

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA



**CALIDAD DE SEMILLA EN CEREALES PRODUCIDOS BAJO TRES
DENSIDADES DE SIEMBRA**

POR

LIBIA EDILMA RAMIREZ MENDOZA

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA

Calidad de Semilla en Cereales Producidos bajo tres Densidades de Siembra

POR

Libia Edilma Ramírez Mendoza

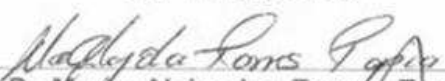
Que se Somete a Consideración del H. Jurado Examinador como

Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

APROBADA


M. P. María Alejandra Torres Tapia


Asesor principal


Dr. Victor Manuel Zamora Villa

Asesor


M. C. Modesto Colín Rico

Asesor


Biol. Miguel Agustín Carranza Pérez

Asesor


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Coordinador de la División de Agromiación
División de Agromiación



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo, 2010

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme la vida, una maravillosa familia, unos padres ejemplares, por iluminar mí camino, por darme la oportunidad de seguir adelante y hacer mis sueños realidad.

A MIS PADRES

Elías Ramírez Pacheco y Luvia Mendoza Bautista les dedico este trabajo con todo el amor y cariño que merecen, a ustedes por ser las personas más importantes en mi vida, a ustedes que con esfuerzo y sacrificio han trabajado para darme lo mejor, por ser la fuente de inspiración para superarme cada día y enseñarme que todo esfuerzo es al final recompensa. A ustedes por ser los mejores padres del mundo y no me alcanzará la vida para agradecerles todo lo que han hecho por mí.

"GRACIAS PAPAS"

A MI ABUELITA Y A MIS TIOS

A mi abuelita Ofelia y mis tíos Raúl, David, Lila, Leticia, Patricia, Dolores, Homero y Gloria por impulsarme a seguir adelante durante toda mi carrera profesional, por estar conmigo en todo momento, gracias los quiero mucho y que Dios los bendiga.

A MI HERMANO Y SU ESPOSA

Elías Ramírez Mendoza Y Rosa Anamí Andrés Pérez por el cariño que nos une a pesar del tiempo y la distancia.

A MI SOBRINA

Ya que fue una de mis motivaciones principales para concluir mi carrera profesional, para darle un buen ejemplo y alentarla para que pueda cumplir sus metas en esta vida.

A MIS PRIMOS

Nerida, Román, Josué, Gustavo, Dennis, Oscar, Jesse, y a todos los demás por todos sus consejos y ánimos que siempre me brindaron durante mis estudios. Gracias

A MIS SERES QUERIDOS

Areli y Miguel Ángel, por haberme brindado su apoyo incondicional, por sus consejos y ejemplo de salir adelante. A quienes les deseo lo mejor y éxito en la vida.

Lilian, Bernalda, por haberme brindado su confianza y apoyo incondicional por todas las angustias y alegrías que pasamos en nuestra Alma Terra Mater. Y que siempre las recordaré a donde quiera que vaya. Gracias.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro mi "ALMA TERRA MATER". Por permitirme ser parte de ella y brindarme las herramientas para mi formación profesional. Gracias.

A la M. P. Alejandra Torres Tapia por brindarme su amistad, pero sobre todo le agradezco infinitamente por los conocimientos y empeño que me brindó durante la elaboración de este trabajo de investigación; gracias por la atención, paciencia y extraordinaria asesoría brindada, que Dios la bendiga.

. Al Dr. Víctor Manuel Zamora Villa por el tiempo, dedicación y conocimientos proporcionados durante la realización de esta investigación.

Al M.C. Modesto Colín Rico por los consejos y sugerencias brindadas para una mejor presentación de esta investigación.

Biol. Miguel Agustín Carranza Pérez por apoyarme en la revisión, corrección y sugerencias para poder realizar este trabajo, además de haber formado parte de los catedráticos que contribuyeron durante mi formación académica.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	III
INDICE DE CONTENIDO	IV
INDICE DE CUADROS	V
INDICE DE FIGURAS	VI
I. INTRODUCCION	1
OBJETIVO.....	3
HIPOTESIS.....	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
Cereales.....	4
Requerimientos en la siembra.....	5
Densidad de población.....	7
Calidad de la semilla.....	8
Efecto de las densidades de población en el rendimiento de semillas.....	12
Otros factores que intervienen en la calidad de la semilla en campo.....	13
III.MATERIALES Y METODOS	15
Ubicación del campo experimental.....	15
Ubicación del área de estudio.....	16
Parámetros evaluados.....	17
Rendimiento de semilla (Peso total).....	17
Calidad física.....	17
Contenido de Humedad (CH).....	17
Peso de Mil Semillas (PMS).....	17
Peso Volumétrico (PV).....	19
Calidad fisiológica.....	19
Capacidad de germinación (GER).....	19
Longitud Media de Plúmula (LMP).....	20
Longitud Media de Radícula (LMR).....	20
Vigor mediante la Tasa de crecimiento de la plántula (Peso Seco PS).....	21
Análisis estadístico.....	21
Procedimiento w de Tukey.....	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
Rendimiento de semilla.....	23
Calidad física.....	27
Calidad fisiológica.....	36
Vigor.....	48
VI. CONCLUSIONES	57
VII. BIBLIOGRAFIA	58

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Descripción	Pág.
4.1	Cuadros medios y significancia de las variables de calidad física dadas bajo tres densidades en cuatro especies de cereales, producidas en Zaragoza, Coahuila, 2008.....	24
4.2	Cuadros medios y significancia de las variables de la calidad fisiológica dadas mediante diferentes densidades de siembra en cuatro variedades de cereales en Zaragoza, Coahuila, 2008.....	37
4.3	Cuadros medios y significancia de las variables para la capacidad de vigor de la semilla mediante diferentes densidades en cuatro especies de cereales en Zaragoza, Coahuila, 2008.....	49

INDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Pág.
4.1	Comportamiento de medias del peso total (P TOT) entre cuatro de cereales producidos (a) en diferentes densidades de siembra (b) en Zaragoza, Coahuila, 2008.....	25
4.2	Comportamiento de medias del peso total (P TOT) en la producción de semillas de cuatro de cereales bajo diferentes densidades de siembra, en Zaragoza, Coahuila, 2008.....	26
4.3	Comportamiento de medias del contenido de humedad (CH) en cuatro cereales producidas bajo diferentes densidades de siembra, en Zaragoza, Coahuila, 2008.....	28
4.4	Comportamiento del contenido de humedad (CH) en la producción de semillas de cuatro cereales bajo diferentes densidades de siembra, en Zaragoza, Coahuila, 2008.....	29
4.5	Comportamiento de medias del peso volumétrico (PV) entre cuatro cereales producidos (a) en diferentes densidades de siembra (b) en Zaragoza, Coahuila, 2008.....	31
4.6	Comportamiento del peso volumétrico (PV) en la producción de semilla de cuatro cereales a diferentes densidades de siembra, en Zaragoza Coahuila, 2008.....	32
4.7	Comportamiento de medias del peso de mil semillas (PMS) entre cuatro cereales producidos (a) en diferentes densidades de siembra (b) en Zaragoza, Coahuila, 2008.....	34
4.8	Comportamiento del peso de mil semillas (PMS) en la producción de semilla de cuatro cereales a diferentes densidades de siembra, en Zaragoza Coahuila,2008.....	35
4.9	Comportamiento de medias de germinación en el primer conteo (PEC) entre cuatro cereales producidos (a) en diferentes densidades de siembra (b) en Zaragoza, Coahuila, 2008.....	38

4.10	Comportamiento en el primer conteo, en la producción de semillas de cuatro cereales a diferentes densidades de siembra, en Zaragoza Coahuila, 2008.....	39
4.11	Comportamiento de medias de las variedades (a) en cuanto a plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA), semillas sin germinar (SSG) en cuatro cereales producidos bajo diferentes densidades de siembra (b), en Zaragoza, Coahuila, 2008.....	41
4.12	Comportamiento de las plántulas normales (PN) en la producción de semilla de cuatro cereales bajo diferentes densidades de siembra, en Zaragoza Coahuila, 2008.....	42
4.13	Comportamiento de las plántulas anormales (PA) en la producción de semilla de cuatro cereales bajo diferentes densidades, en Zaragoza Coahuila, 2008.....	45
4.14	Comportamiento de las semillas si germinar en la producción de semillas de cuatro cereales a diferentes densidades, en Zaragoza Coahuila, 2008.....	47
4.15	Comparación de medias de las variedades (a) en cuanto a plántulas, longitud media de plúmula (LMP) y longitud media de radícula (LMR) en cuatro cereales producidos bajo diferentes densidades de siembra (b), en Zaragoza, Coahuila, 2008.....	50
4.16	Comportamiento de la longitud media de plúmula (LMP) en la producción de semilla de cuatro cereales bajo diferentes densidades, en Zaragoza Coahuila, 2008.....	51
4.17	Comportamiento de la longitud media de raíz (LMR) en la producción de semilla de cuatro bajo diferentes densidades de siembra, en Zaragoza Coahuila, 2008.....	53
4.18	Comportamiento de medias de las variedades (a) en cuanto a peso seco (PS) en cuatro cereales producidos bajo diferentes densidades de siembra (b), en Zaragoza, Coahuila, 2008.....	55
4.19	Comportamiento del peso seco (PS) en la producción de semilla de cuatro cereales bajo diferentes densidades de siembra, en Zaragoza Coahuila, 2008.....	56

INTRODUCCIÓN

Los cereales son el alimento humano más importante y como grupo, constituyen las especies más difundidas ya que contienen nutrientes en forma concentrada, son fáciles de almacenar, se conservan por mucho tiempo, se transforman con facilidad en otros alimentos, se les puede utilizar como materia prima o como producto elaborado. En el caso de algunos cereales la cosecha de grano se destina a la industria y en otros a la alimentación animal. La paja y los tallos gruesos son importantes fuentes de alimento para el ganado, sobre todo para los rumiantes mayores, y los restos de la cosecha a menudo son pastoreados. La avena y la cebada son comúnmente cultivadas para henificar mientras que el trigo no es tan apreciado; aún en sus condiciones más afectadas, por ejemplo por sequías 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 márgenes de ganancia en la producción de cereales son muy variables, pues dependen de factores como rendimiento, costos de producción, precio del grano en el mercado, aunados a los riesgos del cultivo según el ambiente de producción (Ríos *et al.*, 2006)

El aumentar las densidades de siembra en los cereales 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. Determinar la densidad óptima de siembra ha sido objeto de varios trabajos con desigual resultado (Moreno *et al.*, 2002 y Lacasta *et al.*, 2004), las causas son las diferentes condiciones experimentales.

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 en la cual, el factor de importancia a considerar es la densidad de población (Arias, 1995).

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.

La cantidad óptima de semilla es aquella que logra captar más del 90 % de la radiación incidente en el momento de inicio del crecimiento de las espigas.

Es un hecho indiscutible que la semilla de buena calidad producto de la investigación y desarrollo de variedades, representa el insumo estratégico por excelencia que permite sustentar las actividades agrícolas, contribuyendo significativamente a mejorar su producción en términos de calidad y rentabilidad.

Por lo anterior, en la generación de nuevos materiales de cereales pequeños como son cebada, trigo, avena y triticale es necesario conocer algunos aspectos relevantes en su metodología de producción de la semilla, comenzando desde la densidad de siembra con que debe ser establecida y que pueda reflejarse su éxito en el rendimiento y calidad de la semilla; por lo que en el presente trabajo de investigación se planteo el siguiente objetivo:

Palabras clave: Calidad física, Calidad fisiológica, Cereales, Densidades de siembra, Germinación, Rendimiento, Vigor.

Objetivo

- Comparar la calidad física y fisiológica de semilla de dos líneas de cebada (*Hordeum vulgare* L.), dos de trigo (*Triticum aestivum* L.), avena (Cuauhtémoc), Triticale (Eronga 83) bajo tres diferentes densidades de siembra.

Hipótesis

- Al menos una de las especies de cereales estudiadas generará mejor rendimiento, calidad física y fisiológica en las semillas producidas bajo una determinada densidad de siembra.

REVISION DE LITERATURA

Cereales

Producción de cereales pequeños

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 ó 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.

Los sistemas de producción son de acuerdo al tipo de cultivo forrajero, método de establecimiento (monocultivo ó asociación), fecha de siembra, método y fecha de cosecha, método de distribución y conservación del forraje, entre muchos otros aspectos, (Diez, 2005).

Requerimientos en la siembra

Requerimientos climatológicos

Se cultivan principalmente en zonas templadas. Sin embargo, las plantas pueden crecer en áreas con altas temperaturas, a condiciones de que no haya alta humedad. La temperatura adecuada para el cultivo de estas plantas varía entre 15 y 31 °C. La óptima depende de la etapa del desarrollo, de la variedad y del tipo de plantas.

Requerimientos del suelo

Se pueden cultivar en una gran variedad de condiciones y tipos de suelos. Sin embargo, para obtener una buena cosecha es necesario que la condición física del suelo tenga las siguientes características:

- Una estructura granular, que permita la aireación y el movimiento del agua en el suelo.
- Un perfil de tierra cultivable de hasta unos 30 cm, para un enraizamiento adecuado.
- Que no sea susceptible a la formación de costras que dificulten la germinación y la aireación.
- Que tenga suficiente materia orgánica.

Es necesario determinar su fertilidad, acidez y salinidad del suelo. Los mejores resultados se obtienen con un PH de 7. Los cereales requieren un suelo que no presente problemas de salinidad (Parsons, 1981).

Requerimientos en la avena

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

La avena es muy exigente en agua por tener un coeficiente de transpiración elevado, superior incluso a la cebada, aunque le puede perjudicar un exceso de humedad. Las necesidades hídricas de la avena son las más elevadas de todos los cereales de invierno, por ello se adapta mejor a los climas frescos y húmedos. Así, la avena exige primaveras muy abundantes de agua, y cuando estas condiciones climatológicas se dan, se obtienen buenas producciones.

Es muy sensible a la sequía, especialmente en el periodo de formación del grano.

Es una planta rústica, poco exigente en suelo, pues se adapta a terrenos muy diversos. Prefiere los suelos profundos y arcillo-arenosos, ricos en cal pero sin exceso y que retengan humedad, pero sin que quede el agua estancada. La avena está más adaptada que los demás cereales a los suelos ácidos, cuyo pH esté comprendido entre 5 y 7, por tanto suele sembrarse en tierras recién roturadas ricas en materia orgánica.

Densidad de población

La población de plantas depende del suelo, clima, y el tipo de cultivo que se siembra.

Bajo condiciones extremadas, en suelos magros y en regiones semiáridas sin irrigación, la siembra se hace mejor cuando hay escasa población. De otro modo se producirán plantas pequeñas y débiles. Tales condiciones no sólo brindan bajo rendimiento, sino también presentan condiciones ideales para la proliferación de plagas y enfermedades. La población de plantas por hectárea depende de los siguientes factores:

- Fertilidad del suelo. En suelos magros la población de las plantas debe ser más baja que los suelos con alta fertilidad.
- Estructura del suelo. Los cultivos rendirán mejor en tipos de suelos pesados o livianos.
- Disponibilidad de agua. En áreas donde el agua es un factor limitante la siembra se debe hacer a baja densidad.
- La capacidad de ahijamiento del cultivo. Los granos pequeños y otros cereales se plantan a baja densidad por los ahijamientos que se desarrollan.

Por lo que se han realizado experimentos en diversos cultivos dando como resultados densidades de población que no siempre son coincidentes o con 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 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 estas causan en los rendimientos de los cultivos.

Resultados de rendimiento

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/m², número de granos/espiga, y peso de 100 granos (Guberac *et al.*, 2000; Maled y Hanchinal, 1997; García *et al.*, 2003).

El número de espigas/ m² es el componente que mayor contribución tiene en el rendimiento en cereales de grano pequeño. Sin embargo, la expresión del rendimiento es influenciada por factores del medio ambiente, entre los cuales la temperatura es uno de los más importantes para el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos. (Grass y Burris, 1995; García *et al.*, 2003)

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

Calidad de la semilla

La calidad de semillas es un concepto múltiple que comprende diversos componentes, a pesar de que para muchos agricultores, semilla de calidad es aquella que germina y está libre de especies invasoras indeseadas. Este concepto se refleja en el hecho de que para muchos laboratorios de análisis de semillas, entre 80 y 90% de todos los análisis solicitados son de pureza y germinación.

Es un concepto múltiple que comprende varios aspectos, algunos de mayor importancia y se refiere a la utilidad de la semilla para siembra. Puede también expresarse como un nivel o grado de excelencia el cual es alcanzado por las semillas solo cuando son comparadas con una calidad aceptable. (López, 1983)

Walther (1979) establece que la constituye la suma de múltiples atributos de las mismas, a saber: fidelidad con el cultivar (pureza genética), daños mecánicos, capacidad y vigor de germinación, infecciones debidas a enfermedades, daños provocados por los insectos, tratamiento, tamaño, contenido de humedad y frecuencia de contaminantes (semillas de malas hierbas comunes y nocivas, semillas de otros cultivos, materia inerte).

La calidad de la semilla es un concepto agronómico múltiple que engloba a un conjunto de atributos físicos, fisiológicos, genéticos y sanitarios. En general se considera que la semilla de alta calidad es el principal insumo para obtener altos rendimientos de los cultivos al producir plantas sanas, resistentes a enfermedades y a condiciones adversas (Bishaw *et al.*, 2007).

Componentes de calidad de la semilla

La calidad de la semilla está dada por cuatro componentes:

- Componente genético.
- Componente fisiológico.
- Componente sanitario
- Características físicas

Componente genético

Se refiere a la fidelidad o autenticidad de una determinada variedad, la cual después de ser sembrada durante varias generaciones aun conserva las características del genotipo original (Bustamante, 1996).

López (1983) menciona que se refiere a la calidad que obtiene el fitomejorador, es decir, un material genético de características sobresalientes.

Componente fisiológico

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.

Delouche (1980) la calidad fisiológica está determinada por la viabilidad, germinación y vigor de las semillas.

La capacidad germinativa y el vigor son los principales atributos involucrados dentro del componente de calidad fisiológica en semillas. El concepto de vigor en semillas es un tanto complejo, sin embargo, en forma muy general se podría decir que, es el potencial biológico de la semilla que favorece un establecimiento rápido y uniforme bajo condiciones incluso desfavorables de campo. En tanto que germinación, es el proceso fisiológico mediante el cual emergen y se desarrollan a partir del embrión aquellas estructuras esenciales, para la formación de una planta normal bajo condiciones favorables. La semilla presenta su más alto nivel de vigor y potencial germinativo cuando alcanza la madurez fisiológica. A partir de este momento, se inicia el proceso de deterioro de la semilla en forma continua e irreversible, hasta perder su capacidad germinativa.

La calidad fisiológica depende de múltiples factores, pudiendo verse afectada en cualquier fase del proceso de producción. Retrasos en la cosecha si las condiciones ambientales no son favorables situación que es común en condiciones tropicales, deficiencias en el desarrollo de los cultivos, retrasos en el secado de la semilla, daños mecánicos durante la recolección y trilla o en el procesamiento, el almacenamiento bajo condiciones desfavorables son factores que afectan la calidad fisiológica (Walter *et al.*, 2009).

Componente sanitario

Se refiere a la presencia o ausencia de patógenos causantes de enfermedades (Bustamante, 1996).

Se refiere al hecho de que la semilla se encuentre libre de microorganismos, ya que representan una seria amenaza para la producción de semilla de alta calidad (López, 1983).

Componente físico

Una semilla de calidad física es la que presenta un alto porcentaje de semilla pura, y el mínimo contenido de semilla 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 (Walter, et al 2009).

Delouche (1980) La calidad física representa a la apariencia de la semilla, que depende del tamaño, peso volumétrico, brillantez, pureza analítica, ausencia de semillas de malezas comunes y nocivas, y de otros cultivos.

Las características físicas de la semilla son factores de calidad muy importantes que deben ser considerados, así, la pureza analítica nos indica el grado de contaminación física que existe, pues el caso ideal es tener un lote con

alto porcentaje de semilla pura. El peso de la semilla es otro indicador de la calidad, ya que un cultivo sujeto a falta de nutrientes, daños por helada o granizo lo vera reflejado en su peso volumétrico. El contenido de humedad es una característica de interés para el beneficiador y almacenamiento de semillas. Es el factor principal en su conservación pues determinara si retiene su germinación desde la cosecha hasta la siembra (López, 1983).

Efecto de las densidades de población en el rendimiento de semillas

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 como para que cada una de ellas tenga la misma superficie de nutrición disponible y, por lo tanto, igual oportunidad para alcanzar su desarrollo normal.

La densidad de población estará limitada por el ambiente de producción, método de siembra, variedad porcentaje de germinación, calidad de la semilla y tipo de suelo (Arias, 1995).

La densidad de siembra varía según las condiciones climáticas y la fertilidad del suelo (Peacock y Wilson, 1984).

García *et al.* (2003b) indica que en estudios relacionados al manejo de menores densidades de plantas por hectárea muestran que además de evitar problemas de acame, principalmente en el llenado de grano, disminuyen gastos innecesarios en la semilla usada para la siembra sin demérito en el rendimiento.

Lo anterior debido a que en estas condiciones, la cebada tiene aún mayor capacidad de amacollar, y el grano o semilla producida presenta una mejor calidad

física y fisiológica, situación ampliamente demostrada en la generalidad de genotipos varietales de cebada en diferentes ambientes, según lo reportado en varios estudios a través del tiempo (Ahmet et al.1963; Holliday et al.1963; Garcia et al. 2001).

Moreno *et al.* (1997), mencionan que el numero de tallos por planta aumentó en forma proporcional a medida que se redujo la densidad de población debido al decremento de la competencia entre plantas.

Gómez *et al.* (2001) mencionan no haber encontrado respuesta a la siembra de mas de 120 kg de semilla por hectárea de cebada en diferentes localidades del Altiplano Central de México y con distintas variedades. Solo en la variedad Esmeralda observo respuesta a la aplicación de 160 Kg de semilla por hectárea en interacción con el fertilizante fosfórico y potasio en condiciones favorables de humedad (temporal).

Díaz (2004), resalta la importancia del uso eficiente de los insumos y prácticas de cultivo con el fin de obtener incrementos en el rendimiento sin afectar la calidad maltera de la cebada. Observo en líneas avanzadas de cebada en condiciones de riego densidades óptimas de 140 kg de semilla por hectárea, mientras que en temporal la mejor densidad de siembra fue de 120 kg por hectárea y concluyó que el incremento en las poblaciones reduce significativamente el rendimiento.

Otros factores que intervienen en la calidad de la semilla en campo

Las secuencias de los cultivos de sorgo en monocultivo y asociación con maíz y las enmiendas de fertilizantes, incrementan el contenido de N03-N en el suelo, aumentando ligeramente el peso del grano y la densidad verdadera del grano de sorgo, pero al descortezar el grano, se disminuye significativamente el

contenido de nitrógeno al expresarse en un gran aumento lo que queda del remanente TADD (afrecho de sorgo o corteza) (Tester y Karkalas 2001)

Pese a que los requerimientos nutricionales de la cebada son muy similares a los del trigo (Vivianco,1988), el agricultor no siempre considera los diferentes destinos que este cereal tiene; así, para las cebadas utilizadas para consumo animal, resulta importante el contenido de proteína. En este caso una aportación balanceada de NPK asegura la buena calidad del grano. En cambio las cebadas para malta, requieren que la riqueza de los extractos, el poder germinativo y el contenido bajo de proteínas entre otras características sean máximos, por lo que es necesario establecer un riguroso control en las aplicaciones de nitrógeno.

Altas temperaturas aceleran la tasa de crecimiento del grano y acorta su duración, disminuyendo el peso final del grano (Grass y Burris, 1995).

La presencia de diferentes tipos de estrés ambiental durante la formación de la semilla también influye en su calidad. El estrés hídrico (Dornbos *et al.*, 1989) y las deficiencias de minerales y las temperaturas extremas (Franca *et al.*, 1993) son los más comunes y de mayor efecto en la calidad de la semilla.

Las deficiencias hídricas durante el llenado de grano pueden reducir la germinación de la semilla (Heatherly, 1993).

Vela (1997) señaló que el nitrógeno y fósforo mejoran el vigor y la germinación de las semillas de avena.

Otros estudios indican que un incremento en el índice de estrés hídrico en la etapa de acumulación de reservas disminuyó la germinación en 12 % y el peso seco de plántula en 5 %, con un aumento del 19 % en la conductividad eléctrica de las semillas de soya (Dornbos *et al.*, 1989).

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del campo experimental

La siembra en campo se realizó en el municipio de Zaragoza que se localiza en el centro de la región norte del estado de Coahuila, a una distancia aproximada de 409 kilómetros de la capital del estado, en las coordenadas 100°55'10" longitud oeste y 28°28'31" latitud norte, a una altura de 360 msnm.

Se pueden distinguir cuatro tipos de suelo en el municipio:

Xerosol.- Suelo de color claro y pobre en materia orgánica y el subsuelo es rico en arcilla o carbonatos, con baja susceptibilidad a la erosión.

Rendzina.- Tiene una capa superficial rica en materia orgánica que descansa sobre roca caliza y algún material rico en cal, es arcilloso y su susceptibilidad a la erosión es moderada.

Litosol.- Suelos sin desarrollo con profundidad menor de 10 centímetros, tiene características muy variables según el material que lo forma. Su susceptibilidad a la erosión depende de la zona donde se encuentre, pudiendo ser desde moderada a alta.

Yermosol.- Tiene una capa superficial de color claro y muy pobre en materia orgánica, el subsuelo puede ser rico en arcilla y carbonatos. La susceptibilidad a la erosión es baja, salvo en pendientes y en terrenos con características irregulares.

Ubicación del Área de Estudio

La evaluación de la calidad de la 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 altitud norte de $25^{\circ} 22'$, una longitud Oeste $101^{\circ} 00'$, a una altitud de 1742 msnm.

Material genético

Se evaluaron dos líneas élite de trigo forrajero sin barba (imberbe) denominadas AN-239 y AN-264, dos líneas de cebada forrajera denominadas Narro-95 y Narro-221, generadas por el Programa de Cereales del Departamento de Fitomejoramiento de la misma Universidad; así como variedades comerciales, avena variedad Cuauhtémoc y triticale variedad Eronga-83.

Siembra

Se estableció el experimento mediante la siembra de 4 surcos o hileras separadas a 30 cm de 3 m de largo, con 3 densidades de siembra (80, 120 y 160 kg/ha) para cada cereal, sembrando en seco, manualmente, a chorrillo.

Riegos

La aplicación de riegos se realizó en forma rodada, iniciando los riegos con el de siembra y posteriormente cuando la planta mostraba síntomas de estrés hídrico.

Parámetros evaluados

Rendimiento de semillas (Peso total)

Para determinar el peso total de semilla, se cosecharon dos hileras de 3.0 m de largo y separación de 0.30 m (1.8 m²), obteniendo el resultado mediante una báscula marca Esnova modelo 40x0510. En todas las especie se tomo el peso, evaluando tres repeticiones por material genético y por densidad de siembra. El resultado obtenido se registro en Kg/ha

Calidad Física

Contenido de Humedad (CH)

Para determinación del contenido de humedad de la semilla se efectuó mediante un método indirecto por medio de un aparato electrónico llamado DMC 500 Borrows versión 3.93, evaluando tres repeticiones por material genético y por densidad de siembra. Los resultados se registraron en porcentaje.

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 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 determinado la media y multiplicando por diez, expresados en gramos. Para determinar el coeficiente de variación (CV), se

calculo la varianza (S^2), la desviación estándar (S) a las 8 repeticiones iniciales, empleando la siguiente fórmula:

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

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

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

En donde:

X = peso en gramos de cada repetición

n = número de repeticiones

Σ = 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 160 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 mediante la capacidad de germinación y las diferentes pruebas de vigor según la ISTA (International Seed Testing Association, 2004) la AOSA (Association of Official Seed Analysts, 1993); evaluando las siguientes variables.

Capacidad de Germinación (GER)

Se sembraron 25 semillas en tres repeticiones por cada material genético en estudio y densidad 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 constante con 8 horas de luz y 16 horas de oscuridad por 4 días y se procedió al conteo de plántulas. Este 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 con 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 material genético en estudio y densidad, una vez sembradas se cubrieron con otra toalla húmeda y se enrollaron finalmente a formar un “taco”, posteriormente 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 LMP.

Para determinar la LMP se contaron el número de plúmulas de las plántulas considerado como normales que estuvieran situadas en cada paralela, a cada una se le proporcionó un valor de 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 cm, siendo este 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 cultivo, variedad, densidad y repetición, 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 constante con 8 horas de luz y 16 horas de oscuridad por 4 días y se evaluaron las plántulas consideradas normales, 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 un 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 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 por densidad y el efecto del submuestreo realizado en el laboratorio, bajo el siguiente modelo estadístico:

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

$$i = 1, 2, \dots, b \quad j = 1, 2, \dots, g \quad k = 1, 2, \dots, d$$

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 genotipo

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

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:

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

Donde:

q_{∞} = se obtiene de la tabla

$p = t$ que es el numero de tratamientos.

f_e = grados de libertad del error

RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimiento de semilla

Peso total

En el análisis de varianza para esta variable de rendimiento reflejó que existieron diferencias altamente significativas, entre las variedades estudiadas, en las densidades, repeticiones, en la interacción de variedades por densidades, así como en el error de muestreo, teniendo un CV de 4.1% como se muestra en el Cuadro 4.1.

Variedades

Los resultados de la prueba de comparación de medias entre las variedades, se encontraron seis grupos estadísticos dados en el siguiente orden: triticale Eronga 83; trigo AN-264 seguido del AN-239; cebada Narro-95; avena Cuauhtémoc y cebada Narro-221 con su respectivo peso de 3327.77, 2627.77, 2455.55, 1977.77, 1955.55, 1883.33 Kg/ha (Figura 4.1). Estos resultados posiblemente se debieron a que el triticale tiene mayor capacidad para adaptarse a los factores ambientales, además a diferencia de las demás especies podría decirse que en la etapa de prefloración produjo más espiguillas y flores, estos órganos determinan el número de granos por unidad de superficie, basada esta afirmación con Grass y Burris (1995) y García *et al.* (2003), quienes mencionan que el número de espigas/ m² es el componente que mayor contribución tiene en el rendimiento en cereales, pero se ve influenciada la expresión

del rendimiento 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.

Densidades

En la prueba de comparación de medias entre las densidades aplicadas se encontraron tres grupos estadísticos, en primer lugar se encontró la densidad de 160 Kg/ha con un valor de 2422.22 Kg/ha; seguido de la densidad 80 Kg/ha con 2350 Kg/ha y por último la de 120 Kg/ha con un resultado de 2344.44 Kg/ha como se observa en la Figura 4.1. Estos resultados nos indican que al aumentar la densidad de siembra se puede incrementar ligeramente el rendimiento, no obstante la competencia por luz y agua, al respecto Arias (1995), menciona que la densidad de población estará limitada por el ambiente de producción, método de siembra, variedad porcentaje de germinación, calidad de la semilla y tipo de suelo.

4.1 Cuadrados medios y significancia de las variables de calidad física dadas bajo tres densidades en cuatro especies de cereales producidas en Zaragoza, Coahuila, 2008.

FV	GL	P TOT	CH	PV	PMS
Variedades	5	0.27**	93.54**	8195.6**	4.85**
Densidades	2	0.003**	0.04NS	9.5**	0.11**
Repetición	2	0.00097**	0.72**	4.1**	0.007**
V*D	10	0.03**	0.64**	3.6**	0.08**
E(m)	34	0.01**	0.42**	6.16**	0.06**
Error	108	0	0.21	0.75	0.008
CV %		4.1	4.02	1.28	2.5

** = Altamente significativo, NS= No significativo; E(m)= Error de muestreo; P TOT= Peso total; CH= Contenido de humedad; PV= Peso volumétrico; PMS= Peso de mil semillas.

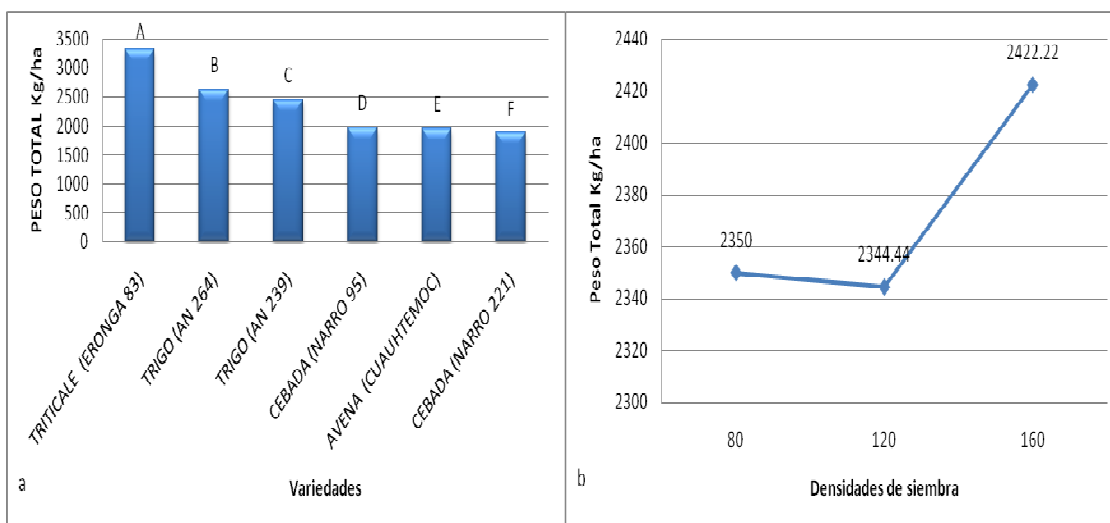


Figura 4.1 Comparación de medias del peso total (P TOT) entre cuatro cereales producidas (a) en diferentes densidades de siembra (Kg/ha) (b) en Zaragoza, Coahuila, 2008.

Interacción variedades por densidades

Con respecto a la comparación de medias en la interacción variedades por densidades se observó que AN-264 obtuvo un mayor rendimiento en la densidad de 80 Kg/ha con 3194.44 Kg/ha, seguido de triticale Eronga-83 con 3044.44 Kg/ha; sin embargo triticale resultó tener el mayor rendimiento en las demás densidades por ejemplo en 120 Kg/ha presentó una media de 3200 Kg/ha, y en la densidad 160 Kg/ha con 3744.44 Kg/ha, mientras que el comportamiento del trigo AN-264 fue diferente ya que en la densidad 120 Kg/ha descendió a 2355.55 Kg/ha y tuvo nuevamente un pequeño descenso en 160 Kg/ha hasta un peso de 2338.88 Kg/ha como se muestra en la Figura 4. 2.

En el caso de trigo AN-239 en la primera densidad (80 Kg/ha) mostró un rendimiento menor (2066.66 Kg/ha) y aumentó en las siguientes densidades donde a 120 Kg/ha fue de 2711.11 Kg/ha y para 160 Kg/ha 2594.44 Kg/ha, a diferencia de trigo AN-264 quien obtuvo un alto rendimiento en la primera densidad con 3194.44 Kg/ha y

fue disminuyendo en las siguientes densidades, en 120 Kg/ha con un rendimiento de 2355.55 y en 160 Kg/ha con 2338.88 Kg/ha; a diferencia de los mencionado por Du Daiwen, (1994) quien recomienda que para trigo las densidades pueden ser de 100-150 kg/ha.

En el caso de cebada y avena se puede observar en la misma Figura 4.2 que tuvieron un comportamiento similar en todas las densidades confirmando lo recomendado por Parsonss, (1981), que en condiciones normales para el cultivo de cebada se siembra 100 Kg/ha y la densidad de siembra óptima en avena es de 90 Kg/ha

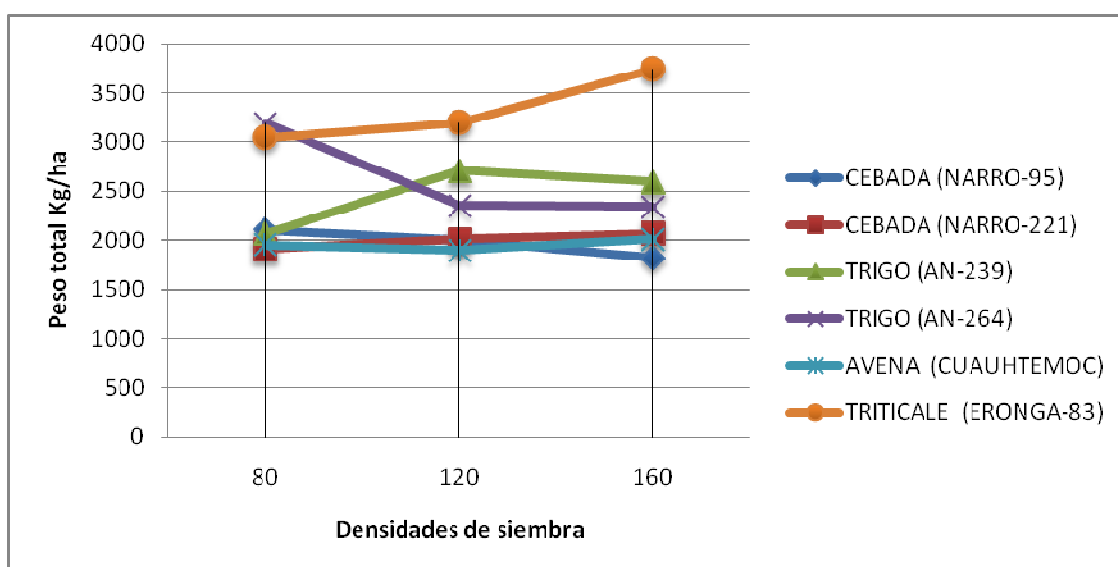


Figura 4.2 Comportamiento de medias del peso total (P TOT) en la producción de semillas de cuatro cereales bajo diferentes densidades de siembra (Kg/ha), en Zaragoza, Coahuila, 2008.

Calidad física

Contenido de humedad

En el análisis de varianza realizado se obtuvo una diferencia altamente significativa entre variedades, repeticiones, al igual que en la interacción de variedades por densidades y el error de muestreo, teniendo un CV de 4.02 % como se muestra en el Cuadro 4.1.

Variedades

Se encontraron cuatro grupos estadísticos mostrados en la Figura 4.3 dados en el siguiente orden: avena Cuauhtémoc con 14 %; cebada Narro-221 y Narro-95 con 12.84 % y 12.73 % respectivamente; en el siguiente se encuentra el trigo AN-239 y AN-264 con valores de 10.66 y 10.55 %; por último la variedad de menor porcentaje fue el triticale Eronga-83 con 9%. La avena Cuauhtémoc con respecto a las demás variedades quien presento un porcentaje mayor posiblemente fue debido a la cantidad de agua que contiene en su composición bioquímica o también por el tipo de cubiertas que presenta la semilla o simplemente la humedad relativa del ambiente en ese momento de la prueba estuvo muy alto y pudo haber absorbido humedad, no es común el tener estos porcentajes en esta variedad por que al ser cosechada, su CH es de máximo de 12 % según Puzzi (1986). Además que la semilla ya tenía un año de almacenada en condiciones favorables, es de suma importancia que el contenido de humedad se encuentre bajo pues determina la duración del almacenamiento además que las condiciones de almacén mantienen la viabilidad de la semilla al reducir la respiración y otros procesos metabólicos sin dañar el embrión (Harmann y Kester,1988).

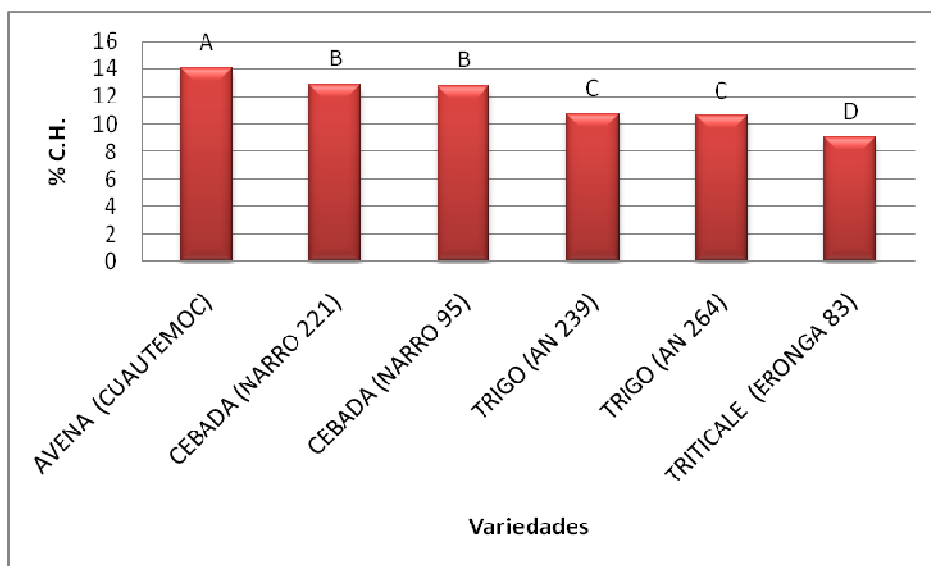


Figura 4.3 Comportamiento de medias del contenido de humedad (CH) de cuatro cereales producidos bajo diferentes densidades de siembra en Zaragoza, Coahuila, 2008.

Interacción variedades por densidades

En la Figura 4.4, se puede observar que el comportamiento de la humedad en todas las variedades fue muy similar en sus densidades; que en el caso de la variedad avena Cuauhtémoc fue la de mayor contenido de humedad en las tres densidades 80 Kg/ha, 120 kg/ha y 160 kg/ha comparándola con las demás variedades en estudio los valores de las densidades fueron 14.31 %, 13.91 % y 13.77 % respectivamente.

En el caso del triticale Eronga-83 se encontró que en las tres densidades mostraron porcentajes por debajo de las demás variedades dando en 80 Kg/ha obtuvo 8.78 %, en 120 Kg/ha fue 8.81 % y en 160 Kg/ha de 9.4 %. La diferenciación del contenido de humedad puede deberse a factores ambientales como el clima del lugar en donde se llevo a cabo la siembra, el riego, la competencia que hubo entre plantas como ya se mencionó, o bien la presencia de cubierta en la semilla como ocurre en avena y

cebada; sin embargo al obtener muy elevado el contenido de humedad puede disminuir el tiempo de almacenamiento descrito por López, (1983), quien menciona que el contenido de humedad alto permite el desarrollo de insectos y hongos, así como en los granos durante su formación en campo contienen gran cantidad de agua que se va reduciendo conforme avanza la maduración, pero al momento de la cosecha, los granos aun presentan una alta humedad que dificulta su conservación.

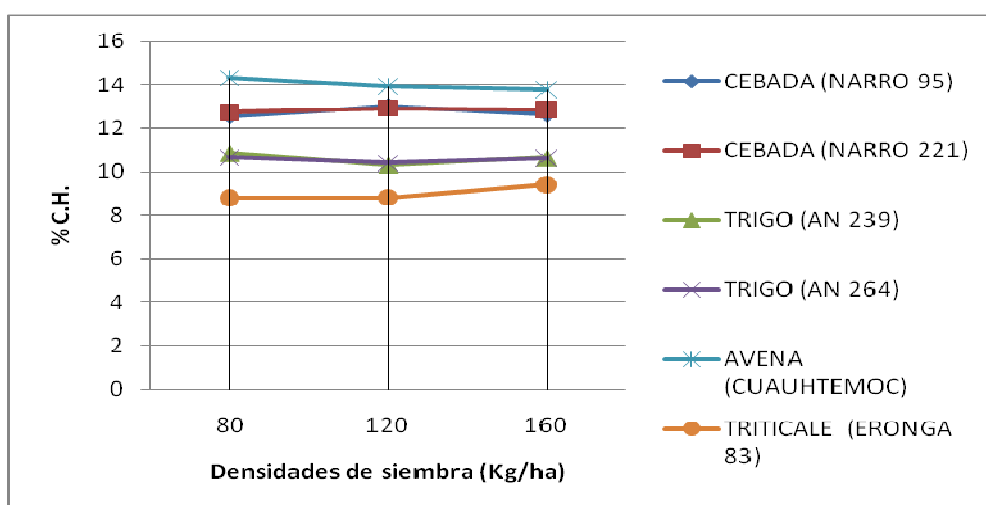


Figura 4.4 Comportamiento del contenido de humedad (CH) en la producción de semillas de cuatro cereales bajo diferentes densidades de siembra, en Zaragoza, Coahuila, 2008.

Peso Volumétrico (PV)

En el análisis de varianza que se realizó para esta variable dió como resultado una alta diferencia significativa entre variedades, densidades y repeticiones así como en la interacción de variedades por densidades y el error de muestreo, con un CV de 1.28% lo que se muestra en el Cuadro 4.1.

Variedades

Como resultado en la prueba de comparación de medias dado en la Figura 4.5, las variedades se clasificaron en seis grupos estadísticos presentando el siguiente orden: trigo AN-239 (85.14 Kg/HL), trigo AN-264 (83.81 Kg/HL), triticale Eronga-83 (76.36 Kg/HL), cebada Narro-221 (62.46 Kg/HL), cebada Narro-95 (58.46 Kg/HL), avena Cuauhtémoc (40.02 Kg/HL). Este comportamiento en las variedades es debido al tamaño y forma de semilla de cada una de las especies. La semilla de trigo es morfológicamente más pequeña que la del triticale, avena y cebada. Además está relacionado con el contenido de humedad, que en el caso del trigo fue bajo por lo tanto su peso volumétrico fue mayor, quiere decir que en un volumen determinado se tuvo mayor número de semillas (Figura 4.5).

Guzmán-Maldonado (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. Marino et al. (1980) Dentro de ciertos límites, mientras más bajos sea el CH de cualquier semilla, su viabilidad se mantiene por mayor tiempo. Pero un contenido de humedad excesivamente bajo puede perjudicar el embrión.

Densidades

Al realizar la comparación de medias se encontraron tres grupos estadísticos, el primer grupo fue la densidad de 80 Kg/ha teniendo un valor alto con 68.14 Kg/HL; seguido por la densidad 120 Kg/ha presentando un peso de 67.68Kg/Hl y la densidad de menos peso fue la de 160Kg/ha con 60.30 Kg/Hl mostrados en la Figura 4.5.

En esta variable el comportamiento en las densidades resultó nuevamente que a menor densidad mayor PV y fue descendiendo conforme aumento la densidad, esto puede deberse a una relación entre los factores climatológicos, pero sobre todo a la falta de competencia entre plantas, además sí se tiene una alta densidad de siembra la planta está expuesta a ataque de insectos como plagas y puede dañar la semilla; así

como por la aseveración de Guzmán-Maldonado (1992) quien menciona que el PV está influenciado por la uniformidad y estructura biológica de la semilla y por su composición química, incluyendo la humedad; afectando directamente al rendimiento total en toneladas por hectárea.

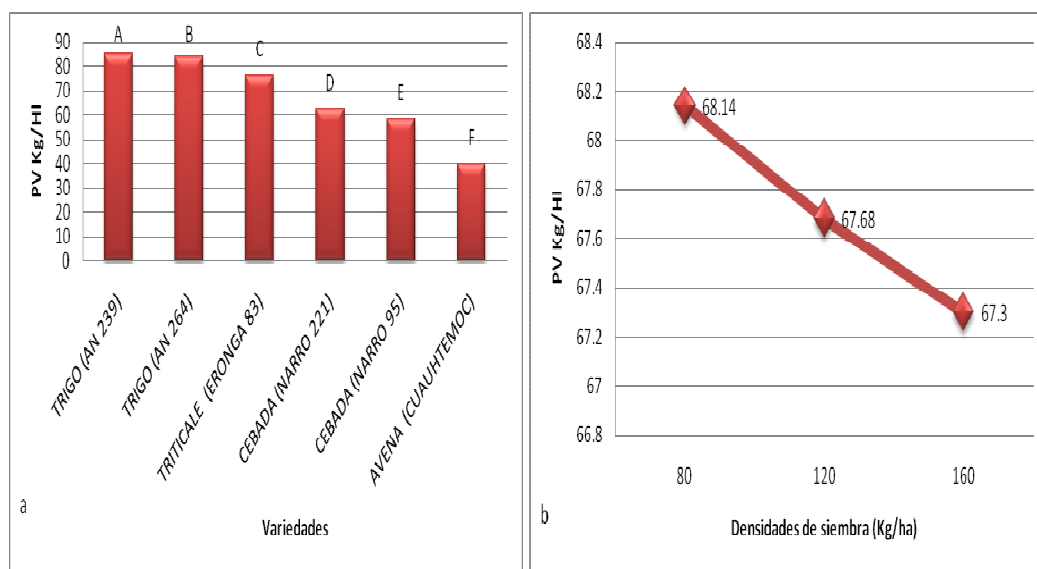


Figura 4.5 Comportamiento de medias del peso volumétrico (PV) entre cuatro cereales producidos (a) en diferentes densidades de siembra (b) en Zaragoza, Coahuila, 2008.

Interacción variedades por densidades

Se encontró que el trigo AN-239 tuvo un PV de 85.75 Kg/HL en la densidad de 80 Kg/Ha siendo mayor a la AN-264 con un valor de 83.48 Kg/HL, sin embargo en las densidades 120 y 160 Kg/ha se obtuvo un comportamiento similar. La especie triticales variedad Eronga-83 fue la tercera en el mejor PV que en la densidad 120 Kg/ha obtuvo 77.06 Kg/HL, en 80 Kg/ha presentó un peso de 76.05 Kg/HL y en 160 Kg/ha fue de 75.97 Kg/HL (Figura 4.6.)

Con respecto a las cebadas tuvieron un comportamiento similar en las tres densidades teniendo un menor PV en comparación de las anteriores; en el caso de avena Cuauhtémoc fue la especie que obtuvo el menor valor en las densidades y entre las especies. Una de las causas por lo que en esta variable hay alta diferenciación podría ser por el acomodo de la semilla en el recipiente debido a que son diferentes especies, variando la forma y el tamaño de la semilla; también posiblemente por los factores ambientales ya que Thompson (1979) menciona que el tamaño y peso son indicadores de la excelencia de la semilla, pero estos están sujetos a las condiciones ambientales adversas a las que se enfrenta el cultivo pues puede presentar una disminución en el peso volumétrico o del peso de mil semillas. Moreno (1996) menciona los pesos volumétricos de algunas semillas, como la de ajonjolí (66 Kg/HL), avena (50 Kg/HL), frijol (75 Kg/HL), maíz (75 Kg/HL), sorgo (82 Kg/HL), soya (70 Kg/HL), trigo (80 Kg/HL) los cuales son indicados por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de semillas, de la Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.

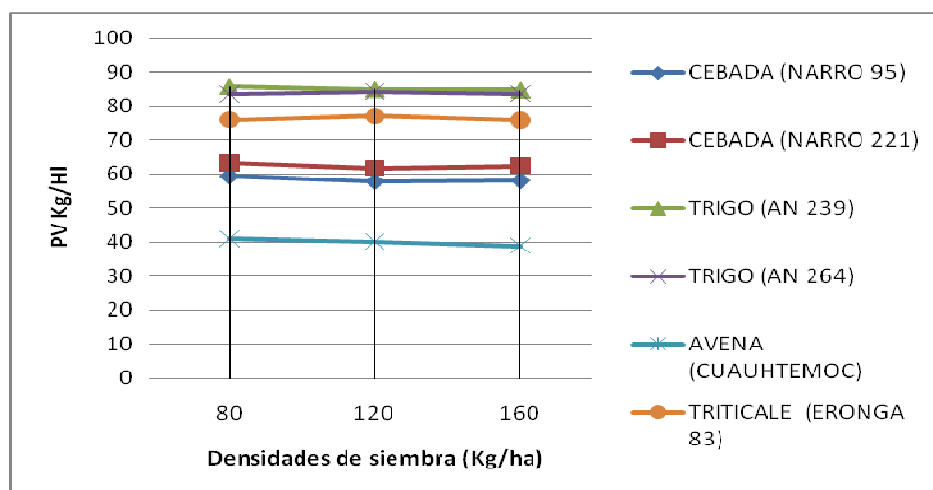


Figura 4.6 Comportamiento del peso volumétrico (PV) en la producción de semilla de cuatro cereales a diferentes densidades de siembra, en Zaragoza Coahuila, 2008.

Peso de Mil Semillas (PMS)

En el análisis de varianza para esta variable existió una diferencia altamente significativa entre variedades, densidades, repeticiones al igual que en la interacción especies por repetición y el error de muestreo, con un CV de 2.5% como se puede observar en el Cuadro 4.1, esta variación es debido a que no hay homogeneidad en las especies por su tamaño, densidad y forma.

Variedades

Al realizar la comparación de medias se encontraron cinco grupos estadísticos altamente significativos como se observa en la Figura 4.7, donde triticale Eronga-83 mostro una media de 44.7 g/ de PMS siendo este el grupo que tuvo mayor valor; en seguida fueron las líneas experimentales de cebada Narro-95 y Narro-221 con 37.3 y 37.0 g/mil semillas respectivamente; otro grupo lo formo el trigo AN-239 presentando un valor de 36.2 g/mil semillas; seguido de la avena Cuauhtémoc con una media de 33.4 g/mil semillas y por último el trigo AN-264 con 32.9 g/mil semillas siendo este el de menor PMS de las especies. Estas diferencias posiblemente se debieron a la composición bioquímica y genética de la semilla, así como al tamaño de las mismas, por ejemplo triticale tiene una forma ovada con un largo de 5.5 mm, y ancho de 1.25 mm, siendo de mayor tamaño que las demás especies; aunque la forma de la semilla de avena se piensa que es más largo, en la variedad Cuauhtémoc no es así, ya que es de 5.0 mm y en ancho es de 1.23 mm siendo ligeramente más angosta que el triticale, por lo tanto la avena presentó menos peso.

Es de resaltar en el caso de los trigos se encontró diferencia en el PMS porque los tamaños fueron diferentes en AN-239 su largo fue de 2.6 mm y el ancho de 1.17 mm, mientras que en AN-264 fue más pequeño con un largo de 2.5 mm y de ancho 1.16 mm; en cambio en las líneas de cebada no se encontró diferencias en los tamaños por lo cual su PMS fue similar (Figura 4.7).

Densidades

Al realizar la comparación de medias en las densidades se encontraron tres grupos, siendo el de mayor PMS la densidad 80 Kg/ha teniendo una media de 37.3 g/mil semillas, seguido de la densidad 120 Kg/ha con 37.0 g/mil semillas y por último nuevamente la densidad 160 kg/ha con una media de PMS de 36.4 g/mil semillas mostrados los resultados en la Figura 4.7; estas diferencias de peso entre las densidades posiblemente se debieron a que al ganar peso la semilla en la planta pudo ser afectada por deficiencias nutritivas por existir una mayor competencia a medida que aumenta la densidad, provocando algún estrés. El crecimiento del grano depende directamente de dos factores según Bidwell (1996) el primero es el suministro de carbohidratos en el periodo de post-antesis y el otro es la capacidad de almacenamiento de fotosintatos en los granos, por lo que el llenado del grano puede ser afectado por deficiencias nutritivas, estrés hídrico, inoculación de patógenos, etc.,

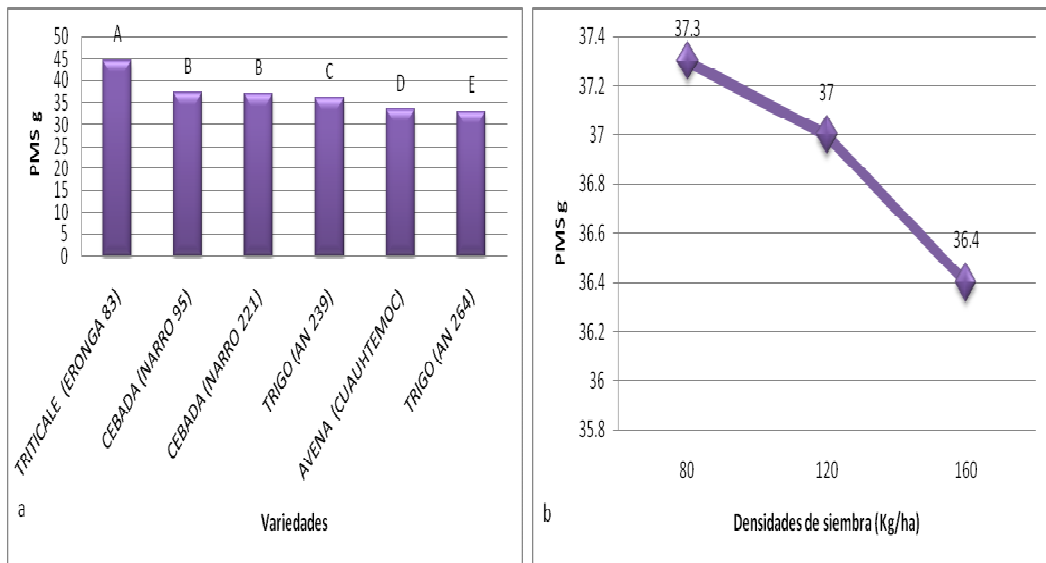


Figura 4.7 Comportamiento de medias del peso de mil semillas (PMS) entre cuatro cereales producidos (a) en diferentes densidades de siembra (b) en Zaragoza, Coahuila, 2008.

Interacción variedades por densidades

En la Figura 4.8, se aprecia que el triticale Eronga-83 presentó valores más altos en las densidades 80, 120, 160 Kg/ha con sus medias 45.7, 44.2 y 44.1 g respectivamente. En el caso de las demás variedades tuvieron comportamientos similares en todas las densidades siempre por debajo de triticale Eronga-83. Según Hay y Walker (1989) este comportamiento se debe a la calidad fotosintética durante el periodo del llenado del grano y las reservas acumuladas durante el periodo de pre-antesis, ya que contribuyen en cierta medida a la formación del grano.

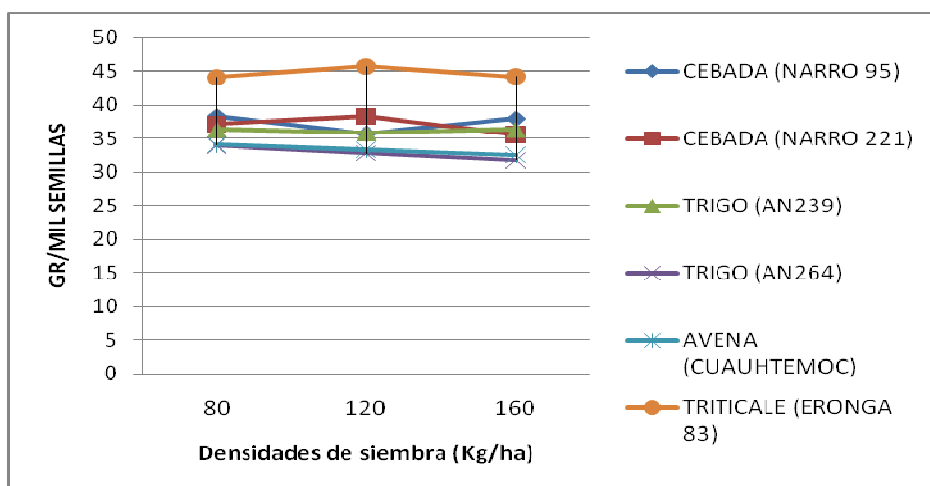


Figura 4.8 Comportamiento del peso de mil semillas (PMS) en la producción de semilla de cuatro cereales a diferentes densidades de siembra, en Zaragoza Coahuila, 2008.

Calidad fisiológica

Capacidad de germinación (GER)

Primer conteo

En el análisis de varianza del primer conteo de plántulas normales a los cinco días, se encontró una diferencia altamente significativa entre variedades, densidades, en la interacción entre variedades por densidades y el error de muestreo. Pero entre repeticiones no hubo diferencia, obteniendo un coeficiente de variación de 27.63% como se muestra en el Cuadro 4.2.

Variedades

La comparación de medias (Figura 4.9) mostró tres grupos estadísticos, donde en el primer grupo fue la cebada Narro-221 con 62.37 %; seguido de las dos líneas de trigo AN-264 y AN-239 con 54.81 y 52.88 % cada una; mientras que el último grupo lo formaron la cebada Narro-95 (50.5 %), triticale Eronga-83 (7.48 %) y avena Cuauhtémoc (36.14 %).

En el caso de la cebada Narro-221 que tuvo el porcentaje más elevado que las otras variedades posiblemente se debió a que presentaba mayor número de semillas metabólicamente activas y por lo tanto se obtuvo un mayor número de plántulas normales en el primer conteo, basado en lo descrito por López (1983) quien menciona que la viabilidad denota el grado en que una semilla está viva, metabólicamente activa y posee enzimas capaces de catalizar las reacciones necesarias para la germinación y el crecimiento de la plántula.

Densidades

Al realizar la comparación de medias entre las densidades, se encontró que a 160 Kg/ha se tuvo un mayor porcentaje con 51.85 % de plántulas normales en el primer conteo dado en la Figura 4.9 (b); en seguida fue la de 80 kg/ha presentando una media de 48.44 %; y por último la de 120 Kg/ha con un porcentaje de 46.81 %. Se puede mencionar que estos resultados no eran los esperados ya que Rojas (1996), resume esta parte planteando que en 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.

El ambiente en el que se desarrolla la planta también juega un papel importante. Elton (1980), menciona que la expresión de las cualidades fenotípicas es el resultado de la interacción del genotipo y el ambiente.

4.2 Cuadrados medios y significancia de las variables de calidad fisiológica dadas mediante siembra en plano a diferentes densidades en cuatro especies producidas en Zaragoza, Coahuila, 2008.

FV	GL	PC	PN	PA	SSG
Variedades	5	2850.37**	9030.79**	2772.32**	43.36**
Densidades	2	356.74**	981.43**	1548.74**	31.05**
Repetición	2	9.18NS	67.03NS	53.62NS	0.59*
V*D	10	731.73**	1052.3**	716.26**	10.45**
E(m)	34	273.83**	491.95**	264.45**	5.47**
Error	108	183.6	167.2	135.3	55.01
CV %		27.63	18.24	68.57	60.56

** = Altamente significativo al 1% de probabilidad, E(m)= Error de muestreo; NS=No significativo; PC= Primer conteo; PN= Plántulas normales; PA=Plántulas anormales; SSG= Semillas sin germinar.

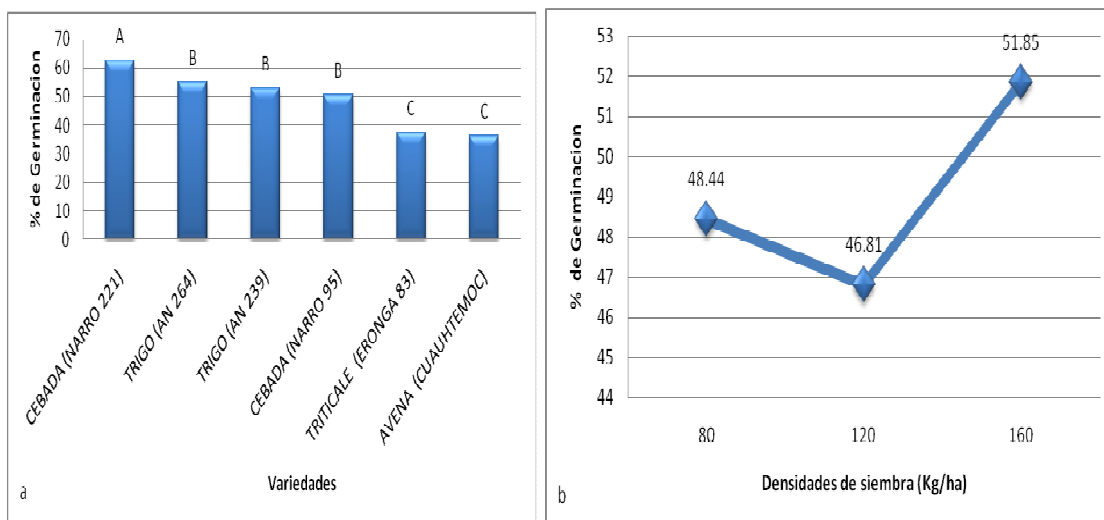


Figura 4.9 comportamiento de medias de germinación en el primer conteo (PEC) entre cuatro cereales producidas (a) en diferentes densidades de siembra (b) en Zaragoza, Coahuila, 2008.

Interacción variedades por densidades

En la comparación de medias en la germinación (PEC) mostrada en la Figura 4.10 se observó que las líneas de cebada Narro-95 y Narro-221 en la densidad 80 Kg/ha tuvieron una respuesta similar con valores de 54.66 % y 53.77 %, mientras que en la siguiente densidad 120 Kg/ha, Narro-221 obtuvo el mayor valor (53.77 %) superando en gran medida a Narro-95 (33.33 %), en la mayor densidad (160 Kg/ha) se presentó la misma tendencia donde Narro-221 obtuvo un valor mayor con 70.22 % y en el caso de Narro-95 se incrementó un poco su porcentaje de plántulas normales con 63.55 % pero siguió siendo menor que Narro-221.

Otra de las especies que sobresalió fue trigo obteniendo valores altos en la primera densidad donde AN-239 obtuvo 49.77 % y AN264 con 50.22 %, pero en la segunda densidad AN-264 presentó un mayor valor con (60.44 %) mientras que AN-239 se mantuvo igual que en la anterior; en lo que respecta a la densidad más alta se

invirtieron las respuestas; AN-264 obtuvo ahora 53.77 % y AN239 obtuvo 60.44 % mostrado en la Figura 4.10. En el caso de avena y triticale sus valores fueron bajos en todas las densidades estudiadas.

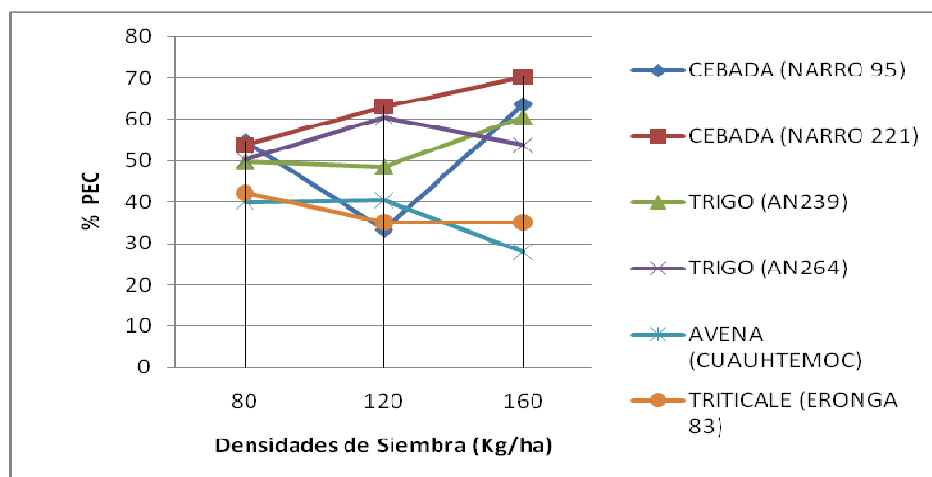


Figura 4.10 Comportamiento en el primer conteo (PEC), en la producción de semilla de cuatro cereales a diferentes densidades de siembra, en Zaragoza Coahuila, 2008.

Germinación (Plántulas normales, PN)

En el análisis de varianza de esta variable se encontró una diferencia altamente significativa entre variedades, densidades, en la interacción de variedades por densidad así como en el error de muestreo, teniendo un CV de 18.24 %, sin embargo entre repeticiones no hubo diferencia (Cuadro 4.2).

Variedades

La comparación de medias mostró cuatro grupos, donde en el primer grupo se tuvieron a las líneas de trigo AN-264 y AN-239 siendo sus medias 93.48 y 91.85 %; seguido de la cebada Narro-221 con 72.44 %; otro grupo lo formó la cebada Narro-95 (59.85 %) y la avena Cuauhtémoc (56.29 %); donde en el último grupo se encontró nuevamente la avena Cuauhtémoc y el triticale Eronga-83 teniendo un valor de 51.25 % (Figura 4.11). En estos resultados se demuestra que las dos líneas de trigo fueron capaces de desarrollar plántulas normales en la mayoría de las semillas por lo tanto tuvieron mayor calidad fisiológica que las demás especies ya que todas estuvieron en las mismas condiciones favorables para su crecimiento como lo menciona la ISTA y algunos autores como Besnier (1989) que para obtener plántulas normales necesita tener la semilla condiciones favorables de luz, temperatura y humedad para mostrar su capacidad de continuar su desarrollo hasta en convertirse en plántulas normales.

Densidades

Al realizar la comparación de medias en densidades se encontraron dos grupos estadísticos mostrado en la Figura 4.11, el primer grupo lo formó la densidad de 80 Kg/ha con 75.77 % y el otro grupo las densidad 120 y 160 Kg/ha presentando valores de 68.66 y 68.14 % respectivamente; se podría decir que a menor densidad de siembra mayor es el porcentaje de plántulas normales sin embargo, Solórzano (1992), no encontró diferencias significativas entre las densidades de siembra, aunque se observó una ligera tendencia hacia las de menor densidad.

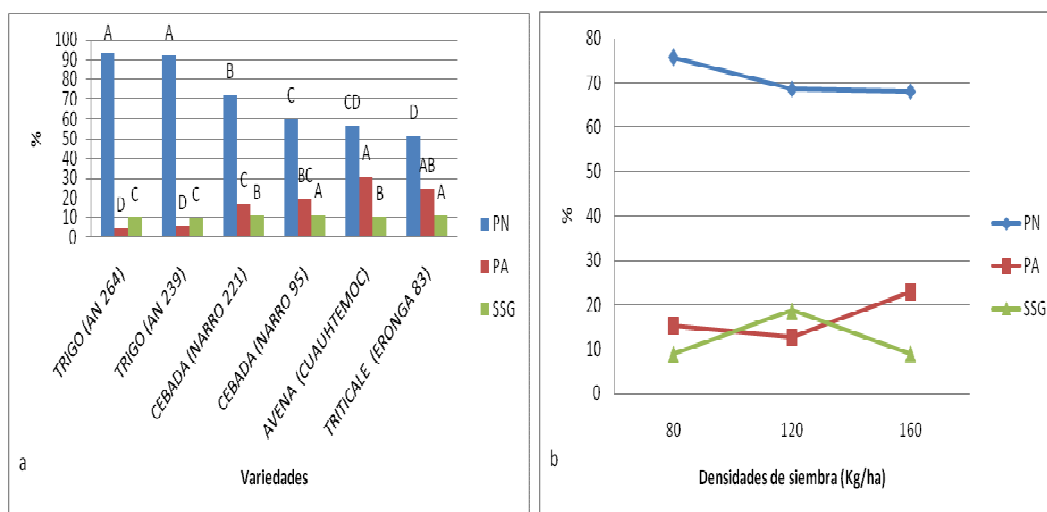


Figura 4.11 Comportamiento de medias de las variedades (a) en cuanto a plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA), semillas sin germinar (SSG) en cuatro cereales producidos bajo diferentes densidades de siembra (b), en Zaragoza, Coahuila, 2008.

Interacción variedades por densidades

En la Figura 4.12 se aprecia que las líneas de trigo AN-239 y AN-264 en la densidad 80 Kg/ha obtuvieron los valores más altos con 100 y 97.77 % de germinación y en la densidad más alta se encontró nuevamente que estos materiales fueron superiores al resto de las variedades con porcentajes de 89.77 y 87.55 cada una, que en la densidad media (120 Kg/Ha), AN-264 supero con 95.11 % a AN-239 quien obtuvo 85.77 %; posiblemente estas variaciones son atribuibles a las condiciones ambientales prevalecientes durante la formación, desarrollo y maduración de la semilla mencionado por Franca (1993), además, por los porcentajes dados se puede decir que estas líneas tienen una calidad fisiológica superior y aceptable para una comercialización ya que supera el 85 % que demanda el servicio nacional de inspección y certificación de semillas.

Cebada Narro 221 a pesar de que en su primer conteo tuvo los mayores valores, ya en el conteo final resultó que no tuvo buena germinación esto debido posiblemente a que la semilla que había llegado a ser plántula normal fue la única que se expresó a lo largo de la prueba.

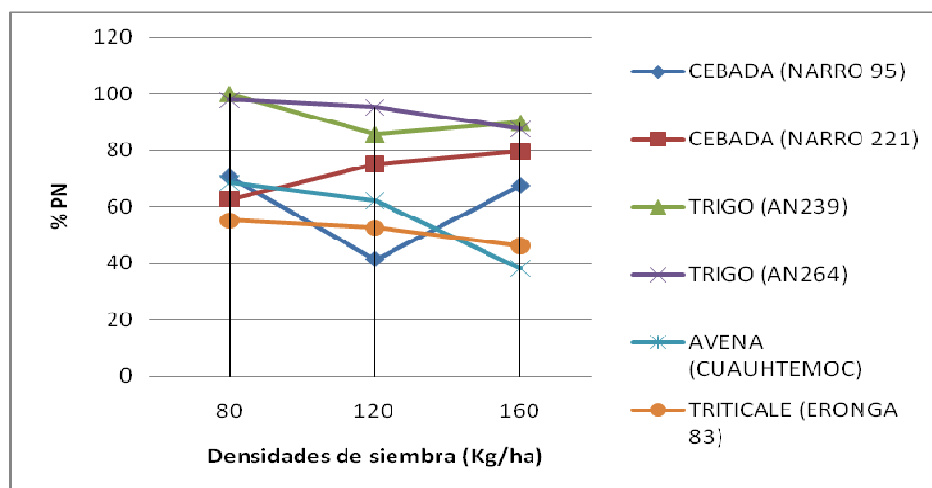


Figura 4.12 Comportamiento de las plántulas normales (PN) en la producción de semilla de cuatro cereales bajo diferentes densidades de siembra, en Zaragoza Coahuila, 2008.

Plantas anormales (PA)

Para este variable existió diferencia altamente significativa entre variedades, densidades y la interacción variedades por densidades y el error de muestreo, con un coeficiente de variación de 68.57%, pero entre repeticiones no hubo diferencia, como lo muestra el Cuadro 4.2.

Variedades

Se encontraron cuatro grupos estadísticos, donde en el primer grupo se tuvo a las especies avena Cuauhtémoc y el triticale Eronga-83 con medias de 30.51 y 24.29 % de plántulas anormales; en el siguiente grupo se encontró nuevamente a el triticale Eronga-83 y cebada Narro-95 con un valor de 19.11 %; otro grupo lo formaron las líneas de cebada Narro-95 y Narro-221 donde esta última presentó un 17.18 %; en el último grupo se encontraron las líneas de trigo AN-239 y AN-264 siendo sus medias 5.92 y 4.74% respectivamente mostrado en la Figura 4.11.

En la misma figura se observa, que en el caso de las variedades avena Cuauhtémoc y triticale Eronga-83 tuvieron el mayor porcentaje de anomalías que las otras variedades, consideradas tales por lo mencionado por Besnier (1989) que las plántulas emergidas en ambas no se desarrollaron satisfactoriamente, debido cuestiones de tipo morfológico provocando plántulas que difícilmente puedan dar lugar a plantas capaces de vegetar adecuadamente, sin embargo también cabe la posibilidad de que estas especies necesitaron mayor número de días para su desarrollo como fue en avena ya que para considerar una plántula normal debe tener tres veces el tamaño de la semilla y en este caso la plántula era demasiado pequeña por lo que aumentó el número de PA en la prueba.

Densidades

Al realizar la comparación de medias de las densidades se obtuvo como resultado dos grupos estadísticos (Figura 4.11); en el primer grupo encontramos a la densidad 160 Kg/ha obteniendo un 22.96 %, seguido de las otras dos densidades 80 y 120 Kg/ha con 15.25 y 12.66 % cada una. Confirmando lo que menciona Besnier,

(1989) que tales anormalidades se deben 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; es por ello que el número de anomalías se incrementó al tener una densidad de siembra mayor.

Interacción variedades por densidades

La Figura 4.13. muestra que la variedad avena Cuauhtémoc en las densidades 80 y 160 Kg/ha tuvo el mayor porcentaje de plántulas anormales con 28.44 y 52 % respectivamente, a pesar de que la semilla de avena no está reflejando una buena calidad fisiológica, también se puede observar que a una densidad mayor se suma el número de anomalías ya que a 80 se tienen PA y aún más en 160 Kg/ha. En el caso de triticale Eronga-83 se obtuvo que su mayor anomalía la presentó en la densidad de 160 Kg/ha con una media de 29.8 %, lo que hace pensar que a densidades altas mayor número de PA, a 120 Kg/ha fue de 24.8 % se tuvo un poco más que a 80 Kg/ha con 18.22 %; posiblemente se debió a que esta variedad pierde su calidad fisiológica en menos tiempo que las demás variedades.

En el caso del trigo AN-239 en las densidades 80 y 160 Kg/ha obtuvo porcentajes muy bajos desde 0 a 4.44 % siempre por debajo de todas las variedades, en lo que respecta a la densidad 120 Kg/ha, trigo AN-264 presentó el menor valor de anomalías con una media de 0.88 %. Lo cual demuestra que estas líneas de trigo presentaron mayor calidad fisiológica entre las especies estudiadas; resultando que a mayor densidad de siembra aumentó nuevamente el número de anomalías en la semilla, mismo comportamiento que avena, triticale y en la línea de cebada Narro-95,

que en caso de la Narro-221 resultó con un comportamiento similar en las densidades 120 y 160 Kg/ha como se puede observar en la Figura 4.13.

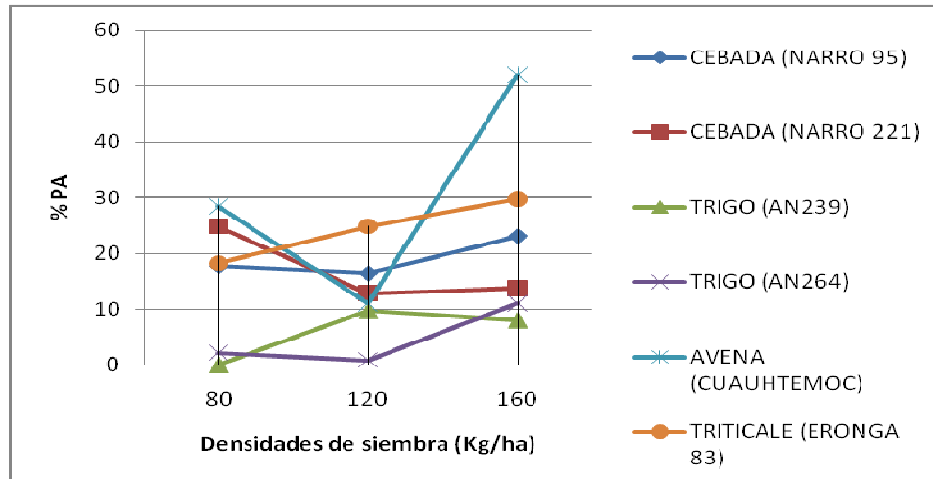


Figura 4.13 Comportamiento de las plántulas anormales (PA) en la producción de semilla de cuatro cereales bajo diferentes densidades, en Zaragoza Coahuila, 2008.

Semillas sin germinar (SSG).

En esta variable se encontraron diferencias altamente significativas entre variedades, densidades, la interacción entre variedades por densidades y el error de muestreo con un coeficiente de variación de 60.56 % este CV tan alto resultó porque en algunas de las especies no se tuvieron valores (0 %) lo cual hace que el coeficiente sea mayor; estos resultados confirman nuevamente que existe un comportamiento diferente en cuanto al material genético y densidades de siembra (Cuadro 4.2).

Variedades

Se obtuvieron tres grupos estadísticos dados en la Figura 4.11, donde en el primer grupo están consideradas las variedades con mayor número de semillas sin germinar que son: triticale Eronga-83 con 24.59 % y cebada Narro-95 con una media de 20.88 %, el siguiente grupo lo formó avena Cuauhtémoc que obtuvo un valor de 13.48 % y la línea de cebada Narro-221 presentando 10.51 %; mientras que el último grupo fue dado por las líneas de trigo AN-239 y AN-264 con valores de 2.22 y 1.77 % respectivamente.

Densidades

Como resultado de la comparación de medias obtuvimos dos grupos estadísticos, un primer grupo se dió por la densidad 120 kg/ha presentando un porcentaje de 18.74 y el segundo grupo las densidades 160 y 80 kg/ha obteniendo valores de 9.03 y 8.96 % cada una dados en la Figura 4.11, posiblemente estos resultados muestran que la semilla pudo haber presentando latencia, sin embargo no se puede confirmar esto ya que la semilla contaba con un año de almacenada en condiciones óptimas de conservación por lo cual también se descarta que la semilla estuviera en deterioro por el almacén; por lo tanto es más evidente que la semilla no contaba con buena calidad fisiológica ó por otras circunstancias que menciona Togani (1982) 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, ardidos y hasta podridos por haberse cosechado, embolsado y almacenados verdes o húmedos sin previo secado todos estos factores dan importantes fallas en la germinación.

Interacción variedades por densidades

En la comparación de medias de la interacción (Figura 4.14), se encontró que en la variedad triticales Eronga-83 en las densidades 80 y 160 Kg/ha obtuvieron los porcentajes más altos con 26.66 y 24 %, sin embargo en la densidad 120 Kg/ha la variedad cebada Narro-95 presento el mayor porcentaje con 42.22 %, confirmando lo que menciona Cruz et al.1995; Pérez y Martínez (1994) que en el avance de la edad induce alteraciones progresivas e irremisibles en diferentes niveles metabólicos (bioquímicos, fisiológicos y molecular), las cuales menoscaban la capacidad fisiológica de las semillas para germinar e incluso elimina todo signo de capacidad metabólica (viabilidad) .

Las líneas de trigo AN-239 y AN-264, mostraron un comportamiento similar en las densidades 80 y 160 Kg/ha por debajo desde 0 a 2.22 %; y en la de 120 Kg/ha, resultó que AN-264 tuvo un valor de 4.44 % siendo mayor que AN-239 ya que esta obtuvo un porcentaje de 4 %, sin dejar de ser las más bajas de todas las variedades estudiadas.

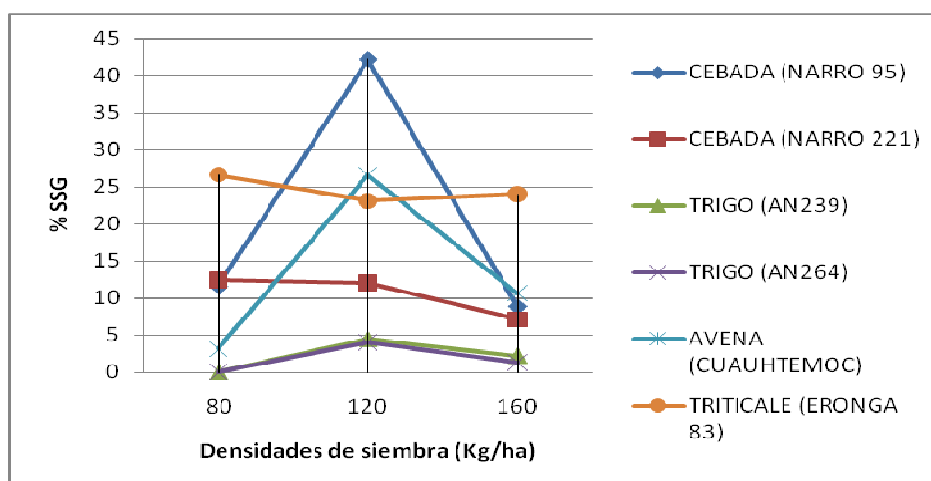


Figura 4.14 Comportamiento de las semillas sin germinar (SSG) en la producción de semilla de cuatro cereales a diferentes densidades, en Zaragoza Coahuila, 2008.

Vigor

Longitud Media de Plúmula (LMP)

En esta variable se encontraron diferencias altamente significativas entre variedades, densidades, interacción entre variedades y el error de muestreo, con un coeficiente de variación de 18.85 % en el caso de las repeticiones no hubo diferencias (Cuadro 4.3)

Variedades

Al realizar la comparación de medias se encontraron tres grupos estadísticos mostrados en la Figura 4.15, donde en el primer grupo se formó con la cebada Narro-95 presentando una media de 11.57 cm, triticale Eronga-83 con 10.74 cm y cebada Narro-221 quien mostró un valor de 10.70 cm; en otro grupo se encontró nuevamente triticale Eronga-83, Narro-221, la variedad avena Cuauhtémoc con 10.24 cm y el trigo AN-264 con 9.89 cm; mientras que en el último grupo encontramos a la avena Cuauhtémoc con 10.24 cm, el trigo AN-264 con 9.89 y AN-239 con 9.61 cm. Estos resultados tal vez se dieron por las propias características de las variedades lo que 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.

4.3 Cuadrados medios y significancia de las variables para la capacidad de vigor de la semilla mediante diferentes densidades en cuatro de cereales en Zaragoza, Coahuila, 2008.

FV	GL	LMP	LMR	PS
Variedades	5	13.31**	134.38**	300.77**
Densidades	2	8.07**	10.61**	338.35**
Repetición	2	2.01NS	2.46**	40.97**
V*D	10	7.98**	10.55**	30.02**
E(m)	34	4.13**	7.15**	22.96**
Error	108	3.89	3.82	26.71
CV %		18.85	22.26	36.84

**= Altamente significativo al 1% de probabilidad, NS=No significativo; E(m)= Error de muestreo; LMP=Longitud media de plúmula; LMR=Longitud media de radícula; PS= Peso seco.

Densidades

Al realizar la comparación de medias en densidades se encontró que a 120 Kg/ha se obtuvo una media de 10.70 cm, seguida por la densidad 160 Kg/ha presentando un valor de 10.66 cm y por último a 80 Kg/ha que fue de 10.01 cm mostrado en la Figura 4.15. Los daños ocasionados por los factores ambientales tienen relación con esta variable, como la madurez fisiológica de la cosecha. Basado en lo que 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.

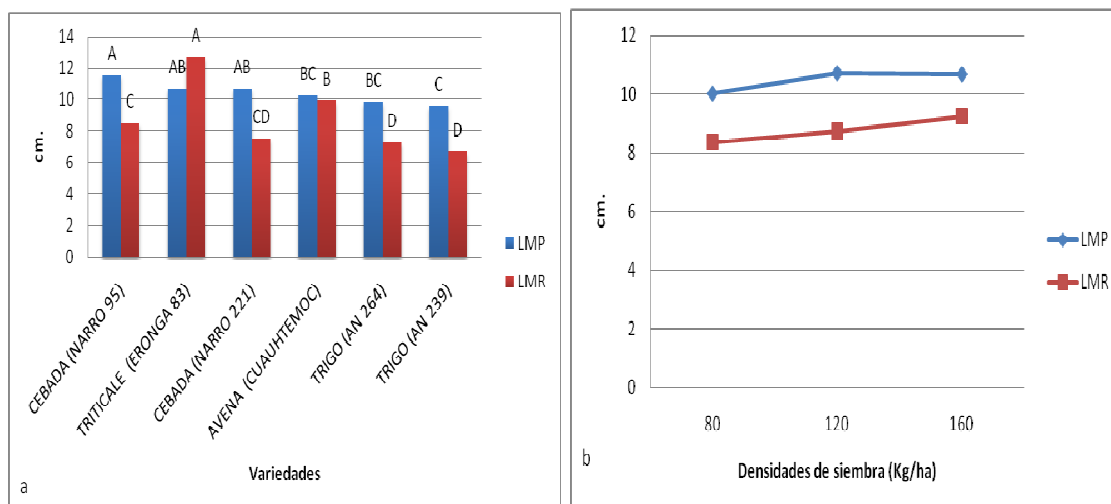


Figura 4.15 Comportamiento de medias de las variedades (a) en cuanto a plántulas, longitud media de plúmula (LMP) y longitud media de radícula (LMR) en cuatro cereales producidos bajo diferentes densidades de siembra (b), en Zaragoza, Coahuila, 2008.

Interacción variedades por densidades

La variedad triticales Eronga-83 en la densidad 80 Kg/ha superó a todas las variedades con 10.98 cm, sin embargo la cebada Narro-95 obtuvo mayor longitud de plúmula en la densidad 120 Kg/ha con una media de 13.87 cm y con respecto a la densidad 160 Kg/ha todas las especies tienen un comportamiento similar. (Figura 4.16).

En el caso del trigo AN-239 en la densidad 120 Kg/ha obtuvo el valor más bajo que todas las variedades con una media de 9.19 cm y en las densidades 80 y 160 Kg/ha tuvo un comportamiento similar al de las de más variedades. Estos resultados coinciden con lo que Rojas (1996) menciona, 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.

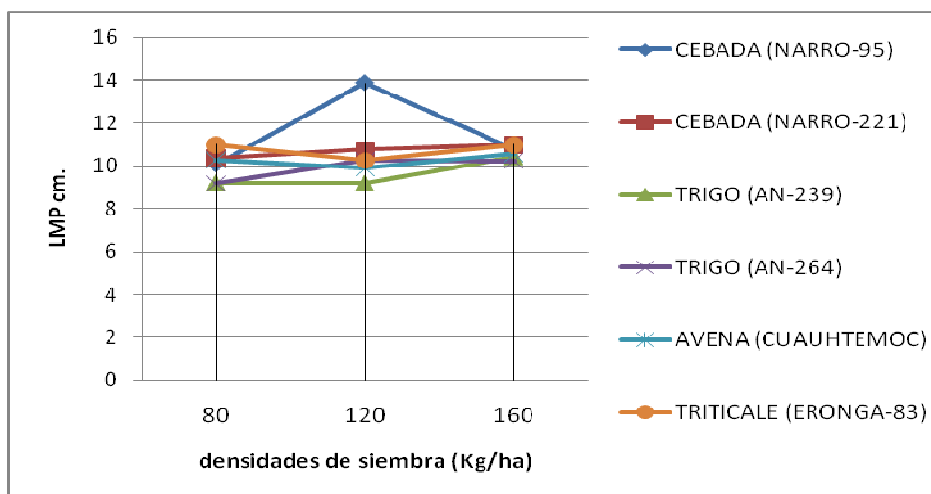


Figura 4.16 Comportamiento de la longitud media de plúmula (LMP) en la producción de semilla de cuatro cereales bajo diferentes densidades, en Zaragoza Coahuila, 2008.

Longitud media de radícula (LMR)

En el análisis de varianza para esta variable se encontró para las repeticiones un diferencia significativa sin embargo entre variedades, densidades, interacción entre variedades por densidades y el error de muestreo se encontró diferencia altamente significativa, con un coeficiente de variación de 36.84 % (Cuadro 4.3)

Variedades

Como resultado de la comparación de medias se encontraron cuatro grupos estadísticos donde en el primer grupo se encuentra el triticale Eronga-83 con 12.71cm; seguido por la avena Cuauhtémoc que obtuvo 9.95 cm, otro grupo lo forman las líneas de cebada Narro-95 y Narro-221 siendo sus medias 8.49 y 7.54 cm; en el último se

encontró nuevamente a cebada Narro-221, las líneas de trigo AN-264 y AN-239 estas dos últimas presentando valores de 7.30 y 6.71 cm respectivamente mostrado en la Figura 4.15. En el triticale Eronga-83 se favorece el vigor posiblemente debido a que la planta absorbe mayor humedad y también hace posible que los nutrientes estén más disponibles y favorezca el llenado del grano.

Densidades

Como resultado de la comparación de medias en las densidades de siembra mostrado en la Figura 4.15 se encontraron estadísticamente dos grupos donde en el primer grupo se encuentra a la densidad 160 Kg/ha con 9.24 cm y la densidad 120 Kg/ha siendo su valor de 8.74 cm; el otro grupo lo formo nuevamente la densidad de 120 y 80 Kg/ha siendo sus medias 8.74 y 8.36 cm. Estos resultados se resumen en que el vigor de la plántula es una característica determinada por factores genéticos pero influenciados por el ambiente Anda y Pinter, (1994).

Interacción variedades por densidades

En la comparación de medias de la interacción de se encontró que el triticale Eronga-83 en las tres densidades 80, 120 y 160 Kg/ha presentó mayor la longitud con 12, 12.49 y 13.56 cm respectivamente, seguido por la avena Cuauhtémoc que en la densidad 80 Kg/ha tuvo 8.86 cm y en 160 Kg/ha con 12 cm pero en la densidad 120 Kg/ha la cebada Narro-95 superó con una media de 9.82 cm a la avena que tuvo 8.94 cm. En el triticale Eronga-83 el vigor de la semilla es debido posiblemente a que la planta obtiene mayor humedad, la longitud de la radícula 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. (Figura 4.17). Las plantas al igual que muchos

organismos tienen interacciones negativas cuando compiten por recursos esenciales que son limitados. Por lo que Vera et al, (2006) mencionan que la competencia intraespecífica generalmente conduce a una reducción del crecimiento y el desarrollo de los individuos debido a los cambios en las cantidades de los recursos en reserva.

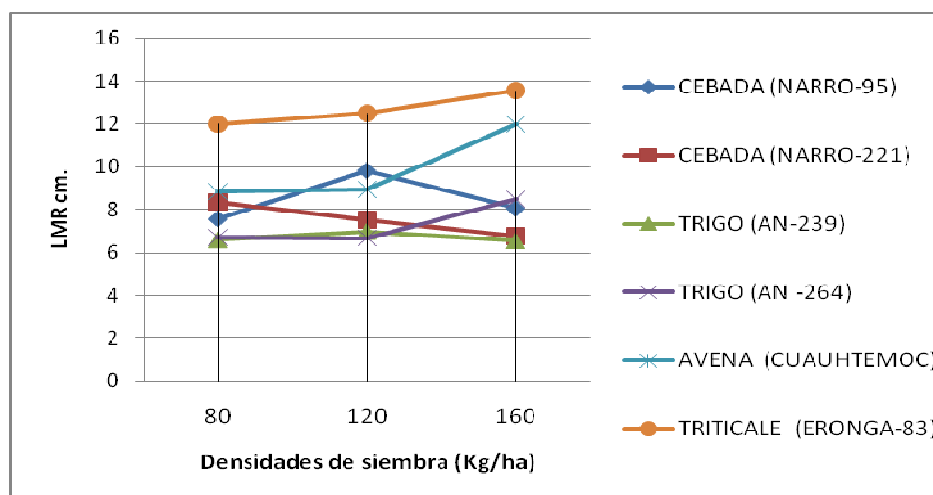


Figura 4.17 Comportamiento de la longitud media de raíz (LMR) en la producción de semillas de cuatro cereales bajo diferentes densidades de siembra, en Zaragoza Coahuila, 2008.

Tasa de crecimiento de plántula mediante peso seco (PS)

En el análisis de varianza para esta variable se observa que entre variedades, densidad, repeticiones y la interacción variedades por densidad hay una diferencia altamente significativa, no siendo así en el error de muestreo, ya que presentó diferencia significativa, con un CV de 36.84% (Cuadro 4.3).

Variedades

Se encontraron cuatro grupos estadísticos (Figura 4.18), dentro del primer grupo se ubicó el triticale Eronga-83 con 18.77 mg/ plántula; seguido por la cebada Narro-221 presentando un peso de 15.82 mg/plántula, cebada Narro-95 que obtuvo 14.49 mg y trigo línea AN-239 con una media de 13.83 mg/plántula; otro grupo lo formaron la cebada Narro-95, el trigo AN-239, trigo AN-264 este último con 12.43 mg/plántula; en el último grupo encontramos a la avena Cuauhtémoc con 8.81 mg/plántula. A pesar de que el triticale Eronga-83 fue el que tuvo menos germinación fue la de mayor peso seco tal vez por la composición bioquímica de la semilla. Ratikanta (1986) menciona que estas diferencias resultan de los procesos fisiológicos, los cuales tienen mecanismos que son usualmente bioquímicos los cuales son afectados por la constitución genética de las plantas.

Densidades

Al realizar la comparación de medias en densidades encontramos dos grupos estadísticos donde en el primer grupo tuvimos a la densidad 120 Kg/ha con 16.91 mg/plántula; seguido por las densidades 80 Kg/ha y 160 Kg/ha siendo sus valores de 12.76 y 12.41 mg/plántula. Se podría decir que con una densidad media se obtiene un buen peso seco ya que en esta favorecen todos los recursos edafoclimáticos. (Figura 4.18)

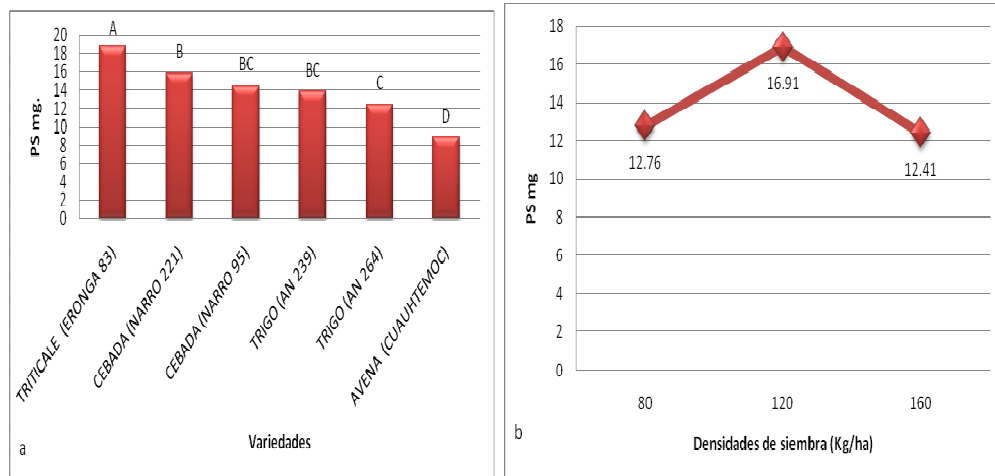


Figura 4.18 Comportamiento de medias de las variedades (a) en cuanto a peso seco (PS) en cuatro cereales producidos bajo diferentes densidades de siembra (b), en Zaragoza, Coahuila, 2008.

Interacción variedades por densidades

En la figura 4.19 se observa que el triticale Eronga-83 en las tres densidades 80, 120, 160 Kg/ha obtuvo mayor peso seco con valores de 17.57, 23.54 y 15.19 mg/plántula, seguida por la cebada Narro-221 en la densidad 80 Kg/ha con 17.22 mg/plántula, pero en las otras dos densidades presenta similar comportamiento a las demás especies.

En el caso de la avena Cuauhtémoc en las tres densidades de estudio 80, 120, 160 Kg/ha obtuvo pesos por debajo de las demás especies con medias de 6.98, 11.03 y 8.42 mg/plántula. 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.

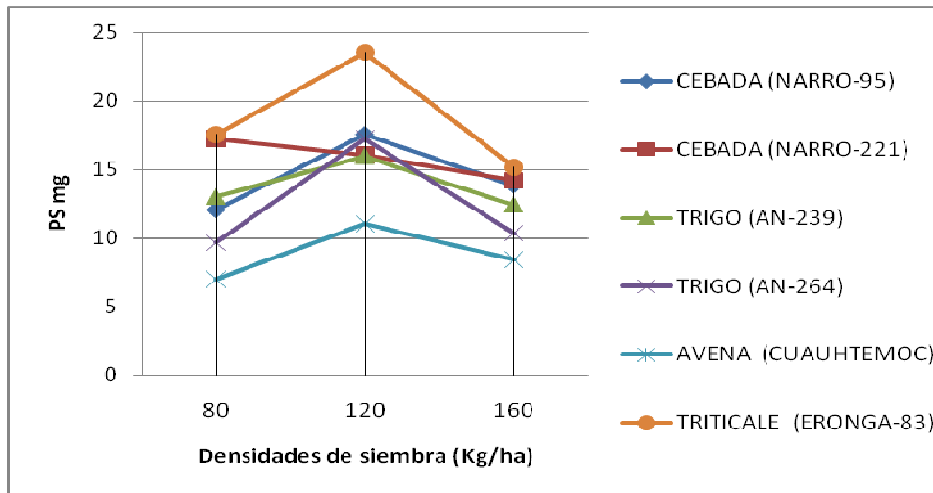


Figura 4.19 Comportamiento del peso seco (PS) en la producción de semilla de cuatro cereales bajo diferentes densidades de siembra, en Zaragoza Coahuila, 2008.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo, con base al objetivo planteado y los resultados obtenidos se concluye que:

- Por ser diferentes variedades y densidades de siembra es muy difícil comparar la calidad física y fisiológica entre ellas.
- Ninguna especie coincidió mostrando los valores más altos en todas las variables físicas y fisiológicas evaluadas para la calidad de las semillas.
- No se encontró una densidad única que provoque resultados óptimos en todas las variables evaluadas de las variedades, sin embargo:
- A una densidad de siembra de 80 Kg/ha podría obtenerse en la mayoría de las variedades estudiadas la mejor calidad física y fisiológica.
- La mejor calidad física la presentó el triticale Eronga-83 y en la de mejor calidad fisiológica en capacidad de germinación la línea de trigo AN-264, sin embargo en lo que se refiere a vigor fueron mejores cebada Narro-95 y triticale Eronga-83.

BIBLIOGRAFIA

- AOSA. (Association of Official Seed Analysts) 1992. Vigor Testing handbook. Contribution No.32 to the handbook of seed testing). USA. 6:1-126.
- Ahmet, D., M. L. Kauffmann y L.P.V.Jhonson, 1963. The influence of seed size and seeding rate on yield and yield components of barley. Canadian Journal of Plant Sciences. Vol.43 pp.330-337.
- 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.
- Besnier F. R. 1989. Semillas. Biología y tecnología. (2a edición) Ed. Mundi - prensa. Madrid. P. 637.
- Bishaw Z, Niane AA, Gan Y. 2007. Quality Seed Production. In Yadav SS, McNeil DL, Stevenson PC (Eds.) *Lentil. An Ancient Crop for Modern Times*. Springer. Holanda. pp.349-383.
- Bustamante G., L. 1996. Notas del curso de control de calidad. Programa de Graduados. CCDTS-UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., México.
- 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
- Cruz, G.F.; González-H, V.A.; Molina-M., J; Vásquez-R., J.M. 1995. Seed deterioration and respiration as related to DNA metabolism in germinating maize. *Seed Science and Technology* 23:477-486.
- Delouche JC. 1980. Environmental effects on seed development and seed quality. *Hort. Sci.* 15: 775-780.

- 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. Seed News. Mississippi State University. E U. A.
- Díaz E., L. F. 2004. Productividad de Agrosistemas . Avances de los proyectos de investigación en el cultivo de cebada maltera. INIFAP- Campo Experimental el Bajío. Celaya Gto. México. P 26. Marzo del 2004.
- 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.
- Dornbos DL, Müllen RE, Shibes RM. 1989. Drought stress effects during seed fill on soybean seed germination and vigor. *Crop Sci.* 29: 476-480
- Du Daiwen. 1994. Cultivation techniques for high yield in Dehong Prefecture, Yunnan Province, China. In D.A. Saunders & G.P. Hettel, eds. *Wheat in heat-stressed environments: irrigated, dry areas and rice-wheat farming systems*, p. 387-388. Mexico, D.F., CIMMYT. 402 pp.
- Franca NJB, Krzyzanowski FC, Henning AA, West SH, Miranda LC. 1993. Soybean seed quality as affected by shriveling due to heat and drought stresses during filling. *Seed Sci. Technol.* 21: 107-116.
- 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 MLF, Rharrabti Y, Villegas D, Royo C. 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under mediterranean conditions. An ontogenic approach. *Agron. J.* 95:266-274.

- García R. J. J., Solís M. E. y F.P. Gámez V. 2001. Producción de cereales de Otoño- Invierno en el Sistema de Siembra en surcos. Celaya Gto. México. SAGARPA-INIFAP ampo Experimental Bajío (Informe de Investigación /INIFAPIMPASA-OPICECSA)
- 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.
- Gómez M. R. A. Turrent F., C. Ortiz, S., y B. Peña O. 2001. Productividad en cebada maltera. II. Análisis de las interacciones de seis factores de la producción. Agricultura Técnica de México. Vol . 27 Núm.2. Julio – Diciembre. P 95-105.
- Ghassemi GK, Soltani A, Atashi A. 1997. Effect of water limitation in the field on seed quality of maize and sorghum. *Seed Sci Technol.* 25: 321-323.
- Grass L, and Burris JS. 1995. Effect of heat during seed development and maturation on wheat (*Triticum durum*) seed quality. I. Seed germination and seedling seedling vigor. *Can. J. Plant Sci.* 75: 821-829.
- Guberac V, Martincic J, Maric S, Bede M, Jurisic M, Rozman V. 2000. Grain yield components of winter wheat cultivars in correlation with sowing rate. *Cereal Res. Comm.* 28:307-314.
- Harman, H. y Kester, D. 1988. Propagación de plantas. México D.F. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V.760p.
- Hay, R.K.M. y A.J. Walker. 1989. An introduction to the physiology of crop yield. Longman Scientific & Technical. New York. .

- Heatherly LG 1993. Drought stress and irrigation effects on germination of harvested soybean seed. *Crop Sci.* 33: 777-781.
- Holliday, R.,1963. The effect of row width on the yield of cereals Field Crops Abstracts Vol. 16 No. 2.pp. 71-81.
- Lacasta, C.; Meco, R.; Estalrich, E.; Martin de Eugenio, L. 2004. Interacción de densidades de siembra de cebada y rotaciones de cultivo sobre la flora arvense y rendimientos de cultivos *Agroecología: Referente para la transición de los sistemas agrarios* VI Congreso SEAE: 1481-1496.
- López-Castañeda C, Richards R.A. 1998. Variation in grain growth and remobilization of stem reserves among temperate cereals. Combined 42nd Annual ASBMB /38th Annual ASPP /20th 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.
- Maled BG, Hanchinal RR. 1997. Path analysis in barley. *Madras Agric. J.* 84: 293-294.
- Marino A.; Rodríguez P.; García G. M. 1980. Semillas. Anuario de agricultura. 7^{Ed}. Continental S.A., México. Pag.1005.
- 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 agrícolas 3° Ed. UNAM. Mexico. P 113-122.
- Moreno R.O.H., J.M. Salazar G., K.D. Sayre. I. Ortiz M., M. Camacho C., P. Félix V., y L. E. Carrillo M. 1997. La densidad de población en relación a la

- producción de cereales de grano pequeño, en el Noroeste de México. INIFAP-CIR NOROESTE. Campo Experimental Valle del Yaqui. Folleto Técnico Núm.30. Septiembre 1997.
- Parsons B. D. 1981. Trigo, Cebada, Avena. Manuales para educación agropecuaria. Editorial trillas. 54 p.
- Peacock, J. M.; Wilson, G. L. 1984. Sorghum. The physiology of tropical field crops. P. R. Goldsworthy and N. M. Fisher eds. John Wiley London,UK.249 - 279 p.
- Pérez, F.G.; Martínez J. B. 1994. Introducción a la fisiología vegetal. Mundi-Prensa. México .250p.
- Perry D. A. 1972. Seed vigor and field establishment. Hort. Abstracts 42. 334-342
- Ratikanta M. SC. 1989. Morfología, crecimiento y desarrollo del sorgo. Marin, Nuevo León, Mexico. P. 355.
- Ríos, R., S. A., E. Solís M. y M. Hernández M. (eds.) 2006. 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. 202p. (Memoria Científica).
- 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.
- Sánchez, A. 1983. Cultivos de fibras. Segunda reimpresión. Editorial Trillas, México. p. 11-22.
- 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

- Suttie J.M. 2003. Conservación de heno y paja. FAO. Dirección y protección vegetal. 337 pg.
- Tester, R; Karkalas, F. 2001. The effects of environmental conditions on structural and physico-chemical properties of starch. *Starch/Stärke* 53: 513-519.
- 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
- Vela, L.B. 1997. Rendimiento y calidad de semilla de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en respuesta a densidad de siembra y fertilización. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico Agropecuario 33. Roque, Celaya, Gto., Mex, 86p.
- Vera A.; Medrano C.; Del Villar A.006. Evaluación ecofisiológica de la competencia intraespecífica de *Cenchrus ciliaris* L. (Poaceae) en macetas. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 23: 151-160. Venezuela
- Vivianco D. 1988. Tratado de Fertilización. Edición. Mundi Prensa.
- 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.
- Walther P. F. 1979. Mejoramiento de la producción de semillas. Colección FAO: producción y protección vegetal.165.
- Walter Q, Orlando C. 2009. La importancia del insumo de semilla de buena calidad. Inédito. Oficina Nacional de Semillas.

Citas en internet

www.buscagro.com/biblioteca/JorgeDelaVega/Triticale.pdf.

www.oeidrus-c.gob.mx/sispro/trigobc/Produccion/Paquetes/Semilla.pdf

www.campopotosino.gob.mx/modulos/tecnologiasdesc.php?id=43

<http://benzoninstitute.org/Publication/Lessons/SP/Agronomia/pdf/Arreglos.pdf>

www.botanical-online.com/siembra.htm

www.inta.gov.ar/barrow/info/documentos/agricultura/carpeta_cos_fina/sembradora_naumat50.pdf.

www.seednews.inf.br/espanhol/seed55/artigocapa55_esp.shtml

www.infoagro.com/herbaceos/cereales/avena.htm