formando el primer grupo las densidades de 60 y 40 kg/ha obteniendo el mayor PV con 60.04 y 58.66 kg/HL, y por último la densidad de 20 kg/ha con 55.38 kg/HL, sugiriendo que conforme aumentan las densidades de siembra se incrementa el PV como se muestra en la Figura 4.9 (b) y en el Cuadro 4.10. Los resultados obtenidos quizás se debieron a la



composición química, humedad, estructura biológica de la semilla, que provocaron una disminución en su PV afectando en el rendimiento total en toneladas por hectarea como lo menciona Guzmán-Maldonado (1992).

En la prueba de comparación de medias para peso de mil semillas se observa que se encontraron 4 grupos estadísticos, en el primero de ellos se encuentran las especies de TCL, Narro-95 y Narro-221 obteniendo los más altos valores en PMS con 39.63, 39.35 y 36.56 g respectivamente, en el siguiente grupo nuevamente se encontró Narro-221 junto con AN-239 obteniendo un valor de 33.60 g; el tercer grupo se considero esta última especie aunado con AN-264 teniendo un valor de 31.62 g, por último fue avena quien obtuvo menor valor en PMS con 27.83 g como se muestra en la Figura 4.10 (a).



**Figura 4.10 Comparación de medias en la variable peso de mil semillas (PMS) de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

Los resultados obtenidos en peso de mil semillas se debieron a las características propias de la semilla de cada especie y por presentar poca cantidad de semillas en algunas especies como es el caso de avena, lo cual incide en el PMS. Thompson (1979), señala que la calidad física como el contenido de humedad es un carácter de interés, ya que puede afectar la calidad fisiológica de la semilla durante el almacenamiento. El tamaño y peso son indicadores de la excelencia, ya que un cultivo sujeto a condiciones ambientales adversas presentará una disminución en su peso de 1000 semillas. En la comparación de medias entre densidades se formaron 2 grupos estadísticos, en el primero de ellos se encuentran las densidades 60 y 40 kg/ha con 35.72 y 35.02 g respectivamente; el siguiente grupo contuvo la densidad de 20 kg/ha con 33.56 g como se muestra en la Figura 4.10 (b) y en el Cuadro 4.10. sugiriendo que para producir semillas de calidad es conveniente sembrar en densidades de 40 y 60 kg/ha que son considerados como óptimas para tener una buena calidad de semillas, caso contrario a lo reportado por Pageau (1991) en cebada, donde el autor encontró que con el aumento en la densidad, se incremento el peso de mil semillas.

### **Calidad fisiológica de semilla**

El resultado del análisis de varianza para calidad fisiológica en plántulas normales, plántulas anormales, semillas sin germinar (Cuadro 4.11) se encontró que existió diferencias altamente significativas entre las especies al igual en longitud media de plúmula, longitud media de radícula y peso seco (Cuadro

4.12) obteniendo un CV entre el rango de 80.93 a 3.63 % como se muestra en el Cuadro 4.11 y 4.12; con respecto a las densidades y en la interacción especies por densidad no se tuvieron diferencias significativas.

**Cuadro 4.11 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en calidad fisiológica de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

Fuente de variación	Grados de libertad	PN	PA	SSG
Especie	5	959.90 **	116.96 **	424.05 **
Densidad	2	38.93 NS	4.37 NS	17.30 NS
Esp*Dens	10	23.26 NS	8.40 NS	14.98 NS
Repetición	2	45.45 NS	10.69 NS	12.55 NS
Error	34	33.86	4.67	25.95
Total	53			
CV (%)		6.51	49.73	80.93

\*\* = Altamente significativo, NS= No significativo; PN= Plántulas normales, PA= Plántulas anormales, SSG= Semillas sin germinar.

**Cuadro 4.12 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en calidad fisiológica de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

Fuente de variación	Grados de libertad	LMP	LMR	PS
Especie	5	4.86 **	10.61 **	157.19 **
Densidad	2	0.70 NS	0.53 NS	1.46 NS
Esp*Dens	10	0.11 NS	0.36 NS	0.18 NS
Repetición	2	0.50 NS	0.11 NS	1.83 NS
Error	34	0.23	0.33	0.63
Total	53			
CV (%)		4.13	3.63	4.74

\*\* = Altamente significativo, NS= No significativo; LMP= Longitud media de plúmula, LMR= Longitud media de radícula, PS= peso seco.

En la prueba de comparación de medias para plántulas normales, mostró 3 grupos estadísticos, el primero lo integran Narro-95, Narro-221, avena

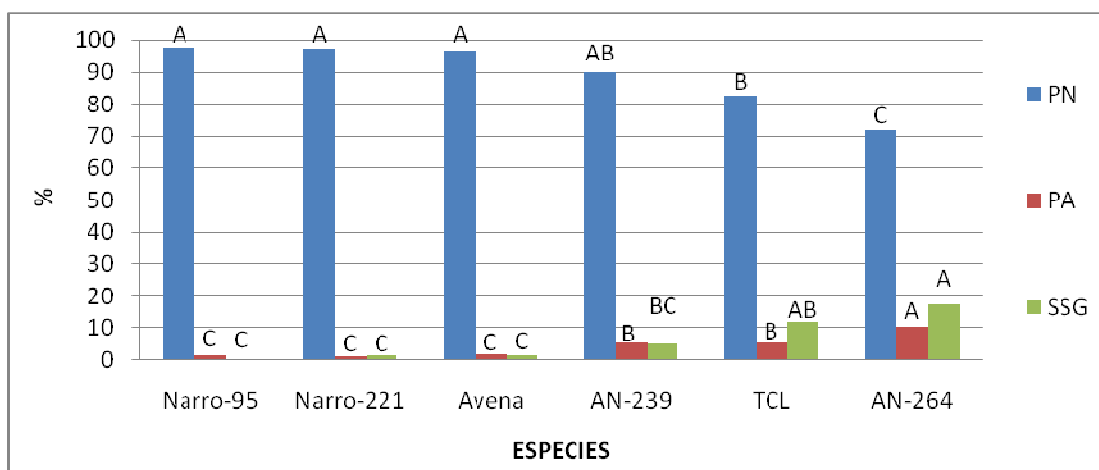
y AN-239 con 97.92, 97.18, 96.59 y 89.78 % respectivamente, en el siguiente grupo se consideró esta última especie junto con TCL obteniendo un valor de 82.66 %, por último fue AN-264 la que presentó menor porcentaje de PN con 71.99 % (Figura 4.11). Las dos cebadas, avena y AN-239 obtuvieron una buena germinación que pudo deberse a que la semilla obtuvo sin problemas la madurez fisiológica, ya que es en esta etapa en la cual se presentan valores máximos en cuanto a peso seco, poder germinativo y vigor. Esta es una de las variables de las que Bustamante (1982), menciona que el componente fisiológico se refiere a la característica de viabilidad de una semilla, a la alta capacidad de germinación y vigor para establecer nuevos individuos. Según Flores (1993), la calidad fisiológica se refiere a parámetros de viabilidad de la misma, a la capacidad de germinación y el vigor para establecer nuevos individuos y que como unidad biológica puede sufrir alteraciones. Las diferencias numéricas entre las densidades sugieren que conforme aumentan las densidades el porcentaje de PN se incrementa, aunque no de manera significativa, indicando que para obtener una buena calidad en la germinación se recomienda sembrar en dosis de 40 y 60 kg/ha (Anexo 8) y considerar otros factores que afectan su viabilidad como son; el genotipo, medio ambiente, nutrición de la planta, estado de madurez al momento de la cosecha, tamaño, peso volumétrico, daños físico y envejecimiento, tiempo de almacenamiento y patógenos presentes en la semillas tal y como lo menciona Moreno (1996).

Por la diferencia significativa encontrada, se realizó una prueba de comparación de medias para plántulas anormales también se encontraron 3

grupos estadísticos, el primero de ellos lo forma únicamente AN-264 con el mayor porcentaje de anormalidad con 10.66 %, el siguiente grupo los formaron TCL y AN-239 obteniendo un valor de 5.33 %; por último se encontraron las especies avena, Narro-95 y Narro-221 con 1.77, 1.62 y 1.33 %, ya que obtuvieron los valores más bajos y que pueden ser considerados como las especies de mayor calidad fisiológica en este trabajo (Figura 4.11). Estos resultados sugieren que éstas últimas se adaptaron mejor a este sistema de siembra, y se reflejó en el menor porcentaje de anormalidad, mientras que los primeros genotipos tal vez fueron más susceptibles a condiciones ambientales como cantidad de humedad disponible en camas, o bien como lo menciona Delouche (1986), que otras causas pueden ser: la pureza varietal, incidencia y severidad de daño mecánico, sanidad de la semilla, por lo que todos los componentes son de importancia durante la producción y calidad de semillas.

En la prueba de comparación de medias para semillas sin germinar se encontraron 3 grupos estadísticos, el primero de ellos agrupó a AN-264 y TCL con 17.33, 12 % respectivamente, el siguiente grupo se consideró esta última junto con AN-239 obteniendo un valor de 4.88 % de SSG, por último se encontró avena, Narro-221 y Narro-95 con 1.62, 1.48 y 0.44 % respectivamente (Figura 4.11). Esto posiblemente se debió a las condiciones ambientales adversas que afectaron el llenado de semilla de los materiales menos precoces, adicionalmente al posible daño mecánico por el efecto de la trilla, ya que al tener grano con fisuras o quebrados se dificulta la germinación. Togani (1982), menciona además que puede existir daño de la semilla en el campo por demora

de la cosecha, efecto de heladas en lotes de madurez tardía que en su mayoría se deben a factores ambientales que son de difícil control.

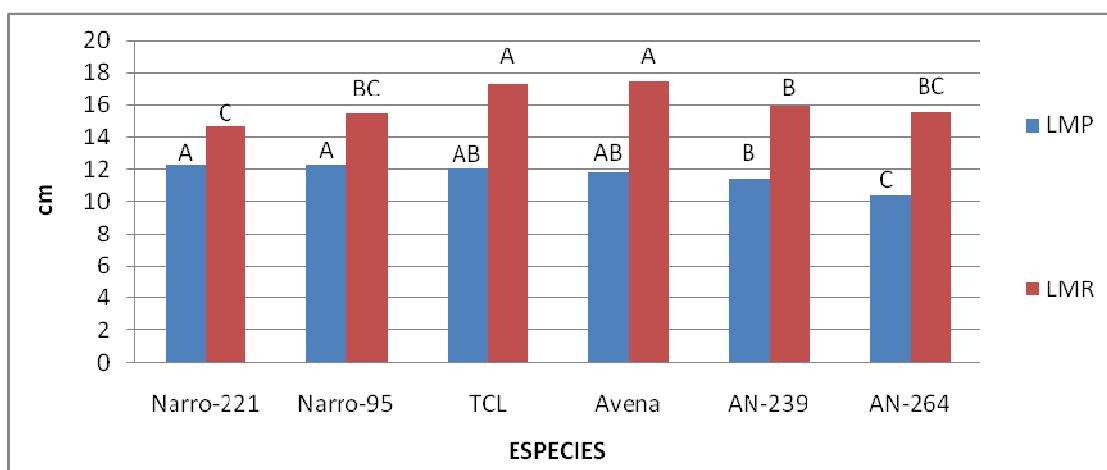


**Figura 4.11 Comparación de medias en las variables plántulas normales, plántulas anormales y semillas sin germinar (PN, PA y SSG) de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

Respecto a longitud media de plúmula, la comparación de medias arrojó 3 grupos estadísticos, el primero contuvo a Narro-221, Narro-95, TCL y avena con 12.28, 12.27, 12.04 y 11.82 cm respectivamente, en el siguiente grupo se consideró estas dos últimas especies junto con AN-239 obteniendo un valor de 11.41 cm; por último fue en AN-264 quien obtuvo menor valor en longitud media de plúmula con 10.35 cm (Figura 4.12), esto pudo deberse a diferencias entre especies y que la madurez fisiológica y el llenado de la semilla que influyeron el vigor de la misma, sin embargo en trigo pudo deberse adicionalmente al genotipo, efecto del ambiente y nutrición de la planta entre otros, disminuyendo así su vigor. Estos factores y otros han sido mencionados por Serrato (1995), como causales. Sin embargo, se citan otros factores que influyen también en el

vigor de la semilla, como son: la constitución genética de la semilla, ambiente, nutrición de la planta madre, estado de madurez a la cosecha, tamaño y peso de la semilla, presencia de patógenos y otros (Copeland y McDonald, 2001).

En la prueba de comparación de medias para longitud media de radícula se encontraron 3 grupos estadísticos, en el primero de ellos se encuentra avena y TCL con 17.43 y 17.26 cm, en el siguiente grupo se encontraron AN-239, AN-264 y Narro-95 con 15.89, 15.52 y 15.41 cm respectivamente; por último nuevamente se encontraron estas dos últimas especies aunado con Narro-221 con 14.70 cm quien presentó menor vigor en LMR (Figura 4.12). Por su parte, Popinigis (1985), señala que las principales causas que influyen en el nivel de vigor de la semilla son: factores genéticos, condiciones ambientales durante el desarrollo, factores ecológicos en la etapa de madurez a cosecha, densidad, tamaño y peso de la semilla, integridad mecánica y sanidad.



**Figura 4.12 Comparación de medias en las variables longitud media de plúmula y longitud media de radícula (LMP y LMR) de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

Por la diferencia significativa encontrada se realizó una prueba de comparación de medias para peso seco, se formaron también 3 grupos estadísticos, el primero de ellos se encuentran Narro-95, TCL y Narro 221 que obtuvieron el mayor vigor en PS con 21.22, 20.22 y 20.16 mg/plántula, le sigue en importancia avena con 14.22 mg/plántula y el último fue en las especies de trigo presentando el más bajo vigor en PS en AN-239 y AN-264 con 12.82 y 12.08 mg/plántula. A pesar de que triticales tuvo menos germinación fue una de las especies que tuvo mayor peso seco tal vez por la composición bioquímica de la semilla (reservas). Las diferencias numéricas entre densidades sugieren que la densidad óptima para la obtención de semillas de alta calidad y de mayor vigor pueden obtenerse en las dosis de 40 y 60 kg/ha (Anexo 9). Estos resultados según Besnier (1989) son debidos a que el vigor puede verse alterado por anomalías en la constitución de las semillas o por condiciones desfavorables de nacencia provocando así bajo peso seco de la plántula. El vigor de las semillas está relacionado con la germinación rápida y uniforme o con el desarrollo de las plántulas más vigorosas y competitivas. Esta característica se refleja en el rendimiento (AOSA, 1992; Delouche, 2002).



## **V. CONCLUSIONES**

En el presente trabajo una vez expuestos los resultados se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Tanto en el sistema de producción en plano como en camas las líneas de cebada Narro-221 y Narro-95 sobresalieron en los componentes de forraje y rendimiento de semilla así como en su calidad física y fisiológica mediante longitud media de plúmula y peso seco, las mismas variedades se comportaron bien en el método de siembra en cama.

En un sistema de producción en plano, las especies avena Cuauhtémoc y trigo AN-239 y AN-264 presentaron un efecto negativo en todas las variables evaluadas debido posiblemente a la diferencia en su madurez fisiológica entre las especies estudiadas, sobresaliendo únicamente en la calidad física de la semilla.

La siembra en camas indujo en trigo AN-239, AN-264 y avena una pronta maduración fisiológica, lo cual ocasionó pérdidas en cosecha debido al desgrane, pero no afectó significativamente la calidad física y fisiológica.

En ambos sistemas de producción se pueden obtener excelentes resultados en cuanto a calidad física y fisiológica de semillas, pero el rendimiento fue superior en la siembra en plano, bajo las condiciones de este trabajo, sugiriendo la densidad de 120 kg/ha como la óptima para estos fines. En camas se recomienda la de 60 kg/ha.

Los cultivos de cereales pequeños en el sistema de producción en plano tienen un mayor rendimiento a una densidad de 120 Kg/ha y conforme disminuye la densidad aumenta el número de granos por espiga.

Los cultivos de cereales pequeños en el sistema de producción en camas tiene un mayor rendimiento a una densidad de 60 kg/ha y conforme aumenta la densidad aumenta el número de espigas/m<sup>2</sup>, rendimiento de semillas, peso volumétrico y peso de mil semillas.

## VI. RESUMEN

Los cereales son considerados como la base de grandes civilizaciones agrícolas, en ellos se han obtenido semillas de mejor calidad producto de la investigación. Los objetivos del trabajo fueron evaluar el rendimiento y la calidad de semillas en cuatro cereales forrajeros producidos bajo dos sistemas de siembra en diferentes densidades; en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Navidad, N.L. Sistema en plano, sembrando en parcelas de 4 surcos de 3 m de largo y 0.30 m entre hileras y sistema en camas, sembrando 2 hileras separadas a 80 cm de 3 m de largo, con 3 densidades en ambos sistemas. Las variables evaluadas de campo en longitud de espiga (LE), peso de diez espigas (PDIE), peso seco de tallos (PST), peso seco de hojas (PSH), peso seco de espigas (PSE), número de espigas por metro lineal (NEML), número de espigas por metro cuadrado (NEMC), número de granos por espiga (NGE), peso de grano por espiga (PGE), número de espiguillas por espigas (NEE), altura de planta (ALP) y Rendimiento (KG/HA) y las variables para determinar la calidad, en características físicas de la semillas fueron contenido de humedad (CH), peso de mil semillas (PMS) y peso volumétrico (PV), en la calidad fisiológica se determino la capacidad de germinación mediante plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA) y semillas sin germinar (SSG) y el vigor a través de longitud media de plúmula

(LMP), longitud media de radícula (LMR) y peso seco (PS). Los resultados fueron analizados bajo un diseño factorial en bloques al azar; donde el sistema de siembra en plano en el cultivo de avena presento los mejores valores en las variables de campo LE (26.49 cm) y ALP (1.13 m); en la cebada Narro-221 obtuvo los mejores valores en PST (194.22 g), PSE (194.22 g), NEML (157.11 espigas), NEMC (523.7 espigas), NGE (50.68 granos) y para el caso de rendimiento (4461.1 kg/ha); asimismo en cebada Narro-95 fue mejor en PSH (67.11 g); en triticale se obtuvo mejor calidad en las variables PDIE (25.67 g), PGE (1.98 g) y NEE (22.85 espiguillas por espiga). En las características físicas de las semillas se encontró que triticale obtuvo mejor calidad en las variables CH (11.23 %) y PMS (42.12 g); para trigo AN-239 fue de mejor calidad en PV (72.29 kg/HL); en calidad fisiológica para cebada Narro-221 fue el mejor en las variables PN (99.55 %), PA (0.44 %), SSG (0.0 %) y LMP (12.07 cm); en triticale fue el mejor en la calidad de semillas en LMR (17.62 cm); en cebada Narro-95 obtuvo la mejor calidad en PS (20.24 mg/plántula). En los resultados en el sistema de siembra en camas, se encontró que avena obtuvo los mejores valores en las variables de campo para LE (23.7 cm) y ALP (1.05 m); en el caso de triticale obtuvo los mejores valores en PDIE( 28.08 g) y NEE (22.62 espiguillas por espiga); en cebada Narro-221 fue el mejor en las variables PST (160 g), PSE (188.56 g), NEML (129.22 espigas, en 60 kg/ha con 122.44 espigas), NEMC (323.06 espigas, en 60 kg/ha con 306.11 espigas), NGE (62.55 granos), PGE (2.26 g) y rendimiento (2730.3 kg/ha, en 60 kg/ha con 1768.3 kg/ha); en cebada Narro-95 fue mejor en PSH (51.66 g). Para las características físicas se marcó alta significancia en Trigo AN-264 en la variable

PV (65.55 kg/HL, en 60 kg/ha con 60.04 kg/HL); en triticale obtuvo mejor calidad de semillas en PMS (39.63 g); para calidad fisiológica se obtuvo el mejor valor en cebada Narro-95 en las variables PN (97.92 %), SSG (0.44 %) y PS (21.22 mg/plántula ); para cebada Narro-221 obtuvo los valores más altos en PA (1.33 %) y LMP (12.28 cm); mientras que Avena fue la que obtuvo la mejor calidad en LMR (17.43 cm). En un sistema de producción en plano, las especies cebada Narro-221 y Narro-95 sobresalieron en los componentes de forraje y rendimiento de semilla así como en su calidad física y fisiológica mediante longitud media de plúmula y peso seco, los mismos resultados también se reflejaron en la siembra en camas. Los cultivos de cereales pequeños en el sistema de producción en plano tiene un mayor rendimiento en 120 Kg/ha conforme disminuye la densidad disminuye el rendimiento en menor número de granos por espiga, en camas tiene un mayor rendimiento en 60 kg/ha conforme aumenta la densidad aumenta el número de espigas/m<sup>2</sup>, rendimiento de semillas, peso volumétrico y peso de mil semillas.

## VII. LITERATURA CITADA

- Acosta, N.S. 1971. Estudio de caracteres de rendimiento controlando la capacidad de amacollo en diferentes densidades de siembra en trigo (*Triticum aestivum*). Tesis, Ingeniero Agrónomo: Chapingo, México.
- Aguilar, I. 1972. Influencia del espaciamiento entre surcos y densidades de población sobre el rendimiento y aspectos fisiológicos del trigo. Tesis Profesional U.A.CH. Chapingo, México.
- Aguilar, M. I. 1978. Influencia del espaciamiento entre surcos y densidad de población sobre rendimiento y aspectos fisiológicos en trigo. Tesis, Ingeniero Agrónomo: Chapingo, México.
- AOSA (Association of Official Seed Analysys). 1992. Vigour testing handbook. Contribution No. 32 to the handbook of seed testing. USA. 6:1-126.
- Arias, G. 1995. Mejoramiento genético y producción de cebada cervecera en América del Sur. FAO. Dirección de producción y protección vegetal. Red de cooperación técnica en producción de cultivos alimenticios. 157 p.
- Association of Official Seed Analysys (AOSA). 1983. Seed vigour testing handbook, contribution No. 32 to the handbook on seed testing. USA. 88. p
- Autriqué, R. J. E y W. H. Pfeiffer. 1994. Triticale de doble propósito, una nueva alternativa. Memorias del II Congreso Latinoamericano, XV Congreso de Fitogenética, Monterrey, N. L. México.
- Baker, R. J. and K.G. Briggs. 1982. Effects of plant density on the performance of 10 barley cultivars. Crop Science. 22 (6): 1164-1167.

- Besnier F. R. 1989. Semillas. Biología y tecnología. (2a edición) Ed. Mundi-prensa. Madrid. p. 637.
- Bishnoi, U. R. y P. Igbokwe. 1979. Influence of plant densities and methods of nitrogen fertilization on agronomic yield and yield components of triticale, wheat and rye. *Cer. Res. Com.* 7(1):33-39.
- Boswell, V. R. y McKay, J. W. 1984. Semillas. USDA. Editorial Continental, S. A. de C. V. Novena impresión. p. 19-47.
- Bustamante G., L. 1982. Semillas: control y evaluación de su calidad. Memorias del Curso de Actualización Sobre Tecnología de Semillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y Asociación Mexicana de Semilleros, A.C. México. p. 99-106.
- Cannel, R. Q. 1969. The tillering pattern in barley varieties. *Journal of Agricultural Science.* 72: 405-422.
- Colín R. M., V. M. Zamora V., A. J. Lozano del R., G. Martínez Z. y M. A. Torres T. 2007. Caracterización y selección de nuevos genotipos imberbes de cebada para el norte y centro de México. *Téc. Pecu. Méx.* 45 (3): 249-262.
- Copeland, L. and McDonald, M. 2001. Principles of seed science and technology. 4ª Edición. Boston, Kluwer Academic 497 p.
- Day, D. A. and R. K. Thompson. 1970. Dates and rates of seeding fall-planted spring barley (*Hordeum vulgare* L. emend Lam) in irrigated areas. *Agron. Jour.* Vol. 62. 729-731 p.
- Delouche J. C. 1986. Physiological seed quality. Short course for seedsmen, Mississippi State University. 27. 55-59.
- Delouche, J. C. 2002. Germinación, deterioro y vigor de semillas. *Seeds News.* Mississippi State University. E. U. A.

- Diez C., C. 2005. Métodos y fechas de siembra para praderas de avena y ryegrass anual. Dep. de zootecnia. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo. 51 p.
- Dofing, S. M. and C. W. Knight. 1992. Heading synchrony and yield components off barley grown in subarctic environments. *Crop Science*. 32 (6): 1377-1380.
- Dofing, S. M. and C.W. Knight. 1994. Yield component compensation in unicum barley lines. *Agronomy Journal*. 86 (2): 273-276.
- Fernández, S. J. 1985. Glosario de términos usados en semillas. Centro de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. p. 11.
- Flores, M. S. 1993. Efecto de la fertilización y densidad de siembra en la producción de semilla de triticale forrajero en Navidad, Nuevo León. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Coah. 109 p.
- García R. J. J. F. P. Gámez V., y J. M. Arreola T. 2003. Rendimiento, productividad hídrica y calidad de cebada maltera en diferentes sistemas de siembra. Celaya, Gto. México. SAGARPA-INIFAP. Campo Experimental bajío (Informe de Investigación/Proyecto Integral INIFAPIMPASA-FGP) 23 p.
- Govaerts, B. y K. Sayre. 2008. The Yaqui Valley of Sonora Mexico, where the beds came from? Inédito. CIMMYT.
- Grass L, Burris JS. (1995). Effect of heat during seed development and maturation on wheat (*Triticum durum*) seed quality. I. Seed germination and seedling vigor. *Can. J. Plant Sci.* 75: 821-829.
- Guzmán-Maldonado H. 1992. Optimización de un procedimiento enzimático para la licuefacción y sacarificación de almidón mediante la metodología de superficie de respuesta. Tesis de maestría. Centro de investigación y de estudios avanzados de IPN- Unidad Irapuato, Guanajuato, México. p 2-19.



- Heisey, P.W., M.A. Lantican y H.J. Dubin. 2002. Impacts of international wheat breeding research in developing countries, 1966-97. México, D.F. CIMMYT.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1985. International rules for seed testing. *Seed Sci. and Technol.* 13 (2): 299-355. The Netherlands.
- Jiménez, M. A., y Avendaño M. J. C. 1986. Producción de forraje de asociaciones simples. *Revista Chapingo.* 52:17. UACH. Méx.
- Juskiw, P. E., J. H. Helm, y D. F. Salmon. 2000. Forage yield and quality for monocrops and mixtures of small grain cereals. *Crop Sci.* 40: 138-147.
- Justice, O. L. and L. N. Bass. 1978. Principles and practices of seed storage. *Agriculture Handbook No. 506.* Science and Education Administration. United State Department of Agriculture. USA. p. 9-11.
- Kirby, E. J. M. 1967. The effect of plant density upon the growth and yield of barley. *Journal of agricultural Science.* 68 (3):317-324.
- Kumar, A., S. C. Misra, Y. P. Singh, B. P. S. Chauhan. 1985. Variability and correlations studies in triticale. *Journal of Maharashtra. Agr. Univ.* 10 (30: 273-275).
- Kumar, Asawa, B. M. Chaunan, B. P. S. 1987. Factor analysis in triticale. *Indian Journal of Agriculture Research.* 21: 18-20.
- Lacasta, C.; Meco, R.; Estalrich, E.; Martín de Eugenio, L. 2004. Interacción de densidades de siembra de cebada y rotaciones de cultivo sobre la flora arvense y rendimientos de cultivos Agroecológica: Referente para la transición de los sistemas agrarios VI Congreso SEAE: 1481-1496.
- Lafond, G. P. 1994. Effects of row spacing, seeding rate and nitrogen on yield of barley and wheat under zero-till management. *Canadian Journal of Plant Science.* 74 (4): 703-711.

- López-Castañeda C, Richards R. A. 1998. Variation in grain growth and remobilization of stem reserves among temperate cereals. Combined 42<sup>nd</sup> Annual ASBMB/38<sup>th</sup> Annual ASPP/20<sup>th</sup> Annual NZSPP Conferences. Adelaide, Australia. POS-273.
- López M. V. 1983. Memorias del curso de actualización sobre tecnología de semillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Macías, C. J., Cortez, M. E. y Cifuentes, I. E. 2007. El sistema de siembra de maíz en doble hilera y surcos angostos en Sinaloa. Memorias. XI Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Mexicali, B. C., México. Octubre, 2007.
- Maled B. G y Hanchinal R. R. (1997). Path analysis in barley. Madras Agric. J. 84: 293-294.
- Marino A., Rodríguez P., García G. M. 1980. Semillas. Anuario de Agricultura. 7<sup>o</sup>Ed. Continental S. A., México. Pág. 1005.
- Mazurek, J. 1974. Effect of sowing rate and date and of fertilization on yield of triticale and of spring wheat. Pamiennik No. 60, 67-76.
- McDonald, M. 1980. Assesment of seed quality. Hort science 15 (6): 784-788.
- Mellado, Z. M. 1977. Optimum sowing rate for a line of triticale and cultivar of spring wheat. Investigación y Progreso Agrícola. 9(1):37-40.
- Miranda, F. 1984. Vigor y pruebas de vigor de semillas. Conferencia VIII Curso de Postgrado en tecnología de semillas. CIAT, Cali Colombia.p.18.
- Moreno, M; 1996. Análisis Físico y Biológico de Semillas Agrícolas. UNAM. Tercera edición. 393 p.

- Moreno A.; Moreno, M.; Ribas, F.; Cabello. M.J. 2002. Influencia de distintas dosis de siembra sobre el rendimiento de la cebada (*Hordeum vulgare* L.). Sociedad Española de Agricultura Ecológica; Gijón Tomo 1, 685-689.
- Nebreda, I. M., and P. C. Parodi. 1977. Effect of seed type on coleoptiles length and weigth in triticales X. triticosecale Wittmack. Cer. Res. Com. 5(4): 387-395.
- Niño, G. O. A. 2009. Calidad de semillas en trigo (*Triticum aestivum* L.) forrajero imberbe bajo diferentes métodos de producción. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 63 p.
- Olmos, B. G. 1995. El cultivo de la cebada maltera de temporal. Impulsora Agrícola S. A. de C. V. Editorial Arcasa S. A. de C. V. México. 42. p.
- Orozco, L. F. 1987. Cultivos forrajeros. 5 Edición Trillas. México. Pág. 11-22.
- Pageau, D. 1991. Row spacing and seeding rate effects on cadette spring barley. Cer. Res. Com. 19(3): 291-296.
- Pancholi, D. K. and Bishnoi, N. R. 1980. Effect of different N fertilization rates on triticales in comparation to wheat and rye. Publication: Madison, Wisconsin, USA; American Society of Agronomy. 104.
- Perry D. A. 1972. Seed vigour and field and establishment. Hort. Abstracts 42. 334-342.
- Ramírez, M. L. E. 2010. Calidad de semillas en cereales producidos bajo tres densidades de siembra. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 64 p.
- Ríos, R., S. A., E. Solís M. y M. Hernández M. 2006 (eds). Memoria del 1er foro de producción y comercialización de trigo en Guanajuato. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Bajío. Celaya, Gto., México. 202 p. (Memoria Científica).

- Robles S., R. 1976. Producción de granos y forrajes. Ed. Limusa Wiley. México 592 p.
- Rojas, I. E., (1996). Aportaciones a la generación de un paquete para la producción de forraje en hidroponía. Tesis profesional (Ing. Agrónomo especialidad fitotecnia). Universidad Autónoma de Chapingo. México. p 74.
- Romero D., R. S. 1985. Estudio de las características agronómicas y de calidad, parámetros genéticos y correlaciones en líneas completas y substituidas de triticale hexaploide en dos ambientes del norte de México. Tesis de Maestría. Colegio de Graduados. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Sánchez, A. 1983. Cultivos de fibras. Segunda reimpresión. Editorial Trillas, México. p. 11-22.
- Sayers, R. 1982. Pruebas de germinación y vigor. II Actualización sobre tecnología de semillas. Memorias. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. p. 152. Octubre.1982.
- Serrato C. V. M. 1995. Manual de procedimiento de control de calidad en el campo en la producción de semilla de maíz. UAAAN. Buenavista, saltillo, Coahuila.
- Sharma, B. D. y Sandha, G. S. 1987. Relationship of grain yield and some morpho-physiological character in triticale under rainfed condition. Crop Improvement 14: 208-210.
- Simmons, S. R., D. C. Rasmusson y J. V. Wiersmta. 1982. Tillering in barley: genotype, row spacing, and seeding rate effects. Crop Sci. 22:801-805.
- Slafer, G. A.; Araus, J.; Royo, C.; and L. F. Garcia Del Moral, 2005. Promising eco physiological traits for genetic improvement of cereal yields in Mediterranean environments. Ann. Appl. Biol. 146: 61-70.

- Stickler, C. F. and A. W. Pauli. 1964. Yield and winter survival of winter barley varieties as affected by date and rate of planting. *Crop Science*. Vol. 4. 487-489 p.
- Suttie J. M. 2003. Conservación de heno y paja. FAO. Dirección y protección vegetal. 337 pág.
- Tahir, M. A., M. Shakoob and M. Afzal. 1979. Improvement of triticale for rainfed areas as grain cereal. *Proc. 5tho. Int. Wheat Genet. Symp.* 1979. PP. 1257-1261.
- Thompson, J. R. 1979. Introduction to seed technology. Thompson Litho Ltd. Scotland. Great Britain.
- Tisdale S., L. y W. L. Nelson. 1982. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Ed. Uteha, México. Primera edición en español.
- Togani H. 1982. El sorgo. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina. pp 90-92.
- Tomas C.E. 1995. Respuesta de dos genotipos de trigo harinero a la fertilización y densidad de siembra para rendimiento y calidad de semilla en Múzquiz, Coahuila. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Valenzuela P. J. A. 1991. Densidad de población, habito de crecimiento y ambiente de producción en el rendimiento y calidad de semilla de frijol. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Varughese, G. T. Barker y E. Saari. 1987. Triticale CIMMYT, México, D.F. 32 p.
- Vega, C.R. y F.H. Andrade. 2000. Densidad de plantas y espaciamento entre hileras. Pp 97-133. En: F.H. Andrade y V.O. Sadras (eds). Bases para el manejo del maíz, girasol y la soja. EEA INTA Balcarce-Facultad de Ciencias Agrarias UNMP.

Villarreal R. M. 2000. Efectos de la producción del trigo en el mundo, México y en la región 5 Manantiales. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Walter Q, Orlando C. 2009. La importancia del insumo de semilla de buena calidad. Inédito. Oficina Nacional de Semillas.

## VIII. ANEXO

**Anexo 1 Comparación de medias en la variable altura de planta (ALP) de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

Densidades	ALP	Gpo. Estadístico
80	0.98	A
120	1.01	A
160	0.97	A

ALP= Altura de planta

**Anexo 2 Comparación de medias en la variable número de espigas por metro cuadrado (NEMC) de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

Densidades	NEMC	Gpo. Estadístico
80	377.96	A
120	401.11	A
160	425.18	A

NEMC= Número de espigas por metro cuadrado

**Anexo 3 Comparación de medias en la variable número de espiguillas por espiga (NEE) de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

Densidades	NEE	Gpo. Estadístico
80	17.13	A
120	16.54	A
160	16.52	A

NEE= Número de espiguillas por espiga

**Anexo 4 Comparación de medias en la variable rendimiento de semilla (Kg/ha) de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

Densidades	Kg/ha	Gpo. Estadístico
80	2782.1	A
120	3455.9	A
160	2877.8	A

Kg/ha= Rendimiento de semilla.



**Anexo 5 Comparación de medias en la variable peso de mil semillas (PMS) de cereales sembrados en plano a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

Densidades	PMS	Gpo. Estadístico
80	37.24	A
120	38.17	A
160	37.42	A

PMS= Peso de mil semillas

**Anexo 6 Comparación de medias en la variable número de granos por espiga (NGE) de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

Densidades	NGE	Gpo. Estadístico
20	47.07	A
40	45.07	A
60	43.93	A

NGE= Número de granos por espiga

**Anexo 7 Comparación de medias en la variable número de espiguillas por espiga (NEE) de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

Densidades	NEE	Gpo. Estadístico
20	17.68	A
40	17.12	A
60	17.09	A

NEE= Número de espiguillas por espiga

**Anexo 8 Comparación de medias en la variable plántulas normales (PN) de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

Densidades	PN	Gpo. Estadístico
20	88.29	A
40	88.74	A
60	91.03	A

PN= Plántulas normales

**Anexo 9 Comparación de medias en la variable peso seco (PS) de cereales sembrados en camas a diferentes densidades en Navidad, N. L. 2009.**

Densidades	PS	Gpo. Estadístico
20	16.54	A
40	17.10	A
60	16.73	A

PS= Peso seco