

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**CALIDAD DE SEMILLA DE TRIGO FORRAJERO IMBERBE BAJO DOS
MÉTODOS DE PRODUCCIÓN**

POR

OSCAR ALBERTO NIÑO GRAJALES

TESIS.

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre, 2009

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**Calidad de semilla de trigo forrajero imberbe bajo dos métodos de
producción**

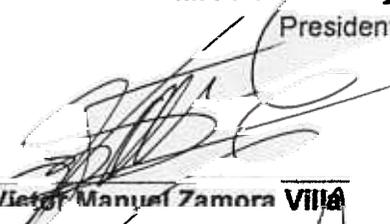
POR

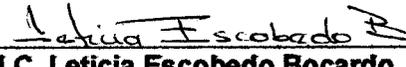
OSCAR ALBERTO NIÑO GRAJALES

Que se Somete a Consideración del H. Jurado Examinador como
Requisito Parcial
Para Obtener el Título de:

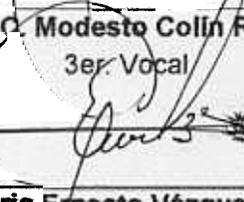
**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN
A P R O B A D A**


M. P. **María Alejandra Torres Tapia**
Presidente del Jurado


Dr. **Víctor Manuel Zamora Villa**
1er. Vocal


M.C. **Leticia Escobedo Bocardo**
2do. Vocal


M. C. **Modesto Colín Rico**
3er. Vocal


Dr. **Mario Ernesto Vázquez Radilla**
Coordinador de la División de Agronomía
División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Noviembre, 2009

DEDICATORIAS

A DIOS

Por todas las alegrías que me ha permitido vivir, por darme una hermosa familia, unos padres ejemplares, por permitirme conocer el amor, por iluminar mi camino, por darme la oportunidad de seguir adelante y hacer mis sueños realidad.

A MIS PADRES

Oscar Niño Reyes y Maribel Grajales Alemán

*Les dedico este trabajo con mucho cariño por ser las personas más importantes en mi vida ya que me supieron cuidar en cada uno de mis pasos desde que era un niño hasta lo que me he convertido hoy, a Ustedes que con esfuerzo y sacrificio han trabajado para darme lo mejor, a Ustedes que con sus ejemplos y consejos me han enseñado ser un hombre de bien, a Ustedes les agradezco eternamente por todo el cariño y amor que me han brindado, a Ustedes por ser los mejores padres del mundo, a Ustedes que los quiero y amare por siempre.
“GRACIAS PAPAS”*

A MI HERMANO

Ismael Niño Grajales

Por impulsarme a seguir a delante durante mi carrera profesional, por estar conmigo en todo momento, gracias hermano te quiero mucho.

A MIS SOBRINOS

Cinthya Belén y Diego Alberto

Ya que fueron una de mis motivaciones principales para salir adelante en mi carrera profesional, para darles un buen ejemplo y alentarlos para que puedan cumplir las metas en esta vida. Los quiero mucho hijitos.

A MIS PRIMOS

Mariela, Gaudía, Hernán, Antonio, Roberto, Manuel

Y a todos los demás por sus buenos consejos y ánimos que siempre me brindaron durante mis estudios. Gracias.

A MIS SERES QUERIDOS

Verónica Maldonado Guillen

Porque en el tiempo que llevamos juntos, has llegado a ser indispensable en mi vida, porque llenaste ese vacío que había en mi corazón, porque eres mi inspiración para enfrentar la vida y siempre seguir adelante, por toda la paciencia y apoyo incondicional que tienes conmigo. Por quererme solo como tú sabes y por todos los bellos recuerdos que tengo de ti que siempre los llevaré en mi corazón. TE AMO VERO

Benjamín Serrano Pérez

Por ser mi mejor amigo y como un segundo hermano, por brindarme su confianza y apoyo incondicional, por todas las angustias y alegrías que pasamos en nuestra Alma Terra Mater, siempre te recordare donde quiera que vaya. A quien le deseo lo mejor y éxito en la vida.

AGRADECIMIENTOS

A mi “ALMA TERRA MATER”

La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Por permitirme ser parte de ella y brindarme las herramientas para mi formación profesional, por forjarme un carácter comprometido con mi profesión y la sociedad. Gracias.

A la M. P. Alejandra Torres Tapia

Por la atención y extraordinaria asesoría. Sobre todo los conocimientos y empeño que me brindó para sacar adelante este trabajo de investigación. Gracias por la paciencia y amistad brindada, que Dios la bendiga.

Al Dr. Víctor Manuel Zamora Villa

Por la atención brindada en la realización y el sacar adelante este trabajo de investigación, gracias porque en el poco tiempo de haberlo conocido, me brindó su apoyo y orientación. Gracias.

A la Dra. Leticia Escobedo Bocado

Por apoyarme en la revisión, corrección y sugerencias para poder realizar este trabajo. Gracias.

Sin lugar a dudas este trabajo no pudo haberse realizado sin la formación que recibí durante más de cuatro años en la “U A A N”, con todos los catedráticos que contribuyeron en mi formación académica. Sin lugar a duda que es y será por siempre la mejor Universidad de Agronomía de el país. Gracias.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	III
INDICE DE CONTENIDO	IV
INDICE DE CUADROS	VI
INDICE DE FIGURAS	VII
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	3
Hipótesis	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
Semilla	6
Calidad de semilla	7
Método de siembra	9
Siembra en camas para trigo	10
Ventajas	10
Desventajas	11
Siembra en plano para trigo	14
Densidad de siembra	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS	20
Ubicación del campo experimental	20
Ubicación del área de estudio	20
Material genético	21
Siembra en camas	21
Siembra en plano	21
Riegos	22
Parámetros evaluados	22
Calidad física	22
Contenido de Humedad (CH)	22
Peso de Mil Semillas (PMS)	23
Peso Volumétrico (PV)	24

Calidad fisiológica	24
Capacidad de germinación (GER)	25
Longitud Media de Plúmula (LMP)	25
Longitud Media de Radícula (LMR)	26
Peso Seco (PS)	26
Análisis estadístico	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
Calidad física	28
Calidad fisiológica	36
V. CONCLUSIONES	49
VI. BIBLIOGRAFÍA	50
VII. APÉNDICE	57

INDICE DE CUADROS

No. Cuadro	Descripción	Página
Cuadro 4.1	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en las variables de calidad física dadas mediante siembra en camas a diferentes densidades en dos variedades de trigo en Navidad N.L. 2009.....	29
Cuadro 4.2	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en las variables de calidad física dadas mediante siembra en plano a diferentes densidades en dos variedades de trigo en Navidad N.L. 2009.....	29
Cuadro 4.3	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en las variables de calidad fisiológica dadas mediante siembra en camas a diferentes densidades en dos variedades de trigo en Navidad N.L. 2009.....	37
Cuadro 4.4	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en las variables de calidad fisiológica dadas mediante siembra en plano a diferentes densidades en dos variedades de trigo en Navidad N.L. 2009.....	37

INDICE DE FIGURAS

No. Figura	Descripción	Página
Figura 4.1	Comportamiento del contenido de humedad (CH) en la producción de semilla de dos variedades de trigo por dos métodos de siembra con diferentes densidades, en Navidad N.L. 2009.....	30
Figura 4.2	Comportamiento del peso volumétrico (PV) en la producción de semilla de dos variedades de trigo por dos métodos de siembra con diferentes densidades, en Navidad N.L. 2009.....	32
Figura 4.3	Comportamiento del peso de mil semillas (PMS) en la producción de semilla de dos variedades de trigo por dos métodos de siembra con diferentes densidades, en Navidad N.L. 2009.....	35
Figura 4.4	Comportamiento del plántulas normales (PN) en la producción de semilla de dos variedades de trigo por dos métodos de siembra con diferentes densidades, en Navidad N.L. 2009.....	38
Figura 4.5	Comportamiento del plántulas anormales (PA) en la producción de semilla de dos variedades de trigo por dos métodos de siembra con diferentes densidades, en Navidad N.L. 2009.....	40
Figura 4.6	Comportamiento de semillas sin germinar (SSG) en la producción de semilla de dos variedades de trigo por dos métodos de siembra con diferentes densidades, en Navidad N.L. 2009.....	42
Figura 4.7	Comportamiento de longitud media de plúmula (LMP) en la producción de semilla de dos variedades de trigo por dos métodos de siembra con diferentes densidades, en Navidad N.L. 2009.....	44
Figura 4.8	Comportamiento de longitud media de radícula (LMR) en la producción de semilla de dos variedades de trigo por dos métodos de siembra con diferentes densidades, en Navidad N.L. 2009.....	46
Figura 4.9	Comportamiento de la tasa de crecimiento de plántula-peso seco (PS) en la producción de semilla de dos variedades de trigo por dos métodos de siembra con diferentes densidades, en Navidad N.L. 2009.....	48

INTRODUCCIÓN

La producción de trigo se encuentra muy dispersa y en forma general puede decirse que se produce de igual forma entre los países en desarrollo y desarrollados. Su producción representa aproximadamente una tercera parte de la producción mundial de cereales. Se trata fundamentalmente de un cultivo alimenticio, que representa el 43 % de los cereales utilizado como alimento, sobre todo en los países en desarrollo y también es un importante cultivo forrajero que representa aproximadamente el 15 % del total mundial. El trigo ocupa el segundo lugar después del maíz. Sin embargo, el margen de diferencia entre estos dos cultivos es estrecho, donde la participación promedio del maíz y trigo es similar al situarse en el 27 % en ambos casos de la producción mundial, en tanto que el arroz representa el 26 %. (FAO, 2004).

Se pronostica que en el futuro existirán problemas para abastecer el trigo demandado en el mundo, por lo que este grano básico se convertirá en instrumento estratégico para que los países desarrollados (exportadores), influyan en los países en vías de desarrollo (importadores), como lo es México. Ante este panorama, en nuestro país se tendrán que realizar mayores esfuerzos para incrementar los niveles de producción y lograr la autosuficiencia en trigo y para lograr este objetivo se contempla la producción de trigo en riego y temporal. (García, 2005).

En México el consumo de trigo muestra una tendencia creciente, tanto en el medio urbano como el medio rural, siendo así los habitantes urbanos quienes han sustituido más rápidamente el maíz por el trigo. (Moreno, 1996).

El bienestar de la humanidad depende de pocas especies de gramíneas por lo que una deficiencia, incluso pequeña, de la cosecha de cualquiera de ellas puede provocar hambruna e inestabilidad económica en zonas muy amplias.

En condiciones naturales la mayoría de las plantas están expuestas a condiciones ambientales cambiantes que determinan respuestas complejas que influyen en el crecimiento, desarrollo y productividad de los cultivos; en la actualidad el fitomejorador está teniendo su mayor enfoque en generar nuevos materiales con características de tolerancia o resistencia a enfermedades o condiciones extremas, sin embargo algunas soluciones a este problema incluyen el determinar el manejo del suelo, mediante empleo de tecnologías como enmiendas o lavados, el manejo agronómico sobre todo en el manejo adecuado de fertilización, determinación de óptima densidad de siembra para un mayor rendimiento, etc.

Siendo éstos algunos de retos a los que se enfrentan los fitomejoradores una vez que han generado sus nuevas variedades o líneas que además de ser materiales mejorados genéticamente deben tener valor agronómico mayor que los materiales anteriores dando características más atractivas a los compradores activos en la agricultura es por ello que el Programa de Cereales perteneciente a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro una vez que genere nuevas líneas debe determinar como obtiene mayor valor agronómico de estos materiales, así mismo es de

interés conocer el comportamiento productivo de los materiales cuando se siembran en camas, ya que se ha reportado que no todos los genotipos se adaptan bien a éste sistema (Sayre, 2000), por ello se plantearon en el presente trabajo los siguientes objetivos e hipótesis.

PALABRAS CLAVE

TRIGO, SEMILLA, DENSIDAD DE SIEMBRA, METODO DE SIEMBRA, CALIDAD DE FISIOLÓGICA, CALIDAD FÍSICA.

Objetivos

- ❖ Evaluar la calidad física y fisiológica de semillas producidas mediante dos métodos de siembra y utilizando diferentes densidades de siembra en dos líneas élite de trigo (*Triticum aestivum* L.) forrajero imberbe.

- ❖ Determinar el efecto de los métodos de siembra en camas y plano con diferentes densidades de siembra, mediante la calidad física y fisiológica de la semilla de dos líneas élite de trigo (*Triticum aestivum* L.) forrajero imberbe en condiciones de laboratorio.

Hipótesis

- ❖ Al menos en uno de los métodos de siembra estudiados obtiene mayor calidad física y fisiológica en las semillas producidas en las dos líneas élite de trigo (*Triticum aestivum* L.) forrajero imberbe.

- ❖ Al menos uno de los métodos y una densidad de siembra de las estudiadas es la óptima para producir semillas de calidad en las dos líneas élite de trigo (*Triticum aestivum* L.) forrajero imberbe estudiadas.

- ❖ Al menos una de las líneas élite de trigo (*Triticum aestivum* L.) forrajero imberbe estudiadas tiene una respuesta positiva en la calidad mediante un método de siembra y una densidad de siembra.

REVISIÓN DE LITERATURA

Se dice que el trigo llegó a nuestro país en la época de la conquista, a través de embarcaciones españolas que arribaron con grandes cantidades de trigo pero como los viajes del viejo mundo a América eran largos, las provisiones se consumían y terminaban antes de llegar a su destino. Al parecer, los viajeros no se preocupaban por guardar algunas semillas para que fueran sembradas en México. Por eso se dice que fue un poco tardía la llegada del trigo a la región que ahora comprende nuestro país.

Según historiadores, el negro portugués Juan Garrido, criado de Hernán Cortés, fue el primero en sembrar y cosechar trigo en México al encontrar mezclados tres granos en un costal de arroz. Sólo germinó uno que dió 180 granos y de esa espiga se hicieron otras siembras que comenzaron a cultivarse en diferentes regiones de país.

Ya para 1534, a escasos 13 años de consolidar la conquista, se levantaban importantes cosechas de trigo en las inmediaciones de Texcoco y Puebla. www.molinovillafane.com.

El trigo pertenece a la familia de las gramíneas (*poaceae*), siendo las variedades cultivadas *Triticum durum* y *T. compactum* para la industria macarronera. El trigo harinero hexaploide llamado *Triticum aestivum* es el cereal más cultivado en el mundo (Cruz, 2008).

El rendimiento promedio del ciclo otoño-invierno se sitúa en 5.3 toneladas por hectárea, mientras que el de primavera-verano es de 1.9 ton/ha. Es el cereal más importante por su creciente consumo y su amplio rango de adaptación, ocupando el primer lugar en el ámbito mundial tanto en su superficie cosechada como en su producción, es un componente esencial en la dieta de la población mundial por su alto valor energético, además de que contiene más proteínas que el maíz y el arroz, siendo un producto básico que contribuye en el desarrollo de la economía de muchos países. (Villaseñor y Espitia., 1994; 2000).

Semilla

Serrato (1995) Desde el punto de vista botánico las semillas constituyen las estructuras mediante las cuales se perpetua una especie vegetal.

Moreno (1996), menciona que para fines agronómicos y comerciales se conoce como una semilla a toda clase de granos, frutos y estructuras más complejas (unidad semilla) que se emplean en las siembras agrícolas. De acuerdo al criterio que se utiliza en botánica, una semilla verdadera es

aquel embrión en estado de latencia, acompañado o no de un tejido nutricional y protegido por el epispermo.

A su vez, Besnier (1989), cita que las semillas son unidades de diseminación sexual de las plantas, procedentes del desarrollo de los óvulos de sus flores; están compuestas de uno o varios embriones y reservas nutritivas, así como de una o varias capas protectoras originadas a partir de los tegumentos del óvulo, del ovario y de los tejidos de otras partes de la flor.

Garay (1989) menciona que la semilla es un constituyente de la tecnología esencial e imprescindible en la producción de alimentos, por lo tanto, es una tecnología con valor estratégico porque permite obtener una mayor eficiencia productiva de los recursos productivos como la tierra, agua y mano de obra. La semilla es un insumo más en la producción de especies vegetales (CIMMYT, 1994).

Calidad de la semilla

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.

En la realización de la prueba se emplean recipientes que contienen diferentes sustratos como por ejemplo arena, papel, suelo, composta, vermiculita, etc. Estos medios de crecimiento tienen la función de contener la cantidad de agua suficiente para asegurar la germinación de las semillas y emergencia de las plántulas (Craviotto *et al.*, 2006.).

Serrato (1995), indica que por calidad de semilla se entiende la suma de todos aquellos atributos genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios que afectan su calidad de originar, producir plantas de cultivos de alta calidad.

Peñaloza (2001), cita que la calidad de las semillas es un concepto que involucra muchas variables que dependen en gran medida de las metodologías de producción, cosecha y almacenaje, la complejidad de esto involucra al menos aspectos relacionados con los atributos genéticos, sanitarios, fisiológicos y físicos que muchos autores lo asocian con el concepto de vigor de la semilla.

Moreno (1996) menciona que los aspectos más importantes en el análisis de la semilla agrícola es la pureza física, este parámetro en conjunto con la pureza varietal, poder germinativo, el vigor, la sanidad, así como el contenido de humedad, definen la calidad de las semillas, y para su evaluación se han desarrollado métodos específicos que pueden ser utilizados en los métodos de producción y comercialización de las semillas certificadas.

Perreti (1994), menciona que una semilla de calidad es aquella altamente viable, es decir, es una semilla capaz de desarrollar una plántula normal aún bajo condiciones ambientales no ideales, tal como puede ocurrir en el campo, para ello, debe de contar con propiedades que le aseguren germinar bajo un amplio rango de condiciones agro-climáticas.

Para que una semilla pueda ser considerada de calidad tiene que estar dentro de los parámetros estándar del SNICS que señala que para su certificación y comercialización, la semilla debe de presentar un porcentaje mínimo requerido del 85 % de germinación.

Método 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, desmezclas, etc., que en un momento dado pueden ser cruciales para el éxito de un programa de producción de semillas.

Ángeles (2008) refiere que el establecimiento de cultivos en el campo, es directamente influenciado por las condiciones ambientales, edáficas y de la propia semilla, donde resulta esencial para el éxito de la siembra conocer el poder germinativo de la semilla, que es el número de semillas que germinan y que se expresa en por ciento, lo que nos lleva a reconsiderar el recomendar la dosis de siembra en base a Kg de semilla no en base a número de plantas por hectárea.

Siembra en camas para trigo

El trigo puede ser sembrado en camas de cualquier longitud, de 60 a 90 cm de ancho y de 15 a 30 cm de altura, con dos o tres hileras de cultivo bien definidas por cama. Los surcos entre las camas permiten el paso del agua de riego y también el drenaje, el acceso para las tareas manuales de los operarios y la entrada de maquinaria para la escarda mecánica o manual, aplicación de fertilizantes y cosecha.

Las ruedas de la maquinaria no van sobre las camas sino en los surcos. Las camas se mantienen durante varios años para los cultivos sucesivos de trigo o la rotación que sea. Se puede encontrar más información en Sayre y Moreno Ramos (1997) y Sayre (2000).

Ventajas

- Rápido drenaje del agua de riego de la superficie de la cama que evita los efectos negativos de la formación de charcos y la inundación.
- Evita la desoxigenación de la parte superior de la zona radical por largos períodos y permite un rápido acceso a la superficie de la cama después del riego para hacer trabajos mecánicos o manuales.
- Un riego pre-siembra seguido por la eliminación de las malezas emergidas minimiza el uso de herbicidas.
- El fácil acceso de la maquinaria sin que se compacte el suelo.
- Una siembra de precisión y un mejor ambiente para el crecimiento de las plántulas, resultará en una menor competencia por parte de las malezas y una mejor oxigenación de las raíces, por lo que se pueden

usar densidades de semilla más bajas, hasta 25 kg/ha en contraste con la normal de 120 kg/ha.

- El sistema de camas puede ser más rentable ya que se reducen los costos de los insumos (herbicidas, insecticidas, fertilizantes, agua) sin penalizar los rendimientos.

Desventajas

- Una mayor proporción de la superficie de la tierra está formada por surcos de riego/drenaje/paso y, por lo tanto, no se siembra.
- Hay un costo inicial para la preparación de las camas y ocasionalmente para su mantenimiento entre cultivos sucesivos; si bien no es necesaria maquinaria especializada muy costosa, el trabajo consume tiempo y esfuerzo.
- No todas las variedades de trigo están adaptadas a la siembra en camas.

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.

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, lo cual es favorecido por la maximización del índice de área foliar y la intercepción de luz desde etapas tempranas por una mejor distribución espacial con lo que tiene una mayor eficiencia en la intercepción de luz que se refleja en dicho incremento.

Desde 1988 hasta 2005, los investigadores Drs. Ken Sayre, Tony Fischer e Iván Ortiz-Monasterio, del CIMMYT, efectuaron, en el Valle del Yaqui, una serie de experimentos encaminados a estudiar la respuesta del germoplasma de trigo del CIMMYT a la siembra en camas, utilizando variedades actuales de trigo harinero, trigo duro y triticale. Los resultados mostraron que la mayoría de las líneas avanzadas y variedades derivadas del material del CIMMYT se adaptaban bien a la siembra en camas, sin embargo, las que no se adaptaron presentaron pérdidas de rendimiento de un 10 % en el sistema de siembra en camas más común en el Valle. Por otro lado, los resultados revelaron que después de los años 80, las variedades y líneas avanzadas no mostraron pérdidas de rendimiento con ese espacio entre camas y algunas podían hasta tolerar un espacio mayor.

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, 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, redundan en la obtención de rendimientos altos y estables.

Villareal (2000), reporta que el tipo de siembra en camas permite aprovechar los espacios para que el hombre y la máquina 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 cama presenta dos modalidades; surcos angostos (50-60cm) 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.

Villareal (2000) cita que este tipo de siembra se practica en México, principalmente en el bajío y noreste y es más común en el establecimiento de trigo cuando el objetivo es producir semilla y ofrecer si es bien manejando las siguientes ventajas:

- Ahorro de recursos al reducir la densidad de siembra (40-80 kg/ha para siembra en camas vs. 80-200 o más para siembras tradicionales).
- Permite el paso del hombre y maquinaria para efectuar labores de cultivo y aplicación terrestre de agroquímicos en ciertas etapas fenológicas.
- Favorece un control integrado de malezas (mecánico, químico, manual).
- Permite un mejor manejo del agua de riego y ahorro de la misma hasta en 25 %.

En este sentido Martínez *et al.* (1994), asientan que el método de siembra en surcos ofrece diversas ventajas respecto al método en plano tales como: Controlar la maleza en forma química, mecánica y manual facilita las aplicaciones terrestres de fertilizantes, insecticidas y herbicidas, obteniéndose un ahorro sustancial de éstos al realizar las aplicaciones en banda, reduce la cantidad de semilla empleada y el tiempo de aplicación de los riegos. Además este método permite que la labor del desmezcle para eliminar especies y/o variedades indeseables sea más eficiente, las cuales demeritan la calidad de semilla. Por otra parte, el surco reduce la probabilidad de acame y desgrane, así como la posibilidad de obtener una cosecha más limpia con menor cantidad de materia inerte, al cortar menos paja que el método de siembra en plano, lo cual facilita la labor de prelimpia y/o limpieza básica durante el acondicionamiento.

Moreno *et al.* (1993), reportan que la siembra en surcos, usa como premisa central modificaciones en el arreglo espacial de las plantas, de manera que se dé la existencia de espacios por donde pueda introducirse el hombre y las máquinas para llevar a cabo operaciones que dependiendo del estado del sistema pueden ser de importancia capital.

Siembra en plano para trigo

Villareal (2000), menciona que la siembra en plano es la forma más común y se realiza preferentemente con la sembradora de granos pequeños (drilla) máquina 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 máquinas 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 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 preparando y cargar la semilla 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.

Densidad de siembra

Experimentos que implican diferencias de población (densidad) en diversos cultivos han dado resultados no siempre coincidentes ni tendencias definidas.

García (2004), en su trabajo de tesis determinó la densidad óptima de siembra en tres cereales (cebada, trigo y triticale), encontró que los mejores resultados en cuanto a peso y altura de forraje verde hidropónico se obtuvieron con una densidad de 1.5 kg de semilla en 0.33 m².

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 éstas 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.

Villareal (2000), menciona que la densidad de siembra ha sido fuertemente estudiado tanto nacional como internacionalmente y sin embargo los resultados son poco aplicables, sobre todo si pensamos en la gran diversidad de condiciones ambientales y formas de producción que se pueden encontrar en México y el mundo, de tal modo que las densidades de siembra son muy variables. Teóricamente la densidad de población requerida en trigo es de aproximadamente 160 000 plantas por hectárea. Camacho *et al* (1989) y Moreno *et al* (1993), la cual se puede alcanzar con alrededor de 8 a 10 kg de semilla por hectárea. Así mismo, Moreno *et al* (1993) citan que las densidades de siembra óptimas en trigo oscilan entre 30 y 260 kg/ha, habiendo incluso quienes utilizan hasta 300 kg. de semilla por hectárea. Con base a lo anterior, tenemos una recomendación más o menos generalizada para la siembra de trigo en México varía de 100 a 150 kg/ha. para siembras en plano.

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.

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

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 a un efecto competitivo.

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.

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

Dofing y Knight (1994), al evaluar el efecto de la siembra de cebada en densidades de 35, 90, 145, y 200 kg ha⁻¹, encontraron que con altas densidades disminuyeron la altura de planta, incrementaron el rendimiento y el número de espigas por metro cuadrado redujo el número de granos por espiga y el peso del grano.

Davis y Simmons (1994) encontraron como los cambios en la calidad de luz modifican el patrón de amacollamiento concluyeron que al tener mayor densidad de plantas por metro cuadrado se disminuyó la luz que penetra a las mismas, ocasionando reducción en la calidad de macollos emitidos. Similares resultados fueron reportados por García y Maney. (1993), Debido a que durante el ciclo del cultivo se producen compensaciones entre los componentes de rendimiento al variar la densidad, 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 de granos no se vea significativamente alterado. El cultivo de trigo es una especie con capacidad macolladora, propiedad condicionada tanto por factores genéticos como ambientales, entre ellos la densidad de siembra.

Solórzano (1992), no encontró diferencias significativas entre las densidades de siembra, aunque observó una ligera tendencia hacia las menores densidades.

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).

Páez (1991), menciona que el uso de densidades de siembra superiores a la señalada trae consigo problemas relacionados con la competencia dentro del cultivo mismo, determinando al final del ciclo de cultivo, plantas con menor desarrollo, escaso macollamiento y con espigas más cortas que las de una planta normal. Igualmente las altas densidades de siembra dan lugar a la creación de ambientes favorables para el desarrollo de enfermedades fungosas y criaderos de plagas, dado el crecimiento tupido que se observa bajo estas condiciones; por lo demás resta señalar que este crecimiento profuso limita la eficacia de los agroquímicos, al mismo tiempo que asociado con una alta fertilización nitrogenada, favorece el volcamiento de plantas en campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del campo experimental

La siembra en campo se realizó en Navidad, 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 y 100° 36' y Longitud Oeste). Con una altura de 1885 msnm. Con un suelo xerosol cálcico teniendo un pH de 7.9, y presentando una temperatura promedio anual de 14 °C.

Ubicación del Área de Estudio

La evaluación de la calidad de semilla se realizó en el Laboratorio de Producción de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Granos y Semillas (CCDTS), del Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", la cual está ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, con una latitud norte de 25° 22', una longitud Oeste 101° 00', y una altitud de 1742 msnm.

Material genético

Se evaluaron dos líneas élite de trigo forrajero sin barba (imberbe), generadas por el Programa de Cereales del Departamento de Fitomejoramiento de la misma Universidad; denominadas AN-239 y AN-264, líneas de ciclo intermedio (120 días a maduréz), aunque AN-239 es aproximadamente 3-4 días más precoz que AN-264, ambas poseen buena cobertura y altura de planta, características que les proporciona excelente biomasa.

Siembra en camas

La siembra en camas de las dos líneas élite de trigo se llevó a cabo en 2 hileras en camas separadas a 80 cm de 3 m de largo, con 3 densidades de siembra (20, 40 y 60 kg/ha), sembrando en seco y aplicando una fertilización de 120-80-00, usando MAP y Urea como fuentes, depositado en la base de las camas.

Siembra en plano

La siembra se realizó en parcelas de 4 surcos de 3 m de largo y 0.30 m entre hileras, con 3 densidades de siembra (80, 120 y 160 kg/ha), sembrando en seco y aplicando una fertilización de 120-80-0 usando MAP y Urea como fuentes, aplicándolo al momento de la siembra. En cada uno de los métodos de siembra se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones.

Riegos:

La aplicación de riegos se realizó mediante aspersión, iniciando los riegos la de siembra y posteriormente cuando la planta mostraba síntomas de estrés hídrico.

Parámetros evaluados

Calidad física

Contenido de Humedad (CH)

El contenido de humedad de la semilla se determinó en base a lo descrito por Moreno (1996), se evaluaron tres muestras por densidad de siembra y método de siembra de cada repetición en campo, utilizando 5 g de semilla y colocándolas en cajas metálicas registrando el peso en gramos con ayuda de una balanza analítica con 0.0001 g de precisión.

Se consideró el peso de la caja vacía más la tapa (P1), y el peso de la caja con tapa más la semilla húmeda (5 g) (P2), las cuales se llevaron a una estufa marca Felisa a temperatura de 130 ± 2 °C durante 1 hora, después se colocaron las cajas con la semilla seca en un desecador con sílica gel, dejando enfriar durante 15 minutos y finalmente se pesaron (P3).

El porcentaje de humedad se calculó con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Contenido de Humedad} = \frac{P2 - P3}{P2 - P1} \times 100$$

Peso de Mil Semillas (PMS)

Se determinó esta variable de acuerdo a la metodología y conforme a las reglas del ISTA (2004), evaluando la porción de semilla pura de cada método de siembra y densidad respectivamente de cada repetición en campo, contando 8 repeticiones de 100 semillas en forma manual, luego se tomó el peso de cada repetición en una balanza analítica de 0.0001 g de precisión; el PMS se obtuvo en tres repeticiones, determinado la media de cada repetición y multiplicando por diez, expresados en gramos. Para determinar el coeficiente de variación (CV), se calculó la varianza (S^2) y la desviación estándar (S) a las 8 repeticiones iniciales, empleando la siguiente fórmula:

$$S^2 = \frac{n (Sx^2) - (Sx)^2}{n (n - 1)}$$

$$S = \sqrt{S^2}$$

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

En donde:

X = peso en gramos de cada repetición

n = número de repeticiones

S = suma de las variables indicadas

\bar{X} = media del peso de 100 semillas

Peso Volumétrico (PV).

Para determinar el peso volumétrico de semillas se empleó un recipiente con un volumen de 133 ml, sobre la parte central de una charola de aluminio, la semilla se dejó caer libremente sobre el recipiente hasta formar un cono que sobrepasará el borde del mismo; eliminando el exceso de semilla mediante el paso en “zig-zag” de una regla de madera, quedando la semilla al ras del recipiente. Una vez realizada la operación de llenado, la semilla contenida en el recipiente se pesó en una balanza analítica, determinando el peso volumétrico expresado en Kilogramos por Hectolitro, Kg/HL.

Calidad fisiológica

En el componente fisiológico de los materiales estudiados se determinó la capacidad de germinación y las diferentes pruebas de vigor según la ISTA (International Rules for Seed Testing, 2004) y la AOSA (Association of Official Seed Analysts, 1993); evaluando las siguientes variables.

Capacidad de Germinación (GER).

Se sembraron 25 semillas en tres repeticiones por variedad, densidad y repetición de campo, entre dos toallas húmedas de papel "Anchor" para germinación, se enrollaron para formar "tacos", se guardaron en bolsas de polietileno y fueron llevadas a una cámara fría TOROREY® a 5-10 °C por tres días, posteriormente se cambiaron a una cámara germinadora BIOTRONETE MARK III®, a 25 °C con 8 horas de luz y 16 horas de oscuridad por 4 días y se procedió al conteo de plántulas. El conteo consistió en evaluar el número de plántulas normales (PN), anormales (PA), y semillas sin germinar (SSG), conforme al manual de evaluación de la Association of Official Seed Analysis (AOSA, 1992).

Vigor mediante Longitud Media de Plúmula (LMP)

En la determinación de LMP se realizó siguiendo la metodología descrita por Perry (1987), donde se sembraron 25 semillas sobre la primera línea de cinco paralelas horizontales de 2 cm de distancia entre ellas, marcadas desde el centro del papel de germinación "Anchor" hacia arriba. Se utilizaron tres repeticiones por cada variedad, densidad y repetición, una vez sembradas se cubrieron con otra toalla húmeda y se enrollaron finalmente a formar un "taco", posteriormente se guardaron en bolsas de polietileno que 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 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 LMP.

Para determinar la LMP se contaron las plúmulas de las plántulas considerado como normales las situadas en cada paralela, a cada una se le proporcionó un valor de 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 cm, siendo éste el punto medio de cada paralela. El número de plúmulas encontradas en cada paralela se multiplicó por la distancia y se sumó el total, dividiendo este resultado entre el número de plántulas normales expresado en centímetros.

Vigor mediante Longitud Media de Radícula (LMR)

De las plántulas normales resultantes de la prueba de longitud media de plúmula se evaluaron las radículas de cada una de ellas, utilizando una regla o cinta de medir, expresando el resultado en centímetros.

Vigor mediante Tasa de crecimiento de plántula (peso seco -PS-)

Se realizó de acuerdo a la metodología descrita por la AOSA (1993 y 1992); se sembraron 25 semillas en tres repeticiones por cada variedad, densidad y repetición, entre dos toallas húmedas de papel "Anchor" para germinación, se enrollaron para formar "tacos", se guardaron en bolsas de polietileno que fueron llevadas a una cámara fría TOROREY® a 5-10 °C por tres días, posteriormente se cambiaron a una cámara germinadora BIOTRONETE MARK III®, a 25 °C con 8 horas de luz y 16 horas de oscuridad por 4 días y se evaluaron la plántulas consideradas normales, de las cuales se descartó el resto de semilla, se colocaron en bolsas de papel estraza perforado y fueron llevadas a una estufa a 65 ± 1 °C MARCA, por 24 horas; una vez terminado el tiempo se llevaron a desecador con sílica gel

para enfriar por 20 minutos y luego se pesaron en una balanza analítica de 0.0001 g. de precisión.

Los resultados se obtuvieron en mg/plántulas, donde el peso seco total se expresó en miligramos de las plántulas normales y se dividió entre el número de las plántulas normales.

Análisis estadístico

A Cada una de las variables se le realizó un análisis de varianza, como un Factorial en bloques al azar con submuestreo, que consideró los efectos de las repeticiones en campo, efecto de las variedades, densidades, interacción variedad entre densidad y el efecto del submuestreo realizado en el laboratorio, bajo el siguiente modelo estadístico:

$$y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + D_k + TD_{jk} + E(m) + \xi_{ijk} \quad i=1,2 \dots b \quad j=1,2 \dots g \quad k=1,2, \dots d$$

Donde:

y_{ij} = Variable observada

μ = Media general, de todas las unidades

B_i = Efecto del i – ésimo bloque

T_j = Efecto del j - ésimo genótipo

D_k = Efecto de k -ésima densidad de siembra

TD_{jk} = Interacción Del j -ésimo genótipo por la k -ésima densidad

$E(m)$ = Error de muestreo

ξ_{ijk} = Error experimental

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad física

Contenido de Humedad (CH)

En el análisis de varianza para los dos métodos de siembra se obtuvo que en la siembra en camas existieron diferencias altamente significativas entre las dos variedades estudiadas, en la interacción variedad por densidad, así como diferencia significativa en las densidades, con un coeficiente de variación en esta variable de 8.6 % como se observa en el cuadro 4.1; en el caso de siembra en plano se encontró diferencia significativa en las densidades y no hubo diferencia en las variedades ni en la interacción variedad por densidad teniendo un CV de 11.7 % como se muestra en Cuadro 4.2.

Cuadro 4.1 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza en las variables de calidad física dadas mediante siembra en camas a diferentes densidades en dos variedades de trigo en Navidad N.L. 2008

FV	GL	CH	PV	PMS
Repeticiones	2	0.57	11.32	0.01
Variedades	1	5.94**	0.21	0.53**
Densidad	2	2.48*	149.04**	0.38**
V x D	2	5.66**	41.27*	0.07
Em.	12	0.13	0.56	0.003
Error	34	0.6	8.4	0.04
CV (%)		8.6	4.4	6.2

*. ** = Significativo al 5 y 1% de probabilidad; CH= Contenido de humedad; PV= Peso volumétrico; PMS= Peso de mil semillas.

Cuadro 4.2 Cuadrados medios del análisis de varianza en las variables de calidad física dadas mediante siembra en plano a diferentes densidades en dos variedades de trigo en Navidad N.L. 2008

FV	GL	CH	PV	PMS
Repeticiones	2	0.009	0.88	0.014
Variedades	1	0.58	31.10**	1.37**
Densidad	2	4.60*	16.11**	0.13**
V x D	2	0.54	5.29	0.051
Em.	12	1.06	1.44	0.002
Error	34	1.0	2.0	0.02
CV (%)		11.7	2	3.9

*. ** = Significativo al 5 y 1% de probabilidad; CH= Contenido de humedad; PV= Peso volumétrico; PMS= Peso de mil semillas.

De acuerdo con los resultados obtenidos para el contenido de humedad (Figura 4.1), se observó que la variedad AN-239 mostró mayor contenido de humedad (9.7 %) con respecto a la variedad AN-264 que obtuvo 9.0 % en siembras en camas y para la siembra en plano la variedad AN-239 obtuvo el menor contenido de humedad con 8.8 % en comparación con la variedad AN-264 que presentó el mayor contenido de humedad con 9.3%, esto posiblemente se presentó debido a que AN-239 es una variedad con características de precocidad que le ayudó a madurar más rápido y por lo tanto llegar a su CH óptimo para su cosecha en menos tiempo que AN-264. Respecto a los métodos de siembra ambas variedades presentaron menor contenido de humedad en el método de siembra en plano.

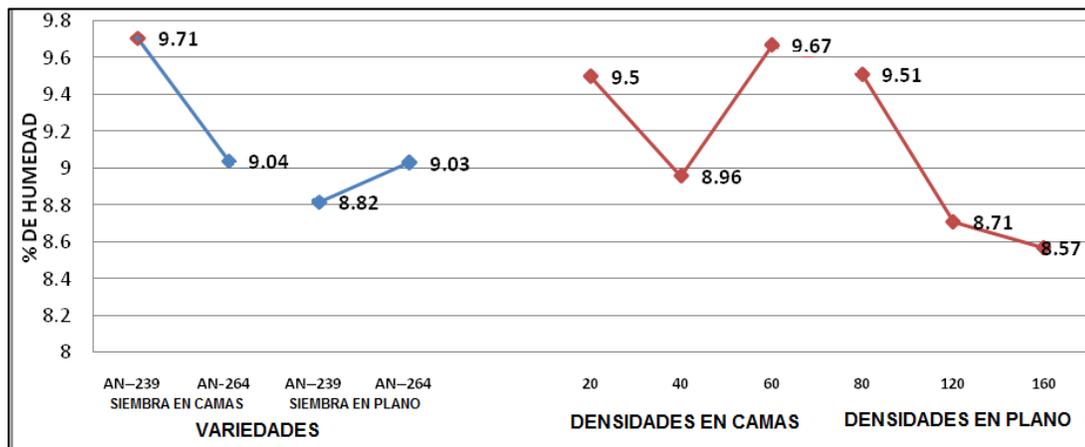


Figura 4.1 Comportamiento del contenido de humedad (CH) en la producción de semilla de dos variedades de trigo por dos métodos de siembra con diferentes densidades, en Navidad N.L. 2009

Con respecto a las densidades estudiadas en esta variable se observó que la densidad 60 kg/ha obtuvo el mayor contenido de humedad con 9.67 % en la siembra en camas (Figura 4.1), mientras que la densidad de 160 kg/ha en plano, presentó el menor contenido de humedad con un 8.57 %, seguido de la densidad de 120 kg/ha con 8.71 %; en la misma Figura 4.1 se muestra que al ir aumentando la densidad de siembra a partir 80 Kg/ha disminuye el contenido de humedad de la semilla, debido a algunos factores, como por ejemplo: agua requerida , competencia entre plantas que se favoreció por la densidad o por la precocidad del material y por tanto el CH resultó más bajo a la hora de la cosecha.

En la interacción variedad por densidad por método de siembra en camas se pudo observar que la densidad con mayor diferencia entre las variedades fue 60 Kg/ha (2 %) y la menor diferencia en el CH fue 40 Kg/ha.

Peso Volumétrico (PV)

En el análisis de varianza para los dos métodos de siembra se obtuvo que en la siembra en camas existió diferencia altamente significativa en densidades y no diferencia en variedades, pero en la interacción variedad por densidad se llegó a presentar diferencia significativa, por lo que existió cierto efecto en el PV en una de las variedades con alguna de las densidades aplicadas, resultando un CV de 4.4 % (Cuadro 4.1) lo cual indica que los resultados son confiables y en el caso de siembra en plano se obtuvieron diferencias altamente significativas entre variedades y densidades, mientras que en la interacción de estas dos fuentes de variación no se tuvo diferencia encontrando un CV de 2 %, como se muestra en el Cuadro 4.2.

En la prueba de comparación de medias para PV en la Figura 4.2, se indica que es muy similar al registrado para ambas variedades (AN-239 y AN-264) sembradas en camas con 65.42 y 65.55 kg/HL. Sin embargo en la siembra en plano se tuvo un PV mayor en AN-239 con 72.29 kg/H y un menor valor en AN-264 con 70.78 kg/HL, es de notar que en el método de plano se obtuvo un mayor peso volumétrico que en camas, debido posiblemente a que los contenidos de humedad fueron más bajos en plano que en camas y en el caso de AN-239 en plano presentó un PV alto lo que pudo deberse a la pronta maduración de la línea que se reflejó también en el CH trayendo como consecuencia que al sembrar en plano se incrementa el peso volumétrico de la semilla, por lo tanto coincide con los resultados en el trabajo de investigación de Jiménez (1990) quien observó que un período vegetativo corto y largo en el llenado de grano, resultó en un alto rendimiento en sorgo.

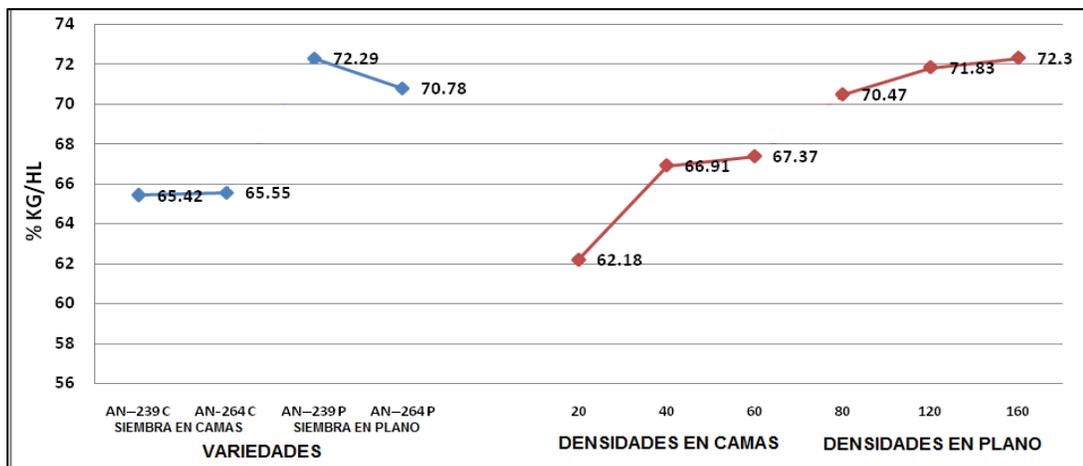


Figura 4.2 Comportamiento del peso volumétrico (PV) en la producción de semilla de dos variedades de trigo por dos métodos de siembra con diferentes densidades, en Navidad N.L. 2009

La respuesta del PV obtenido en las densidades estudiadas en ambos métodos, indica que la densidad que presentó mayor PV fue la de 160 kg/ha con 72.3 kg/HL, comparada con la densidad de 20 kg/ha que presentó

62.18 kg/HL, estos resultados arrojaron un comportamiento ascendente en el PV a medida que se aumentó la densidad de siembra tal como se muestra en la Figura 4.2, resultando más evidente en la siembra en camas. Una de las causas de este patrón podría ser que las semillas producidas en densidades altas en ambos métodos produjeron semillas de menor tamaño que se acomodaron mejor en el recipiente, dejando menos espacios vacíos. Conforme a lo anterior Thompson (1979) menciona que el tamaño y peso son indicadores de la excelencia de la semilla, ya que un cultivo sujeto a condiciones ambientales adversas presenta una disminución en el peso volumétrico o del peso de mil semillas.

En la interacción variedad por densidad en camas, se observó que la variedad AN-239 obtuvo mayor PV cuando se siembra en las densidades 40 y 60 kg/ha, con un promedio de 67.95 kg/HL (Cuadros A1 y A2), podría indicar que la semilla tienen CH bajo y por ello aumentara su PV pero en este caso no resultó así por lo que se piensa que este resultado más bien se debió a que posiblemente la semilla presentara tamaños desuniformes contando con mayor número de semillas por volumen y por consecuencia mayor peso, a pesar de que el tipo de riego utilizado no es el más recomendable para la siembra en camas.

Guzmán (1992) mencionan que el peso por hectolitro mide el peso por unidad de volumen y es utilizado como una prueba de control de calidad de granos. Esta propiedad está influenciada por la uniformidad y estructura biológica del grano y por su composición química, incluyendo la humedad; este comportamiento va aunado al rendimiento total en toneladas por hectárea.

Peso de Mil Semillas (PMS)

El análisis de varianza para esta variable mostró una diferencia altamente significativa entre variedades y densidades, en ambos métodos de siembra y no existió diferencia en la interacción variedad por densidad en los mismos, como se puede observar en el Cuadro 4.1 y en el Cuadro 4.2; esta variación en las variedades y densidades se debió a que las semillas estudiadas no se encontraban clasificadas por lo que al determinar el CV de cada una de ellas se pudo observar que según lo descrito por las reglas internacionales para la prueba de homogeneidad de población en la producción de semillas donde se menciona que los CV para semillas como trigo debe ser por debajo del 4 % para considerarse una población homogénea o un lote homogéneo, pero en el presente trabajo se reportaron algunas de las densidades con valores del CV de rechazo o desuniformidad (Cuadro A7) como fue en las densidades de 40, 80 y 120 kg/ha.

Para esta variable la variedad que obtuvo mayor peso en mil semillas fue la AN-239 sembrada en plano y camas. Donde la siembra en plano tuvo una mayor influencia positiva en el llenado de la semilla, ya que en camas se obtuvieron valores de 37.8 g en la variedad AN-239 y 34.6 g en AN-264, mientras que el método de siembra en camas mostró valores de 33.6 y 31.6 g respectivamente, como se puede apreciar en la Figura 4.3. Debido a este comportamiento Carballo (2001) en su trabajo de investigación encontró que el rendimiento de una planta es afectada por todas las condiciones del medio ambiente que influyen durante su desarrollo y por su capacidad genética, por lo tanto, dicha capacidad se puede manifestar mediante ciertas características morfológicas, como altura de la planta, longitud y densidad de espiga, número de granos por espiga, peso de granos, capacidad de amacollamiento, entre otras.

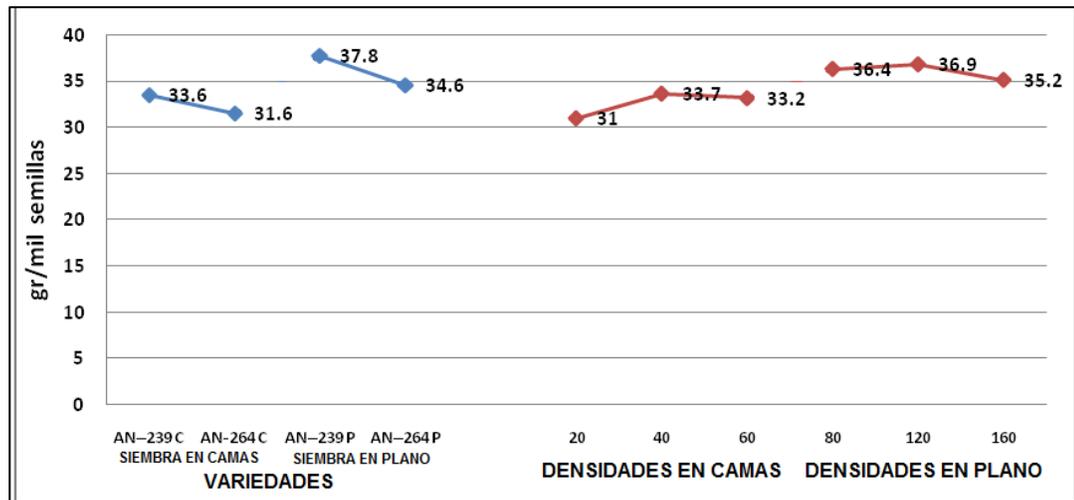


Figura 4.3 Comportamiento del peso de mil semillas (PMS) en la producción de semilla de dos variedades de trigo por dos métodos de siembra con diferentes densidades, en Navidad N.L. 2009

En relación a las densidades de siembra, se observó una respuesta en el incremento del PMS como se muestra en la Figura 4.3, donde las densidades altas como 80, 120, 160 kg/ha en el método de siembra en plano son mayores; al contrario las que presentaron menor peso en mil semillas fueron las densidades bajas 20, 40, 60 kg/ha aplicadas en la siembra en camas, sobresaliendo en todas las densidades en el PMS la de 120 kg/ha con 36.9 g y la menor 20 Kg/ha con 31 g, respecto a lo anterior Bidwell (1996) menciona que el crecimiento del grano depende directamente de dos factores: suministro de carbohidratos en el período de post-antesis y capacidad de almacenamiento de fotosintatos en los granos, por lo que el llenado del grano puede ser afectada por deficiencias nutritivas, estrés hídrica, inoculación de patógenos, etc., suponiendo que en el presente trabajo el estrés hídrico fue la mayor limitante, sobre todo en el método de siembra en camas, como se comentó anteriormente.

Calidad fisiológica

Capacidad de germinación (GER)

Plántulas normales (PN)

En el análisis de varianza de esta variable se encontró una diferencia altamente significativa entre variedades, diferencia significativa entre densidades y no existió diferencia entre la interacción variedad por densidad para la siembra en camas, indicando que las variedades se comportaron diferente en las densidades estudiadas, mostrando un coeficiente de variación de 11.9 % como se muestra en el Cuadro 4.3.

Para la siembra en plano el análisis de varianza encontró una diferencia altamente significativa entre variedades y no hubo diferencia entre densidades y la interacción variedad por densidad. Mostrando un coeficiente de variación de 21.2 % (Cuadro 4.4).

Cuadro 4.3 Cuadrados medios del análisis de varianza en las variables de calidad fisiológica dadas mediante siembra en camas a diferentes densidades en dos variedades de trigo en Navidad N.L. 2009

FV	GL	PN	PA	SSG	LMP	LMR	PS
Rep	2	150.22	70.22	86.22	1.49	0.03	3.74*
Variedad	1	4266.67**	384**	2090.67**	15.41**	1.81*	7.53**
Densidad	2	238.22*	70.22	50.67	1.69	2.43*	3.25*
V x D	2	42.67	34.67	130.67	0.39	1.88*	1.35
Em.	12	194.07*	86.51**	52.44	0.78	0.36	1.29
Error	34	91.8	24.1	70.5	0.58	0.43	0.93
CV (%)		11.8	61.3	75.5	7	4.2	7.7

*. ** =Significativo al 5 y 1% de probabilidad; PN = Plántulas normales (capacidad de germinación); PA = Plántulas anormales; SSG = Semillas sin germinar (muerta, fresca o latente); LMP= Longitud media de plúmula; LMR=Longitud media de radícula; PS= Peso seco.

Cuadro 4.4 Cuadrados medios del análisis de varianza en las variables de calidad fisiológica dadas mediante siembra en plano a diferentes densidades en dos variedades de trigo en Navidad N.L. 2009

FV	GL	PN	PA	SSG	LMP	LMR	PS
Rep	2	150.51	22.22	110.52	1.79	0.11	0.52
Variedades	1	5890.67**	474.07*	3022.52**	16.98**	0.18	11.59**
Densidad	2	479.74	50.67	235.85	0.85	3.10*	1.59
V x D	2	320.89	46.51	328.30	0.062	2.10*	0.53
Em.	12	159.70	50.07	82.96	0.97	0.37	0.10
Error	34	216	70.5	121	0.88	0.64	1.19
CV (%)		21.2	69.9	58.82	8.9	5.3	8,9

*. ** = Significativo al 5 y 1% de probabilidad; PN = Plántulas normales (capacidad de germinación); PA = Plántulas anormales; SSG = Semillas sin germinar (muerta, fresca o latente); LMP= Longitud media de plúmula; LMR=Longitud media de radícula; PS= Peso seco.

En las pruebas de comparación de medias se observó que la variedad AN-239 obtuvo un porcentaje de plántulas normales de 89.78 % en siembra en camas, mientras que en plano solo obtuvo 70.79 % de germinación; en tanto que la variedad AN-264 presentó 72 % para la siembra en camas y 58.81 % para plano; con ello se muestra que las dos variedades evaluadas obtuvieron su mayor porcentaje de germinación en el método de siembra en camas (Figura 4.4), posiblemente debido a que en dicho método la competencia fue menos intensa que en la siembra en plano.

Las variedades tuvieron diferentes respuestas a los métodos de siembra, posiblemente el ambiente juega un papel importante determinando el crecimiento y desarrollo de un cultivo, en base a lo descrito por Elton (1980), que menciona que la expresión de las cualidades fenotípicas es el resultado de la interacción del genotipo y el ambiente.

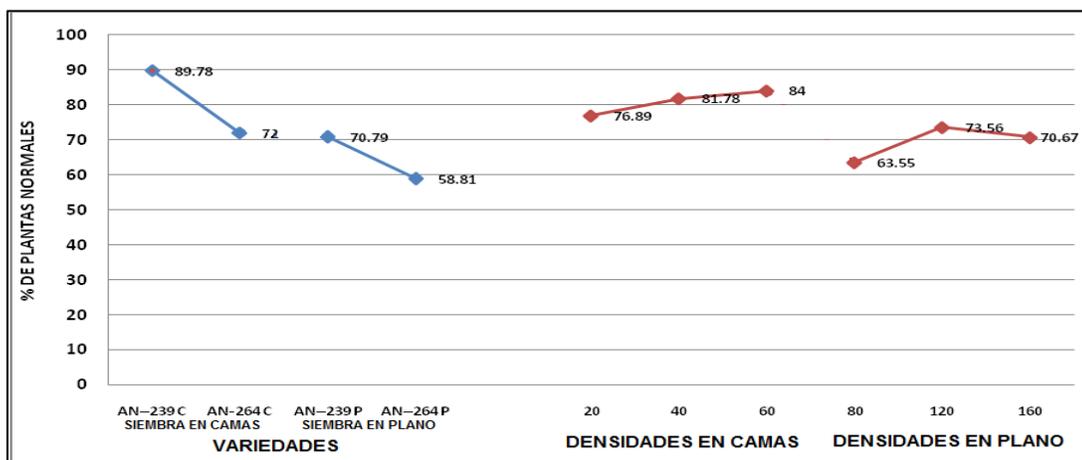


Figura 4.4 Comportamiento de plántulas normales (PN) en la producción de semilla de dos variedades de trigo por dos métodos de siembra con diferentes densidades, en Navidad N.L. 2009

En la comparación de medias para la variable de plántulas normales en respuesta a las densidades se obtuvo que las densidades de 40 y 60 kg/ha tuvieron porcentajes de germinación arriba del 81 %, seguido por la densidad de 20 kg/ha, que obtuvo 77 % de germinación en las siembra en camas, siendo así las tres densidades que sobresalieron en esta variable, comparadas con las densidades dadas en siembra en plano que estuvieron debajo de 74 %. Estos resultados de la siembra en plano coinciden con lo encontrado por Solórzano (1992), que no encontró diferencias significativas entre las densidades de siembra, sin embargo observó una ligera tendencia hacia las menores densidades coincidiendo con la siembra en camas. Así mismo 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.

Plántulas anormales (PA)

En los resultados del análisis de varianza aplicado para esta variable existió diferencia altamente significativa entre variedades en el método de siembra en camas como se observa en el Cuadro 4.3 y en plano en el Cuadro 4.4; resultando con un coeficiente de variación para camas de 61.3 % y plano de 69.9 %, esta variación se debió a que algunas repeticiones dentro del trabajo no presentaron plántulas anormales en la prueba de germinación.

En la comparación de medias (Figura 4.5) se encontró que la variedad AN-239 presentó menos plántulas anormales (5.33 %) sembrada en camas, mientras que en siembra en plano resultó un mayor porcentaje de anomalías con 9.4 %. En el caso de la variedad AN-264 obtuvo mayor valor de plántulas anormales en ambos métodos de siembra donde en camas fue de 10.57 % y en plano de 14.1 %; como se pudo observar en los resultados anteriores la variedad AN-239 obtuvo menor porcentaje de anomalías que la AN-264 en ambos métodos de siembra, por lo que se relaciona con lo descrito por Delouche (1986) quien menciona que las causas de anomalías pueden ser agrupados dentro de cuatro componentes: genéticos, principalmente pureza varietal; físicos, que incluye los tradicionales componentes de pureza hasta incidencia y severidad de daño mecánico y tamaño de la semilla; sanidad de la semilla o factores patológicos, donde se considera el tipo de incidencia de enfermedades transmitidos por semilla y por último fisiológico, que es la germinación y vigor, por lo que todos los componentes son de importancia durante la producción de semilla.

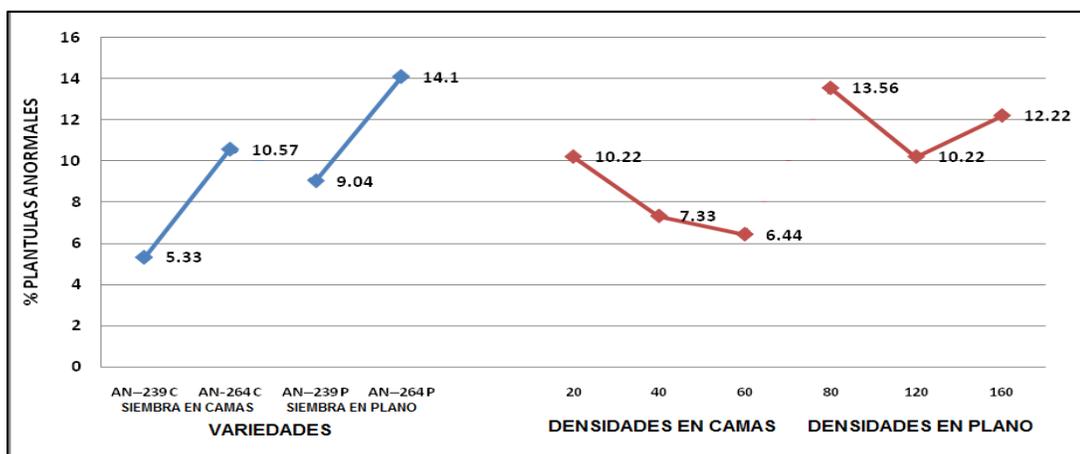


Figura 4.5 Comportamiento de plántulas anormales (PA) en la producción de semilla de dos variedades de trigo por dos métodos de siembra con diferentes densidades, en Navidad N.L. 2009

A pesar de que no existió diferencia en las densidades resulta importante resaltar que numéricamente hubo menores porcentajes de plántulas anormales en dosis como 60 kg/ha con 6.44 %, 40 kg/ha con 7.33 % que con dosis de 20 kg/ha que se obtuvo un 10.22 %. En las densidades aun más altas se encontró que también hubo un aumento en plántulas anormales sobre todo en 80 y 160Kg/ha con 13.56 y 12.22 % respectivamente. Esto se puede deber a que la semilla producida en altas densidades presentan algún tipo de estrés por agua, deficiencias en las reservas de la misma, como también la inoculación de patógenos a consecuencia del poco espacio entre plantas por lo que coincide con Besnier (1989), que menciona que las anomalías de tipo morfológico se producen, cuando son plántulas que difícilmente puedan dar lugar a plantas capaces de vegetar adecuadamente. Tales anomalías deben su origen a diferentes causas: deficiencias nutritivas de las plantas madres, deficiente maduración, infección por microorganismos y plagas, daños mecánicos ocasionados por la trilla en la limpieza, daños provocados por tratamientos inadecuados con productos fitosanitarios, etc. donde las plántulas anormales no llegan a nacer o mueren rápidamente poco después de haberlo hecho.

Semillas Sin Germinar (SSG).

En esta variable se encontraron diferencias altamente significativas entre variedades, para las siembras en camas (Cuadro 4.3) y plano (Cuadro 4.4.), por lo cual se confirma que existió un comportamiento diferente entre las variedades en los diferentes métodos de producción, teniendo un coeficiente de variación de 75.5 % en siembra en camas y 58.82 para plano, nuevamente esta variación se debió a que en las variedades en alguna densidad presentó valores de cero en semillas sin germinar.

En la comparación de medias (Figura 4.6), se encontró que la variedad AN-239 presentó menos semillas sin germinar en ambos métodos de siembra, en camas con 4.89 % y en plano con 11.26 %; en cambio la variedad AN-264 obtuvo el mayor porcentaje de semillas sin germinar, en camas obtuvo 17.33 % y en plano de 26.22 %; pero es de notar que en método de siembra camas en las dos variedades presentó el menor porcentaje de SSG; posiblemente se debió a que las condiciones de siembra en plano influyeron en el incremento de las semillas sin germinar, como podrían ser la alta densidad de población que dificultó el llenado de las reservas de la semilla, la inoculación de patógenos por el amontonamiento de plantas, estrés hídrico, entre otras.

Los resultados encontrados en el porcentaje de semillas sin germinar en las densidades, numéricamente existieron diferencias contrastantes ya que se tienen valores desde 9.56 hasta 22.89 %, como fue en el caso de 60 Kg/ha que fue el más bajo valor y 80 Kg/ha con el más alto. Sin embargo en el caso de la siembra en camas los porcentajes de SSG no se dieron con esa tendencia ya que a menor densidad mayor número de SSG se encontró y a mayor densidad disminuyeron. (Figura 4.6).

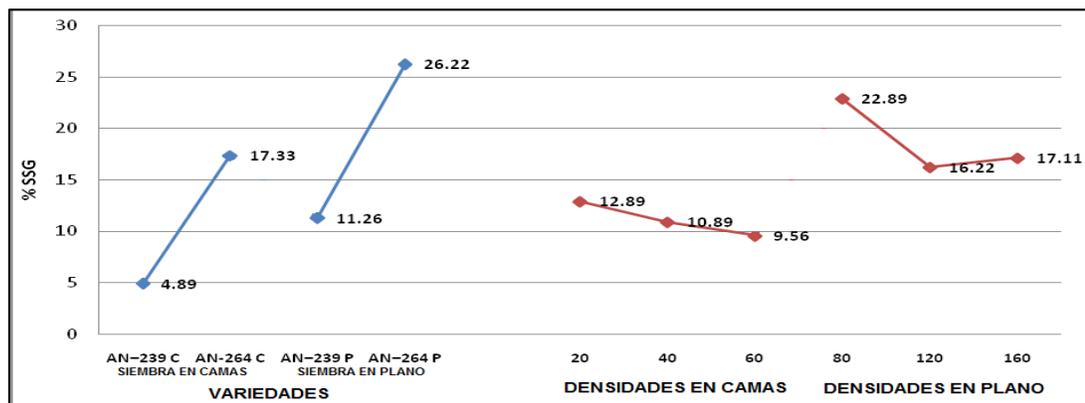


Figura 4.6 Comportamiento de semillas sin germinar (%SSG) en la producción de semilla de dos variedades de trigo por dos métodos de siembra con diferentes densidades, en Navidad N.L. 2009

En la misma Figura 4.6, se puede observar también la respuesta de las densidades en la siembra en plano como ya se mencionó 80 kg/ha fue la mayor y se esperaba que la tendencia del aumento de la densidad aumentaran las SSG, caso que no sucedió ya que a 120 kg/ha disminuyó con 16.22 %, y en 160 kg/ha resultó con 17.11 %.

Togani (1982) menciona que puede existir daño de la semilla en el campo por demora de la cosecha, efecto de heladas en lotes de madurez tardía y otros factores que, en su mayoría se deben a factores ambientales que son de difícil control. Otros daños son producidos después de la cosecha como pueden ser: granos alterados, ardidados y hasta podridos por haberse cosechado, embolsado y almacenados verdes o húmedos sin previo secado todos estos factores dan importantes fallas en la germinación.

Longitud Media de Plúmula (LMP)

En esta variable se encontraron diferencias altamente significativas entre variedades, en las siembras en camas y plano (Cuadros 4.1 y 4.2); por lo cual se confirma que existió un comportamiento diferente entre las líneas estudiadas en los diferentes métodos de siembra, obteniendo un coeficiente de variación de 7 % para la siembra en camas y 8.9 % para plano.

En la prueba de comparación de medias general mostrada en la Figura 4.7, se encontró que la variedad AN-239 fue la que presentó mayor longitud de plúmula en la siembra en camas con 11.42 cm, mientras que en

plano fue de 11.07 cm. La variedad AN-264 resultó con valores menores en la longitud de plúmula, donde en camas obtuvo 10.35 cm y en plano con 9.95 cm. La variedad AN-239 mostró un mayor vigor tanto en camas como plano y siempre mayor que la variedad AN-264, posiblemente debido a la característica propia de la variedad ya que se ha estado mencionando que por ser más precoz tiene cierta ventaja sobre la otra variedad, lo cual coincide con Perry (1972) que indica que 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, así mismo Serrato (1995) menciona que entre los factores que hacen variar el vigor en la semilla está el genotipo, ya que tiene un efecto determinante la madurez fisiológica en que éste fuera cosechado, así como los daños que pueda sufrir por efectos de factores ambientales.

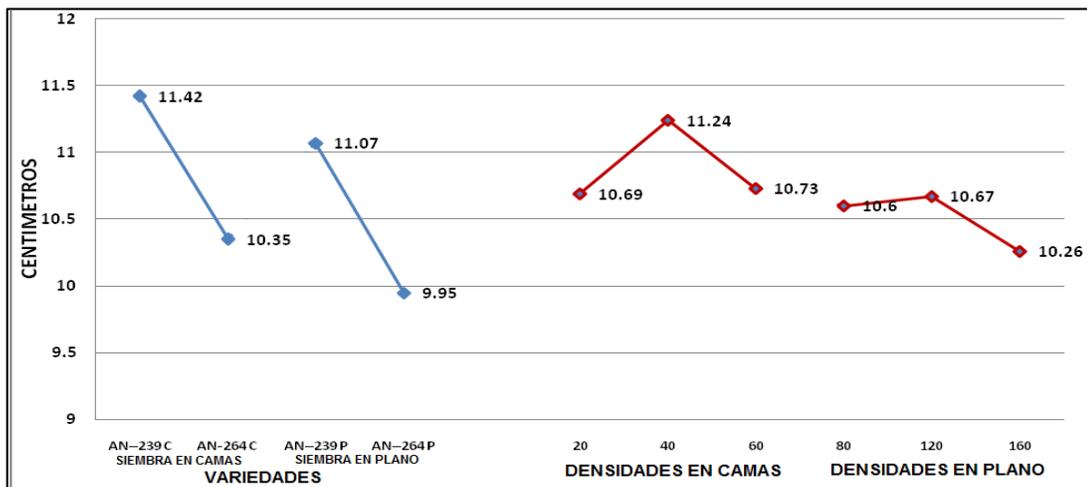


Figura 4.7 Comportamiento de longitud media de plúmula (LMP) en la producción de semilla de dos variedades de trigo por dos métodos de siembra con diferentes densidades, en Navidad N.L. 2009

En esta variable, numéricamente la densidad de 40 kg/ha obtuvo el mayor vigor con 11.24 cm y el menor se obtuvo a 160 Kg/ha con 10.24 cm (Figura 4.7), es de notar que a medida que aumentaron las densidades disminuyó el vigor de las semilla por los bajos valores de LMP, como fue a partir de 40 kg/ha, afectando en un futuro el vigor de la planta por lo consiguiente la calidad y el rendimiento ,como menciona Rojas (1996), que a 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.

Longitud media de radícula (LMR)

En esta variable en el análisis de varianza se encontró en el método de siembra en camas, una diferencia significativa entre variedades y en la interacción variedad por densidad, así como diferencias altamente significativas entre densidades (Cuadro 4.3) con CV de de 4.2 %. En el método de siembra en plano, el ANVA mostró que existió una diferencia significativa en densidades así como en la interacción variedad por densidad (Cuadro 4.4) dando un CV de 5.3 %, lo cual confirma que existió un comportamiento diferente entre las variedades, densidades e interacción variedad por densidad en los diferentes métodos de siembra.

En la prueba de comparación de medias mostrada en la Figura 4.8 se encontró entre los dos métodos de siembra que la mejor respuesta se obtuvo en camas, y entre las variedades la AN-239 fue la que presentó mayor vigor por el alto valor de longitud media de radícula en ambos métodos, donde la siembra en camas obtuvo 15.89 cm y en la siembra en

plano con 14.95 cm; mientras que la variedad AN-264 presentó el menor vigor en LMR con 15.52 cm en camas y 14.83 cm en plano, estos resultados muestran la misma tendencia que el vigor medido en la longitud media de plúmula descrito anteriormente.

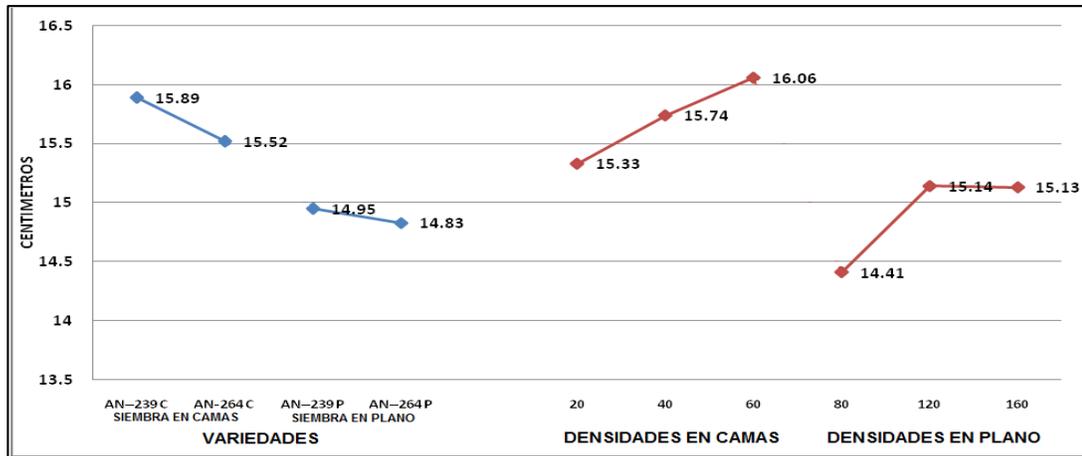


Figura 4.8 Comportamiento de longitud media de radícula (LMR) en la producción de semilla de dos variedades de trigo por dos métodos de siembra con diferentes densidades, en Navidad N.L. 2009

El resultado en la prueba de comparación de medias de densidades en la misma variable mostrada en la Figura 4.8, se observa que las densidades con mayor longitud media de radícula fueron las evaluadas en el método de siembra en camas donde 60 kg/ha resultó con el mayor valor con 16.06 cm, seguido de 40 kg/ha con 15.74 cm y 20 kg/ha quien obtuvo el más bajo valor con 15.33 cm; que comparadas con las densidades evaluadas en plano se tuvieron los menores valores de vigor de LMR donde 120 y 160 kg/ha presentaron valores muy similares (15.14 y 15.13 cm respectivamente) y más altos que 80 Kg/ha que obtuvo 14.41 cm.

Estos resultados indican que el aumentar la densidad en plano arriba de 120 Kg/ha no influye en el vigor de la semilla sobre todo en la LMR, que en el caso de camas si se favorece el vigor de la semilla debido posiblemente a que la planta obtiene mayor humedad, favorece que estén más disponibles los nutrientes y ayuda a que se tenga un buen llenado de semilla por lo tanto se tiene una mayor calidad.

Tasa de crecimiento de plántula mediante peso seco (PS)

En el análisis de varianza para esta variable en el método de camas se encontraron diferencias altamente significativas entre las dos variedades estudiadas y una diferencia significativa en las densidades de siembra con un CV de 7.7 % (Cuadro 4.3); así como en siembra en plano se encontró diferencia altamente significativa solo en las dos variedades con CV de 8.9 % (Cuadro 4.4); confirmando que la respuesta de vigor en las variedades y en las densidades en los dos métodos de siembra se mostró diferente.

En la comparación de medias de la Figura 4.9, se observa que la variedad AN-239 fue la que presentó mayor tasa de crecimiento (PS) en la siembra en cama con 12.82 mg/plántula y en plano con 12.74 mg/plántula, por lo que resultó de mayor vigor que la variedad AN-264, quien presentó los menores valores de PS tanto en camas (con 12.08 mg/plántula) como en plano (11.81 mg/plántula). Marcando claramente que la variedad AN-239 obtuvo un mejor vigor que AN-264, además de no tener efecto con los sistemas de producción a las que puede ser llevada. Ratikanta (1989) menciona que estas diferencias resultan de los procesos fisiológicos, los cuales tienen mecanismos que son usualmente bioquímicos afectados por la constitución genética de las plantas.

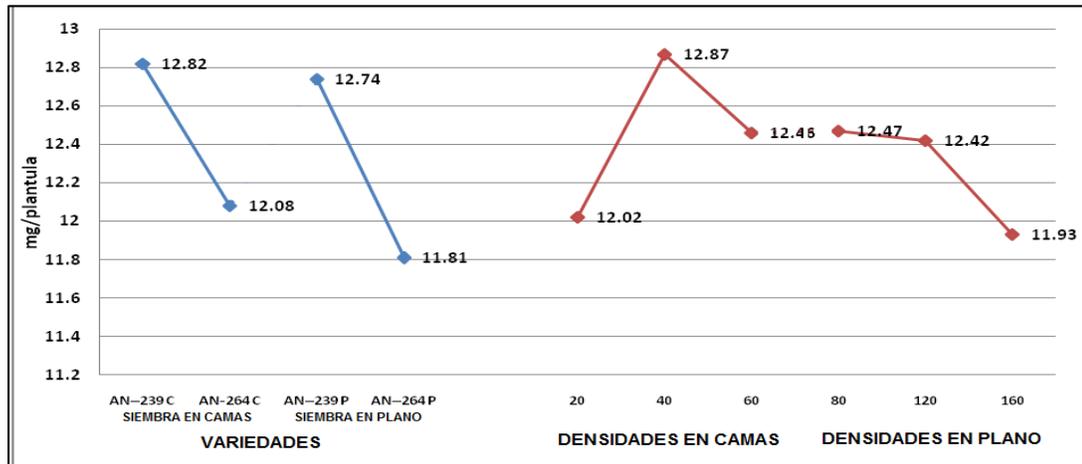


Figura 4.9 Comportamiento de la tasa de crecimiento de plántula-peso seco (PS) en la producción de semilla de dos variedades de trigo por dos métodos de siembra con diferentes densidades, en Navidad N.L. 2009

En lo que respecta a la prueba de comparación de medias en las densidades en la variable PS se encontró que la densidad con mayor tasa de crecimiento fue 40 kg/ha con 12.87 mg/plántula, seguido de 60 y 80 kg/ha que obtuvieron valores muy similares que en promedio fue de 12.45 mg/plántula, sin embargo a bajas densidades como es en el caso de 20 Kg/ha la respuesta del vigor disminuye hasta un 12.02 mg/plántula; que al ser comparadas con las densidades estudiadas en plano se tuvieron valores más bajos en la tasa de crecimiento, como fue a 160 kg/ha con 11.93 mg/plántula, teniendo un incremento en 120 kg/ha con 12.42 mg/plántula. Según los datos obtenidos se observa que la tasa de crecimiento disminuyó en la siembra en plano conforme aumentan las densidades (120 kg/ha) que a diferencia de la siembra en camas disminuye a densidades bajas (20 kg/ha) ya que según Besnier (1989) menciona 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.

CONCLUSIONES

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

- ❖ El método de siembra en camas favoreció la calidad fisiológica de semilla en las líneas élite de trigo (*Triticum aestivum* L.) forrajero imberbe AN-239 y AN-264. Además permitió aprovechar los espacios para el hombre y la maquinaria para realizar control de malezas, plagas, manejo de nutrientes y desmezcles para obtener semilla de calidad.

- ❖ La siembra en camas con las densidades de siembra 40 y 60 kg/ha se consideran como las óptimas para producir semillas de alta calidad física y fisiológica de las dos líneas élite de trigo forrajero imberbe estudiadas.

- ❖ La Línea AN-239 posee mejor calidad de semilla que la AN-264, manifestándose su superioridad sobre todo mediante el método de siembra en camas y con densidades de 40 y 60 kg/ha.

BIBLIOGRAFIA

- Ángeles B.E. 2008. Evaluación de densidades de siembra en forraje verde hidropónico de avena y maíz bajo dos niveles de sombreo. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Association of Oficial Seed Analysts (AOSA) 1992. Seedling evaluation handbook. Contribution No. 35. The Handbook of Official Seed. United States of America. 76-80 p.
- Association of Oficial Seed Analysts (AOSA) 1993. Seed vigor testing handbook. Contribution No. 35. The Handbook of Official Seed. United States of America. 88 p.
- Besnier F. R. 1989. Semillas biológicas y tecnológicas. Ediciones Mundi-prensa. Madrid. P. 637.
- Bidwell, R. G. S. 1996. Reguladores de crecimiento de las plántulas en la agricultura 8ª reimpresión. Ed. Trillas. México p 461-463.
- Carballo C. A. B. 2001. Reguladores de crecimiento en la estimulación fisiológica en semillas de cultivos básicos. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p 72-75.
- Camacho, C. M. 1989. Guía para producir trigo en el sur de Sonora. SARH-INIFAP-CIFAPSON-CEVY. Ciudad Obregón, Sonora, México.

- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, (CIMMYT). 1994. Manual para la producción de semillas de maíz, semana de la semilla del maíz de CIMMYT. El Batán, 31 de Mayo al 4 de Junio. p 179.
- Copeland, L. and McDonald, M. 2001. Principles of seed science and technology. 4° Edición. Boston, Kluwer Academic 497.
- Craviotto, R.M.; Arango, M: R y Gallo, C. 2006. Casete de análisis de germinación y sanidad de semillas.- Seed Nuez Internacional. Año X N° 1, Enero -Febrero 2006. INSS. 1415-0387 Pag. 8-9.
- Cruz M. R. 2008. Cultivo del trigo. Monografía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, Mexico.
- Delouche J. C. 1986. Physiological seed quality. Short course for seedsmen, Mississippi States University. 27. 55-59.
- Dofing, S. M. and C.W. Knight. 1994. Yield component compensation in unicum barley lines. Agronomy Journal. 86 (2): 273-276.
- Garay E. A. 1989. La calidad de la semilla y sus componentes. Memorias del primer curso avanzados sobre sistemas de semillas para pequeños agricultores. CIAT. Mayo 15-Junio 23. Cali, Colombia. p 2-11.
- García A. J. C. 2004. Evaluación de forraje verde hidropónico en tres especies forrajeras (cebada, trigo y triticale), bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- García L. E. 2005. Los mercados a futuro como alternativa de comercialización de trigo en el estado de Guanajuato. Tesis de

Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

- García, R. y M. Mc Maney. 1993. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento de granos y sus componentes de tres cultivares de trigo. EEA INTA Pergamino. Boletín de Divulgación Técnica N° 97.
- Govaerts, B. y K. Sayre. 2008. The Yaqui Valley of Sonora Mexico, where the beds came from? Inédito. CIMMYT.
- Guzmán M. 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.
- Internacional Seed Testing Association. (ISTA) 2004. Internacional rules for seed testing. P.O. BOX 308, 8303 Basserdorf, CH-Switzerland. Chapter 8.
- Jiménez M. A. 1990. Semillas forrajeras para siembra. Análisis de su calidad, estándares y densidades. Universidad Autónoma de Chapingo. Carretera México-Texcoco km 38.5, México.
- 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.

- M. H. and S.R. Simmons. 1994. Tillering response of barley to shifts in light quality caused by neighboring plants. *Crop science*. 34 (6): 1604- 1611.
- 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.
- Moreno A.; Moreno, M.; Ribas, F.; Cabello. M.J. 2002. Influencia de distintas dosis de siembra sobre el rendimiento de la cebada (*Hordeun vulgare* L.). *Sociedad Española de Agricultura Ecológica; Gijón Tomo 1*, 685-689.
- Moreno M .E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas 3° Ed. UNAM. Mexico. P 113-122.
- Moreno R. O. H., Salazar G. J. M., Tamayo E. L. M., y Martínez C. J. L. 1993. Tecnología para la producción de trigo en surcos. SARH-INIFAP-CIRNO-CEVY. Ciudad Obregón, Sonora, México.
- Ortiz-Monasterio, I., Sayre, K.D., Peña, R.J. y Fischer, R.A. 1994. Improving the nitrogen use efficiency of irrigated spring wheat in the Yaqui Valley of Mexico. 15th World Cong. Soil Science, vol. 5b: 348-349.
- Páez N. O. 1991. El Cultivo del Arroz Densidad de Siembra, Control de Malezas y Fertilización. FONAIAP-Estación Experimental Portuguesa. Acarigua. Fonaiap Divulga N°36.

- Perreti A. 1994. Manual para el análisis de semillas. INTA. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. P 281.
- Perry D. A. 1972. Seed vigor and field establishment. Hort. Abstracts 42. 334-342.
- Perry, D. A. 1977. A vigor tests for seed of barley (*Hordeum vulgare*) based on measurement of plumule growth. Seed science and technology. P. 709-719.
- Perry, D. A. 1987. Introduction, methodology and application of vigour tests; growth and evaluation tests; topographical tetrazolium tests. ISTA. Handbook of vigour tests methods. 2a edicion, Zurich, Switzerland, p 72.
- Ratikanta M. SC. 1989. Morfología, crecimiento y desarrollo del sorgo. Marin, Nuevo León, Mexico. P. 355.
- Rojas, I. E., 1996. Aportaciones a la generación de un paquete para la producción de forraje en hidroponía. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. México. p 74.
- Sayre, K.D. and Moreno Ramos, O.H. 1997. *Applications of raised-bed planting systems to wheat*. Wheat Special Report N° 31. Mexico, D.F., CIMMYT.
- Sayre, K.D. 2000. Managing the wheat crop. *In Wheat Improvement and Production* . Rome, Italy.
- 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.

- Solórzano, E. 1992. Fechas, métodos y densidades de siembra de lentejas (*Lens esculenta* Moench). Revista Chapingo. 77: 29-33.
- Thomson J. R. 1979. Introduction to seed technology. Thomson Litho Ltd. Scotland. Great Britain.
- Togani H. 1982. El sorgo. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina. p 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.
- 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.
- Villaseñor M., H. E. y Espitia R. E. 1994. La producción de trigo y la investigación en México. W. P. en: Bauer, M., I. Chong, E. Moreno, J. Quintanilla y E. Torres (eds.). "Foro de consulta permanente. El agua

y la energía en la cadena alimentaria”. México, D. F. Universidad Autónoma de México. P. 91-104

- Villaseñor Mir, H. E. y Espitia R. E. 2000. El trigo de temporal en México. INIFAP. Campo Experimental Valle de México, Chapingo, Estado de México. 313 pp.

Citas en internet

- www.aarfs.com.mx/descargas/tecnoagro2009.pdf
- www.agriculturadeprecision.org
- www.cimmyt.org/spanish/wps/mexico/mejoramtrigo.
- www.fao.org
- www.infoagro.com
- www.molinovillafane.com
- www.uniondecampesinos.com/articblog/Densidades
- www.vet-uy.com/articulos/producciones_alternativas

APENDICE

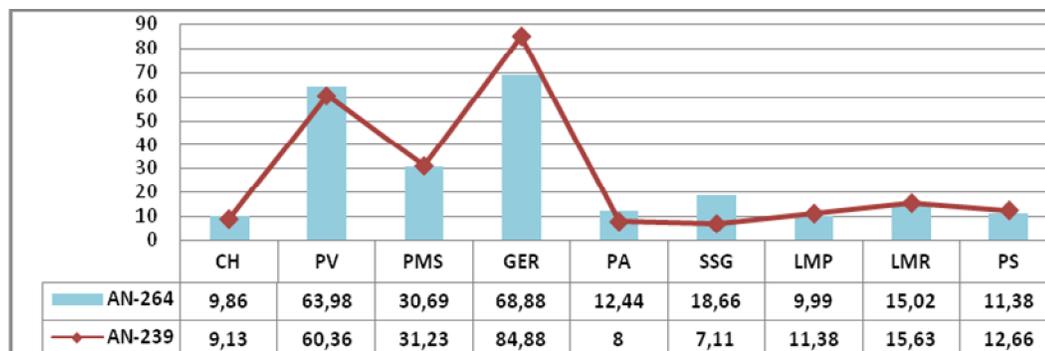


Figura 1.A Comportamiento de los parámetros evaluados en la producción de semilla, para las variedades de trigo estudiadas, sembradas con la densidad de 20 kg/ha, en Navidad N.L. 2009

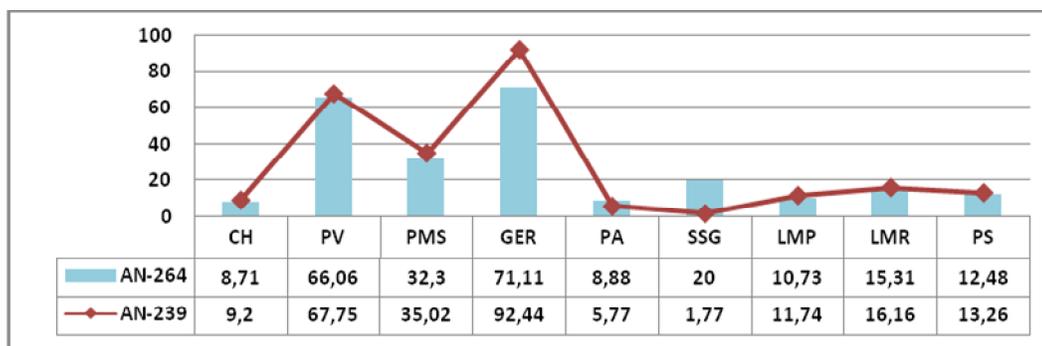


Figura 2.A Comportamiento de los parámetros evaluados en la producción de semilla, para las variedades de trigo estudiadas, sembradas con la densidad de 40 kg/ha, en Navidad N.L. 2009

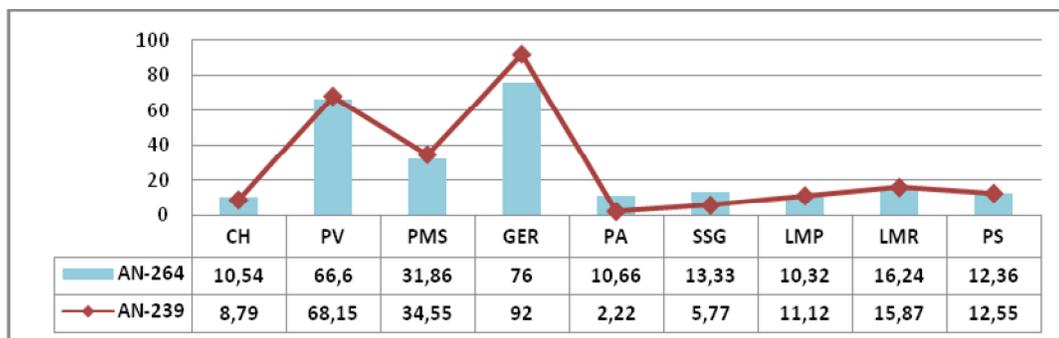


Figura 3.A Comportamiento de los parámetros evaluados en la producción de semilla, para las variedades de trigo estudiadas, sembradas con la densidad de 60 kg/ha, en Navidad N.L. 2009

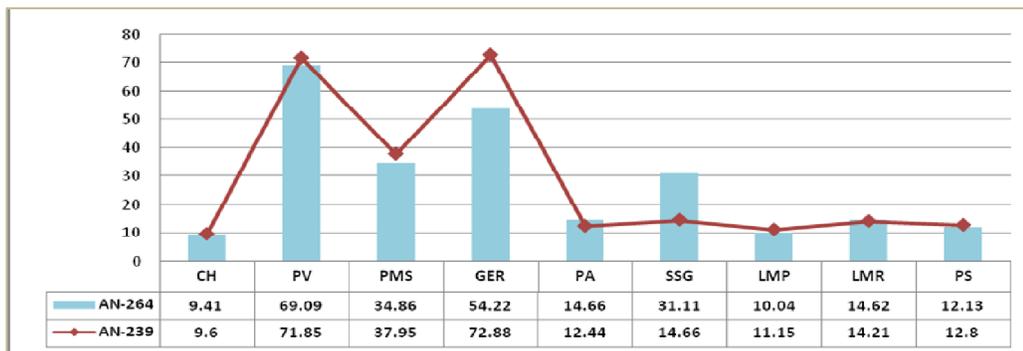


Figura 4.A Comportamiento de los parámetros evaluados en la producción de semilla, para las variedades de trigo estudiadas, sembradas con la densidad de 80 kg/ha, en Navidad N.L. 2009

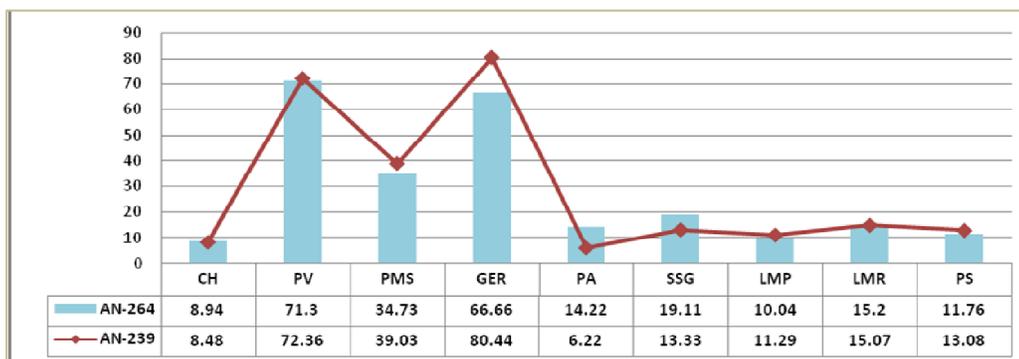


Figura 5.A Comportamiento de los parámetros evaluados en la producción de semilla, para las variedades de trigo estudiadas, sembradas con la densidad de 120 kg/ha, en Navidad N.L. 2009

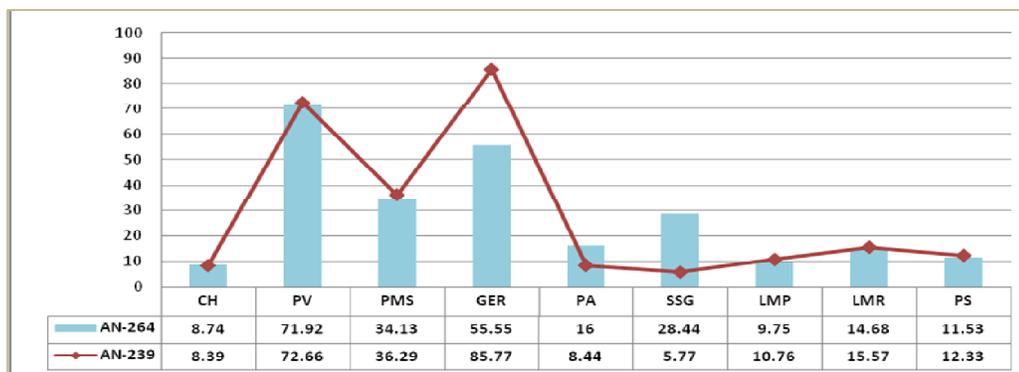


Figura 6.A Comportamiento de los parámetros evaluados en la producción de semilla, para las variedades de trigo estudiadas, sembradas con la densidad de 160 kg/ha, en Navidad N.L. 2009

Cuadro 7.A Coeficiente de variación en el peso de mil semillas (PMS) de cada densidad en tres repeticiones obtenidas en el muestreo. Navidad N.L. 2009

SISTEMA DE PRODUCCION	MATERIAL GENETICO	REPETICIONES EN CAMPO	DENSIDADES DE SIEMBRA	CV
CAMAS	AN - 239	CAMA 1	20	2.8
			40	5.6
			60	2.2
		CAMA 2	20	3.0
			40	3.8
			60	2.9
		CAMA 3	20	3.2
			40	4.6
			60	2.9
	AN - 264	CAMA 1	20	3.0
			40	3.5
			60	2.4
		CAMA 2	20	1.7
			40	2.6
			60	3.6
		CAMA 3	20	1.6
			40	4.1
			60	2.6
PLANO	AN - 239	PLANO 1	80	2.0
			120	6.9
			160	4.2
		PLANO 2	80	5.4
			120	0.8
			160	2.1
		PLANO 3	80	3.0
			120	2.2
			160	2.9
	AN - 264	PLANO 1	80	3.2
			120	2.5
			160	2.9
		PLANO 2	80	1.7
			120	4.2
			160	2.8
		PLANO 3	80	4.5
			120	2.0
			160	2.7

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.