

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Comportamiento de Genotipos de Cebada por Rendimiento de Grano
y algunos de sus Componentes

Por:

VICENTE OCTAVIO ARIAS GARCÍA

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Febrero de 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Comportamiento de Genotipos de Cebada por Rendimiento de Grano

y algunos de sus Componentes

Por:

VICENTE OCTAVIO ARIAS GARCÍA

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada

M.C. Modesto Colín Rico
Asesor Principal

Dr. Victor Manuel Zamora Villa
Coasesor

Dr. Alejandro Javier Lozano del Río
Coasesor

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Febrero de 2013

DEDICATORIA

A Dios:

Por haberme dado la vida y la entereza suficiente como guía y ejemplo para enfrentar aquellos retos decisivos en el camino y que nunca me dejó solo ante ello y sin él nada tendría razón de ser.

A mis padres:

Sr. Celso Arias Mendoza

Sra. Edilberta Petra García Vázquez

Que me dieron la vida y parte de la suya, quienes con su apoyo y consejos me supieron encausar por el buen camino de la superación y con sus sacrificios y desvelos hicieron posible mi profesión.

A mis hermanos:

Teresa, Gerardo, Jerónimo, Julieta, Diego, Paloma, María del Carmen,
Jazmín y Cristóbal.

Por los lazos que nos unen y por el apoyo moral que siempre me han dado.

A mi abuela:

Sra. Guadalupe Mendoza Mendoza

Por los buenos deseos de superación que me brinda.

A mi novia:

Hilda Laura Correa González

Por su paciencia, amor y apoyo que me brinda.

A mis maestros: Por las enseñanzas y consejos durante mi formación profesional.

A todos mis compañeros de la Generación CXIV de la especialidad de ingeniero agrónomo en producción y especialmente a mis amigos Gisela Ruiz, Leticia Morales, Emilia Hernández, Elia Olivar, Luisa Robledo, Joaquín Mendoza, Roberto Antonio, Daniel Aguilar, Marcos Acalco, Isaías Adán, David Ramírez, Refugio Méndez, Daniel Velásquez, Eliud García, José Luis, Ignacio Carmona, Gabriel Martínez, Noé Felipe, Ángel López, Fermín Gómez, Héctor Gutiérrez, Juan Salazar, José Antonio, Lino Cesar, Sandro Gonzales, Elmer Hernández, Jesús Valdemar, Agustín Ramos, Isidro Flores, Juan Arteaga, Isaí Saúl, Ulises Armendáris, Everardo y Armando Regino, por los momentos en que convivimos juntos y que siempre recordaré.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme dado la oportunidad de cursar los estudios profesionales y permitirme ser un profesionista.

A mis asesores:

Especial y sinceramente para el Ing. M.C. Modesto Colín Rico que con su apoyo y asesoría hizo posible la realización del presente trabajo, de igual forma para el Dr. Victor Manuel Zamora Villa y Dr. Alejandro Javier Lozano del Río que por la aportación de sus conocimientos y sugerencias fue posible la culminación de este trabajo.

A mi novia: Hilda Laura Correa González por su compañía, amor y todo el apoyo moral que me brinda.

A los señores: Jesús Rodríguez y Enrique Morales por su valioso apoyo, sugerencias y amistad en el trabajo.

A mis amigos: José Refugio Méndez Vásquez, Daniel Flaviano Velásquez Prado, Emilia Hernández Morales, Roberto Antonio Cruz y Erick Canales Ruelas por su apoyo en la toma de datos.

A todas aquellas personas que en todo momento me dieron su apoyo moral “Gracias”.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
INDICE DE CUADROS.....	V
INDICE DE APENDICE.....	VII
RESUMEN.....	VIII
INTRODUCCION	1
Objetivos	22
Hipótesis.....	2
REVISION DE LITERATURA.....	3
Origen de la cebada.	3
Usos de la cebada.	4
Clasificación taxonómica.....	5
Descripción botánica.	6
Partes vegetativas.	6
Importancia del cultivo de cebada para grano.....	9
Producción de cebada para grano.	10
Componentes de rendimiento.....	10
Correlaciones entre componentes de rendimiento.....	13
MATERIALES Y METODOS	16
Localidades.....	16
Desarrollo del experimento en campo.....	18
Material genético	18
Preparación del terreno.....	20
Siembra y densidad de siembra	20
Fechas de siembra	20
Riegos.....	20
Fertilización.....	20
Fechas de cosecha	21

Tamaño de parcela.....	21
Variables Registradas	21
Diseño Experimental	22
Análisis de varianza individual	22
Análisis de varianza combinado.....	23
Comparación de medias	23
Análisis estadísticos	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
Resultados de los análisis de varianza individuales para la localidad de Zaragoza, Coahuila.....	25
Resultados de los análisis de varianza individuales para la localidad de Navidad, Nuevo, León.....	27
Resultados de los análisis de varianza y pruebas de medias combinados (ambas localidades).....	29
Longitud de espiga	29
Espiguillas por espiga.....	32
Granos por espiga.....	35
Peso de mil granos.....	38
Peso hectolítrico	40
Rendimiento de grano	43
Altura de planta	45
Correlaciones entre variables estudiadas en Zaragoza, Coahuila.....	47
Correlaciones entre variables estudiadas en Navidad, Nuevo León.....	49
Correlaciones entre variables estudiadas considerando ambas localidades	51
CONCLUSIONES	53
LITERATURA CITADA.....	54
APENDICE.....	58

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
3.1.	Material genético utilizado en el presente estudio.....	19
4.1	Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza individuales para cada variable evaluada en la localidad de Zaragoza, Coahuila, 2011-2012.....	26
4.2	Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza individuales para cada variable evaluada en la localidad de Navidad, N.L. 2011-2012.....	28
4.3	Análisis de varianza combinado de dos localidades para la variable longitud de espiga, en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N. L. 2011-2012.....	29
4.4	Resultados de la prueba de medias (DMS) combinada para longitud de espiga (LE) en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N.L. 2011-2012.....	31
4.5	Análisis de varianza combinado de dos localidades para la variable espiguillas por espiga, en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N. L. 2011-2012.....	32
4.6	Resultados de la prueba de medias (DMS) combinada, para espiguillas por espiga (EE) en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N.L. 2011-2012.....	34
4.7	Análisis de varianza combinado de dos localidades para la variable granos por espiga, en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N. L. 2011-2012.....	35
4.8	Resultados de la prueba de medias (DMS) combinada, para granos por espiga (GE) en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N.L. 2011-2012.....	37
4.9	Análisis de varianza combinado de dos localidades para la variable peso de mil granos, en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N. L. 2011-2012.....	38
4.10	Resultados de la prueba de medias (DMS) combinada, para peso de mil granos (PMG) en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N.L. 2011-2012.....	39
4.11	Análisis de varianza combinado de dos localidades para la variable peso hectolítrico, en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N. L. 2011-2012.....	40
4.12	Resultados de la prueba de medias (DMS) combinada para peso hectolítrico (PHL) en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N.L. 2011-2012.....	42
4.13	Análisis de varianza combinado de dos localidades para la variable rendimiento de grano, en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N. L. 2011-2012.....	43

4.14	Resultados de la prueba de medias (DMS) combinada para rendimiento de grano (RG) en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N.L. 2011-2012.....	44
4.15	Análisis de varianza combinado de dos localidades para la variable altura de planta (AP), Zaragoza, Coahuila y Navidad, N. L. 2011-2012.....	45
4.16	Resultados de la prueba de medias (DMS) combinada para altura de planta (AP) en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N.L. 2011-2012.....	46
4.17	Coefficientes de correlación fenotípica entre siete características medidas en 18 genotipos de cebada evaluados en Zaragoza, Coahuila 2011-2012....	48
4.18	Coefficientes de correlación fenotípica entre siete características medidas en 18 genotipos de cebada evaluados en Navidad N.L. 2011-2012.....	50
4.19	Coefficientes de correlación fenotípica entre siete características medidas en 18 genotipos de cebada evaluados en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N.L. 2011-2012.....	52

INDICE DE APENDICE

Cuadro		Página
A.1	Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para longitud de espiga (LE) en Zaragoza, Coahuila, 2011-2012.....	58
A.2	Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para espiguillas por espiga (EE) en Zaragoza, Coahuila, 2011-2012.....	59
A.3	Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para granos por espiga (GE) en Zaragoza, Coahuila, 2011-2012.....	60
A.4	Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para peso de mil granos (PMG) en Zaragoza, Coahuila, 2011-2012.....	61
A.5	Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para peso hectolítrico (PHL) en Zaragoza, Coahuila, 2011-2012.....	62
A.6	Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para rendimiento de grano (RG) en Zaragoza, Coahuila, 2011-2012.....	63
A.7	Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para altura de planta (AP) en Zaragoza, Coahuila, 2011-2012.....	64
A.8	Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para longitud de espiga (LE) en Navidad, N.L. 2011-2012.....	65
A.9	Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para espiguillas por espiga (EE) en Navidad, N.L. 2011-2012.....	66
A.10	Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para granos por espiga (GE) en Navidad, N.L. 2011-2012.....	67
A.11	Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para peso de mil granos (PMG) en Navidad, N.L. 2011-2012.....	68
A.12	Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para peso hectolítrico (PHL) en Navidad, N.L. 2011-2012.....	69
A.13	Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para rendimiento de grano (RG) en Navidad, N.L. 2011-2012.....	70
A.14	Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para altura de planta (AP) en Navidad, N.L. 2011-2012.....	71

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2011-2012, bajo condiciones de riego, las localidades en las cuales se realizó fueron: El campo experimental de Zaragoza, Coahuila y Navidad, N.L. México, ambos propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; con los objetivos de identificar las líneas o variedades que presenten mayor potencial de rendimiento de grano bajo condiciones de riego en dos localidades y determinar los componentes del rendimiento más asociados con este, por medio de correlaciones fenotípicas. Se evaluaron 18 genotipos incluyendo cinco variedades comerciales (Armida, Esperanza, Esmeralda, Chevalier y Cerro Prieto), que sirvieron como testigos. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar (BCA) con tres repeticiones. Las variables evaluadas: Longitud de espiga (LE), Número de espiguillas por espiga (EE), Numero de granos por espiga (GE), Peso de mil granos (PMG), Peso hectolítrico (PHL), Rendimiento de grano (RG) y Altura de planta (AP).

De acuerdo a los resultados obtenidos, se derivaron las siguientes conclusiones: existe amplia variabilidad genética entre los genotipos evaluados, la cual se manifestó en diferencias estadísticas para todas las variables tanto por localidad como a través de localidades; por rendimiento de grano, destacó el genotipo CAN-005-94, superando significativamente a la mayoría de las variedades testigo. Las correlaciones de mayor relevancia ocurrieron entre peso hectolítrico (PHL) y peso de mil granos (PMG); así como altura de planta (AP) y rendimiento de grano (RG). En condiciones similares a las de este estudio, la altura de planta puede utilizarse como criterio para realizar selección indirecta hacia rendimiento de grano.

Palabras clave: Rendimiento de grano, Cebada, Componentes de rendimiento, Correlaciones fenotípicas.

INTRODUCCION

La cebada (*Hordeum vulgare L.*) es el cereal de cultivo más antiguo del cual se tiene conocimiento. Su origen se ubica en el Asia Occidental casi 5000 años a. de C en la actualidad este cereal se produce en casi todo el mundo, destinándolo principalmente: como alimento para ganado y para producción de malta.

En México el cultivo de cebada se orienta básicamente a la elaboración de malta para la producción de cerveza.

La cebada es considerada como un cultivo resistente a la sequía. Sus necesidades de agua para producir una unidad de peso de grano son menores que en otros cereales, y tiene el nivel de transpiración más bajo de los cereales de invierno. Por ello alrededor de los 2/3 de la producción mundial de cebada se localizan en regiones semiáridas, en muchas de las cuales la pluviometría es inferior a los 300 mm, como sucede en Oriente Medio y el norte de África, donde es el cereal dominante (López, 1990).

De acuerdo con Steffen *et al.* (2005) la consolidación en el mercado nacional y de exportación de las dos grandes compañías cerveceras en México y el buen posicionamiento de sus productos en los mercados mundiales, han propiciado el desarrollo de una industria de producción de malta en México, integrada verticalmente con los fabricantes de cerveza. Esta industria a su vez ha desarrollado sus propias comercializadoras de grano de cebada, las que celebran contratos con los productores agrícolas para la producción de las variedades malteras demandadas por la industria.

La aceptación que ha tenido la cebada entre los pequeños productores tiene que ver en primer lugar con que ésta se produce mediante el sistema de agricultura bajo contrato.

En México el mejoramiento genético de la cebada se ha enfocado hacia la formación de cebadas de 6 hileras (*H. vulgare L.*), las cuales prevalecen en los campos de cultivo. Variedades como Cerro Prieto, Porvenir, Apizaco, Esperanza, Esmeralda, Armida, Alina, etc. pertenecen a este tipo de cebadas y destacan en cuanto a su capacidad de producción y adaptación.

Respecto a las cebadas de dos hileras (*H. distichum*), solo ha destacado la variedad Chevalier (de origen francés), la cual presenta en nuestras regiones rendimientos regulares y una buena tolerancia a enfermedades.

Es importante mencionar que las cebadas de dos hileras presentan una mayor capacidad de amacollamiento que les confiere características forrajeras superiores además de tolerancia a enfermedades y en las espigas el número de granos es menor pero más desarrollados en comparación con cebadas de seis hileras en las que el número de granos por espiga es mayor.

La importancia de estas características presentes en la cebada nos sirve para el desarrollo de variedades mejoradas de alto rendimiento y tolerantes a enfermedades. Para lo anterior, es de suma importancia para los programas de mejoramiento tener la información necesaria respecto a características cuantitativas en especies de cebada de 2 y 6 hileras.

En esta investigación se evaluaron 18 genotipos de cebada; dos de dos hileras y 16 de seis hileras con los objetivos e hipótesis siguientes:

Objetivos

1. Identificar las líneas o variedades que presenten mayor potencial de rendimiento de grano bajo condiciones de riego en dos localidades.
2. Determinar los componentes del rendimiento que estén más asociados con este, por medio de correlaciones fenotípicas.

Hipótesis

Dentro del grupo de genotipos incluidos en este trabajo, alguno o algunos destacan por su alto potencial de rendimiento bajo las condiciones de las localidades de prueba.

REVISION DE LITERATURA

Origen de la cebada.

La cebada originariamente se cultivaba en dos regiones. Una era Etiopía, en África del Norte, y la otra, en China, Japón y Tíbet (Parsons, 1985).

Córdoba (1963). Se supone que la cebada es originaria de Abisinia y del sudeste de Asia, se le ha cultivado desde hace miles de años y hasta el siglo XVI era el grano que más se usaba en Europa para la elaboración del pan, el origen biológico de la cebada no se conoce de manera definida, creyéndose que la primera forma cultivada fue la de seis hileras.

La forma más antigua hasta ahora conocida y que crece en estado silvestre es *Hordeum spontaneum*, especie muy similar a la más moderna de dos hileras. Basándose en el número de hileras de granos en la espiga y su disposición se clasifica a la cebada.

Robles (1990). Las cebadas silvestres *Hordeum ithuburense*, es posiblemente el antepasado de las cebadas de seis hileras.

Jeans (1978). Es antigua la fama de la cebada como alimento nutritivo y fortalecedor. Los tipos de cebada varían en mayor grado que cualquier otro cereal. Parte del cultivo mundial se utiliza como grano alimenticio para la ganadería, pero los tipos superiores se destinan al consumo humano.

Robles (1990). El género *Hordeum* comprende cerca de 25 especies. Se encuentran tanto especies diploides como tetraploides. A diferencia del trigo y de la avena, las cebadas cultivadas son especies diploides.

Especies diploides ($2n = 14$)

Especies cultivadas. *Hordeum vulgare*, *H. distichum*, *H. irregulare*.

Especies silvestres. *H. spontaneum*, *H. agriocrithon*, *H. pucillum*.

Especies tetraploides ($4n = 28$)

Especies silvestres. *H. murinum*, *H. bulbosum*, *H. jubatum*, *H. nodosum*.

Las cebadas cultivadas se han clasificado recientemente dentro de tres especies: *Hordeum vulgare*. De seis carreras con tres florecillas fértiles en cada uno de los nudos del raquis: *a)* grupo típico con seis carreras, los granos laterales son ligeramente más pequeños que los del centro, *b)* grupo intermedio, con granos laterales ligeramente más pequeños que los del centro. *Hordeum distichum*. De dos carreras, solamente las flores de la hilera central producen grano normalmente: *a)* grupo típico de dos carreras, las florecillas laterales tienen sus órganos sexuales reducidos, *b)* Grupos deficientes, las florecillas laterales no tienen órganos sexuales. *Hordeum irregulare*. Las florecillas centrales son fértiles, las florecillas laterales pueden ser fértiles, estériles, sin sexo o no existir, estando distribuida de un modo irregular la proporción de las mismas en la espiga.

Usos de la cebada.

Se considera que de manera accidental se descubrieron las propiedades de la cebada, cuando al estar almacenada cierto tiempo, por las condiciones de humedad, ésta germinaba y al ser empleada para la preparación de alimentos, éstos resultaban con mejor textura y sabor. Así, en forma deliberada se inició el proceso de germinación de cebada.

Se tienen antecedentes del cultivo de la cebada en las culturas egipcia, Babilónica y China, en donde se cosechaba este producto de forma silvestre.

Jeans (1978). La cebada se ha molido para convertirse en harina desde tiempos antiquísimos. Era el ingrediente principal de los griegos, romanos y hebreos. Aunque el 10 % del cultivo mundial se utiliza para la industria cervecera, el extracto de malta tiene muchos otros usos, la cebada tiene grandes propiedades restauradoras y cualidades demulcentes que la convierten en un alimento conveniente para enfermos y niños pequeños.

López (1990). La cebada ocupa el cuarto lugar en importancia entre los cereales, después del trigo, maíz y arroz. Se cree que fue una de las primeras plantas domesticadas al comienzo de la agricultura. La causa de que la cebada continúe siendo un cereal importante, después de tantos siglos de cultivo, se debe a su amplia adaptación ecológica, a su utilización, tanto para alimentación animal como humana, y a la alta calidad de la malta de cebada para la fabricación de cerveza.

López *et al.* (2007) mencionan que la composición química de la cebada varía significativamente dependiendo de la variedad y tipo, debido a que es influenciada por factores genéticos y climáticos, tipo de suelo y de cultivo.

Clasificación taxonómica.

Parsons (1985) la cebada pertenece a la familia de las gramíneas. Esta familia está dividida en dos grupos. El primero es el grupo de los granos chicos, al cual pertenecen los pastos.

El otro es el grupo de los granos grandes y a este pertenecen los cereales como la cebada, el trigo, la avena, maíz, arroz el sorgo y el mijo. Entre estos, la cebada, el trigo y la avena tienen técnicas de cultivo y formas de producción muy similares.

Robles (1990) cita la siguiente clasificación taxonómica.

Reino..... Vegetal
División.....Tracheophyta
Subdivisión.....Pteropsidae
Clase.....Angiospermae
Subclase.....Monocotiledoneae
Grupo.....Glumiflora
Orden.....Graminales
Familia.....Gramineae o Poaceae
Genero.....*Hordeum*
Especie.....*vulgare*

Descripción botánica.

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

La cebada es una planta: sexual, porque su multiplicación se realiza por medio de una semilla, cuyo embrión se origina por la unión de un gameto masculino y de un gameto femenino; monoica, por encontrarse el androceo y gineceo en una misma planta; hermafrodita, por encontrarse los dos órganos sexuales en una misma flor.

La cebada desarrolla un sistema de raíces adventicias espesas al tiempo de macollar; el tallo es de 0.60 a 1 m de altura; el follaje es poco diferente del trigo; la inflorescencia es una espiga cilíndrica. En cada nudo del raquis nacen tres flores, las exteriores pueden ser estériles o más o menos abortadas (cebada de dos carreras); las glumas y las lemas tienen típicamente aristas (cebada barbada); la polinización cruzada es rara.

Partes vegetativas.

Raíz

La radícula penetra hasta una profundidad de 12 a 15 cm desarrollando ramificaciones, otras raíces seminales se extienden horizontalmente y luego hacia abajo, finalmente alcanzan una longitud de 40 cm y una profundidad de 30 cm, estas raíces también desarrollan ramificaciones.

Las raíces de la corona se originan cerca de la superficie del suelo, se ven antes del amacollamiento; muchas de estas raíces primero son cortas, sin ramificaciones y gruesas de color blanco, además tienen vellosidad a todo lo largo; unas pocas penetran profundamente, de 1.20 a 1.50 m el resto se expande en forma horizontal o crece perpendicularmente; hay una capa densa de raíces en la superficie del suelo.

Tallo

El tallo llega a alcanzar un promedio de 20 cm en las variedades cortas bajo condiciones de temporal y 154 cm en variedades altas bajo buenas condiciones de manejo; el número usual de tallos por planta es de tres a seis, cuando la densidad de siembra es normal.

Amacollamiento.

Un solo grano produce varios tallos, a esto se le llama amacollamiento o ahijamiento; cuando el tallo principal está bien formado y las condiciones son favorables, producen algunos tallos secundarios y estos después forman tallos terciarios. Cada uno de estos tallos tiene la capacidad de producir una espiga y, por lo tanto, un buen rendimiento; los macollos se desarrollan de las yemas, en las axilas de los nudos en la base de los tallos; el amacollamiento está influenciado por varios factores:

- 1) Las características de la variedad.
- 2) Una siembra ligera lo aumenta, mientras que una pesada lo reduce.
- 3) Las plantas procedentes de semillas grandes tienden a amacollar más que las de semilla chica.
- 4) El amacollamiento tiende a aumentar con una buena fertilidad.
- 5) Una adecuada humedad del suelo y bajas temperaturas al inicio del ciclo favorecen al amacollamiento.

Hoja

La planta de cebada puede distinguirse de otros cereales en la etapa vegetativa de acuerdo con las características de las aurículas y la lígula de la hoja.

Las aurículas son las dos extensiones laterales del collar de la hoja, que es la parte más gruesa y le sirve de unión con el tallo; la cebada tiene las aurículas largas y abrazadoras.

La lígula es una extensión de la parte de abajo y de la parte inferior de la hoja donde se une al tallo; la cebada tiene una lígula más corta y menos prominente que el trigo y la avena; en estado de plántula las hojas se despliegan en el sentido de las manecillas del reloj.

La inflorescencia y la flor

La inflorescencia es una espiga cilíndrica con espiguillas alternas, fuertemente adheridas al raquis o eje de la espiga; en cada uno del raquis hay una o tres espiguillas.

Flor

El grano completo de cebada incluye la palea, que lo cubre; la lema, que lo envuelve y termina en una barba lisa o con pequeños dientes que le dan una la apariencia de aserrado aunque también hay variedades pelonas o sin barbas; y la gluma, que es una extensión del eje de la espiguilla y que puede tener una barbilla corta o larga, que es una característica usada en la identificación de variedades. Al estar los órganos reproductores, femenino y masculino encerrados y protegidos por la lema, palea y gluma se asegura la autopolinización, y por lo tanto, la formación de grano.

Grano

En las cebadas de seis hileras hay tres florecillas en cada nudo del raquis, el grano central es erecto, mientras las laterales son algo curvados, la espiga tiene de 25 a 60 granos.

En las cebadas de dos hileras hay una florecilla fértil y dos florecillas estériles en cada nudo del raquis, cada espiga tiene de 15 a 20 granos (Ramos, 1988).

Importancia del cultivo de cebada para grano.

Las principales zonas productoras en México se encuentran en el centro del país, principalmente en los estados de Guanajuato, Hidalgo, Tlaxcala, Estado de México, Puebla y Michoacán. Estas regiones aportan aproximadamente 90% de la producción total. En el período 2000–2007, la producción nacional de cebada presentó una tasa de crecimiento media anual de 3.31%, en cambio la tasa de crecimiento de la producción de cebada de los Valles Altos de la mesa central de México registró una tasa de 1.81%, estas estadísticas reflejan la variabilidad climática en la producción en condiciones de temporal, mientras que en condiciones de riego se mantiene o incrementa el crecimiento medio anual de la superficie sembrada y por un mejor control de los factores que intervienen en la producción.

La producción nacional de cebada no satisface las necesidades de la industria nacional, por lo que se ha tenido que importar cantidades crecientes de grano pasando de 21 mil toneladas en 2002 a 86 mil toneladas en 2007, la importación de malta ha pasado de 27 mil a 256 mil toneladas en el mismo período. Las importaciones de grano de cebada y malta provienen principalmente de Estados Unidos de América y Canadá.

La cebada maltera tiene gran importancia socioeconómica en México, debido a que representa el ingreso de miles de familias que habitan en zonas productoras de los Valles Altos de la mesa central, así como su utilización de materia prima para la industria maltera, forrajera y en menor proporción como alimento humano.

La malta que se extrae de la cebada también se usa en la fabricación de productos como el wiski, jarabes, sustitutos de café y algunos alimentos. Otros derivados de la malta son productos químicos y otros que se agregan a los alimentos balanceados para ganado y aves de corral (Cebada grano *Hordeum vulgare L.* SIACON, 2012).

Steffen *et al.* (2005). Los cereales son una de las principales fuentes de alimentación para la humanidad. Se estima que los cereales aportan más de 50% de la energía total consumida por la población humana. Los países subdesarrollados o en vías

de desarrollo dependen más aún de los nutrientes proporcionados por los cereales porque constituyen una excelente fuente de energía requerida para el crecimiento y el desarrollo.

La cebada en México tradicionalmente se ha producido en el ciclo agrícola primavera - verano en tierras de temporal del Altiplano Central; Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, México. Cuando la cosecha fue insuficiente para satisfacer la demanda de la industria, ésta amplió sus áreas de abastecimiento a zonas de riego de altos rendimientos que producen en el ciclo otoño-invierno y que funcionan desde entonces como proveedoras complementarias.

Producción de cebada para grano.

En la actualidad, éste cereal se produce en casi todo el mundo, destinándolo principalmente a dos tipos de mercado: como alimento para ganado y para producción de malta. Particularmente en México, aproximadamente el 70% de la cebada que se produce es específica para ser utilizada por la industria maltera y el 30% restante corresponde a variedades que se utilizan fundamentalmente para alimentación de ganado.

Las importaciones de cebada a México provienen principalmente de Canadá y los Estados Unidos, y atienden las necesidades de la industria procesadora de malta como complemento a la producción nacional de cebada maltera. En 1996 se registró el mayor volumen de importación de este grano con 300,929 toneladas. Estas importaciones han sido substituidas por la producción nacional, principalmente a través de convenios entre productores de cebada y las comercializadoras de las empresas productoras de malta, de tal forma que a partir de 2001, las cantidades importadas han disminuido considerablemente (Fundación Guanajuato Produce 2003).

Componentes de rendimiento.

El rendimiento de grano y sus componentes han sido las características más estudiadas en las plantas cultivadas en la búsqueda de alternativas para la obtención de nuevas variedades con mayor capacidad productiva. 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 1000 granos, encontrando que el

número de espigas/m² es el componente que mayor contribución tiene en el rendimiento en cereales de grano pequeño.

Castañeda *et al.* (2009) menciona que la expresión del rendimiento es influenciada por factores del medio ambiente, entre los cuales la temperatura es uno de los más importantes para el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos. Altas temperaturas aceleran la tasa de crecimiento del grano y acortan su duración, disminuyendo el peso final del grano.

Grafius (1957) propone que el rendimiento es el producto multiplicativo de los componentes del rendimiento tales como, espigas por planta, número de semillas por espiga, y peso de mil semillas.

Ríos *et al.* (2011) enfatizan que el primer componente del rendimiento de grano es el número de macollas, que causa un incremento de área foliar o fotosintética. El segundo componente es el número de granos por espiga; este componente del rendimiento de grano en cebada identifica la etapa de crecimiento y el estado reproductivo y va a depender del número de flores que son polinizadas y del número de flores polinizadas que se llenan y se convierten en grano, el tercer componente es el peso del grano; diversos genes individuales afectan el peso del grano, número de granos por espiga y número de macollas en condiciones normales son caracteres controlados por efectos aditivos.

Debido a baja ganancia genética y baja heredabilidad para rendimiento de grano comparado con otros caracteres, indicaría que su efecto fenotípico es principalmente controlado por consecuencia ambiental, por lo que sería más recomendable la selección de genotipos superiores con base en componentes del rendimiento, más que por rendimiento de grano.

Ramos (1988) menciona que para que la cebada sea considerada como maltera, uno de los requisitos es que el peso registrado en la balanza, como mínimo, debe ser el equivalente de 56 kg/hl para cebadas de seis hileras y a 58 kg/hl para cebadas de dos hileras.

Ferrán (1959) establece que el peso de los mil granos varía en razón de la densidad de las espigas, de la climatología del año y de la riqueza del suelo y abonado. El rendimiento depende de muchas características, tales como; la capacidad de amacollamiento, el desarrollo radicular y la formación potencial de semillas. El rendimiento de grano es una de las características deseables que se pretende incrementar en los programas de mejoramiento. A este respecto, se han buscado características correlacionadas con el rendimiento que permitan hacer una selección en el campo de materiales segregantes y líneas de alto rendimiento.

Paccapelo (2004) menciona que cruza entre líneas experimentales con alto número de macollos fértiles y destacados por número de granos por espiga y peso de mil granos podrían ser efectivas para incrementar el rendimiento de grano por planta.

Convento (1987) en un estudio realizado establece que los índices más eficientes en cebada, son aquellos que incluyen los siguientes caracteres: Rendimiento, espiguillas por espiga, granos por espiga, macollos efectivos, relación grano paja y el área foliar de la hoja bandera.

Kohli y Martino (1998), mencionan que el número de plantas dependen principalmente de la densidad de siembra, calidad de la semilla, y la condición física del suelo. La producción de espigas por planta está determinada por el macollaje y la sobrevivencia de los macollos, y depende fundamentalmente de la variedad, la luz, la humedad, la temperatura y el nivel nutricional del suelo, el tamaño del grano es muy dependiente de las condiciones ambientales durante el llenado del grano.

Convento (1987) establece que el rendimiento es un artefacto y es el resultado final de tres componentes: número de espigas, número promedio de granos por espiga, y el peso promedio de grano. Si el rendimiento es un producto de estos componentes no existe forma mediante la cual sea cambiado el rendimiento sin cambiar uno o más de los componentes.

Los trabajos para incrementar el rendimiento se pueden dividir en dos grupos:

- 1.- aquellos que ayudan a corregir un carácter indispensable en un tipo de planta particular.
- 2.- aquellos que cuentan con un potencial genético para alto rendimiento. Atributos tales como resistencia a enfermedades o al acame y la habilidad para resistir daños de pesticidas podrían considerarse en el primer grupo.

Hernández (1987) menciona que la selección para rendimiento de grano está basada en ensayos de rendimiento comparativos; uno de los mejores sistemas para seleccionar este tipo de materiales podría ser mediante la evaluación de los componentes de rendimiento, principalmente los relacionados con peso de 1000 granos, número de granos por espiga y número de espigas por unidad área. El número de espigas por unidad de área depende de la densidad de siembra y número de tallos por planta.

Correlaciones entre componentes de rendimiento.

Robles (1990) establece que la correlación es una relación mutua entre dos caracteres o cosas, de tal manera que un aumento o disminución en una, va generalmente asociada con un aumento o disminución de la otra.

La correlación lineal está determinada por el coeficiente de correlación “r”, cuyo valor puede variar de -1 a +1. Las correlaciones observadas en una población, son solamente aplicables a las poblaciones específicamente analizadas, ya que en otras poblaciones las asociaciones y correlaciones de genes pueden ser totalmente diferentes.

López (1990) menciona que existe una correlación positiva entre el rendimiento de grano de la cebada y los diversos componentes del mismo: número de espigas por planta, número de granos por espiga y peso del grano. Sin embargo, tanto los factores genéticos como los ambientales pueden ser responsables del comportamiento favorable de una variedad en relación con el rendimiento.

Castañeda *et al.* (2009) expresan que en trigo, el diámetro del tallo, la longitud de la espiga y la altura de planta, fueron los caracteres más relacionados con el mayor rendimiento de grano. Aproximadamente, el 72% de la variación en el rendimiento de los cereales está relacionada al número de espigas fértiles, número de granos por espiga y el peso del grano. Así mismo, estos componentes tienen una correlación positiva y altamente significativa con el rendimiento en cebada.

Torres (2000) en un estudio de evaluación de rendimiento de grano y sus componentes en triticales (*X Triticosecale* Wittmack,) de diferentes hábitos de crecimiento, encontró alta correlación positiva y significativa entre el peso de mil granos y el rendimiento.

Ríos *et al.* (2011). El número de espigas por metro cuadrado es el componente que mayor contribución tiene en el rendimiento en cereales de grano pequeño por lo que resulta de gran interés en la práctica de fitomejoramiento el determinar el grado de asociación entre dos variables.

Abakumenko (1985), en un experimento de trigo de invierno bajo diferentes densidades, encontró correlaciones entre número de granos por espiga y número de espiguillas por espiga; longitud de espiga y número de espiguillas respecto a rendimiento. En cambio el número de granos por espiga fue débilmente correlacionado con peso de 1000 granos.

Urdiano (2002), en una evaluación del rendimiento y sus componentes de líneas elite de trigo harinero, encontró correlación altamente significativa entre la variable peso de mil granos y peso hectolítrico y los genotipos que mostraron el mayor rendimiento también tuvieron los mayores pesos hectolítricos.

Convento (1987), evaluó 23 genotipos de cebada y encontró que existe una correlación altamente significativa y positiva para rendimiento vs madurez fisiológica; rendimiento vs peso hectolítrico; longitud de espiga vs peso hectolítrico y altura de planta vs madurez fisiológica. Además se obtuvieron correlaciones significativas y positivas para peso de 1000 granos vs longitud de espiga y peso de 1000 granos vs peso hectolítrico.

Camarena (2002), evaluando genotipos criollos y mejorados de trigo harinero en Zaragoza, Coahuila; encontró que entre longitud de espiga y el número de espiguillas hubo una correlación positiva y altamente significativa, pero con peso hectolítrico una correlación negativa. A su vez la variable espiguillas por espiga presento correlación con granos por espiga.

Zúñiga (1987), establece que para las líneas de dos hileras existen correlaciones positivas y significativas entre rendimiento con dos características: días a madurez fisiológica y peso hectolítrico. Se encontró también una asociación positiva y significativa entre número de granos por espiga con peso de mil granos. El peso de mil granos presento una relación negativa y significativa con altura de planta.

En las cebadas de 6 hileras se encontraron correlaciones negativas y significativas entre rendimiento con tres características; peso de mil granos, longitud de espiga y peso hectolítrico. Se obtuvo una asociación positiva y significativa entre peso de mil granos con longitud de espiga y longitud de espiga con peso hectolítrico. El carácter peso de mil granos está directamente relacionado con longitud de espiga y con peso hectolítrico.

MATERIALES Y METODOS

Localidades

Las evaluaciones de rendimiento y adaptación tienen como objetivo principal poner a prueba las nuevas variedades obtenidas por los fitomejoradores bajo diversas condiciones de suelo y clima con el propósito de elegir el genotipo que produce mejores resultados y así poder recomendarlo en la región donde se efectúa la evaluación.

Las localidades en las cuales se llevó a cabo el presente estudio fueron: El campo experimental de Zaragoza Coahuila y Navidad N.L. ambos propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

El experimento se efectuó durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2011-2012, bajo condiciones de riego; a continuación se hace una breve descripción de las condiciones geográficas, climatológicas y edáficas de cada localidad.

Zaragoza Coahuila

Ubicación geográfica: el campo agrícola experimental Zaragoza propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro se encuentra ubicado en el municipio de Zaragoza Coahuila, situado en la región norte del Estado a una distancia aproximada de 405 km de la ciudad de Saltillo.

Latitud: 28 ° 33 ' N

Longitud: 100 ° 55 ' W

Altitud: 350 msnm

Temperatura media mínima anual de 15 ° C, con una media máxima anual de 27.9 ° C.

Precipitación media anual de 300 a 400 mm, principalmente en los meses de Abril a Octubre.

La frecuencia anual de heladas es de 12.5 días, siendo más severas en los meses de Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero, Marzo, y a mediados de Abril.

El clima de acuerdo con el sistema de clasificación climática de Koppen y modificado por García (1988), tenemos que la región cuenta con un clima que presenta la siguiente clave: BS₀ hx' (w) (e'), donde:

BS₀ = El más seco de los climas secos, con un índice de humedad menor de 22.9.

h = Semicálido con invierno fresco, temperatura media anual entre los 18 y 22°C y del mes más frío menos de 18 °C.

x' (w) = Régimen de lluvias intermedio entre verano e invierno, con un porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2, pero menor de 18.0, de la lluvia total anual.

(e') = Muy extremoso, oscilación de temperatura mayor de 14 °C.

Tipo de suelo: Xerosol, que es un suelo de color claro y pobre en materia orgánica y el subsuelo es rico en arcillas o carbonatos, con baja susceptibilidad a la erosión.

pH: De 7.5 y no presenta problemas de salinidad.

Vientos: Los vientos prevalecientes tienen dirección noroeste con velocidad promedio de 15 kilómetros por hora.

Navidad N.L.

Ubicación geográfica: se localiza al sureste de la ciudad de Saltillo, Coahuila a una distancia de 84 km de ésta por la carretera 57 México-Piedras Negras.

Latitud: 25 ° 04 ' N

Longitud: 100 ° 36 ' W

Altitud: 1985 msnm

Temperatura media anual: 21.7 ° C

Clima: de acuerdo con la clasificación climática de Koppen, modificada por García (1988), es considerado como BSo hw (e), donde:

BS₀ = El más seco de los climas secos, con un índice de humedad menor de 22.9.

h = Semicálido con invierno fresco, temperatura media anual entre los 18 y 22°C y del mes más frío menos de 18 °C.

w (e) = las heladas más severas se presentan en los meses de noviembre, diciembre y enero, aunque con frecuencia se presentan heladas tardías en el mes de febrero y aun en mayo. Con una precipitación media anual de 516.2 mm.

Suelo: ligero con una textura de migajón, medianamente salino, con un pH de 7.5 a 7.6.

Viento: los vientos dominantes de esta región se dirigen del noreste al sureste la mayor parte del año.

Desarrollo del experimento en campo

Material genético

El material genético utilizado en este trabajo de investigación, fueron 18 genotipos de cebada, entre los cuales se incluyeron cinco variedades comerciales (Armida, Esperanza, Esmeralda, Chevalier y Cerro Prieto), que sirvieron como testigos. Todos los genotipos fueron proporcionados por el Programa de Cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. La lista de las líneas y/o variedades aparece en el cuadro 3.1

Cuadro 3.1. **Material genético** utilizado en el presente estudio.

No. de Genotipo	Nombre
1	CAN -385-94
2	CAN -423-94
3	CAN -001-94
4	CAN -002-94
5	CAN -003-94
6	CAN -004-94
7	CAN -005-94
8	CAN -006-94
9	CAN -007-94
10	CAN -008-94
11	Esperanza Resel. 1
12	Col. Oaxaca
13	INIFAP C-12-120
14	Armida
15	Esperanza
16	Esmeralda
17	Chevalier
18	Cerro Prieto

Preparación del terreno

En ambas localidades, la preparación del terreno consistió en las actividades comúnmente utilizadas para el establecimiento de cereales de grano pequeño de invierno cuando se siembra bajo condiciones de riego, es decir; barbecho, rastreo doble (cruzado) y nivelación o empareje.

Siembra y densidad de siembra

La densidad de siembra utilizada fue de 85 kg/ha, la siembra se realizó en forma manual a “chorrillo” depositando la semilla en el fondo del surco o hilera.

Fechas de siembra

En la localidad de Zaragoza, se sembró en seco el día 07 de diciembre del año 2011 y no fue necesario riego de siembra ya que del 11 al 13 del mismo mes y año se presentaron lluvias que en total sumaron una lámina aproximada de una y media pulgadas. En Navidad, la siembra se realizó el día 10 de febrero del año 2012, con humedad suficiente para una germinación y emergencia adecuada (tierra venida).

Riegos

En total se dieron cuatro riegos de auxilio en ambas localidades solo que en Zaragoza el riego fue por gravedad (rodado) mientras que en Navidad fue por aspersión, lo que equivalió a una lámina total aproximada de 40 cm y los riegos fueron aplicados en las etapas de; macollamiento, encañe, espigamiento y llenado de grano (etapas críticas).

Fertilización

En la localidad de Zaragoza, al momento de la siembra se aplicó la fórmula 43-43-00 con fosfato monoamónico (MAP) como fuente de fósforo y sulfato de amonio como nitrógeno, y al segundo riego de auxilio 57-00-00 con urea para una fertilización total de, 100-43-00.

En Navidad, solo se fertilizó al momento de la siembra utilizando la fórmula 18-83-00 y la fuente fue fosfato monoamónico (MAP).

Fechas de cosecha

En Zaragoza se cosechó el día 27 de abril del año 2012 (136 días después de la lluvia a la siembra), mientras que en Navidad, la cosecha se realizó el día 17 de junio del mismo año (127 días después de la siembra en húmedo).

Tamaño de parcela

La parcela experimental estuvo conformada por cuatro surcos o hileras de tres metros de longitud, con una separación entre surcos de 0.3 metros, dando un área de 3.6 m² en cada unidad experimental; en tanto que la parcela útil, fue de 1.8 m² es decir, se cosecharon solo los dos surcos centrales.

VARIABLES REGISTRADAS

Las variables registradas durante el desarrollo del trabajo fueron las siguientes:

- a) Longitud de espiga (LE), se determinó basándose en el promedio de diez espigas tomadas al azar en cada parcela experimental midiéndose su longitud en centímetros, desde la base de la primera espiguilla al ápice de espiguilla terminal.
- b) Número de espiguillas por espiga (EE), a las diez espigas recolectadas al azar para tomar longitud de espiga, se le contaron el número de espiguillas, anotándose el promedio.
- c) Número de granos por espiga (GE) las diez espigas recolectadas al azar de cada parcela se trillaron, contando el número de granos de cada una y posteriormente se obtuvo el promedio.
- d) Peso de mil granos (PMG), se pesaron 200 granos tomados al azar de cada parcela, posteriormente el peso se multiplico por 5 para obtener el peso de mil granos, expresándose en gramos.
- e) Peso hectolítrico (PHL), se llevó a cabo en una balanza volumétrica que determina la relación peso-volumen, tomándose la lectura en kilogramos por hectolitro (kg / hl), de la cosecha de grano limpio por parcela.

- f) Rendimiento de grano (RG), se registró en gramos el peso total de grano cosechado de cada parcela útil y posteriormente se transformó a toneladas por hectárea para su análisis estadístico.
- g) Altura de planta (AP), se determinó midiendo desde el nivel del suelo hasta la espiguilla superior de la mayoría de las espigas en cada parcela experimental.

Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado en la evaluación de los materiales fue el de bloques completos al azar (BCA) con tres repeticiones.

Análisis de varianza individual

Se realizó para cada una de las variables bajo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + r_j + e_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Observación del i – ésimo genotipo en la j – ésima repetición.

μ = Efecto de la media general.

g_i = Efecto del i – ésimo genotipo.

r_j = Efecto de la j – ésima repetición.

e = Efecto del error experimental.

$i = 1 \dots \dots g$ (genotipos).

$j = 1 \dots \dots r$ (repeticiones).

Análisis de varianza combinado

Se realizó un análisis de varianza combinado para cada variable a través de las dos localidades, bajo el siguiente modelo estadístico:

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

Dónde:

Y_{ijk} = Rendimiento promedio del i-ésimo genotipo obtenido en el j-ésimo ambiente y k-ésima repetición.

μ = Efecto de la media general.

G_i = Efecto del i-ésimo genotipo.

A_j = Efecto del j-ésimo ambiente.

GA_{ij} = Efecto de la interacción entre el i-ésimo genotipo y el j-ésimo ambiente.

$B_k(j)$ = efecto de la k-ésima repetición anidada en el j-ésimo ambiente.

E_{ijk} = Efecto aleatorio del error experimental asociado al i-ésimo genotipo en el j-ésimo ambiente y k-ésima repetición, según el modelo lineal aditivo.

Comparación de medias

Se realizaron comparaciones de medias a las diferentes variables registradas en el experimento, utilizando la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS), al nivel de probabilidad registrado en el respectivo análisis de varianza, mediante la siguiente fórmula:

$$DMS = (t \alpha, gle) \sqrt{\frac{CM EE}{r}}$$

Dónde:

$t \alpha$ = valor de tablas a nivel de probabilidad.

gle = grados de libertad del error.

CM EE = cuadrado medio del error experimental.

r = número de repeticiones.

Se calculó también el coeficiente de variación (%) a cada variable estudiada para verificar la exactitud con la que se desarrolló el experimento bajo la siguiente formula.

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

Dónde:

CMEE = Cuadrado medio del error.

\bar{x} = Media general de la variable.

Análisis estadísticos

Todos los análisis de varianza, pruebas de comparación de medias, coeficientes de variación y correlaciones; se llevaron a cabo mediante la utilización del programa; Statistical Analysis System (SAS 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de los análisis de varianza individuales para la localidad de Zaragoza Coahuila.

En el cuadro 4.1 se presentan los valores de cuadrados medios y significancia para las siete características que se evaluaron en la localidad de Zaragoza Coahuila, en él se muestra que existió alta significancia estadística para longitud de espiga, espiguillas por espiga, granos por espiga, peso hectolítrico, rendimiento de grano, altura de planta y solo significancia para peso de mil granos entre genotipos, lo que indica, que hay una amplia variabilidad genética dentro de los genotipos en estudio para todas las características. Los coeficientes de variación (CV) oscilaron de 2.34 a 19.09 por ciento quedando estos dentro de un límite aceptable, asumiendo que la conducción del experimento fue la adecuada y por lo tanto, los resultados son confiables.

En el mismo cuadro 4.1 se observa que hubo alta significancia estadística para peso hectolítrico, rendimiento de grano, altura de planta y solo significancia para espiguillas por espiga entre repeticiones, lo que indica que las condiciones del terreno en el que se estableció el experimento presentaron diferencias que se manifestó en significancia para el efecto de bloques entre las unidades experimentales para los caracteres mencionados, y por lo tanto, la idea de utilizar el diseño de bloques completos al azar fue adecuada.

Cuadro 4.1 Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza individuales para cada variable evaluada en la localidad de Zaragoza, Coahuila, 2011-2012.

FV	GL	LE	EE	GE	PMG	PHL	RG	AP
Rep.	2	0.0936 NS	1.2407 *	5.4288 NS	12.3035 NS	28.9512 **	2.8628 **	272.6851 **
Gen.	17	1.5894 **	4.2106 **	270.8161 **	54.4953 *	13.4276 **	1.2762 **	65.5773 **
Error	34	0.1134	0.2854	10.4077	23.0378	1.993	0.4109	
Total	53							
C.V. (%)		4.56	5.09	6.77	11.49	2.34	19.09	6.06

NS, *, **; No significativo, significativo al 0.05 y significativo al 0.01 de probabilidad, respectivamente.

En base a la significancia estadística encontrada en los análisis de varianza para las diferentes variables del cuadro anterior, se realizaron pruebas de comparación de medias (DMS) al 0.05 cuyos resultados aparecen en los cuadros A.1 al A.7 del apéndice.

Resultados de los análisis de varianza individuales para la localidad de Navidad, Nuevo, León.

En el cuadro 4.2 se presentan los valores de cuadrados medios y significancia para las siete características que se evaluaron en la localidad de Navidad Nuevo León, en él se muestra que existió alta significancia estadística para la variable espiguillas por espiga, granos por espiga, peso de mil granos, peso hectolítrico, rendimiento de grano, altura de planta y solo significancia para longitud de espigas entre genotipos, lo que indica una vez más la amplia variabilidad que existe dentro de los genotipos en estudio. Los coeficientes de variación (CV) estuvieron por abajo del 20 % con excepción de la variable rendimiento de grano (RG) que fue de 33.64 % lo cual es atribuible a la falta de adaptación de algunos genotipos cuyo rendimiento fue extremadamente bajo. Sin embargo, en general los resultados al igual que en Zaragoza, son de alta confiabilidad.

En el mismo cuadro 4.2 se observa que hubo alta significancia estadística entre repeticiones para granos por espiga, peso de mil granos y altura de planta y solo significancia para longitud de espiga, espiguillas por espiga, peso hectolítrico y rendimiento de grano; lo que indica que el área en la que se estableció el experimento presentó diferencias en lo referente a suelo y distribución de humedad que se manifestó en significancia para el efecto de bloques entre las unidades experimentales para todas las variables estudiadas.

Cuadro 4.2 Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza individuales para cada variable evaluada en la localidad de Navidad, N.L. 2011-2012.

FV	GL	LE	EE	GE	PMG	PHL	RG	AP
Rep.	2	0.6405 *	1.4801 *	68.2246 **	65.9312 **	17.1401 *	2.0643 *	234.7222**
Gen.	17	0.3675 *	1.1319 **	224.882 **	31.3139 **	20.3072 **	3.5260 **	300.0000**
Error	34	0.1616	0.3595	12.8426	12.2448	5.2121	0.6129	40.1143
Total	53							
C.V. %		6.18	6.66	8.75	9.15	3.94	33.64	12

*, **; Significativo al 0.05 y significativo 0.01 de probabilidad, respectivamente.

En base a la significancia estadística encontrada en los análisis de varianza para las diferentes variables del cuadro anterior, se realizaron pruebas de comparación de medias (DMS) al 0.05 cuyos resultados aparecen en los cuadros A.8 al A.14 del apéndice.

Resultados de los análisis de varianza y pruebas de medias combinados (ambas localidades)

Longitud de espiga

El análisis de varianza combinado para longitud de espiga (Cuadro 4.3) muestra que las fuentes de variación que reportaron alta significancia fueron: localidades, genotipos y la interacción genotipos por localidades; mientras que repeticiones por localidad registró significancia solamente, esto sugiere que los efectos de las localidades se adicionaron a los efectos de los genotipos, de tal manera que genotipos con mayor potencial para esta característica, sembrados en ambientes con condiciones favorables presentaron mayor longitud de espiga

Cuadro 4.3 Análisis de varianza combinado de dos localidades para la variable longitud de espiga, en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N. L. 2011-2012.

FV	GL	SC	CM
Loc.	1	20.3841	20.384 **
Rep/Loc	4	1.4682	0.3670 *
Genotipos	17	24.7721	1.4571 **
Genotipos * loc	17	8.4963	0.4997 **
Error	68	9.3448	0.1374
Total	107		

Coefficiente de variación. 5.34 %

Media general. 6.936 cm.

*, **; Significativo al 0.05 y significativo 0.01 de probabilidad, respectivamente.

Al realizar la prueba de medias (DMS al 0.05 de probabilidad) para longitud de espiga (Cuadro 4.4) se formaron 9 grupos de significancia estadística: en el primer grupo se encuentra destacando la variedad testigo Chevalier con una media de 8.23 cm., el segundo grupo estadístico lo integran; Cerro prieto, Esmeralda y Esperanza resel. 1 con medias de 7.57, 7.38 y 7.21 cm, siendo los dos últimos estadísticamente iguales a cinco genotipos más entre los que se encuentran las líneas CAN-001-94, CAN-003-94 y CAN-385-94 con medias de 7.13, 7.05 y 6.99 cm, seguidos por INIFAP C-12-120 y Armida con medias de 6.96 y 6.96 cm todos ellos reportaron valores superiores a la media general que fue de 6.93 cm.

El genotipo de espiga más corta y estadísticamente inferior al resto, fue la línea de dos hileras CAN-008-94 con 5.88cm, seguida del penúltimo grupo estadístico que integran entre otras CAN-005-94, CAN-007-94 y CAN-006-94 con 6.52, 6.61 y 6.63 cm respectivamente.

Cuadro 4.4 Resultados de la prueba de medias (DMS) combinada para longitud de espiga (LE) en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N.L. 2011.2012.

Tratamiento	Genotipo	LE (cm)	Significancia
17	Chevalier	8.23	A
18	Cerro prieto	7.57	B
16	Esmeralda	7.38	BC
11	Esperanza resel. 1	7.21	BCD
3	CAN-001-94	7.13	CDE
5	CAN-003-94	7.05	CDEF
1	CAN-385-94	6.99	CDEFG
13	INIFAP C-12-120	6.96	CDEFG
14	Armida	6.96	CDEFG
2	CAN-423-94	6.84	DEFGH
12	Col. Oaxaca	6.8	DEFGH
15	Esperanza	6.76	EFGH
6	CAN-004-94	6.64	FGH
4	CAN-002-94	6.64	FGH
8	CAN-006-94	6.63	FGH
9	CAN-007-94	6.61	GH
7	CAN-005-94	6.52	H
10	CAN-008-94	5.88	I

Media general= 6.93 cm

Valor de DMS= 0.42 cm

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

Espiguillas por espiga

El análisis de varianza (Cuadro 4.5) muestra que todas las fuentes de variación presentaron alto grado de significancia, esto es; localidades, repeticiones por localidades, genotipos y la interacción genotipos por localidad. Esto sugiere, al igual que en la variable anterior, que los efectos de las localidades se adicionaron a los efectos de los genotipos, de tal manera que los genotipos con mayor potencial, en mejores condiciones reportaron un número de espiguillas por espiga mayor. Podemos observar también que, en repetición por localidad hubo diferencia significativa, sugiriendo que las repeticiones se comportaron de forma diferente en cada localidad. La interacción genotipo por localidad reportó diferencias altamente significativas, indicando que los genotipos mostraron un comportamiento diferente en cuanto a la interacción con las localidades de estudio. Esta misma tendencia se observó en todas las variables siguientes, excepto peso de mil granos, (Cuadro 4.9) que no reportó diferencias significativas para repeticiones dentro de localidades, ni la interacción genotipos por localidades.

Cuadro 4.5 Análisis de varianza combinado de dos localidades para la variable espiguillas por espiga, en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N. L. 2011-2012.

FV	GL	SC	CM
Loc	1	59.7045	59.704 **
Rep/Loc	4	5.4418	1.3604 **
Genotipos	17	66.5375	3.9139 **
Genotipos * loc	17	24.2871	1.4286 **
Error	68	21.9314	0.3225
Total	107		

Coefficiente de variación. 5.82 %

Media general. 9.741

**; Altamente significativo.

Al realizar la prueba de medias (DMS al 0.05 de probabilidad) para espiguillas por espiga (Cuadro 4.6) se formaron 7 grupos estadísticos; el primero de ellos y estadísticamente superior a todos los genotipos, nuevamente lo ocupa la variedad comercial de dos hileras Chevalier con una media de 12.33 espiguillas por espiga y en el segundo grupo estadístico se encuentra la línea CAN-008-94 también de dos hileras con 10.78 espiguillas por espiga. El tercer grupo lo encabeza la variedad comercial Cerro prieto con 10.05 espiguillas por espiga y está integrado por nueve genotipos más entre los que se incluyen las variedades Amida, Esperanza, y Esmeralda. Los genotipos que mostraron valores inferiores a la media general fueron CAN-423-94, CAN-005-94, CAN-007-94, CAN-004-94, CAN-006-94 con medias de 9.23, 9.18, 9.15, 9.15 y 8.95 espiguillas por espiga, el genotipo con el menor promedio fue CAN-385-94 con 8.8 espiguillas por espiga. La media general para esta variable fue de 9.74 espiguillas por espiga.

Cuadro 4.6 Resultados de la prueba de medias (DMS) combinada, para espiguillas por espiga (EE) en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N.L. 2011-2012.

Tratamiento	Genotipo	EE	Significancia
17	Chevalier	12.33	A
10	CAN-008-94	10.78	B
18	Cerro prieto	10.05	C
13	INIFAP C-12-120	10.03	C
14	Armida	9.98	C
5	CAN-003-94	9.95	C
11	Esperanza resel. 1	9.81	CD
15	Esperanza	9.8	CDE
4	CAN-002-94	9.7	CDE
16	Esmeralda	9.51	CDEF
3	CAN-001-94	9.46	CDEF
12	Col. Oaxaca	9.45	CDEFG
2	CAN-423-94	9.23	DEFG
7	CAN-005-94	9.18	DEFG
9	CAN-007-94	9.15	EFG
6	CAN-004-94	9.15	EFG
8	CAN-006-94	8.95	FG
1	CAN-385-94	8.8	G

Media general= 9.74

Valor de DMS= 0.65

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

Granos por espiga

Para granos por espiga (Cuadro 4.7), se encontró que entre localidades, genotipos y la interacción genotipo por localidad hubo diferencias altamente significativas, sugiriendo que los genotipos mostraron un comportamiento diferencial cuando se evaluaron en las localidades de estudio.

Cuadro 4.7 Análisis de varianza combinado de dos localidades para la variable granos por espiga, en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N. L. 2011-2012.

FV	GL	SC	CM
Loc	1	1203.3356	1203.335 **
Rep/Loc	4	147.307	36.8267 *
Genotipos	17	7798.996	458.7644**
Genotipos*loc	17	627.8893	36.9346 **
Error	68	790.5129	11.6251
Total	107		

Coefficiente de variación. 7.70 %

Media general. 44.278

*, **; Significativo y altamente significativo, respectivamente.

Al realizar la prueba de medias (DMS al 0.05 de probabilidad) se formaron 5 grupos estadísticos, en el primer grupo se encuentra la variedad testigo Cerro prieto con una media de 50.98 granos por espiga, seguido del genotipo CAN-003-94 con una media de 50.16 granos por espiga. Los genotipos Armida, INIFAP C-12-120, Esperanza resel. 1, Esperanza, Esmeralda y la línea CAN-002-94 con medias de 49.5, 49.43, 48.48, 47.91, 47.55 y 47.1 granos por espiga, se comportaron estadísticamente iguales y por lo tanto dentro del primer grupo estadístico.

Los genotipos CAN-001-94, CAN-005-94, Col. Oaxaca, CAN-004-94, CAN-007-94 y CAN-006-94 con medias de 46.91, 46.75, 46.53, 46.43, 46.43 y 46.35 granos por espiga respectivamente, ocuparon el segundo y tercer grupos estadísticos pero aun sobre la media general que fue de 44.27 granos por espiga.

El quinto y último grupo estadístico, como era de esperarse lo integran CAN-008-94 y la variedad comercial Chevalier con 19.46 y 22.93 granos por espiga, por tratarse de genotipos de dos hileras (*Hordeum distichum*). Lo anterior coincide con Jeans (1978) que menciona que en cebadas de dos carreras solamente las flores de la hilera central producen grano normalmente, las florecillas laterales tienen sus órganos sexuales reducidos y por lo tanto su número de granos por espiga es menor.

Cuadro 4.8 Resultados de la prueba de medias (DMS) combinada, para granos por espiga (GE) en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N.L. 2011-2012.

Tratamiento	Genotipo	GE	Significancia
18	Cerro prieto	50.98	A
5	CAN-003-94	50.16	AB
14	Armida	49.5	AB
13	INIFAP C-12-120	49.43	AB
11	Esperanza resel. 1	48.48	AB
15	Esperanza	47.91	AB
4	CAN-002-94	47.55	AB
16	Esmeralda	47.1	ABC
3	CAN-001-94	46.91	BC
7	CAN-005-94	46.75	BC
12	Col. Oaxaca	46.53	BC
6	CAN-004-94	46.43	BC
9	CAN-007-94	46.43	BC
8	CAN-006-94	46.35	BC
2	CAN-423-94	43.4	CD
1	CAN-385-94	40.66	D
17	Chevalier	22.93	E
10	CAN-008-94	19.46	E

Media general = 44.27

Valor de DMS= 3.92

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

Peso de mil granos

El análisis de varianza (Cuadro 4.9) muestra que las fuentes de variación con alto grado de significancia fueron; localidades y genotipos, mientras que repeticiones dentro de localidades y la interacción genotipos por localidad no registraron diferencia significativa. Esto sugiere, que los efectos de las localidades se adicionaron a los efectos de los genotipos, de tal forma que los genotipos con mayor peso de grano, sembrados en buenos ambientes, dieron más peso de mil granos.

Cuadro 4.9 Análisis de varianza combinado de dos localidades para la variable peso de mil granos, en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N. L. 2011-2012.

FV	GL	SC	CM
Loc	1	332.8533	332.8533 **
Rep/Loc	4	156.469	39.1174 NS
Genotipos	17	1091.9274	64.2310 **
Genotipos*loc	17	366.83	21.5782 NS
Error	68	1199.6103	17.6413
Total	107		

Coefficiente de variación. 10.50 %

Media general. 39.990 g

NS, **; No significativo, altamente significativo, respectivamente.

Al realizar la prueba de medias (Cuadro 4.10) se formaron 6 grupos estadísticos, en el primer grupo se encuentran los testigos Chevalier y Armida con medias de 48.35 y 43.66 gramos. Armida además encabeza el segundo grupo donde se encuentran los genotipos CAN-008-94, CAN-005-94, CAN-007-94, INIFAP C-12-120 seguido por la línea CAN-006-94 con medias de 42.4, 41.83, 41.83, 41.75 y 40.83 gramos, así como también Col. Oaxaca, las líneas CAN-004-94, CAN-385.94 y el testigo Esperanza con medias de 40.66, 40.5, 40.41 y 40.33 gramos, reportando promedios estadísticamente iguales.

Los genotipos que mostraron los promedios menores fueron, Esperanza resel. 1, Cerro prieto y las líneas CAN-003-94, CAN-423-94 y CAN-001-94 con medias de 36.66, 36.5, 36.58, 35.66 y 35.58 gramos. La media general para esta variable fue de 39.99 gramos.

Cuadro 4.10 Resultados de la prueba de medias (DMS) combinada, para peso de mil granos (PMG) en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N.L. 2011-2012.

Tratamiento	Genotipo	PMG (g)	Significancia
17	Chevalier	48.35	A
14	Armida	43.66	AB
10	CAN-008-94	42.4	B
7	CAN-005-94	41.83	BC
9	CAN-007-94	41.83	BC
13	INIFAP C-12-120	41.75	BC
8	CAN-006-94	40.83	BCD
12	Col. Oaxaca	40.66	BCD
6	CAN-004-94	40.5	BCDE
1	CAN-385-94	40.41	BCDEF
15	Esperanza	40.33	BCDEF
4	CAN-002-94	38.91	BCDEF
16	Esmeralda	37.33	CDEF
11	Esperanza resel. 1	36.66	DEF
5	CAN-003-94	36.58	DEF
18	Cerro prieto	36.5	DEF
2	CAN-423-94	35.66	EF
3	CAN-001-94	35.58	F

Media general= 39.99 g

Valor de DMS= 4.83 g

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

Peso hectolítrico

Para peso hectolítrico (Cuadro 4.11), se encontró que las fuentes de variación que mostraron alta significancia fueron; localidades, repeticiones por localidad así como también genotipos y la interacción genotipos por localidad. Esto sugiere que los efectos de cada localidad influyeron de manera importante para la expresión de los genotipos en estudio, para peso hectolítrico.

Cuadro 4.11 Análisis de varianza combinado de dos localidades para la variable peso hectolítrico, en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N. L. 2011-2012.

FV	GL	SC	CM
Loc	1	155.52	155.5200 **
Rep/Loc	4	92.1829	23.0457 **
Genotipos	17	368.744	21.6908 **
Genotipos*loc	17	204.75	12.0441 **
Error	68	244.977	3.6026
Total	107		

Coefficiente de variación 3.21 %

Media general 59.10 kg/hl

**; Altamente significativo.

Para la prueba de medias (Cuadro 4.12) podemos observar que al igual que en longitud de espiga (LE), espiguillas por espiga (EE) y peso de mil granos (PMG) nuevamente el testigo Chevalier se ubicó en primer lugar con una media de 63.53 kg/hl es decir; muy por arriba de la media general; en el mismo grupo estadístico se ubicaron; Esperanza resel. 1 y Col. Oaxaca con 61.8 y 61.36 kg/hl, los dos últimos con tres genotipos más compartiendo el segundo grupo.

Los testigos Armida, Cerro prieto y Esmeralda con los genotipos CAN-002-94, CAN-008-94, no presentaron diferencia estadística, reportando medias de 60.6, 58.78, 58.56, 60.46 y 59.13 en el mismo orden.

Los genotipos INIFAP C-12-120 y Esperanza, reportaron medias de 57.28 y 57.13 kg/hl, siendo éstas inferiores a la media general. El genotipo que presentó el promedio menor para esta variable fue CAN-004-94 con 56.58 kg/hl. La media general fue de 59.10 kg/hl. De acuerdo con Impulsora Agrícola (IASA 1988) el grano de cebada para la industria maltera requiere pesar como mínimo 56 kg/hl en cebadas de 6 hileras y 58 kg/hl en cebadas de 2 hileras. Por lo tanto todos los genotipos bajo estudio superan el mínimo requerido al menos en esta característica.

Cuadro 4.12 Resultados de la prueba de medias (DMS) combinada para peso hectolítrico (PHL) en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N.L. 2011-2012.

Tratamiento	Genotipo	PHL (kg/hl)	Significancia
17	Chevalier	63.53	A
11	Esperanza resel. 1	61.8	AB
12	Col. Oaxaca	61.36	AB
5	CAN-003-94	60.88	BC
14	Armida	60.6	BCD
4	CAN-002-94	60.46	BCDE
10	CAN-008-94	59.13	CDEF
18	Cerro prieto	58.78	CDEF
16	Esmeralda	58.56	DEFG
1	CAN-385-94	58.36	EFG
8	CAN-006-94	58.35	EFG
2	CAN-423-94	57.86	FG
9	CAN-007-94	57.81	FG
3	CAN-001-94	57.73	FG
7	CAN-005-94	57.66	FG
13	INIFAP C-12-120	57.28	FG
15	Esperanza	57.13	FG
6	CAN-004-94	56.58	G

Media general= 59.10 kg/hl

Valor de DMS= 2.18 kg/hl

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

Rendimiento de grano

El análisis de varianza (Cuadro 4.13) muestra que todas las fuentes de variación presentaron alta significancia. Como en la variable anterior, esto nos indica que las localidades presentaron efecto de manera importante para los genotipos en estudio. Sugiriendo que el rendimiento de grano de cada genotipo fue diferente, los genotipos se comportaron diferencialmente en los ambientes de evaluación. La media general de esta variable se ubicó en 2.84 t ha⁻¹.

Cuadro 4.13 Análisis de varianza combinado de dos localidades para la variable rendimiento de grano, en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N. L. 2011-2012.

FV	GL	SC	CM
Loc	1	28.6443	28.6443 **
Rep/Loc	4	9.8544	2.4636 **
Genotipos	17	34.848	2.0498 **
Genotipos*loc	17	46.7916	2.7524 **
Error	68	34.8134	0.5119
Total	107		

Coefficiente de variación. 25.17 %

Media general. 2.842 t ha⁻¹

**; Altamente significativo.

En la prueba de comparación de medias (Cuadro 4.14) se formaron 7 grupos de significancia, estadística; el primer grupo lo encabeza la línea CAN-005-94 seguida de CAN-007-94, CAN-006-94 y CAN-003-94 con medias de 3.76, 3.47, 3.37 y 3.35 t ha⁻¹ y estadísticamente iguales a cinco genotipos más entre los que se incluyen las variedades testigo, Esmeralda y Cerro prieto con 3.23 y 3.06 t ha⁻¹.

Ocho fueron los genotipos que se ubicaron por debajo de la media general (2.84 t ha⁻¹) entre los que se encuentra la variedad comercial Armida, pero los de más pobre comportamiento y conformando el último grupo estadístico fueron; Col. Oaxaca, Chevalier y Esperanza con 1.47, 2.09 y 2.11 t ha⁻¹ respectivamente.

Cuadro 4.14 Resultados de la prueba de medias (DMS) combinada para rendimiento de grano (RG) en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N.L. 2011-2012.

Tratamiento	Genotipo	RG (t ha ⁻¹)	Significancia
7	CAN-005-94	3.76	A
9	CAN-007-94	3.47	AB
8	CAN-006-94	3.37	ABC
5	CAN-003-94	3.35	ABC
16	Esmeralda	3.23	ABCD
11	Esperanza resel. 1	3.23	ABCD
6	CAN-004-94	3.18	ABCD
4	CAN-002-94	3.1	ABCDE
18	Cerro prieto	3.06	ABCDE
2	CAN-423-94	2.86	BCDEF
10	CAN-008-94	2.78	BCDEF
3	CAN-001-94	2.63	CDEF
14	Armida	2.56	CDEF
1	CAN-385-94	2.51	DEF
13	INIFAP C-12-120	2.33	EF
15	Esperanza	2.11	FG
17	Chevalier	2.09	FG
12	Col. Oaxaca	1.47	G

Media general= 2.84 t ha⁻¹

Valor de DMS= 0.82 t ha⁻¹

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

Altura de planta

Para altura de planta (Cuadro 4.15), se encontró nuevamente que todas las fuentes de variación mostraron alta significancia. Esto se debe a que existió amplia variabilidad de caracteres presentes en los genotipos, permitiendo evaluar su comportamiento para seleccionar los mejores; también que las localidades presentaron efecto de manera importante para los genotipos en estudio; los genotipos se comportaron diferencialmente en los ambientes de evaluación.

Cuadro 4.15 Análisis de varianza combinado de dos localidades para la variable altura de planta (AP), Zaragoza, Coahuila y Navidad, N. L. 2011-2012.

FV	GL	SC	CM
Loc	1	17889.8148	17889.8148 **
Rep/Loc	4	1014.8148	253.7037 **
Genotipos	17	3796.2963	223.3115 **
Genotipos*loc	17	2418.5185	142.2658 **
Error	68	2135.1851	31.3997
Total	107		

Coefficiente de variación = 8.53 %

Media general = 65.648 cm.

**; Altamente significativo.

Al realizar la prueba de medias para la variable altura de planta (Cuadro 4.16) podemos observar que se formaron 8 grupos de significancia estadística, en el primer grupo se encuentra destacando el genotipo CAN-003-94 con una media de 75 cm de altura de planta, seguida del testigo Chevalier que junto con Cerro prieto y las líneas CAN-005-94, CAN-007-94, CAN-004-94 y CAN-008-94, estuvieron en el mismo primer grupo estadístico con altura superior a 69 cm.

Los genotipos que presentaron las medias más bajas fueron; Esmeralda, Col. Oaxaca e INIFAP C-12-120 con medias de 61.66, 56.66 y 55 cm, siendo el genotipo inferior el testigo Esperanza con una media de 53.33 cm de altura de planta. La media general para esta variable fue de 65.64 cm.

Cuadro 4.16 Resultados de la prueba de medias (DMS) combinada para altura de planta (AP) en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N.L. 2011-2012.

Tratamiento	Genotipo	AP (cm)	Significancia
5	CAN-003-94	75	A
17	Chevalier	73.33	AB
7	CAN-005-94	70.83	ABC
18	Cerro prieto	70	ABCD
9	CAN-007-94	70	ABCD
6	CAN-004-94	69.16	ABCDE
10	CAN-008-94	69.16	ABCDE
4	CAN-002-94	68.33	BCDE
14	Armida	67.5	BCDEF
11	Esperanza resel. 1	66.66	CDEF
8	CAN-006-94	65.83	CDEF
1	CAN-385-94	64.16	DEF
2	CAN-423-94	63.33	EF
3	CAN-001-94	61.66	FG
16	Esmeralda	61.66	FG
12	Col. Oaxaca	56.66	GH
13	INIFAP C-12-120	55	H
15	Esperanza	53.33	H

Media general= 65.64 cm

Valor de DMS= 6.45 cm

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

Correlaciones entre variables estudiadas en Zaragoza, Coahuila

Los resultados de las correlaciones fenotípicas en la localidad de Zaragoza, Coahuila, se presentan en el (Cuadro 4.17), se encontró que entre longitud de espiga y número de espiguillas por espiga hubo una correlación positiva y significativa lo cual indica que al aumentar la longitud de espiga se incrementa el número de espiguillas por espiga, coincidiendo con lo reportado por Camarena (2002), de igual manera con peso hectolítrico y altura de planta indicando que a mayor longitud de espiga, mayor peso hectolítrico y mayor altura de planta coincidiendo con Convento (1987).

A su vez la variable número de espiguillas por espiga, presento correlación positiva y significativa con peso de mil granos, peso hectolítrico y altura de planta lo cual sugiere que cuanto más alta es la planta, se incrementa el número de espiguillas en la espiga incrementando también el peso de mil granos como ocurre en algunas variedades de dos hileras como Chevalier.

La variable granos por espiga y rendimiento de grano, mostraron una correlación positiva y significativa; lo cual indica que materiales con mayor número de granos por espiga, pueden también incrementar su rendimiento, coincidiendo con lo reportado por Camarena (2002) en trigo y López (1990) en cebada pero contrastan con Arroyo (2008), en triticale de diferentes hábitos de crecimiento.

Así también el peso de mil granos con peso hectolítrico, reportaron correlación positiva y significativa, coincidiendo con Zúñiga (1987) quien menciona que el carácter peso de mil granos está directamente relacionado con peso hectolítrico. También esta variable mostro correlación con altura de planta, esto sugiere que a mayor altura de planta mayor será el peso del grano por la mayor acumulación de fotosintatos. Es importante resaltar la correlación positiva y significativa de la variable rendimiento de grano con altura de planta y granos por espiga.

Cuadro 4.17 Coeficientes de correlación fenotípica entre siete características medidas en 18 genotipos de cebada evaluados en Zaragoza, Coahuila 2011-2012.

	LE	EE	GE	PMG	PHL	RG	AP
Longitud de espiga		0.74 *	0.29	0.24	0.47 *	0.2	0.60 *
Espiguillas por espiga			-0.12	0.51 *	0.58 *	0.19	0.66 *
Granos por espiga				-0.27	-0.04	0.40 *	0.26
Peso de mil granos					0.50 *	0.12	0.39 *
Peso hectolítrico						0.13	0.45 *
Rendimiento de grano							0.70 *
Altura de planta							

Significantes con $r = 0.39$ en adelante.

Correlaciones entre variables estudiadas en Navidad, Nuevo León

Los resultados de las correlaciones fenotípicas en la localidad de Navidad, Nuevo León se presentan en el cuadro (Cuadro 4.18), se encontró que la variable longitud de espiga presentó una correlación positiva y significativa con espiguillas por espiga, esto indica que al aumentar la longitud de espiga el número de espiguillas por espiga también aumenta. Existió correlación negativa y significativa entre longitud de espiga y rendimiento de grano, esto sugiere que algunos de los materiales que presentaron mayor longitud de espiga, en rendimiento de grano fueron deficientes, tal es el caso de la variedad Chevalier que presenta espiga muy larga pero rendimiento de grano bajo, sin duda por su bajo número de granos en la espiga por ser de dos hileras.

Para la variable espiguillas por espiga, ésta presentó correlación negativa y significativa con granos por espiga, esto porque en el presente estudio se incluyeron materiales con espiguillas que presentan las florecillas laterales estériles y el grano deficiente pero en longitud de espiga son superiores, además se correlacionó en forma positiva y significativa con peso hectolítrico, indicando que los granos mostraron un llenado eficaz para verse reflejado en esta variable, coincidiendo con lo reportado por Camarena (2002). Pero con rendimiento de grano presentó una correlación negativa y significativa, sugiriendo que a mayor número de espiguillas, el rendimiento de grano disminuye particularmente en las variedades de dos hileras.

Por otro lado el número de granos por espiga y peso de mil granos, mostraron una correlación negativa y significativa; lo cual indica que en los materiales con mayor número de granos por espiga el peso de mil granos disminuye, coincidiendo con lo reportado por Abakumenko (1979).

Cuadro 4.18 Coeficientes de correlación fenotípica entre siete características medidas en 18 genotipos de cebada evaluados en Navidad N.L. 2011-2012.

	LE	EE	GE	PMG	PHL	RG	AP
Longitud de espiga		0.62 *	0.02	-0.11	0.22	-0.56 *	0.29
Espiguillas por espiga			-0.57 *	0.4	0.55 *	-0.51 *	0.41
Granos por espiga				-0.54 *	-0.42	0.35	-0.27
Peso de mil granos					0.28	0.25	0.46
Peso hectolítrico						-0.39	0.46
Rendimiento de grano							-0.27
Altura de planta							

Significantes con $r = 0.51$ en adelante.

Correlaciones entre variables estudiadas considerando ambas localidades

Los resultados de las correlaciones fenotípicas considerando ambas localidades, se presentan en el cuadro (Cuadro 4.19), donde a diferencia de los resultados de las correlaciones cuando se toman en cuenta los datos de cada localidad por separado (cuadros 4.17 y 4.18 para Zaragoza y Navidad respectivamente), al considerar ambas localidades simultáneamente tenemos que:

El peso hectolítrico (PHL) mostró correlación positiva y significativa con peso de mil granos (PMG) lo cual coincide con lo observado por Urdiano (2002), Convento (1987) y Zúñiga (1987) con lo cual se confirma que estas dos variables están directamente relacionadas.

Tal como ocurrió en las correlaciones de la localidad de Zaragoza, rendimiento de grano (RG), mantiene su correlación positiva y significativa con altura de planta (AP), lo anterior coincide con lo que reportan Castañeda *et al.* (2009).

El análisis de correlaciones fenotípicas muestra el comportamiento de los genotipos mediante la correlación entre las diferentes variables en estudio sin dejar de lado la influencia del ambiente en el cual se llevó a cabo la evaluación del experimento, tal como lo menciona López (1990).

Cuadro 4.19 Coeficientes de correlación fenotípica entre siete características medidas en 18 genotipos de cebada evaluados en Zaragoza, Coahuila y Navidad, N.L. 2011-2012.

	LE	EE	GE	PMG	PHL	RG	AP
Longitud de espiga		0.4	0.28	0.17	0.4	0.24	0.19
Espiguillas por espiga			-0.32	0.21	0.3	0.09	0.37
Granos por espiga				-0.44	-0.09	0.25	-0.01
Peso de mil granos					0.49 *	-0.45	-0.21
Peso hectolítrico						-0.02	-0.02
Rendimiento de grano							0.85 *
Altura de planta							

Significantes con $r= 0.49$ en adelante.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y a los objetivos planteados, se concluye lo siguiente:

- a) Existe amplia variabilidad genética entre los genotipos evaluados, lo cual quedó de manifiesto por las diferencias significativas para todas las variables estudiadas, tanto por localidad como de forma combinada.
- b) El rendimiento fue diferente entre los genotipos, destacando CAN-005-94 y CAN-007-94 que superaron la media general y a la mayoría de los testigos por lo que pueden catalogarse como los genotipos más sobresalientes.
- c) Por su peso hectolítrico, todos los genotipos se comportaron adecuadamente ya que los valores fluctuaron entre 56.58 kg/hl para la línea experimental de seis hileras CAN-004-94 y 63.53 kg/hl para la variedad comercial de dos hileras Chevalier; siendo la media general 59.10 kg/hl.
- d) Considerando los datos de ambas localidades, las correlaciones de mayor relevancia ocurrieron entre peso hectolítrico (PHL) y peso de mil granos (PMG); altura de planta (AP) y rendimiento de grano (RG) mostraron asociación positiva y significativa ($r = 0.85 *$) por lo tanto, en condiciones similares a las de este estudio la altura de planta puede utilizarse como criterio para realizar selección indirecta hacia rendimiento de grano.

LITERATURA CITADA

- Abakumenko, A. V. 1985. Use of correlations between yield components in breeding winter wheat. Wheat, Barley and Triticale Abstract. Vol. 2: Núm. 1. Ref. 3. p. 1.
- Eliel, A. R. 2012. Reducción de la fertilización de fondo a través de utilización de fertilización foliar en el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare L.*). Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Arroyo, T. J. C. 2008. Evaluación del rendimiento de grano y sus componentes en triticales (*X Triticosecale* Wittmack) de diferentes hábitos de crecimiento en Navidad, Nuevo León, Ciclo 2007-2008. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Báez, M. P. 2003. Estabilidad de rendimiento de forraje en líneas imberbes de cebada (*Hordeum vulgare L.*) mediante el método Eberhart y Russell. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo, Coahuila México.
- Camarena, B. H. S. 2002. Evaluación de genotipos criollos y mejoradores de trigo harinero (*Triticum aestivum L.*) en Zaragoza, Coahuila. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Castañeda S., M. C., C. López C. y A. Hernández L.M. 2009. Rendimiento y calidad de la semilla de cebada y trigo en campo e invernadero. Interciencia, Vol. 34, Núm. 4. Asociación Interciencia Venezuela. p. 290 - 291.
- Cebada grano *Hordeum vulgare L.* Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) 2012. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=121&Itemid=74
- Córdoba, O. B. 1963. Cereales, Recopilación. Universidad de Coahuila, Escuela Superior De Agricultura “Antonio Narro”. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p. 165.

- Convento, A. I. 1987. Evaluación para su adaptación y rendimiento de 23 genotipos de cebada (**Hordeum vulgare**, L.) En la región de Navidad, N. L. Ciclo 1985-1986. Tesis licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Fundación Guanajuato Produce, 2003. Plan estratégico de investigación y transferencia de tecnología, cadena agroalimentaria de cebada.
- Ferrán, L. J. 1959. Cebada variedades cerveceras y cerveza, manual de cultivo, mejora de cebadas y fabricación de cerveza. Ed. Aedos. Barcelona España. 245 p.
- Grafius, J. E. 1957. Components of Yield in oats: A Geometric Interpretation. Agron. J. 49:-419-423.
- García, D. M. E. 1988. Modificación al sistema de clasificación climática de Koppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 4^a Ed. UNAM. México, D.F.
- Hernández, P. G. 2012. Producción de forraje y contribución de los componentes (tallos, hojas y espigas) a la calidad forrajera en cebada y otros cereales de invierno. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Hernández, U. A. 1987. Prueba de adaptación y rendimiento de 56 líneas y variedades comerciales de cebada maltera (**Hordeum vulgare** L.). Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Jeans, H. 1978. Cereales, frutos secos y semillas, EDAF. S. A. Madrid, p. 24.
- Kohli, M. M. y D.L. Martino. 1997. Explorando altos rendimientos de trigo. La Estanzuela, Uruguay. Octubre 20 al 23, 1997. Uruguay; CIMMYT-INIA.
- Lara, R. G. 2012. Producción de materia seca contribución de los componentes de rendimiento (Tallos, Hojas, y Espigas) en trigos imberbes y otros cereales de invierno. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

- López P. P., F. Prieto G. y A. D. Román G. 2007. Caracterización fisicoquímica de diferentes variedades de cebada cultivadas en la región centro de México. Revista Chilena de Nutrición, marzo, 2007. Vol. 34, número 001. Sociedad chilena de nutrición, bromatología y toxicología Santiago Chile. p. 3-4.
- López, L. 1990. Cultivos herbáceos vol. I Cereales. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. Impresiones grafo, S.A. – Bilbao. p. 124.
- Parsons, D. 1985. Trigo, cebada, avena. Edit. Trillas S. A. de C. V. México. p 11.
- Paccapelo, H. A. 2004. Rendimiento de grano y sus componentes en cereales sintéticos (tricipiros y triticales) Rev. Fac. Agronomía - UNLPam Vol. 15 N° 1/2 6300 Santa Rosa - ARGENTINA – 2004.
- Ramos, G. C. 1988. Manual de procedimientos de muestreo y análisis del grano de cebada maltera. Impulsora agrícola, S.A. IASA. México D. F. p. 32.
- Ríos, D. K., R. Britto y H. Delgado. 2011. Evaluación del rendimiento y sus componentes en genotipos de cebada (*Hordeum vulgare L.*) diferenciados por su tipo de espiga y grano. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 14(2) 55 – 63.
- Robles, S. R. 1990. Producción de granos y forrajes. 5 a edición. Ed. Limusa. México. 664 p.
- Robles, S. R. 1971. Terminología fitogenética y citogenética. Ed. Herrero Hermanos. Monterrey, N.L. México.
- Steffen R. C. y F. Echánove H. 2005. La sustitución del trigo por cebada en tierras ejidales de riego de Guanajuato, México: una alternativa efímera. 0210-5462 (2005-2); 37: p. 135-151.
- Torres, O. P. 2000. Evaluación de rendimiento de grano y sus componentes en triticales (*X Triticosecale Wittmack,*) de diferentes hábitos de crecimiento. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

- Urdiano, B. P. 2002. Evaluación del rendimiento y sus componentes de líneas elite de trigo harinero en; Zaragoza, Coahuila. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Zamarrón, R. J. 1990. Estabilidad de rendimiento de catorce genotipos de cebada para cuatro ambientes del norte de México. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Zúñiga, E. J. C. 1987. Comparación de diferentes características cuantitativas y correlaciones en cebadas de dos hileras (**Hordeum distichum**) y seis hileras (**Hordeum vulgare**). Tesis Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

APÉNDICE

Cuadro A.1 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para longitud de espiga (LE) en Zaragoza, Coahuila, 2011-2012.

Tratamiento	Genotipo	LE (cm)	Significancia
17	Chevalier	9.39	A
16	Esmeralda	7.99	B
18	Cerro prieto	7.99	B
2	CAN-423-94	7.72	BC
3	CAN-001-94	7.65	BCD
13	INIFAP C-12-120	7.63	BCD
11	Esperanza resel. 1	7.55	BCDE
1	CAN-385-94	7.54	BCDE
14	Armida	7.53	BCDE
5	CAN-003-94	7.37	CDEF
12	Col. Oaxaca	7.16	DEFG
9	CAN-007-94	7.13	DEFG
15	Esperanza	7.01	EFGH
6	CAN-004-94	6.84	FGH
8	CAN-006-94	6.82	FGH
4	CAN-002-94	6.74	GH
7	CAN-005-94	6.56	H
10	CAN-008-94	5.99	I

Media general = 7.37 cm

Valor de DMS= 0.55 cm

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

Cuadro A.2 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para espiguillas por espiga (EE) en Zaragoza, Coahuila, 2011-2012.

Tratamiento	Genotipo	EE	Significancia
17	Chevalier	14.4333	A
10	CAN-008-94	11.7667	B
13	INIFAP C-12-120	11.2333	BC
14	Armida	10.7667	CD
18	Cerro prieto	10.5333	CDE
5	CAN-003-94	10.4667	CDEF
2	CAN-423-94	10.4	CDEF
12	Col. Oaxaca	10.3667	CDEF
11	Esperanza resel. 1	10.3333	DEF
16	Esmeralda	10.3333	DEF
15	Esperanza	10.3	DEF
3	CAN-001-94	10.3	DEF
4	CAN-002-94	10	DEFG
9	CAN-007-94	9.9333	DEFG
1	CAN-385-94	9.8333	EFG
6	CAN-004-94	9.6	FGH
7	CAN-005-94	9.2667	GH
8	CAN-006-94	8.8667	H

Media general= 10.48

Valor de DMS= 0.88

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

Cuadro A.3 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para granos por espiga (GE) en Zaragoza, Coahuila, 2011-2012.

Tratamiento	Genotipo	GE	Significancia
13	INIFAP C-12-120	60.2	A
14	Armida	53.833	B
15	Esperanza	53.3	BC
5	CAN-003-94	52.533	BCD
18	Cerro prieto	52.333	BCD
12	Col. Oaxaca	51.767	BCD
16	Esmeralda	51.5	BCD
11	Esperanza resel. 1	50.267	BCD
3	CAN-001-94	49.9	BCD
9	CAN-007-94	49.467	BCD
6	CAN-004-94	49.433	BCD
2	CAN-423-94	49.133	BCD
4	CAN-002-94	48.5	BCD
8	CAN-006-94	47.967	CD
7	CAN-005-94	47.367	DE
1	CAN-385-94	42.4	E
17	Chevalier	27.033	F
10	CAN-008-94	20.167	G

Media general= 47.61

Valor de DMS= 5.35

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

Cuadro A.4 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para peso de mil granos (PMG) en Zaragoza, Coahuila, 2011-2012.

Tratamiento	Genotipo	PMG (g)	Significancia
17	Chevalier	51	A
10	CAN-008-94	46.6	AB
8	CAN-006-94	45.333	ABC
7	CAN-005-94	45	ABCD
9	CAN-007-94	44.5	ABCD
14	Armida	44.167	ABCD
6	CAN-004-94	43.833	ABCD
4	CAN-002-94	43.5	ABCD
15	Esperanza	42.5	BCDE
13	INIFAP C-12-120	42.5	BCDE
12	Col. Oaxaca	41.167	BCDE
1	CAN-385-94	39.333	BCDE
2	CAN-423-94	39	BCDE
5	CAN-003-94	38	CDE
16	Esmeralda	37.5	CDE
11	Esperanza resel. 1	37.333	DE
18	Cerro prieto	35.333	E
3	CAN-001-94	34.833	E

Media general= 41.74 g

Valor de DMS= 7.96 g

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

Cuadro A.5 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para peso hectolítico (PHL) en Zaragoza, Coahuila, 2011-2012.

Tratamiento	Genotipo	PHL (kg / hl)	Significancia
17	Chevalier	65	A
4	CAN-002-94	64.067	AB
5	CAN-003-94	63.333	ABC
11	Esperanza resel. 1	61.833	BCD
12	Col. Oaxaca	61.733	BCDE
10	CAN-008-94	61.533	CDEF
2	CAN-423-94	60	DEFG
6	CAN-004-94	59.567	DEFG
18	Cerro prieto	59.467	EFG
16	Esmeralda	59.4	EFG
8	CAN-006-94	59.333	FG
15	Esperanza	59.267	FG
13	INIFAP C-12-120	59.233	FG
9	CAN-007-94	58.667	G
1	CAN-385-94	58.6	G
7	CAN-005-94	58.5	G
3	CAN-001-94	58.133	G
14	Armida	57.867	G

Media general= 60.30 kg/hl

Valor de DMS= 2.34 kg/hl

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

Cuadro A.6 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para rendimiento de grano (RG) en Zaragoza, Coahuila, 2011-2012.

Tratamiento	Genotipo	RG (t ha ⁻¹)	Significancia
13	INIFAP C-12-120	4.2033	A
7	CAN-005-94	4.1067	A
4	CAN-002-94	4.0767	AB
8	CAN-006-94	3.9733	ABC
14	Armida	3.9567	ABC
6	CAN-004-94	3.9233	ABC
15	Esperanza	3.8233	ABCD
16	Esmeralda	3.62	ABCD
9	CAN-007-94	3.5167	ABCD
10	CAN-008-94	3.26	ABCDE
1	CAN-385-94	3.1633	ABCDEF
5	CAN-003-94	3.1467	ABCDEF
2	CAN-423-94	3.02	BCDEF
11	Esperanza resel. 1	2.9167	CDEF
3	CAN-001-94	2.8033	DEF
18	Cerro prieto	2.41	EF
12	Col. Oaxaca	2.3833	EF
17	Chevalier	2.1267	F

Media general= 3.35 t ha⁻¹

Valor de DMS= 1.06 t ha⁻¹

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

Cuadro A.7 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para altura de planta (AP) en Zaragoza, Coahuila, 2011-2012.

Tratamiento	Genotipo	AP (cm)	Significancia
17	Chevalier	88.333	A
14	Armida	86.667	AB
5	CAN-003-94	83.333	ABC
12	Col. Oaxaca	81.667	ABCD
7	CAN-005-94	80	BCDE
4	CAN-002-94	80	BCDE
9	CAN-007-94	80	BCDE
2	CAN-423-94	78.333	CDEF
11	Esperanza resel. 1	78.333	CDEF
6	CAN-004-94	78.333	CDEF
1	CAN-385-94	78.333	CDEF
8	CAN-006-94	76.667	CDEFG
10	CAN-008-94	76.667	CDEFG
18	Cerro prieto	76.667	CDEFG
13	INIFAP C-12-120	75	DEFG
3	CAN-001-94	73.333	EFG
16	Esmeralda	71.667	FG
15	Esperanza	70	G

Media general= 78.51 cm

Valor de DMS= 7.90 cm

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

Cuadro A.8 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para longitud de espiga (LE) en Navidad, N.L. 2011-2012.

Tratamiento	Genotipo	LE (cm)	Significancia
18	Cerro prieto	7.16	A
17	Chevalier	7.0633	AB
11	Esperanza resel. 1	6.8633	ABC
16	Esmeralda	6.7667	ABC
5	CAN-003-94	6.7467	ABCD
3	CAN-001-94	6.6067	ABCDE
4	CAN-002-94	6.5333	ABCDE
15	Esperanza	6.51	ABCDE
7	CAN-005-94	6.4767	BCDE
6	CAN-004-94	6.4567	BCDE
12	Col. Oaxaca	6.4533	BCDE
8	CAN-006-94	6.4467	BCDE
1	CAN-385-94	6.4467	BCDE
14	Armida	6.3933	CDEF
13	INIFAP C-12-120	6.3	CDEF
9	CAN-007-94	6.0867	DEF
2	CAN-423-94	5.9633	EF
10	CAN-008-94	5.77	F

Media general= 6.50 cm

Valor de DMS= 0.66 cm

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

Cuadro A.9 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para espiguillas por espiga (EE) en Navidad, N.L. 2011-2012.

Tratamiento	Genotipo	EE	Significancia
17	Chevalier	10.2333	A
10	CAN-008-94	9.8	AB
18	Cerro prieto	9.5667	ABC
5	CAN-003-94	9.4333	ABCD
4	CAN-002-94	9.4	ABCD
15	Esperanza	9.3	ABCDE
11	Esperanza resel. 1	9.3	ABCDE
14	Armida	9.2	BCDE
7	CAN-005-94	9.1	BCDE
8	CAN-006-94	9.0333	BCDEF
13	INIFAP C-12-120	8.8333	BCDEF
16	Esmeralda	8.7	CDEFG
6	CAN-004-94	8.7	CDEFG
3	CAN-001-94	8.6333	CDEFG
12	Col. Oaxaca	8.5333	DEFG
9	CAN-007-94	8.3667	EFG
2	CAN-423-94	8.0667	FG
1	CAN-385-94	7.7667	G

Media general= 8.99

Valor de DMS= 0.99

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

Cuadro A.10 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para granos por espiga (GE) en Navidad, N.L. 2011-2012.

Tratamiento	Genotipo	GE	Significancia
18	Cerro prieto	49.633	A
5	CAN-003-94	47.8	AB
11	Esperanza resel. 1	46.7	ABC
4	CAN-002-94	46.6	ABC
7	CAN-005-94	46.133	ABC
14	Armida	45.167	ABC
8	CAN-006-94	44.733	ABCD
3	CAN-001-94	43.933	ABCDE
6	CAN-004-94	43.433	BCDEF
9	CAN-007-94	43.4	BCDEF
16	Esmeralda	42.7	BCDEF
15	Esperanza	42.533	BCDEF
12	Col. Oaxaca	41.3	CDEF
1	CAN-385-94	38.933	DEF
13	INIFAP C-12-120	38.667	EF
2	CAN-423-94	37.667	F
17	Chevalier	18.833	G
10	CAN-008-94	18.767	G

Media general= 40.94

Valor de DMS= 5.94

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

Cuadro A.11 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para peso de mil granos (PMG) en Navidad, N.L. 2011-2012.

Tratamiento	Genotipo	PMG (g)	Significancia
17	Chevalier	45.7	A
14	Armida	43.167	AB
1	CAN-385-94	41.5	ABC
13	INIFAP C-12-120	41	ABC
12	Col. Oaxaca	40.167	ABCD
9	CAN-007-94	39.167	BCDE
7	CAN-005-94	38.667	BCDE
10	CAN-008-94	38.2	BCDE
15	Esperanza	38.167	BCDE
18	Cerro prieto	37.667	BCDEF
16	Esmeralda	37.167	CDEF
6	CAN-004-94	37.167	CDEF
3	CAN-001-94	36.333	CDEF
8	CAN-006-94	36.333	CDEF
11	Esperanza resel. 1	36	CDEF
5	CAN-003-94	35.167	DEF
4	CAN-002-94	34.333	EF
2	CAN-423-94	32.333	F

Media general= 38.23 g

Valor de DMS= 5.80 g

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

Cuadro A.12 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para peso hectolítrico (PHL) en Navidad, N.L. 2011-2012.

Tratamiento	Genotipo	PHL (kg / hl)	Significancia
14	Armida	63.333	A
17	Chevalier	62.067	AB
11	Esperanza resel. 1	61.767	ABC
12	Col. Oaxaca	61	ABCD
5	CAN-003-94	58.433	BCDE
1	CAN-385-94	58.133	CDE
18	Cerro prieto	58.1	CDE
16	Esmeralda	57.733	DE
8	CAN-006-94	57.367	DEF
3	CAN-001-94	57.333	DEF
9	CAN-007-94	56.967	EF
4	CAN-002-94	56.867	EF
7	CAN-005-94	56.833	EF
10	CAN-008-94	56.733	EF
2	CAN-423-94	55.733	EF
13	INIFAP C-12-120	55.333	EF
15	Esperanza	55	EF
6	CAN-004-94	53.6	F

Media general= 57.90 kg/hl

Valor de DMS= 3.78 kg/hl

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad

Cuadro A.13 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para rendimiento de grano (RG) en Navidad, N.L. 2011-2012.

Tratamiento	Genotipo	RG (t ha ⁻¹)	Significancia
18	Cerro prieto	3.72	A
5	CAN-003-94	3.5567	AB
11	Esperanza resel. 1	3.55	AB
7	CAN-005-94	3.43	AB
9	CAN-007-94	3.4267	ABC
16	Esmeralda	2.8467	ABCD
8	CAN-006-94	2.7767	ABCD
2	CAN-423-94	2.7133	ABCD
3	CAN-001-94	2.4667	ABCDE
6	CAN-004-94	2.45	ABCDE
10	CAN-008-94	2.31	BCDE
4	CAN-002-94	2.13	CDE
17	Chevalier	2.0533	DE
1	CAN-385-94	1.8567	DEF
14	Armida	1.1733	EFG
12	Col. Oaxaca	0.56	FG
13	INIFAP C-12-120	0.4733	G
15	Esperanza	0.3967	G

Media general= 2.32 t ha⁻¹

Valor de DMS= 1.29 t ha⁻¹

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.

Cuadro A.14 Resultados de la prueba de medias (DMS) entre genotipos para altura de planta (AP) en Navidad, N.L. 2011-2012.

Tratamiento	Genotipo	AP (cm)	Significancia
5	CAN-003-94	66.667	A
18	Cerro prieto	63.333	AB
7	CAN-005-94	61.667	ABC
10	CAN-008-94	61.667	ABC
9	CAN-007-94	60	ABCD
6	CAN-004-94	60	ABCD
17	Chevalier	58.333	ABCDE
4	CAN-002-94	56.667	ABCDE
11	Esperanza resel. 1	55	BCDE
8	CAN-006-94	55	BCDE
16	Esmeralda	51.667	CDE
3	CAN-001-94	50	DE
1	CAN-385-94	50	DE
14	Armida	48.333	E
2	CAN-423-94	48.333	E
15	Esperanza	36.667	F
13	INIFAP C-12-120	35	F
12	Col. Oaxaca	31.667	F

Media general= 52.77 cm

Valor de DMS= 10.50 cm

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad.