

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Componentes del Rendimiento y Correlaciones en Nuevas Líneas de  
Cebada para Grano en el Norte de México.

Por:

**KAREN ARACELI ROQUE ROQUE**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Componentes del Rendimiento y Correlaciones en Nuevas Líneas de Cebada para  
Grano en el Norte de México.

Por:

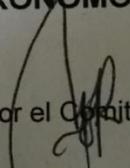
**KAREN ARACELI ROQUE ROQUE**

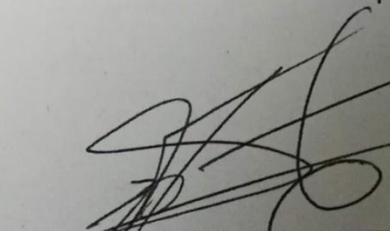
TESIS

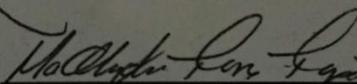
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

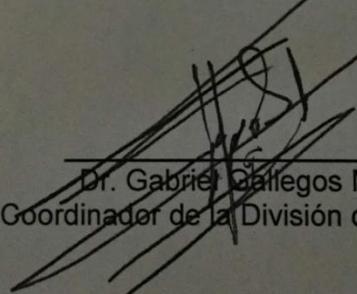
**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

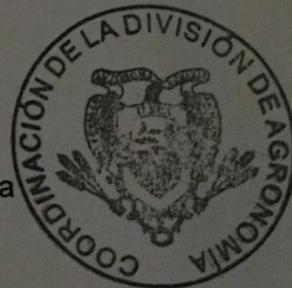
  
M.C. Modesto Colín Rico  
Asesor Principal

  
Dr. Víctor Manuel Zamora Villa  
Coasesor

  
M.P. María Alejandra Torres Tapia  
Coasesor

  
Dr. Gabriel Callegos Morales  
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México



Junio de 2019

## **DEDICATORIA**

A mis padres

*Sra. Edith Roque González*

*Sr. Isidro Roque Cervantes (+)*

Con todo el amor y el cariño del mundo para las personas que más amo, admiro y respeto en mi vida. Por haberme dado 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. Por estar conmigo en todos los momentos buenos y malos. Gracias por creer en mí y darme la mejor herencia. Los amo mucho.

A mis hermanos

*Isidro Roque Roque*

*Milagros de Jesús Roque Roque*

Por los lazos que nos unen, siempre estuvieron apoyándome en todo momento y supieron darme consuelo cuando la ausencia de los míos se hacía notar, sin ustedes este momento no lo hubiera conseguido.

A mis familiares

Por su apoyo incondicional en todo el trayecto de mi carrera, por creer en mí y compartir bellos e inolvidables momentos; Santiago Roque y familia, Diego Roque y Familia, Octavio Roque, Jorge Castillejos, Lauro castillejos y familia, Noé Roque Cervantes, Noé Roque Gtz, Fanny Roque, Alberto Roque, Tirso Roque, José Luis Domínguez González, Sabdiel Roque, Alexis Enríquez, Nieves Almaguer, Víctor Solís y Efrén López.

A mis amigos

Por los momentos que convivimos juntos siempre los recordaré; Flor, Lázaro, Yatzi, Rusbi, Jacky, Lupita, Dorys, Amacalli, Escamilla, Villalva.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A Dios:**

Por haberme dado la vida y la sabiduría suficiente, para enfrentar los retos y obstáculos en el camino, que nunca me dejó sola. Por haberme permitido llegar hasta este momento de mi vida.

### **A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**

Por haberme permitido estar en esta maravillosa escuela y abrirme las puertas para poder cumplir este sueño y meta de mi vida.

### **A mi asesores**

Especial y sinceramente al M.C. Modesto Colín Rico que con su apoyo y asesoría hizo posible la realización de este trabajo, al Dr. Víctor Manuel Zamora Villa, a la M.C. María Alejandra Torres Tapia y M.C. Magín González Moscoso por la aportación de conocimientos y sugerencias para la culminación de este trabajo.

### **Al Ing. Valentín Pineda Raygoza**

Por su incondicional apoyo para la realización de mis Prácticas Profesionales, en lo cual me ayudo mucho para poder concluir este trabajo, gracias por sus consejos.

### **Al Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza y esposa**

Por su valioso apoyo, sugerencias y amistad durante el transcurso de mi carrera.

### **Al Ing. Luis Santiago García y esposa**

Por su amistad y apoyo durante la realización de mis Prácticas Profesionales.

## INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
INDICE DE CUADROS .....	vi
RESUMEN .....	vii
INTRODUCCIÓN .....	1
Objetivos .....	2
Hipótesis .....	2
REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
Antecedentes .....	3
Usos de la cebada .....	4
Clasificación taxonómica.....	5
Descripción botánica.....	5
Raíz .....	5
Tallo.....	6
Hojas.....	6
Inflorescencia.....	6
Granos.....	7
Germinación .....	7
Macollamiento.....	8
Encañado.....	8
Espigamiento y floración.....	8
Formación del grano .....	9
Importancia del cultivo de cebada para grano.....	9
Producción de cebada para grano .....	11

Componentes del rendimiento .....	11
Componentes del rendimiento de importancia .....	13
Rendimiento de grano.....	13
Peso hectolítrico .....	13
Determinación del número de granos y peso de los mismos.....	14
Fotosíntesis de la espiga como fuente de asimilados para el llenado de grano .....	14
Días a espigamiento .....	14
Madurez fisiológica .....	15
Correlaciones entre componentes de rendimiento.....	15
MATERIALES Y MÉTODOS .....	19
Localización del área experimental .....	19
Características del campo experimental .....	19
Superficie:.....	19
Clima:.....	19
Suelo:.....	20
Material genético.....	20
Preparación del terreno.....	22
Siembra y densidad de siembra.....	22
Fechas de siembra.....	22
Fertilización .....	22
Fechas de cosecha .....	22
Tamaño de la parcela .....	22
Variables Evaluadas .....	23
Diseño experimental .....	24

Análisis de varianza.....	24
Comparación de medias.....	25
Correlaciones.....	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
Resultados de los análisis de varianza. ....	26
Resultados de las pruebas de medias (Tukey) para las diferentes variables. ...	28
Correlaciones entre variables estudiadas. ....	50
CONCLUSIONES.....	53
LITERATURA CITADA.....	54
Citas de internet.....	63

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1 Material genético utilizado en el presente estudio. ....	21
Cuadro 4.1 Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza individuales para las diferentes variables evaluadas.....	27
Cuadro 4.2 Prueba de medias (Tukey, 0.05) para la variable Altura de Planta (AP). .....	29
Cuadro 4.3 Prueba de medias (Tukey, 0.05) para la variable Días a Espigamiento (DE).....	31
Cuadro 4.4 Prueba de medias (Tukey, 0.05) para la variable Días a Madurez Fisiológica (DMF) .....	33
Cuadro 4.5 Prueba de medias (Tukey, 0.05) para Longitud de Arista (LA).....	35
Cuadro 4.6 Prueba de medias (Tukey, 0.05) para la variable Espigas por metro cuadrado (EM).....	37
Cuadro 4.7 Prueba de medias (Tukey, 0.05) para la variable Longitud de Espiga. .....	39
Cuadro 4.8 Prueba de medias (Tukey, 0.05) para la variable Espiguillas por Espiga (EE).....	41
Cuadro 4.9 Prueba de medias (Tukey, 0.05) para la variable Granos por Espiga (GE).....	43
Cuadro 4.10 Prueba de medias (Tukey, 0.05) para la variable Peso Hectolítrico (PHL).....	45
Cuadros 4.11 Prueba de medias (Tukey, 0.05) para la variable Peso de Mil Granos (PMG).....	47
Cuadro 4.12 Prueba de medias (Tukey, 0.05) para la variable Rendimiento de Grano (RG).....	49
Cuadro 4.13 Correlaciones entre variables estudiadas.....	52

## RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo durante el ciclo agrícola otoño- invierno 2017-2018, bajo condiciones de riego, en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) ubicado en la ciudad de Zaragoza Coahuila. Con los objetivos de seleccionar las líneas más rendidoras y con atributos de calidad física superiores en comparación con las variedades comerciales y establecer preliminarmente las asociaciones entre variables que más influyen sobre el rendimiento de grano y otras características de calidad. Se evaluaron 29 genotipos incluyendo cuatro variedades comerciales (Armida, Esperanza, Esmeralda y Cerro Prieto), esta última dos veces. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar (BCA) con tres repeticiones. Las variables evaluadas: Longitud de arista (LA), Longitud de espiga (LE), Número de espiguillas por espiga (EE), Número de granos por espiga (GE), Peso de mil granos (PMG), Peso hectolítrico (PHL), Rendimiento de grano (RG), Espigas por metro cuadrado ( $\text{Em}^2$ ), Días a espigamiento (DE), Días a madurez fisiológica (DMF), Altura de planta (AP).

De acuerdo a los resultados obtenidos, se derivaron las siguientes conclusiones: Existe amplia variabilidad genética entre los genotipos evaluados, lo cual quedo de manifestó por las diferencias significativas para todas las variables estudiadas; el rendimiento fue diferente entre los genotipos, destacando CAN-25-15, CAN-23-15 y CANB-329-15 por su superioridad sobre las variedades testigo; Por su peso hectolítrico, todos los genotipos se comportaron adecuadamente al registrar una media general de 61.77 kg/hl.

**Palabras clave:** Rendimiento de grano, Cebada, Componentes del rendimiento y Correlaciones.

## INTRODUCCIÓN

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) fue una de las primeras especies de plantas en domesticarse, permitiendo el establecimiento de sociedades agrícolas tempranas durante el período Neolítico (Pankin y VonKorff, 2017).

La importancia de la cebada se mantuvo en el curso de la agricultura, y actualmente es la cuarta cosecha de cereales más producida en el mundo, con 144.5 millones de toneladas, después del maíz, el arroz y el trigo (FAO, 2017).

Presumiblemente, los granos de cebada se utilizaron primero como alimento, pero hoy en día la producción se destina principalmente a la alimentación del ganado y al malteado y la elaboración de cerveza ( Ullrich, 2010; Albarran, 2015).

Debido a su alto rendimiento, la cebada es utilizada para compensar las deficiencias de los forrajes perennes cuyo rendimiento es muy bajo, como consecuencia de las condiciones climáticas que se presentan en invierno e inicios de primavera (Keles *et al.*; 2013).

Tiene la ventaja sobre otros cereales de ser más vigorosa, resistente a la sequía, salinidad y puede cultivarse en suelos marginales (Saucedo *et al.*, 2004). Este cultivo presenta rápido desarrollo, por lo cual produce forraje y grano en menor tiempo, en comparación con otros cultivos del mismo ciclo, y presenta buena calidad forrajera dependiendo de la etapa de desarrollo en que se realice el corte (Colín *et al.*, 2009).

En México, la superficie sembrada con cebada en 2013 fue de 355.782 ha, de la cual el 90 % (320,946 ha) fue para producción de malta; 9.5% (33,941 ha) para forraje y 0.37% (1345 ha) para semilla (SIAP, 2014).

Dentro del área de influencia inmediata de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), que comprende todo el estado de Coahuila y parte de los estados vecinos, se ubican algunas de las fábricas de cerveza más grandes del mundo como son: Grupo Modelo en Calera, Zacatecas, Nava y Torreón Coahuila; y Cuauhtémoc- Moctezuma en Monterrey, Nuevo León; por ello, es de relevante importancia desarrollar nuevos materiales genéticos de cebada de grano con adaptación a dicha área de influencia. Por lo anterior, se planteó el presente trabajo de investigación con los siguientes objetivos e hipótesis.

## **Objetivos**

1. Seleccionar las líneas más rendidoras y con atributos de calidad física superiores en comparación con las variedades comerciales.
2. Establecer preliminarmente las asociaciones entre variables que más influyen sobre el rendimiento de grano y otras características de calidad.

## **Hipótesis**

1. Dentro del grupo de nuevas líneas ensayadas, al menos una muestra un comportamiento superior en rendimiento de grano a las variedades testigo.
2. Al menos una de las características estudiadas pueden ser utilizadas como criterio de selección indirecta para rendimiento y otros atributos de calidad del grano.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### **Antecedentes**

Fué el más antiguo de los cereales que el hombre cultivó. La cebada es originaria de Asia. Se cultivó en la China 2,800 A.C y se utilizaba como alimento de hombres y bestias. Con iguales fines se cultivó en Egipto.

Su gran adaptabilidad a diferentes terrenos ha permitido su expansión a regiones como las del Círculo Astral, algunas partes tropicales como la India, altas montañas de Etiopía y Oasis del Sahara, el bajo Delta del Nilo y suelos australianos de gran alcalinidad.

En lugares como Palestina, Siria, Valle del Eufrates, Iran y Este de Afganistán, se encontraron formas de cebada que fueron usadas por antiquísimos pobladores antes de que se conocieran las variedades cultivadas.

Excavaciones realizadas en cercanías del Lago Moréis – conocido así en la antigüedad y localizado al suroeste de lo que hoy es El Cairo, dan a conocer almacenamientos de cebada de por lo menos 5,000 años.

La cebada es una planta anual con distintas variedades, entre las que destacan aquéllas cuyas espigas presentan un ordenamiento de los granos en dos o seis hileras (Briggs, 2004). Cada variedad de cebada tiene diferencias en la composición de su semilla (entre otras características que en este trabajo no se abordan), y es de acuerdo a esto, que cada una tiene distinta calidad para su propósito final. Por ejemplo, la cebada sin cáscara requiere poco o casi ningún esfuerzo para su remoción durante el procesamiento del grano y por lo tanto, estas variedades son las más adecuadas para el consumo humano en forma de alimento. En contraste, la cebada con cáscara es preferida para la producción de cerveza debido a que este tejido contribuye al sabor y ayuda en las filtraciones respectivas. No obstante, es difícil distinguir el grano de cebada adecuado para cada uso, ya que existen pocos criterios que permiten diferenciar entre variedades (Baik y Ullrich, 2008).

## **Usos de la cebada**

La cebada fue utilizada principalmente, como lo es hoy, para la alimentación animal. De hecho, el nombre en español para cebada es *cebada*, que proviene del latín *cibata*, el participio pasado del verbo *cibare*, que significa "alimentar" (DLE, 2017).

La cebada (*Hordeum vulgare L*) fue una de las primeras especies en ser cultivadas por el ser humano en el inicio de la agricultura. Algunos autores indican que este proceso se dio en dos centros de origen situados en el sureste de Asia y África septentrional (Rimache, 2008). Desde el antiguo Egipto se cultivaba la cebada y fue importante para su desarrollo, en el libro del Éxodo se cita en relación a las plagas de Egipto. La cebada también fue conocida por los griegos y los romanos, quienes la utilizaban para elaborar pan y era la base de alimentación para los gladiadores romanos.

En la actualidad, la cebada es el cuarto cereal en cuanto a producción mundial, y se emplea para la alimentación de ganado, fabricación de malta para cerveza y whisky, así como también para el consumo humano (Akar *et al.*, 2004).

La malta que se extrae de la cebada también se usa en la fabricación de productos como el whisky, 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 (SIACON, 2012).

La cebada es una planta autógama que pertenece a la familia de las gramíneas. Las espiguillas se encuentran unidas al raquis, dispuestas de forma que se recubren unas a otras; las glumas son alargadas y agudas en su vértice y las glumillas están adheridas al grano (SIAP, 2016).

La cebada (*Hordeum vulgare*) es uno de los cereales más importantes en el mundo. Fue una de las primeras plantas domesticadas (Badr *et al.*, 2000) y se empleó durante siglos para la alimentación humana.

## Clasificación taxonómica

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Pooideae
Tribu	Triticeae
Genero	<i>Hordeum</i>
Especie	<i>Hordeum vulgare L.</i>

## Descripción botánica

### Raíz

La cebada tiene dos tipos de sistemas de raíces, seminales y adventicias. La profundidad del alcance de las raíces depende de la condición, textura y estructura del suelo, así como de la temperatura (Box, 2008). Las raíces seminales se forman por el crecimiento de la radícula y de las yemas adventicias adyacentes, siendo su principal función el anclaje de la planta y la obtención de nutrientes que precisa la planta joven en el período comprendido entre la germinación y la formación de la corona. Estas raíces seminales desaparecen en la planta adulta porque dejan de cumplir su función. Las raíces adventicias, se desarrollan en la base del tallo y son numerosas, siendo más grandes y ramificadas que las raíces seminales. Los dos tipos de raíces se encuentran cubiertas de pelos absorbentes (Newman y Newman, 2008).

### **Tallo**

El tallo de la cebada tiene una estructura típica de las gramíneas, y contiene una corona principal, misma que tiene el potencial de producir macollos secundarios. El número y longitud de macollos por planta está influenciado por la densidad de siembra, el genotipo y los factores ambientales. El tallo es una estructura cilíndrica con entrenudos huecos, separados por entrenudos sólidos o articulaciones transversales con septos. En la planta hay entre seis y siete entrenudos, observándose hasta 10 u 11 entrenudos. El entrenudo basal es el más corto, mientras que el diámetro de los entrenudos disminuye hacia la parte superior de la planta. El pedúnculo es la última parte del tallo entre el entrenudo y el collar que marca la transición hacia el raquis en la espiga (Newman y Newman, 2008).

### **Hojas**

Las hojas de la cebada son lineales con un ancho de 5-15 mm, ubicándose alternadamente en el tallo. La hoja presenta en su estructura: envoltura, lámina, aurículas y lígula. La vaina rodea completamente el tallo. La lígula y aurículas distinguen la cebada de otros cereales y son muy útiles para la identificación ya que son lisas, envuelven al tallo y pueden ser pigmentados con antocianinas (Box, 2008).

La hoja superior, llamado la hoja bandera, es a menudo la hoja más pequeña, no obstante su vaina está más desarrollada y ofrece protección a la espiga tierna antes de su emergencia (Newman y Newman, 2008).

### **Inflorescencia**

La inflorescencia de la cebada se conoce como la cabeza. Las unidades de floración, las espiguillas, se unen directamente al eje central, o raquis, que es la extensión del tallo que soporta la espiga. Existen tres espiguillas en cada nudo de la espiga, llamados trillizos, alternados en lados opuestos de la espiga. Cada espiguilla se compone de dos glumas, que son brácteas vacías y un florete que

incluye la lema, la palea, y los componentes reproductivos cerrados (Briggs *et al.*, 2004).

Dependiendo de la variedad, cada lema se extiende como una arista, o más raramente una capucha. Las glumas estériles en algunas variedades pueden ser aristadas, también se conocen variedades sin aristas. En las variedades de casco o peladas, la lema y palea se adhieren al grano. En las variedades desnudas, la lema y palea no son adheridas y se separan del grano en la trilla (Briggs *et al.*, 2004).

### **Granos**

Es un fruto seco, indehiscente denominado cariósipide, en la cebada de seis hileras, todas las espiguillas de un triplete son fértiles y capaces de desarrollar granos. Las semillas laterales tienden a ser ligeramente asimétricas y, en algunas variedades (formas intermedias) son más pequeñas que el grano central.

En la cebada de dos hileras, sin embargo, sólo la espiguilla central es fértil, mientras que las espiguillas laterales son más pequeñas con estambres reducidos, un ovario rudimentario y el estigma; por lo tanto, las espiguillas laterales de la cebada de dos hileras son estériles y sólo sola semilla se produce en cada nudo de la espiga, dándole una apariencia plana (Komatsuda *et al.*, 2007).

### **Germinación**

La emergencia dura entre 5 a 10 días según la temperatura y humedad del suelo. Después de la germinación, el coleóptilo (una vaina de la hoja que encierra la planta embrionaria) llega a la superficie y la primera hoja emerge. Las hojas crecen enrollado del tubo formado por las bases de las hojas anteriores, desenrollando una vez surgido.

Las hojas surgen continuamente en el tallo principal y tallos hasta que surja la hoja final (hoja bandera). La aparición de la hoja bandera es una etapa de crecimiento importante para temporizar la aplicación de determinados reguladores de crecimiento. Las hojas maduras envejecen progresivamente y poco a poco las de

toda la planta se secan hasta su plena madurez, cuando el grano está maduro (Briggs *et al.*, 2004).

### **Macollamiento**

Los macollos o tallos secundarios aparecen de las yemas axilares del primer tallo. De acuerdo a Briggs; Reid y Wiebe citados por Rasmusson (1985) el número de macollos por planta es influenciado por la densidad y la genética del cultivar, así como también de factores ambientales. Por lo general una planta desarrolla entre uno y seis tallos sin embargo dentro de lugares favorables muchas veces se presentan ocho (Briggs *et al.*, 2004).

Arellano (2010) señala que dependiendo de la densidad de siembra y disponibilidad de agua y nutrientes el macollo presenta especial relevancia ya que el número y vigor de éstos determinará en porcentaje significativo el número de espigas verdaderas que sobrevivirán por metro cuadrado, un componente del rendimiento.

### **Encañado**

El encañado inicia con la aparición del primer nudo, determinándose antes de su presencia sobre la superficie del suelo. En ese momento es posible visualizar la futura espiga, la cual se encuentra justo sobre dicho nudo, presentando un tamaño de aproximadamente 5 mm. De ahí en adelante se produce un rápido crecimiento de los tallos, los cuales, durante la etapa de encañado, van estructurándose con base en la formación de nuevos nudos y entrenudos. Al finalizar la etapa del encañado se presentan las aurículas de la hoja bandera y aparecen las aristas o barbas en la espiga (Arellano, 2010).

### **Espigamiento y floración**

El espigamiento se caracteriza por la emergencia de las aristas y por la presencia de espiguillas primordiales; días después del espigamiento, ocurre la aparición del primer estambre y la apertura de las flores comienza en el segundo tercio de la espiga empezando por la espiguilla central, posteriormente las laterales y continua hacia arriba y hacia abajo. La flor se abre por 100 minutos, pero la extrusión de las

anteras y su dehiscencia es de solamente 10 minutos. La floración se completa en dos días (Arellano, 2010).

### **Formación del grano**

Después de la polinización, el crecimiento del grano dentro de la flor es muy rápido en longitud, terminando al séptimo día, cuando comienza a aumentar la materia seca del grano. En las cebadas cerveceras al noveno día las glumas se adhieren al grano y estos se vuelven amarillentos.

A las dos semanas comienza el estadio de grano pastoso, es coincidente con el máximo contenido de agua del grano y el fin del aumento de materia seca. La palea empieza a amarillear a partir del centro de su parte dorsal. El llenado del grano depende del suministro de carbohidratos y citoquininas. Al final de esta expansión las células acumulan carbohidratos, proteínas y el llenado del grano en la cebada se completa en 30 días después de la anthesis (Arellano, 2010).

### **Importancia del cultivo de cebada para grano**

Rendimientos altos de grano pueden obtenerse con la combinación apropiada de cultivar, ambiente y prácticas agronómicas (Alam *et al.*, 2007). En cebada, el cultivar tiene una función importante en el rendimiento de grano, y las características agronómicas, como el potencial de rendimiento, macollos por planta y calidad física del grano, permiten mejorar la estabilidad del rendimiento (Friedt *et al.*, 2011). En una área y región determinada, el potencial de rendimiento estará definido principalmente por el clima, pues determinará la variabilidad en los máximos rendimientos alcanzables (Lobell *et al.*, 2009). A menudo, el rendimiento de grano es afectado por las condiciones ambientales durante el crecimiento y desarrollo del cultivo, en especial la temperatura (Mendoza *et al.*, 2011).

Según datos de la FAO, (2013), la producción mundial de la cebada (145.6 millones de toneladas) se concentró en nueve países (62.5%), los porcentajes de participación fueron los siguientes: Rusia 10.5%, Alemania 7.1%, Francia 7%, Canadá 7%, España 6.9%, Turquía, Ucrania y Australia 5% cada uno, Reino Unido 4.8% y Argentina 3.23%. La producción de México representó 0.41% de la

total mundial durante el año citado. Durante 2013, el mayor rendimiento en la producción de cebada lo registró España con 8.29 t ha<sup>-1</sup>, seguido de Alemania y Argentina con 7.4 t ha<sup>-1</sup>, Francia 6.9 t ha<sup>-1</sup>, Ucrania 5.61 t ha<sup>-1</sup> y Rusia 2.1 t ha<sup>-1</sup>; México alcanzó 2.2 t ha<sup>-1</sup>(FAO, 2013).

Extender la agricultura sustentable, impartir capacitación, brindar asistencia técnica, y facilitar la transferencia de tecnología a los productores de cebada del país, son los objetivos del Convenio MasAgro – Impulsora Agrícola.

En lo que va del año MasAgro ya cuenta con influencia en cerca de un millón de hectáreas de productores que colaboran en PROMAF, PESA y directamente con la iniciativa.

La impulsora Agrícola, compañía dedicada a promover y mejorar el cultivo de cebada maltera en México, celebró un convenio de coordinación con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) para adoptar el modelo de trabajo del programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro).

Este modelo que coordina la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y el CIMMYT, se basa en la investigación, desarrollo y transferencia de conocimientos y tecnologías que buscan incrementar la producción nacional de maíz y de cereales de grano pequeño, como el trigo y la cebada, en forma sustentable.

El Convenio MasAgro – Impulsora Agrícola se aplicará principalmente en las regiones de Bajío (Guanajuato, Querétaro), Valles Altos (Estado de México, Hidalgo, Puebla y Tlaxcala) y Zacatecas en donde se produce gran parte de la cebada maltera que requiere la industria cervecera establecida en México (MASAGRO, 2012).

Steffen y Echánove (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 aun de los nutrientes proporcionados por los cereales porque constituyen una excelente fuente de energía requerida para el crecimiento y el desarrollo.

### **Producción de cebada para grano**

El cultivo de la cebada de temporal se siembra principalmente, para la elaboración de malta, y en consecuencia requiere índices de calidad industrial, que estén determinados por las cualidades genéticas, manejo, suelo y cantidad y distribución de la precipitación. Las características genéticas y el manejo agronómico son variables que pueden controlarse, pero algunas propiedades del suelo y lluvia son factores incontrolables, que resultan determinantes para obtener un buen rendimiento y una buena calidad de grano para malta (Gómez *et al.*, 2001).

En México, el grano de cebada se usa principalmente como materia prima para la elaboración de cerveza. En el Bajío, la cebada se cultiva en condiciones de riego con una superficie superior a 54 mil ha (SIAP, 2014). Esta región funciona como proveedora complementaria de grano para la industria maltera; y se caracteriza por la obtención de rendimientos altos de grano durante el ciclo otoño-invierno (Steffen y Echánove, 2005).

En 2015 las exportaciones mexicanas de cerveza representaron un alto porcentaje de las importaciones de este producto en Estados Unidos (65.96%), Perú (65.33%). Australia (40.90%) y Colombia (40.57%) (SIAP, 2016).

### **Componentes del rendimiento**

Los cereales presentan características que los hacen especialmente útiles para forraje, ya que producen altos rendimientos y son ricos en proteínas, vitaminas e hidratos de carbono, (Cash *et al.*, 2004).

El trigo es el principal cereal de invierno de Argentina, no obstante se cultivan otros cereales de invierno con diferentes objetivos de uso y relevancia económica (forraje y grano) como avena, cebada, centeno, trigo candeal o fideo y triticale (Tomasso, 2008).

Okuyama *et al.* (2005) encontraron 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 (Ataei, 2006).

Según Castañeda-Saucedo *et al.* (2009), el número de espigas por metro cuadrado es el componente que mayor contribución tiene en el rendimiento en cereales de grano pequeño.

La identificación de atributos simples relacionados al rendimiento de grano permitiría agregar elementos contribuyentes a la selección de genotipos en un programa de mejora genética de los cultivos. El rendimiento de grano por unidad de superficie en triticale puede ser explicado por un modelo simple analizando sus componentes numéricos, como son el número de granos por metro cuadrado (y sus subcomponentes: número de espigas por metro cuadrado multiplicado por el número de granos por espiga) y el peso final de los mismos, producto de la tasa y duración del llenado (Slafer *et al.*, 2004).

A pesar de que el número de granos por unidad de superficie ( $m^2$ ) es la variable que mejor explica el rendimiento de estos cereales, cambios en el peso de los granos pueden afectar el rendimiento final del cultivo una vez establecido el número de granos. Por otro lado el peso final dependerá de la potencialidad genética de cada cultivar y de las condiciones ambientales durante el periodo de llenado (Slafer *et al.*, 2003).

En cada región la fecha de siembra y de espigazón pueden determinar cambios en los regímenes foto termal e hídrico a los cuales quedan expuestos estos cultivos y particularmente los periodos críticos de dichos cultivos. (Otegui y López, 2003).

## **Componentes del rendimiento de importancia**

### **Rendimiento de grano**

El rendimiento de grano ha sido descrito como el volumen de un paralelepípedo, en el cual, el número de espigas por unidad de superficie, el número de granos por espiga y el peso de los granos, constituyen las aristas. Un incremento en cualquiera de los tres componentes determinará un aumento del rendimiento, siempre y cuando no haya una disminución correspondiente en los otros dos (Ataei, 2006).

### **Peso hectolítrico**

El peso volumétrico es considerado un factor de importancia dentro de las características físicas de calidad del grano de cebada; el cual es la determinación del peso en kilogramos de un determinado volumen de grano libre de impurezas que se expresa en hectolitros. El peso por hectolitro (PHL) se relaciona con la textura del endospermo o el contenido de proteína, por lo que es un parámetro muy importante en la industrialización de la cebada maltera, sus valores influyen directamente en el rendimiento y la calidad de los productos terminados (González *et al.*, 2013).

González *et al.* (2016), citan la norma oficial Mexicana NMX-FF-043-SCFI-2003 y mencionan que entre otras características y condiciones establece; que la cebada para su comercialización debe poseer como mínimo 56 kg/hl para cebada de seis hileras (*Hordeum vulgare L*) Y 58 kg/hl para la de dos hileras (*Hordeum distichum L*). Estos autores reportan de sus resultados para el ciclo agrícola 2012, valores promedios entre 58.3 y 64.8 kg/hl.

### **Determinación del número de granos y peso de los mismos**

La relación encontrada entre el peso de los granos y las condiciones de crecimiento previas a antesis estaría relacionada con el desarrollo de los carpelos florales (futuro pericarpio del grano). Se ha encontrado relación entre el peso de granos y el peso de los carpelos al momento de antesis. Siendo así, la determinación del número de granos y la determinación del peso de los mismos se superpondría unos días en el tiempo. Además esta superposición en el tiempo generaría un "trade-off" por la disponibilidad de asimilados entre el número de granos por espiga y el peso potencial de los mismos (Gambín y Borrás, 2010).

### **Fotosíntesis de la espiga como fuente de asimilados para el llenado de grano**

Se sabe que la fotosíntesis de la espiga es importante en condiciones de sequía post-antesis (Tambussi *et al.*, 2007), aunque tanto su contribución al llenado de los granos como la base mecánica de esta aparente tolerancia a la sequía de la espiga aún son inciertas.

### **Días a espigamiento**

Etapa en que las espigas se separan completamente de la última hoja (la hoja bandera). Tanto en el embuche como en el espigamiento, las limitaciones de humedad impiden la formación total o parcial de granos (Andrade, 1983).

El periodo de "espigado" es el de máxima actividad fisiológica, con una transpiración y una extracción de humedad y alimentos del suelo que llegan al máximo. Los azúcares de las hojas inferiores van emigrando a los granos de trigo que se forman mientras las hojas se van secando. La cantidad de agua necesaria para transportar a los granos de trigo las sustancias de reserva, hace que las raíces desequen la tierra con facilidad, por ello el riego en esta fase resulta muy importante (INFOAGRO 2019).

### **Madurez fisiológica**

La cosecha de las poaceae puede hacerse cuando el grano alcanza la madurez fisiológica, aproximadamente 90 días después de la germinación. En este momento el grano tiene entre 25 y 30% de humedad; sin embargo, si no se cuenta con la infraestructura adecuada para el secado, lo más aconsejable es cosechar cuando posee entre 15 y 18% de humedad. Para ello se debe hacer la siembra en la fecha recomendada, de forma tal que coincida con el mes más seco de la temporada; así se evita que se desarrollen enfermedades, que pueden llegar a afectar la calidad del grano (Saucedo, 2008).

### **Correlaciones entre componentes de rendimiento**

Gujarati (2004), menciona que en el análisis de correlación el objetivo principal es medir el grado de asociación lineal entre dos variables, con el propósito de que las selecciones de materiales se realicen en forma indirecta.

Sáez (2011). En su estudio sobre un análisis de correlación indica que este mide la relación que existe entre la variable dependiente (Y) y la variable independiente (X), ya que se interpreta como el incremento que sufre la variable dependiente (Y), por cada incremento unitario de la variable independiente (X)

El análisis de correlación se realiza para medir el grado de asociación entre dos variables dependientes una de otra. La correlación es un indicador estadístico definido por el coeficiente de correlación  $-R-$  y es medido en una escala que varía entre -1 y +1. El valor de +1, indica una correlación perfecta y directa; en cambio, el valor de -1, significa que existe una correlación perfecta e inversa. El valor de  $R=0$ , significa ausencia de correlación entre las variables, lo cual es un indicador de que las variables son independientes entre sí. El análisis de correlación puede aplicarse cuando se disponen de variables continuas o discretas de muchos valores donde se quiere saber si están asociados o no (Pedraza y Dicovskyi, 2007).

Lind *et al.* (2001), en un análisis de correlación indica que se utiliza un grupo de técnicas para medir la magnitud de la relación entre dos variables

Otros estudios realizados en condiciones de campo mostraron que el estrés hídrico causado por la baja disponibilidad de agua en el suelo en condiciones de secano (178 mm de lluvia) durante el periodo de llenado del grano, disminuyó la tasa de fotosíntesis y el potencial hídrico foliar de la cebada, y la reducción en la disponibilidad de asimilados provenientes de la fotosíntesis acortó la duración del llenado del grano y disminuyó el número de granos por espiga, peso de 1000 granos, biomasa aérea, índice de cosecha y rendimiento de grano (Samarah *et al.*, 2009).

El estrés hídrico también redujo la conductancia estomática (43 %) y la tasa de asimilación neta (34 %) durante el llenado de grano, lo que se reflejó en una fuerte reducción en el rendimiento de grano (27 %); la disminución en estos caracteres fisiológicos fue más acentuada en las variedades tradicionales de cebada que en las variedades experimentales estudiadas (González *et al.*, 2010).

Es evidente que las deficiencias de humedad durante el llenado del grano afectan varios procesos fisiológicos relacionados con el movimiento del agua y los foto asimilados en la planta, lo que disminuye la fotosíntesis y la disponibilidad de carbohidratos para la formación del grano. Se ha observado que la removilización de foto asimilados del tallo al grano, cuando los cultivos están sometidos a sequía durante el llenado del grano, puede tener una contribución potencial al rendimiento de grano de hasta 70 % en cebada y 57 % en trigo harinero (López-Castañeda y Richards, 2001).

McDonald *et al.* (2008), observaron una estrecha relación positiva entre el número de granos m<sup>-2</sup> y el rendimiento de grano en trigo en un estudio realizado en 13 ambientes de secano con diferentes niveles de estrés hídrico en Australia, México y Paquistán, confirmando la factibilidad de utilizar al número de granos m<sup>-2</sup> como un carácter fácil y práctico para la selección de nuevas variedades con mayor rendimiento de grano; las similitudes en la morfología, hábito de crecimiento y diversas características agronómicas y fisiológicas entre estos cereales, sugiere que estos resultados obtenidos en trigo podrían utilizarse eficazmente en cebada.

Numerosos estudios en trigo incluyen correlaciones entre el rendimiento y sus componentes, pero son escasos los referidos a triticale (Castro *et al.*, 2011). Tales estudios, si bien ayudan a identificar aquellos de mayor influencia en el rendimiento, no siempre resultan informativos de la relación funcional entre componentes de diferente jerarquía y el producto final, ya que pueden estar interrelacionados entre sí en forma diversa, y producir compensaciones durante el desarrollo de la planta (Mariotti y Collavino, 2014).

Li (1964), propone la metodología de partición del coeficiente de correlación en efectos directos e indirectos de los componentes sobre la variaciones del carácter complejo dependiente. Al efecto directo, se lo conoce como coeficiente de sendero. En el país se publicaron numerosos trabajos al respecto; por ejemplo con trigo (Rossi *et al.*, 1986; Paccapelo y Lorda, 1988; Miranda *et al.*, 1994), en avena (Acciarse H,A., 1998; Funaro y Paccapelo, 2001; Mac Cormick y Paccapelo, 2003).

Desde el punto de vista predictivo de la selección, es importante conocer si al seleccionar una característica se modifica otra que esté correlacionada con ella. Estas correlaciones, especialmente las negativas, pueden neutralizar los esfuerzos del mejorador. Las correlaciones simples no siempre resultan informativas de la relación funcional entre componentes de diferente jerarquía y el producto final (Mariotti y Collavino, 2014). Estas consideraciones se han observado en cereales, donde los componentes del rendimiento ocurren en un orden sucesivo y pueden interactuar en forma compensatoria durante el desarrollo de la planta.

León *et al.* (2009). en su evaluación de dos generaciones de híbridos y progenitores de sorgo para grano, reporta que en la primera generación la correlación de heterosis de peso del grano con número del grano fue de  $-0.69^*$  significativa, y en la segunda generación fue de  $-0.71^{**}$  altamente significativa y el número de granos con rendimiento de grano esta correlacionada positivamente y altamente significativa  $0.65^{**}$ , así mismo la heterobeltiosis número de granos esta

correlacionada positivamente y altamente significativa con rendimiento de grano  $0.56^{**}$ , y negativamente con peso de grano  $-0.66^{**}$ .

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del área experimental

La presente investigación, se efectuó durante el ciclo agrícola otoño- invierno 2017- 2018; en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro que está situado en el Municipio de Zaragoza, Coahuila en el kilómetro 23 de la Carretera Morelos-Acuña a 13 Km al norte de Zaragoza, Coahuila. Se encuentra entre las coordenadas:

Latitud norte 28° 33"

Longitud oeste 100° 55"

Altitud de 350 msnm.

### Características del campo experimental

**Superficie:** Esta unidad experimental cuenta con aproximadamente 57 hectáreas de las cuales aproximadamente el 60% corresponde a tierras agrícolas de riego y el resto (40%) cubierta con vegetación forestal de huizache y mezquite.

**Clima:** El tipo de clima es Bsohx" (e), clasificación que se interpreta como clima seco, semicálido, extremo, con invierno fresco. La precipitación media anual total es de 374.0 mm. Lluvia todo el año pero no abundantemente. El mes más lluvioso es Septiembre y el menos lluvioso Marzo. Las granizadas son más probables en Abril y Mayo aunque la probabilidad es mínima. El rocío se acentúa en verano, otoño e invierno, aunque puede haber durante todo el año. Lluvias escasas todo el año, con precipitación invernal superior al 10%. Temperatura: La temperatura media anual es de 21.4 °C. Los meses más calientes son Junio, Julio y Agosto, aunque se presentan temperaturas de 40 °C desde Marzo hasta Septiembre. Las heladas son más severas y numerosas en Enero, aunque ocurren desde Noviembre hasta Marzo. Muy ocasionalmente pueden presentarse heladas tardías en Abril.

**Suelo:** El suelo es arcilloso con contenidos de 35 a 45% de arcilla, mediano en materia orgánica, pobre en nitrógeno, mediano en fósforo, medianamente pobre en potasio y contenido moderado de carbonatos con alcalinidad moderada (pH de 8.2) y no contiene sales.

### **Material genético**

El material genético utilizado en este trabajo de investigación; fueron 29 genotipos de cebada; entre los cuales se incluyeron cuatro variedades comerciales (Armida, Esperanza, Esmeralda y Cerro Prieto; esta última por error involuntario aparece duplicada), que sirvieron como testigos. Todos los genotipos fueron proporcionados por el Programa de Cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; siendo líneas hermanas los genotipos experimentales (CANB) en F7 descendientes de la cruce entre las variedades; Gayban 95 y Esperanza. La lista de las líneas y/o variedades aparecen en el cuadro 3.1

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

<b>N°</b>	<b>VARIEDAD O LINEA</b>
1	CANB-1-15
2	CANB-2-15
3	CANB-13-15
4	CANB-21-15
5	CANB-22-15
6	CANB-23-15
7	CANB-25-15
8	CANB-46-15
9	CANB-63-15
10	CANB-90-15
11	CANB-112-15
12	CANB-235-15
13	CANB-327-15
14	CANB-16-15
15	CANB-24-15
16	CANB-33-15
17	CANB-41-15
18	CANB-72-15
18	CANB-74-15
20	CANB-150-15
21	CANB-329-15
22	CANB-365-15
23	CANB-366-15
24	CANB-376-15
25	CANB-379-15
26	Armida
27	Cerro Prieto
28	Cerro Prieto
29	Esperanza
30	Esmeralda

### **Preparación del terreno**

La preparación del terreno consistió en las actividades comúnmente utilizadas para el establecimiento de cereales de grano pequeño de invierno, es decir; barbecho, rastreo y nivelación o empareje.

### **Siembra y densidad de siembra**

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

### **Fechas de siembra**

La siembra se llevó a cabo el día 19 de diciembre de 2017 en tierra “venida”; es decir, con la humedad suficiente para una emergencia de plántulas adecuadas.

### **Fertilización**

Se aplicó una fórmula de fertilización total de 71-42-00, mediante el uso de MAP (11-52-00) y Sulfato de Amonio (20.5-00-00) al momento de la siembra y en el primer riego de auxilio se adicionaron 100 kg de Urea (46-00-00) por hectárea.

### **Fechas de cosecha**

Se cosechó el día 26 de abril de 2018 (128 días después de la siembra en húmedo).

### **Tamaño de la parcela**

La parcela experimental consto de 6 hileras de 3 metros de largo por 0.35 metros entre hileras, dando un total de 6.3 metros cuadrados. La parcela útil fueron las dos hileras centrales por 3 metros de longitud por 0.35 metros entre hileras, dando un total de 2.1 metros cuadrados.

## Variables Evaluadas

- a) **Longitud de arista (LA):** Se determinó con la medición en centímetros (cm) desde el ápice de la última espiguilla, hasta el extremo superior de las barbas o aristas más largas.
- b) **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 de la espiguilla terminal.
- c) **Número de espiguillas por espiga (EE):** A las diez espigas recolectadas al azar para tomar la longitud de espiga, se les contaron el número de espiguillas, anotándose el promedio.
- d) **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.
- e) **Peso de mil granos (PMG):** Se contaron 200 granos de cada parcela, posteriormente se pesaron y a ese peso se multiplicó por 5 para obtener el peso de las 1000 semillas; expresándose en gramos.
- f) **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
- g) **Rendimiento de grano (RG):** Se cosecharon los dos surcos centrales, se trillaron y se obtuvo el rendimiento de grano en kilogramos por parcela, convirtiéndolos posteriormente en  $t\ ha^{-1}$ .
- h) **Espigas por metro cuadrado ( $Em^2$ ):** Se contaron las espigas de un metro lineal y de una de las hileras con competencia completa y luego se convirtió a espigas por  $m^2$ .
- i) **Días a espigamiento (DE):** Se contaron los días transcurridos desde la siembra hasta el día en que el 50% o más de las plantas alcanzó espigamiento.
- j) **Días a madurez fisiológica (DMF):** Se contaron los días transcurridos desde la siembra hasta la madurez fisiológica

- k) **Altura de planta (AP):** Se tomó en centímetros (cm) desde la superficie del suelo hasta la base de la espiga.

### **Diseño experimental**

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

- ❖ 3 repeticiones
- ❖ 29 genotipos (la variedad Cerro Prieto por duplicado).
- ❖ 11 variables a evaluar

El análisis estadístico de los datos, los análisis de varianza y la prueba de comparación de medias (Tukey) se llevaron a cabo mediante la utilización del programa: Statistical Analysis System SAS 9.0.

### **Análisis de varianza**

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.

$\mu$  = 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.

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

j= 1.....r (repeticiones).

### **Comparación de medias**

Se realizaron comparaciones de medias a las diferentes variables registradas en el experimento, utilizando la prueba de Tukey, al nivel de probabilidad registrado en el respectivo análisis de varianza, mediante el SAS 9.0 como antes se mencionó.

### **Correlaciones**

Con el propósito de conocer el grado de asociación entre las variables estudiadas, se hicieron correlaciones con la siguiente fórmula:

$$r = \frac{\sum XY}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}}$$

Donde:

r= coeficiente de correlación

$\sum XY$ = suma de productos de las desviaciones de las variables x e y.

$\sum x^2$  = suma de los cuadrados de las desviaciones de la variable x.

$\sum y^2$  = suma de los cuadrados de las desviaciones de la variable y.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Resultados de los análisis de varianza.

En el cuadro 4.1 se presentan los valores de cuadrados medios y significancia para las once características evaluadas donde se puede apreciar que hubo alta significancia estadística ( $p \leq 0.01$ ) para altura de planta (AP), días a espigamiento (DE), días a madurez fisiológica (DMF), longitud de arista (LA), longitud de espiga (LE), granos por espiga (GE), peso de mil granos (PMG), peso hectolítrico (PHL) y rendimiento de grano (RG) mientras que solo significancia para número de espigas por metro cuadrado ( $EM^2$ ) y espiguillas por espiga (EE) entre genotipos; lo que indica, que hay amplia variabilidad genética dentro de los genotipos en estudio para todas las características a pesar de ser líneas hermanas la mayoría de los genotipos. Los coeficientes de variación (CV) oscilaron de 0.71 a 17.27 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 altamente confiables.

En el mismo cuadro 4.1 también se observa que hubo alta significancia estadística para espiguillas por espiga (EE), rendimiento de grano (RG) y solo significancia para días a espigamiento (DE), espigas por metro cuadrado ( $EM^2$ ) y longitud de espiga (LE) 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 para las diferentes variables evaluadas.**

F.V	GI	AP	DE	DMF	LA	EM <sup>2</sup>	LE	EE	GE	PMG	PHL	RG
REP	2	17.50 NS	8.01 *	1.08 NS	0.50 NS	12704.8 1 *	0.40 *	8.81 **	4.69 NS	10.2 8 NS	0.51 NS	0.08 **
VAR	29	116.0 9 **	19.2 2 **	4.94 **	1.32 **	6640.71 *	0.99 **	2.18 *	73.99 **	36.0 5 **	8.42 **	0.03 **
ERROR	58	19.80	2.59	0.60	0.23	3792.95	0.12	1.32	9.25	11.4 3	0.76	0.01
C.V		5.23	1.88	0.71	4.13	17.27	4.38	4.59	4.96	7.03	1.41	10.3 3

NS, No significativo, Significativo al 0.05 \*, Altamente Significativo al 0.01 \*\*;

F.V= Fuente de Variación

GI= Grados de Libertad

REP= Repetición

VAR= Variedad

C. V= Coeficiente de Variación

AP= Altura de Planta

DE= Días a Espigamiento

DMF= Días a Madurez Fisiológica

LA= Longitud de Arista

EM<sup>2</sup>= Espigas por metro cuadrado

LE= Longitud de Espiga

EE= Número de Espiguillas por Espiga

GE= Número de Granos por Espiga

PMG= Peso de Mil Granos

PHL= Peso Hectolítrico

RG= Rendimiento de Grano

### **Resultados de las pruebas de medias (Tukey) para las diferentes variables.**

Al realizar la prueba de medias (Tukey al 0.5 de probabilidad) para **altura de planta** (Cuadro 4.2) se formaron 5 grupos de significancia estadística, en el primer grupo se encuentra los genotipos CANB-33-15 y CANB-366-15, con 96.67 cm de altura y estadísticamente iguales a 18 genotipos más entre los que se incluyen las variedades Cerro Prieto y Esmeralda con una media de 86.67 cm.

El genotipo con la media más baja fue la variedad maltera Armida con una altura promedio de 68.33 cm siendo estadísticamente inferior a todos los materiales. La media general fué de 85 cm.

**Cuadro 4.2 Prueba de medias (Tukey, 0.05) para la variable Altura de Planta (AP).**

Tratamiento	Genotipo	Cm	Significancia				
16	CANB-33-15	96.67	A				
23	CANB-366-15	96.67	A				
4	CANB-21-15	93.33	A	B			
6	CANB-23-15	91.67	A	B	C		
5	CANB-22-15	91.67	A	B	C		
12	CANB-235-15	88.33	A	B	C	D	
14	CANB-16-15	88.33	A	B	C	D	
8	CANB-46-15	88.33	A	B	C	D	
7	CANB-25-15	88.33	A	B	C	D	
3	CANB-13-15	88.33	A	B	C	D	
18	CANB-72-15	86.67	A	B	C	D	
30	Esmeralda	86.67	A	B	C	D	
28	Cerro Prieto	86.67	A	B	C	D	
27	Cerro Prieto	86.67	A	B	C	D	
11	CANB-112-15	86.67	A	B	C	D	
10	CANB-90-15	86.67	A	B	C	D	
22	CANB-365-15	85.00	A	B	C	D	
15	CANB-24-15	85.00	A	B	C	D	
17	CANB-41-15	85.00	A	B	C	D	
25	CANB-379-15	83.33	A	B	C	D	
19	CANB-74-15	81.67		B	C	D	E
9	CANB-63-15	80.00		B	C	D	E
29	Esperanza	80.00		B	C	D	E
24	CANB-376-15	80.00		B	C	D	E
20	CANB-150-15	80.00		B	C	D	E
1	CANB-1-15	78.33			C	D	E
2	CANB-2-15	78.33			C	D	E
21	CANB-329-15	76.67				D	E
13	CANB-327-15	76.67				D	E
26	Armida	68.33					E

Medias con una letra común son significativamente iguales ( $P > 0.05$ ).

Media general = 85 cm

Valor de la DMS= 14.32 cm

La prueba de medias (Tukey al 0.05 de probabilidad) para **días a espigamiento** (Cuadro 4.3) formó cinco grupos de significancia estadística, en el primer grupo lo encabeza la variedad comercial maltera Esmeralda con una media de 91.67 días y estadísticamente iguales a diez genotipos más entre los que incluyen las variedades Esperanza con 90, Cerro Prieto (trat.27) con 86.67 y Armida con una media de 86.67 días a espigamiento respectivamente.

Los genotipos con la media más baja y por lo mismo de mayor precocidad fueron CANB-327-15, CANB-33-15 y CANB-379-15 con una media de 82 días, 19 genotipos más en el grupo "E". La media general del carácter fue de 85.61 días a espigamiento.

**Cuadro 4.3 Prueba de medias (Tukey, 0.05) para la variable Días a Espigamiento (DE).**

Tratamiento	Genotipo	Días	Significancia					
30	Esmeralda	91.67	A					
3	CANB-13-15	90.00	A	B				
29	Esperanza	90.00	A	B				
8	CANB-46-15	88.00	A	B	C			
13	CANB-327-15	88.00	A	B	C			
11	CANB-112-15	87.67	A	B	C	D		
2	CANB-2-15	87.67	A	B	C	D		
27	Cerro Prieto	87.67	A	B	C	D		
1	CANB-1-15	87.00	A	B	C	D	E	
12	CANB-235-15	87.00	A	B	C	D	E	
26	Armida	86.67	A	B	C	D	E	
10	CANB-90-15	86.33		B	C	D	E	
14	CANB-16-15	86.00		B	C	D	E	
28	Cerro Prieto	86.00		B	C	D	E	
4	CANB-21-15	85.67		B	C	D	E	
21	CANB-329-15	85.33		B	C	D	E	
9	CANB-63-15	84.67			C	D	E	
20	CANB-150-15	84.67			C	D	E	
7	CANB-25-15	84.33			C	D	E	
17	CANB-41-15	84.33			C	D	E	
22	CANB-365-15	84.00			C	D	E	
24	CANB-376-15	83.67			C	D	E	
5	CANB-22-15	83.67			C	D	E	
18	CANB-72-15	83.67			C	D	E	
6	CANB-23-15	83.33			C	D	E	
15	CANB-24-15	82.67				D	E	
19	CANB-74-15	82.67				D	E	
25	CANB-379-15	82.00					E	
16	CANB-33-15	82.00					E	
23	CANB-366-15	82.00					E	

Medias con una letra en común son estadísticamente iguales ( $P > 0.05$ )

Media general= 85.61 días a espigamiento

Valor de DMS= 2.48 días a espigamiento

Al realizar la prueba de medias para la variable **Días a Madurez Fisiológica** (Cuadro 4.4) se observa que se formaron cinco grupos estadísticos, en el primer grupo se encuentran las variedades comerciales Esperanza y Esmeralda con una media de 112.67 días a la maduración para ambas; así como otros cuatro genotipos más donde al igual que en días a espigamiento se ubicó la variedad Cerro Prieto (trat.27) con 110.67 días. El genotipo que presentó la media más baja y destacando como el más precoz fue CANB-376-15 con 107 días, aunque estadísticamente igual a 19 genotipos más.

La precocidad es una característica fundamental en los cultivos, especialmente en cebada sobre todo cuando se establece en condiciones de riego, ya que ofrece la posibilidad de ahorrar agua, además de ocupar los terrenos por menos tiempo. Colín (2007) el cultivo de la cebada puede llegar a convertirse en una importante alternativa forrajera anual de invierno dada su precocidad, rusticidad y tolerancia a salinidad en comparación con otras especies tales como la avena y ballico. Se sabe que la cebada es un cereal invernal de amplia adaptación, que genera al sistema productivo residuos y cobertura, también puede realizar un aporte de singular importancia a la sustentabilidad del sistema productivo, al constituir una herramienta de intensificación de las rotaciones. Es importante destacar el hecho de que las variedades que actualmente se utilizan en nuestra área de influencia fueron formadas y desarrolladas en el Bajío Mexicano con condiciones de suelo y agua consideradas de alto potencial productivo, de tal manera que al establecerlas en el norte de México su comportamiento es muy diferente al de aquellas áreas. Por ello, es muy alentador que en los resultados de estas dos variables (Días a Espigamiento y Días a Madurez Fisiológica) la mayoría de las nuevas líneas ensayadas se comporten más precoces que las variedades comerciales testigo, lo cual significa que podremos seleccionar las líneas que más destaquen también por su ciclo vegetativo corto.

**Cuadro 4.4 Prueba de medias (Tukey, 0.05) para la variables Días a Madurez Fisiológica (DMF)**

Tratamiento	Genotipo	Días	Significancia
29	Esperanza	112.67	A
30	Esmeralda	112.67	A
27	Cerro Prieto	110.67	A B
8	CANB-46-15	110.33	A B C
13	CANB-327-15	110.33	A B C
21	CANB-329-15	110.33	A B C
12	CANB-235-15	110.00	B C
28	Cerro Prieto	110.00	B C
3	CANB-13-15	110.00	B C
1	CANB-1-15	109.67	B C D
18	CANB-72-15	109.33	B C D E
6	CANB-23-15	109.33	B C D E
7	CANB-25-15	109.33	B C D E
10	CANB-90-15	109.33	B C D E
2	CANB-2-15	109.00	B C D E
4	CANB-21-15	109.00	B C D E
9	CANB-63-15	109.00	B C D E
5	CANB-22-15	109.00	B C D E
22	CANB-365-15	108.67	B C D E
20	CANB-150-15	108.67	B C D E
16	CANB-33-15	108.67	B C D E
17	CANB-41-15	108.67	B C D E
15	CANB-24-15	108.67	B C D E
26	Armida	108.33	B C D E
11	CANB-112-15	108.33	B C D E
19	CANB-74-15	108.00	C D E
23	CANB-366-15	108.00	C D E
14	CANB-16-15	108.00	C D E
25	CANB-379-15	107.33	D E
24	CANB-376-15	107.00	E

Medias con una letra en común son estadísticamente iguales ( $P>0.05$ )

Media general= 109.27 días a madurez fisiológica

Valor de DMS= 2.48 días a madurez fisiológica

En la prueba de medias para la variable **Longitud de Arista** (Cuadro 4.5) se observa que se formaron siete grupos estadísticos, en el primer grupo destaca el genotipo CANB-16-15 con una media de 13.05 cm; otros 17 genotipos estuvieron en el mismo primer grupo; es importante destacar que el referido grupo, está integrado como se ha mencionado por 17 nuevas líneas y el testigo Cerro Prieto (tratamiento 28) por lo que se puede inferir que en general la longitud de arista es mayor en los nuevos genotipos.

La línea que presentó la media más baja fue CANB-74-15 con una media de 10.37 cm. En tanto que la media general del carácter fue 11.50 cm.

**Cuadro 4.5 Prueba de medias (Tukey, 0.05) para Longitud de Arista (LA).**

Tratamiento	Genotipo	Cm	Grupos Estadísticos
14	CANB-16-15	13.05	A
7	CANB-25-15	12.35	A B
2	CANB-2-15	12.28	A B C
6	CANB-23-15	12.27	A B C
5	CANB-22-15	12.20	A B C D
16	CANB-33-15	12.15	A B C D
1	CANB-1-15	12.07	A B C D E
4	CANB-21-15	11.93	A B C D E F
22	CANB-365-15	11.88	A B C D E F G
15	CANB-24-15	11.85	A B C D E F G
23	CANB-366-15	11.77	A B C D E F G
11	CANB-112-15	11.72	A B C D E F G
25	CANB-379-15	11.69	A B C D E F G
28	Cerro Prieto	11.63	A B C D E F G
20	CANB-150-15	11.62	A B C D E F G
10	CANB-90-15	11.62	A B C D E F G
18	CANB-72-15	11.57	A B C D E F G
9	CANB-63-15	11.55	A B C D E F G
12	CANB-235-15	11.35	B C D E F G
29	Esperanza	11.20	B C D E F G
3	CANB-13-15	11.10	B C D E F G
30	Esmeralda	11.07	B C D E F G
27	Cerro Prieto	10.98	B C D E F G
17	CANB-41-15	10.77	C D E F G
24	CANB-376-15	10.73	D E F G
8	CANB-46-15	10.72	D E F G
13	CANB-327-15	10.58	E F G
26	Armida	10.53	F G
21	CANB-329-15	10.47	F G
19	CANB-74-15	10.37	G

Medias con una letra en común son estadísticamente iguales ( $P>0.05$ )

Media general=11.50 cm

Valor de DMS= 1.52 cm

Al realizar la prueba de medias para la variable **Espigas por metro cuadrado** (Cuadro 4.6) se observa que se formó un solo grupo estadístico, en el que se encuentra destacando la variedad Cerro Prieto en ambos tratamientos con una media de 458.3 y 436.33 espigas; incluyendo en este grupo 28 tratamientos restantes lo que denota que todos son estadísticamente iguales y que en todo caso, las diferencias entre los valores son solo numéricos. El genotipo que presentó la media más baja fue CANB-16-15 con un valor de 278.67 espigas por metro cuadrado; cuando la media general para esta variable fue de 356.62 espigas.

**Cuadro 4.6 Prueba de medias (Tukey) para la variable Espigas por metro cuadrado (EM<sup>2</sup>).**

Tratamiento	Genotipo	Espigas	Significancia
28	Cerro Prieto	458.33	A
27	Cerro Prieto	436.33	A
17	CANB-41-15	429.33	A
19	CANB-74-15	423.00	A
30	Esmeralda	412.33	A
24	CANB-376-15	403.00	A
15	CANB-24-15	394.33	A
8	CANB-46-15	393.33	A
21	CANB-329-15	384.00	A
12	CANB-235-15	383.67	A
9	CANB-63-15	375.33	A
20	CANB-150-15	372.33	A
16	CANB-33-15	363.00	A
26	Armida	360.00	A
25	CANB-379-15	345.67	A
23	CANB-366-15	345.00	A
10	CANB-90-15	343.67	A
5	CANB-22-15	336.33	A
6	CANB-23-15	331.67	A
13	CANB-327-15	330.33	A
4	CANB-21-15	326.67	A
2	CANB-2-15	320.00	A
3	CANB-13-15	313.33	A
29	Esperanza	311.67	A
7	CANB-25-15	311.33	A
11	CANB-112-15	309.67	A
1	CANB-1-15	308.67	A
18	CANB-72-15	304.00	A
22	CANB-365-15	293.67	A
14	CANB-16-15	278.67	A

Medias con una letra común son estadísticamente iguales ( $p > 0.05$ )

Media general=356.62 espigas por m<sup>2</sup>

Valor de DMS= 198.24 espigas por m<sup>2</sup>

La prueba de medias para la variable **Longitud de Espiga** (Cuadro 4.7) formó siete grupos estadísticos, destacando en el primero los genotipos CANB-366-15, CANB-21-15, CANB-235-15; con medias de 8.88, 8.83 y 8.68 cm respectivamente; incluyendo en este grupo 14 genotipos más que son considerados estadísticamente iguales.

El genotipo que presentó la espiga más corta fue CANB-365-15; con una media general de 6.77 cm.

**Cuadro 4.7 Prueba de medias (Tukey, 0.05) para la variable Longitud de Espiga (LE).**

Tratamiento	Genotipo	Cm	Estadística
23	CANB-366-15	8.88	A
4	CANB-21-15	8.83	A
12	CANB-235-15	8.68	A
16	CANB-33-15	8.63	A B
3	CANB-13-15	8.48	A B C
11	CANB-112-15	8.45	A B C
7	CANB-25-15	8.43	A B C
8	CANB-46-15	8.38	A B C D
5	CANB-22-15	8.28	A B C D E
30	Esmeralda	8.18	A B C D E F
1	CANB-1-15	8.12	A B C D E F
9	CANB-63-15	8.10	A B C D E F
26	Armida	8.08	A B C D E F
15	CANB-24-15	8.07	A B C D E F
6	CANB-23-15	8.07	A B C D E F
13	CANB-327-15	7.83	A B C D E F G
21	CANB-329-15	7.83	A B C D E F G
19	CANB-74-15	7.57	B C D E F G
14	CANB-16-15	7.57	B C D E F G
17	CANB-41-15	7.53	B C D E F G
2	CANB-2-15	7.52	C D E F G
24	CANB-376-15	7.42	C D E F G
10	CANB-90-15	7.42	C D E F G
20	CANB-150-15	7.38	C D E F G
27	Cerro Prieto	7.32	D E F G
29	Esperanza	7.28	D E F G
18	CANB-72-15	7.20	E F G
28	Cerro Prieto	7.13	F G
25	CANB-379-15	7.08	F G
22	CANB-365-15	6.77	G

Medias con una letra común son estadísticamente iguales ( $p > 0.05$ )

Media general= 7.88 cm

Valor de DMS= 1.11 cm

Al realizar la prueba de medias para la variable **Espiguillas por Espiga** (Cuadro 4.8) que al igual que Espigas por metro cuadrado ( $EM^2$ ) el ANVA solo reportó diferencias a nivel 0.05% podemos observar que se formó un solo grupo estadístico, en el que se encuentra destacando numéricamente el genotipo CANB-366-15 al igual que en longitud de espiga; con una media de 27 Espiguillas por Espiga; incluyendo en este grupo al resto de los genotipos, todos son estadísticamente iguales y por tanto, las diferencias fueron solo numéricas.

El genotipo que presentó la media más baja fue Esperanza; con 23.33 Espiguillas por Espiga, en tanto que la media general fue de 25.03 EE.

**Cuadro 4.8 Prueba de medias (Tukey, 0.05) para la variable Espiguillas por Espiga (EE).**

Tratamiento	Genotipo	EE	Significancia
23	CANB-366-15	27.00	A
3	CANB-13-15	26.33	A
13	CANB-235-15	26.33	A
1	CANB-1-15	25.93	A
21	CANB-329-15	25.87	A
12	CANB-235-15	25.87	A
6	CANB-23-15	25.67	A
8	CANB-46-15	25.53	A
5	CANB-22-15	25.53	A
4	CANB-21-15	25.47	A
17	CANB-41-15	25.47	A
27	Cerro Prieto	25.40	A
16	CANB-33-15	25.20	A
7	CANB-25-15	25.13	A
2	CANB-2-15	25.00	A
22	CANB-365-15	25.00	A
10	CANB-90-15	24.87	A
11	CANB-112-15	24.80	A
28	Cerro Prieto	24.73	A
30	Esmeralda	24.67	A
15	CANB-24-15	24.53	A
24	CANB-376-15	24.53	A
19	CANB-74-15	24.47	A
26	Armida	24.40	A
9	Cerro Prieto	24.40	A
18	CANB-72-15	24.33	A
14	CANB-16-15	24.20	A
20	CANB-150-15	23.73	A
25	CANB-379-15	23.47	A
29	Esperanza	23.33	A

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

Media general= 25.0 Espiguillas por Espiga

Valor de DMS= 1.11 Espiguillas por Espiga

La prueba de medias para la variable **Granos por Espiga** (Cuadro 4.9) que al igual que la mayoría de las variables fue altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ) formó ocho grupos estadísticos, destacando el genotipo CANB-329-15, seguida de CANB-366-15 y CANB-33-15 con medias de 70.33, 68.13 y 67 Granos por Espiga respectivamente; incluyendo en este grupo 15 genotipos más.

El genotipo que presentó la media más baja fue Cerro Prieto con 52.60 y 53.13 Granos por Espiga en sus dos tratamientos (28 y 27) respectivamente, la media general para esta variable fue de 61.28 Granos por Espiga.

**Cuadro 4.9 Prueba de medias (Tukey 0.05) para la variable Granos por Espiga (GE).**

Tratamiento	Genotipo	GE	Significancia
21	CANB-329-15	70.33	A
23	CANB-366-15	68.13	A B
16	CANB-33-15	67.00	A B C
4	CANB-21-15	66.97	A B C
13	CANB-327-15	66.90	A B C
3	CANB-13-15	65.93	A B C D
26	Armida	65.67	A B C D E
17	CANB-41-15	65.50	A B C D E
10	CANB-90-15	65.13	A B C D E
11	CANB-112-15	63.97	A B C D E F
9	CANB-63-15	63.67	A B C D E F
5	CANB-22-15	63.53	A B C D E F
12	CANB-235-15	63.27	A B C D E F
15	CANB-24-15	62.57	A B C D E F G
30	Esmeralda	62.33	A B C D E F G H
6	CANB-23-15	62.00	A B C D E F G H
8	CANB-46-15	61.47	A B C D E F G H
7	CANB-25-15	61.43	A B C D E F G H
14	CANB-16-15	59.57	B C D E F G H
24	CANB-376-15	59.20	B C D E F G H
22	CANB-365-15	58.07	C D E F G H
20	CANB-150-15	57.57	C D E F G H
19	CANB-74-15	57.53	C D E F G H
1	CANB-1-15	56.37	D E F G H
18	CANB-72-15	56.07	E F G H
25	CANB-379-15	54.77	F G H
2	CANB-2-15	54.63	F G H
29	Esperanza	53.17	G H
27	Cerro Prieto	53.13	G H
28	Cerro Prieto	52.60	H

Medias con una letra son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad

Media General= 61.28 Granos por Espiga

Valor de DMS= 9.78 Granos por Espiga

Para la prueba de medias de Peso Hectolítrico o Volumétrico (Cuadro 4.10) podemos observar que el genotipo Cerro Prieto (tratamientos 28 y 27) se ubicó en

primer lugar con una media de 65.17 y 63.93 kg/hl muy por arriba de la media general; en el mismo grupo estadístico se ubicaron; CANB-366-15, Cerro Prieto (tratamiento 27) con medias de 64.17 y 63.93 kg/hl respectivamente, aunque de forma estadística igual a ocho líneas experimentales más.

Los genotipos que presentaron una media menor fueron; Esmeralda, CANB-24-15 y Esperanza, quedando estos en el último grupo estadístico, reportando medias de 59.10, 58.77 y 56.63 kg/hl.

La media general fue de 61.77kg/hl. De acuerdo con la 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 58kg/hl en cebadas de dos hileras. Por lo tanto todos los genotipos bajo estudio superan el mínimo requerido al menos en esta característica, lo que sugiere que físicamente la mayoría de las nuevas líneas tienen potencial para ser consideradas como grano de calidad.

**Cuadro 4.10 Prueba de medias (Tukey, 0.05) para la variable Peso Hectolítico (PHL).**

Tratamiento	Genotipo	kg/hl	Significancia
28	Cerro Prieto	65.17	A
23	CANB-366-15	64.17	A B
27	Cerro Prieto	63.93	A B C
17	CANB-41-15	63.37	A B C D
7	CANB-25-15	63.13	A B C D E
10	CANB-90-15	63.07	A B C D E
25	CANB-379-15	62.93	A B C D E
1	CANB-1-15	62.73	A B C D E
2	CANB-2-15	62.57	A B C D E
11	CANB-112-15	62.47	A B C D E
24	CANB-376-15	62.43	A B C D E
16	CANB-33-15	62.30	B C D E
20	CANB-150-15	62.07	B C D E
21	CANB-329-15	62.00	B C D E
14	CANB-16-15	61.93	B C D E
8	CANB-46-15	61.90	B C D E F
22	CANB-365-15	61.90	B C D E F
6	CANB-23-15	61.83	B C D E F
3	CANB-13-15	61.60	B C D E F
26	Armida	61.40	B C D E F G
9	CANB-63-15	61.17	C D E F G
19	CANB-74-15	61.00	D E F G
13	CANB-327-15	60.90	D E F G
5	CANB-22-15	60.90	D E F G
4	CANB-21-15	60.80	D E F G
12	CANB-235-15	60.67	D E F G
18	CANB-72-15	60.47	E F G
30	Esmeralda	59.10	F G H
15	CANB-24-15	58.77	G H
29	Esperanza	56.63	H

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

Media general= 61.77 kg/hl

Valor de la DMS= 2.80 kg/hl

En cuanto a la variable **Peso de Mil Granos** al realizar la prueba de medias (Cuadro 4.11) se formaron 2 grupos estadísticos; en el primer grupo y significativamente superiores se encuentran los genotipos CANB-22-15, CANB-23-15, CANB-25-15 y CANB-21-15 ambos con medias de 53.33 gramos; estadísticamente son iguales con otros 25 genotipos más.

El genotipo con la menor media y estadísticamente inferior fue CANB-329-15 con 41.67 gramos, seguido muy cerca por; Cerro Prieto (trat. 27), CANB-376-15 y CANB-41-15 ambos con una media de 43.33 gramos, dentro del segundo grupo de significancia junto con 22 genotipos más. La media general para esta variable fue de 48.11 gramos.

**Cuadros 4.11 Prueba de medias (Tukey, 0.05) para la variable Peso de Mil Granos (PMG).**

Tratamiento	Genotipo	Medias	Significancia	
5	CANB-22-15	53.33	A	
6	CANB-23-15	53.33	A	
7	CANB-25-15	53.33	A	
4	CANB-21-15	53.33	A	
12	CANB-235-15	51.67	A	B
23	CANB-366-15	51.67	A	B
15	CANB-24-15	51.67	A	B
14	CANB-16-15	51.67	A	B
18	CANB-72-15	50.00	A	B
20	CANB-150-15	50.00	A	B
22	CANB-365-15	50.00	A	B
26	Armida	50.00	A	B
28	Cerro Prieto	48.33	A	B
19	CANB-74-15	48.33	A	B
8	CANB-46-15	48.33	A	B
3	CANB-13-15	48.33	A	B
10	CANB-90-15	48.33	A	B
25	CANB-379-15	46.67	A	B
1	CANB-1-15	46.67	A	B
13	CANB-327-15	46.67	A	B
30	Esmeralda	45.00	A	B
29	Esperanza	45.00	A	B
9	CANB-63-15	45.00	A	B
16	CANB-33-15	45.00	A	B
11	CANB-112-15	45.00	A	B
2	CANB-2-15	45.00	A	B
17	CANB-41-15	43.33	A	B
27	Cerro Prieto	43.33	A	B
24	CANB-376-15	43.33	A	B
21	CANB-329-15	41.67		B

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

Media general= 48.11 gramos

Valor de la DMS= 10.88 gramos

En la prueba de comparación de medias para la variable **Rendimiento de Grano** (Cuadro 4.12) se formaron dos grupos estadísticos; el primer grupo lo encabezan las líneas CANB-25-15, CANB-23-15 y CANB-329-15 con medias de 5.33 y 5.28  $\text{tha}^{-1}$  y estadísticamente iguales a otros 25 genotipos más entre los que incluye a las variedades Cerro Prieto (trat. 28 y 27), Armida y Esmeralda; con rendimientos promedio de 4.85, 4.33, 5.00 y 4.52  $\text{tha}^{-1}$  respectivamente.

El genotipo que presento la media de rendimiento más baja fue CANB-365-15 con 3.76  $\text{tha}^{-1}$  ubicado muy por debajo de la media general que fue 4.62  $\text{tha}^{-1}$ , ubicado en el segundo grupo de significancia junto con 26 genotipos más.

**Cuadro 4.12 Prueba de medias (Tukey, 0.05) para la variable Rendimiento de Grano (RG).**

Tratamiento	Genotipo	tha <sup>-1</sup>	Significancia	
7	CANB-25-15	5.33	A	
6	CANB-23-15	5.28	A	
21	CANB-329-15	5.28	A	
15	CANB-24-15	5.14	A	B
5	CANB-22-15	5.09	A	B
13	CANB-327-15	5.09	A	B
17	CANB-41-15	5.09	A	B
12	CANB-235-15	5.00	A	B
26	Armida	5.00	A	B
28	Cerro Prieto	4.85	A	B
11	CANB-112-15	4.85	A	B
8	CANB-46-15	4.85	A	B
24	CANB-376-15	4.80	A	B
4	CANB-21-15	4.76	A	B
2	CANB-2-15	4.76	A	B
23	CANB-366-15	4.61	A	B
30	Esmeralda	4.52	A	B
9	CANB-63-15	4.52	A	B
3	CANB-13-15	4.38	A	B
14	CANB-16-15	4.38	A	B
27	Cerro Prieto	4.33	A	B
18	CANB-72-15	4.33	A	B
25	CANB-379-15	4.23	A	B
19	CANB-74-15	4.23	A	B
10	CANB-90-15	4.19	A	B
20	CANB-150-15	4.19	A	B
16	CANB-33-15	4.09	A	B
1	CANB-1-15	3.95	A	B
29	Esperanza	3.80		B
22	CANB-365-15	3.76		B

Medias con una letra son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad

Media General= 4.62 tha<sup>-1</sup>

Valor de DMS= 1.42 tha<sup>-1</sup>

### **Correlaciones entre variables estudiadas.**

Los resultados de las correlaciones fenotípicas entre variables se presentan en el (Cuadro 4.13), se encontró que longitud de espiga se asoció de manera positiva y altamente significativa con número de espiguillas por espiga ( $r=0.473$ ), granos por espiga ( $r=0.6691$ ) y altura de planta ( $r= 0.3805$ ); en tanto que con rendimiento de grano, la asociación fue también positiva pero a nivel de 0.05 de probabilidad ( $r= 0.2527$ ) lo cual indica que cuanto más larga es la espiga, presenta mayor número de espiguillas, granos por espiga, altura de planta y también influye de forma positiva al rendimiento de grano; resultados que coinciden parcialmente con lo reportado por Camarena (2002).

La longitud de arista (LA) presentó correlación positiva y altamente significativa con peso de mil granos ( $r= 0.3802$ ) y altura de planta ( $r= 0.3514$ ) indicando que cuanto más alta es la planta, la espiga presenta aristas más largas, lo cual influye en el tamaño y peso del grano; lo cual pudiera explicarse en función de la fotosíntesis de la espiga. Longitud de arista pareció también asociarse a nivel de 0.05% con espigas por metro cuadrado pero en sentido negativo ( $r= -0.2786$ ).

Espiguillas por espiga exhibió correlación positiva y altamente significativa con granos por espiga ( $r= 0.4846$ ); así como con altura de planta pero a nivel de 0.05% ( $r= 0.2717$ ), resultados que concuerdan con lo reportado por Camarena (2002).

Granos por espiga mostró asociación positiva y significativa ( $p\leq 0.05$ ) con rendimiento de grano ( $r= 0.3019$ ) tal como lo reportan, Ataei (2006) en cereales de grano pequeño, López (1990) en cebada y Camarena (2002) en trigo. Peso de mil granos se correlaciono positivamente con altura de planta ( $r= 0.3120$ ) y de forma negativa con espigas por metro cuadrado ( $r= -0.2622$ ), lo cual sugiere que la altura de planta influye de manera positiva en el llenado y densidad del grano; pero en

contraste, cuanto mayor es el número de espigas por unidad de superficie, el grano tiende a disminuir su peso.

El peso hectolítrico (PHL) se asoció de manera negativa y altamente significativa con días a madurez fisiológica ( $r = -0.3821$ ) con lo observado por Urdiano (2002), Convento (1987) y Zúñiga (1987), quien al igual que con días a espigamiento aunque este último a nivel de 0.05% ( $r = -0.2658$ ), lo cual pudo deberse a que los genotipos más tardíos tuvieron un llenado de grano deficiente al suspenderse el riego cuando la mayoría de los genotipos se encontraban en una etapa más avanzada por su precocidad.

El rendimiento de grano (RG) exhibió correlación positiva y altamente significativa con espigas por metro cuadrado ( $r = 0.3307$ ) lo cual concuerda con lo reportado por Ataei (2006) y Castañeda- Saucedo *et al.*, (2009); quienes han encontrado que ( $EM^2$ ) tienen la mayor contribución al rendimiento de grano en cereales de grano pequeño.

Finalmente, días a espigamiento con días a madurez fisiológica se correlacionaron en sentido positivo y altamente significativa ( $r = 0.5922$ ) lo cual era de esperarse puesto que ambas características tienen que ver con la precocidad de los materiales genéticos. Días a espigamiento se asoció además en sentido negativo con altura de planta ( $r = -0.2728$ ) a nivel de 0.05%, indicando que los genotipos más tardíos, no necesariamente son más altos.

**Cuadro 4.13 Resultados de las Correlaciones entre las diferentes variables estudiadas.**

	LA	LE	EE	GE	PMG	PHL	RG	EM	DE	DMF	AP
LA	1	0.03832	-0.03135	-0.13566	0.3802**	0.12895	0.01238	-0.27861**	-0.20983*	-0.13105	0.35136**
LE		1	0.47384**	0.6691**	0.23877*	-0.07373	0.25272*	-0.07686	0.07465	0.01408	0.38053**
EE			1	0.48459**	0.18548	0.18941	0.1269	-0.02153	0.01718	0.05938	0.27166**
GE				1	0.08088	-0.02841	0.30198*	-0.03681	-0.05262	-0.09934	0.21903*
PMG					1	-0.04024	0.09983	-0.26217*	-0.09935	-0.05875	0.31197**
PHL						1	0.08255	0.11414	-0.26579*	-0.38206**	0.1403
RG							1	0.33073**	-0.12679	-0.02801	0.09863
EM								1	-0.12181	0.11784	0.03472
DE									1	0.59219**	-0.27284
DMF										1	-0.04419
AP											1

**Significativo** \* a partir de  $r=0.250$  y **altamente significativo**\*\* a partir de  $r=0.320$

AP= Altura de Planta

DE= Días a Espigamiento

DMF= Días a Madurez Fisiológica

LA= Longitud de Arista

EM<sup>2</sup>= Espigas por metro cuadrado

LE= Longitud de Espiga

EE= Número de Espiguillas por Espiga

GE= Número de Granos por Espiga

PMG= Peso de Mil Granos

PHL= Peso Hectolítrico

RG= Rendimiento de Grano

## 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.
- b) El rendimiento fue diferente entre los genotipos, destacando CAN-25-15, CAN-23-15 y CANB-329-15 por su superioridad sobre las variedades testigo.
- c) Por su peso hectolítrico, todos los genotipos se comportaron adecuadamente al registrar una media general de 61.77 kg/hl.
- d) Los componentes que más influyen en la expresión del rendimiento y que pueden utilizarse como criterio de selección indirecta son; Espigas por metro cuadrado ( $EM^2$ ), Granos por Espiga (GE) y Longitud de Espiga (LE).
- e) Otras correlaciones de importancia ocurrieron entre Longitud de Espiga (LE) con Granos por Espiga (GE) y Espiguillas por Espiga (EE); al igual que en Longitud de Arista (LA) con Peso de mil Granos (PMG) y Altura de Planta (AP).

## LITERATURA CITADA

Acciarse, H.A.; H.O. Chidichimo & C.B. Fuse. 1998. Obtención de caracteres de selección indirecta para producción forrajera total en avena (*Avena sativa*). IV Congreso Nacional de Trigo. Actas:1-24. Mar del Plata, 11-13 de Noviembre.

Akart T, Avci M, Dusunceli F. 2004. Barley: Post-Harvest Operations. in: Crop TCRifF, ed. Ankara, turkey: FAO

Alam, M. Z., S. A. Haider, and N. K. Paul. 2007. Yield and yield components of barley in relation to sowing times. *J. Biol. Sci.* 15: 139-145.

Andrade, A.J., 1983. El cultivo de trigo bajo riego en Aguascalientes. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Folleto para productores Vol 4. 2- 18. Pág. 1. Pabellón, Aguascalientes, México.

Arellano, V. 2010. Manual de la cebada cervecera. Bogotá, CO. Agroinversores. Consultado 22 de jun 2014 Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/14229542/Manual-Cebada>.

Ataei, M. 2006. Path analysis of barley yield. *Tarim Bilimleri Dergisi*. Ankara Universitesi Ziraat Fakultesi (Irán). 12(3):227-232.

Badr A, Muller K, Schafer- Pregel R, El rabey H, Effgen S, Ibrahim HH, Pozzi C, Rohde W, Salamini F. 2000. On the origin and domestication history of barley (*Hordeum vulgare*). *Mol Biol Evol* 17, 499-510.

Baik, B. K. & Ullrich, S. 2008. Barley for food: Characteristics, improvement, and renewed interest. *J. Cereal Sci.* 48, 233- 242.

Box, A. 2008. The biology of *Hordeum vulgare* L. (Barley). Australian Government: Department of health and ageing. Consultado 21 jun 2014

Briggs, D. E., Boulton, C. A., Brookes, P. A. & Stevens, R. 2004. *Brewing, Science and Practice* (CRC Press, Boca Raton Fl., USA, 2004)

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.

Cash, S. D.; Staber, L. M. M.; Wichman, D. M. and Hensleigh, P. F. 2004. Forage yield, quality and nitrate concentration of barley grown under irrigation. Montana State University. 4 p.

Castañeda-Saucedo, M.C.; López-Castañeda, C.; Colinas-De León, M.T.; Molina, J.; Hernández, A. 2009. Rendimiento y calidad de la semilla de cebada y trigo en campo e invernadero. *Interciencia*. 34(4):286-292. Disponible desde Internet en: ISSN 0378-1844 (con acceso el 18/02/10).

Castro, N., R. Domínguez, y H. Paccapelo. 2011. Análisis del rendimiento de grano y sus componentes en cereales sintéticos (tricepiros y triticales). *Rev. Facultad de Agronomía, Univ. Nac. La Pampa* 22:13-21.

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](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=121&Itemid=74). Fecha de consulta: enero 2013

Colín, R. M. 2007 Producción de materia seca, valor nutritivo e interacción genotipo ambiente en líneas imberbes de cebada forrajera. Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Colín, R.M, Zamora, V.V.M, Lozano, del R.A.J, Martínez, Z.G, Torres T.M.A. 2009. Caracterización y selección de nuevos genotipos imberbes de cebada forrajera para el norte y centro de México. *Téc Pecu Méx* 2009 ;45(3):249-262.

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.

DLE (Diccionario de la Lengua Española, Dictionary of the Spanish Language), cebada, accessed March 4th, 2017. <http://dle.rae.es/?id=84QVCwC>.

Friedt, W., R. D. Horsley, B. L. Harvey, D. M. Poulsen, R. Lance, S. Ceccarelli, and F. Carpettini. 2011. Barley breeding, history, progress, objectives and technology. In: Barley: production, improvement and uses. Ullrich S. E. (ed.). Blackwell Publishing Ltd. pp: 160-220.

Funaro, D.O. & H.A. Paccapelo. 2001. Efectos directos e indirectos de componentes sobre el rendimiento de grano por planta en cereales sintéticos (triticales y tricepiros). Actas del V Congreso Nacional de Trigo. Villa Carrios Paz. Córdoba.

Gambín, B.L. & Borrás, L., 2010. Resource distribution and the trade-off between seed number and seed weight: a comparison across crop species. *Annals of Applied Biology*, 156(1), pp.91–102. Available at: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1744-7348.2009.00367.x> [Accessed March 10, 2013].

González, G.M., M. Zamora. D. y S. Solano, H. 2016. Evaluación agronómica y física en líneas avanzadas de cebada maltera. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7(1) 159.171

González, A., Martín, L, Ayerbe, L. 2007. Response of barley genotypes to terminal soil moisture stress: Phenology, growth and yield. *Australian Journal of Agricultural Research*. 58:29-37.

González, A., Bermejo, V., Gimeno, B.S. 2010. Effect of different physiological traits on grain yield in barley grown under irrigated and terminal water deficit conditions. *The Journal of Agricultural Science*. Cambridge. 148 (3):319-328

Gómez, M. R.; Turrent, F. A.; Ortiz, S. C. A. y Peña, O. B. 2001. Productividad en cebada maltera. II. Análisis de las interacciones de seis factores de la producción. *Agric. Téc. Méx.* 27:95–105.

Gujarati, D.N. 2004. *Econometría*. Cuarta edición. McGraw-Haill. Interamericana Editores, S.A de C.V. 972 pp.

Keles, G. Ates, S.; Coskun, B.; Koc, S. 2013. Re-growth yield and nutritive value of winter cereals. *Proceedings of the 22nd International Grassland Congress*. Sídney Australia.

Komatsuda, T.; Pourkheirandish, M.; HE, C., Azhaguvel, P.; Kanamori, H.; Perovic, D.; Stein, N.; Graner, A.; Wicker, T.; Tagiri, A.; Lundqvist, U.; Fujimura, T.; Matsuoka, M., Matsumoto, T.; Yano, M. 2007. Six-rowed barley originated from a mutation in a homeodomain-leucine zipper I-class homeobox gene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2(1): 104.

León, V. H., Leopoldo, E.M., Onofre., Fernando, C.G., Tarcicio, C.S. y Ángel, M.G. 2009. Evaluación de dos generaciones de híbridos y progenitores de sorgo tolerantes al frío. II. Actitud combinatoria heterosis y heterobeltiosis. *Agro ciencia fitotecnia*. V.43 No6/sep.

Li, C.C. 1964. The concept of path-coefficient and its impacts on population genetics. *Bimetrics* 12:190-210.

Lind, D.A., Mason, R.D. y Marchal, W.G. 2001. *Estadística para administración y economía Tercera edición*. McGRAW-HILL. 537 pp.

Lobell, D., Cassman, K., Field, C., 2009. Crop Yield Gaps: Their Importance, Magnitudes and Causes. *Ann. Rev. Environ. Resour.* 34: 179-204.

López-Castañeda, C, Richards, R.A. 2001. ¿Contribuyen la tasa de crecimiento del grano y removilización de las reservas del tallo al rendimiento de grano durante la sequía? *Memorias del IV Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas*. Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, B.C., México. Octubre 25-26, 2001. Pp.61-66.

López, L. 1990. *Cultivos herbáceos vol. I Cereales*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. Impresiones grafo, S.A –Bilbao. P. 124

Mac Cormick, T. & H.A. Paccapelo. 2003. Caracteres de selección indirecta para el rendimiento de grano por planta en líneas experimentales de tricepiros y triticales. *J. Basic and Applied Genetics* 15 (Suppl. 2):121-122.

McDonald, G.K., Gene, Y., Nurzhanuly, B., Trethowan, R., Reynolds, M.P., Yaqub Mujahid, M., Eagles, H., Oldach K.H., Mather D.E. Wallwork, H. 2008. Quantifying the value to grain yield of QTL for adaptation and tolerance to abiotic stress in bread wheat. Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Wheat Genetics Symposium. Brisbane Convention and Exhibition Centre, Brisbane, Queensland, Australia. August 24-29, 2008. 3 p.

Mariotti, J., y N. Collavino. 2014. Los caracteres cuantitativos en la mejora genética de los cultivos. 352 p. Cap. 6. Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires, Argentina.

Mendoza M., Cortez E., Rivera J. G., Rangel J. A., Andrio E., y F. Cervantes. 2011. Época y densidad de siembra en la producción y calidad de semilla de triticales (*X Triticum secale* Wittmack). *Agronomía. Mesoamericana* 22: 309-316.

Miranda, R.; A.E. Morant; A.A. Junquera & S.C. Borsetti. 1994. Ideotipos de trigo. Criterios de selección 1: Componentes de rendimiento en ambiente semiárido. III Congreso Nacional de Trigo. Actas: 126- 127. Bahía Blanca. 26-28 Octubre.

Newman, R. y Newman, W. 2008. Barley for food and health: science, technology, and products. Iowa, US. John Wiley & Sons editors. p.262.

Okuyama, L.A.; Federizzi, L.C.; Barbosa Neto, J.F. 2005. Plant traits to complement selection based on yield components in wheat. *Ciência Rural*, Santa Maria. (Brazil). 35(5):1010-1018.

Otegui, M.E., y López Pereira, M. 2003. Identificación y jerarquización de los factores que condicionan la elección de la fecha de siembra. Crecimientos partición y componentes. En Pascale, A (EDS). *Producción de granos bases funcionales para su manejo*. pp. 257 – 275.

Pankin A, Von Korff M. 2017. Coevolución de métodos y pensamientos en estudios de domesticación de cereales: un cuento de cebada (*Hordeum vulgare*) . *Opinión actual en biología vegetal* 36 : 15-21.

Paccapelo, H.A. & H.O. Lorda. 1988. Determinación de los efectos relativos directos e indirectos de los componentes sobre el rendimiento de trigo. *Rev. Fac. Agronomía. UNLPam.* 13:17-29.

Pedraza, H., y Dicovskyi, L. 2007. Sistema de análisis estadístico con SPSS. INTA. Managua:IICA

Rasmusson, D.C. 1985. Barley. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. Publishers, Madison, Wisconsin. 522p.

Rimache, A. M. 2008. Cultivo del Trigo, Cebada y Avena.. AlfaOmega Grupo Editor. El Salvador. pp 10.

Rossi, D.; C. Gimbatti & M. Komorovski. 1986. Efectos directos e indirectos de los componentes del rendimiento en trigo pan. I Congreso Nacional de Trigo, 1:213-221. Pergamino, 6-10 octubre.

Sáez, A.J. 2011 Apuntes de estadística para ingenieros. Departamento de estadística e investigación operativa, Universidad de Jaén.

Salgado-Albarran, M.; Herrera- Díaz, J.; Dinkova; D. T. 2015. Caracterización de patrones de hordeínas en variedades mexicanas de cebada maltera. Revista Especializada en Ciencias Químico- Biológicas 18(1) 43-44.

Samarah, N.H., Alqudah, A.M., Amayreh, J.A., McAndrews, G.M. 2009. The effect of late-terminal drought stress on yield components of four barley cultivars. Journal of Agronomy and Crop Science. 195:427-441.

Saucedo, M. C. C.; Castañeda, C. L.; Moreno, J. M.; León, T. B. C.; Hernández, A. L. 2004. Crecimiento y desarrollo de cebada y trigo. Rev. Fitotec. Mex. 27(2): 167-75.

Saucedo, O.M. Empleo del sorgo en la alimentación animal y humana. Taller Nacional sobre empleo del sorgo. 2008. Universidad Central de Las Villas. Villa Clara, Cuba.

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2016. México. Cebada Grano Mexicana. Consultado en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257069/Potencial-Cebada.pdf>

Steffen C., y F. Echánove. 2005. La sustitución del trigo por cebada en tierras ejidales de riego de Guanajuato, México: una alternativa efímera. Cuadernos Geográficos 37: 135-151.

Slafer, G., J. Miralles, R. Savin, E. Whitchurch, y F. González. 2004. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en trigo. En Satorre, E.H. et al. (eds.) Producción de granos. Bases

funcionales para su manejo. 783 p. Ed. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

SIAP. SAGARPA. 2014. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <http://www.siap.gob.mx> , consultado el 20 de agosto de 2015.

Tambussi, E.A., Bort, J. & Araus, J.L., 2007. Water use efficiency in C 3 cereals under Mediterranean conditions: a review of physiological aspects. *Annals of Applied Biology*, 150(3), pp.307–321. Available at: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1744-7348.2007.00143.x> [Accessed August 17, 2012].

Tomaso, J.C. 2008. Cereales menores de invierno. Artículo de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria ISSN: 0327-8093. Consultado en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_trigo\\_espigazon\\_rendimiento\\_mj17.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_trigo_espigazon_rendimiento_mj17.pdf)

Ullrich, s. 2010. Barley. Production, Improvmnet and Uses (Vol. 12). John wiley y sons.

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.

Zuñiga, 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.

## Citas de internet

<https://masagro.mx/es/boletines-2012/53-12-07-2012-principal-proveedor-de-cebada-de-la-industria-cervecera-nacional-adopta-masagro>

<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo.html> 2019

<http://www.fao.org/faostat/en/#home> FAO 2013.