

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Calidad Física y Fisiológica en Semilla de Cebada Forrajera Imberbe (*Hordeum vulgare* L.) Producida en Surco Sencillo, Doble y Triple

Por:

**AUSENCIO TERAN OLIVARES**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre del 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Calidad Física y Fisiológica de Cebada Forrajera Imberbe (*Hordeum vulgare* L.)  
Producida en Surco Sencillo, Doble y Triple

Por:

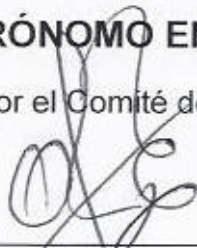
**AUSENCIO TERAN OLIVARES**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobada por el Comité de Asesoría:



M.C. José Ángel Daniel González

Asesor Principal



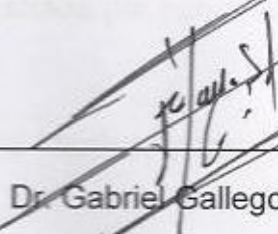
Biol. Silvia Pérez Cuellar

Coasesor



M.C. Roberto Espinoza Zapata

Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación

División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Noviembre del 2015

## DEDICATORIA

A DIOS, por permitirme vivir, y darme fuerzas, fortaleza y capacidad para poder llevar a cabo una meta más en mi vida.

MIS PADRES: Sra. Rosa Olivares Flores (†) y Sr. Juan Teran Chavez, en especial a tí mamá que gracias a tus esfuerzos y que diste tu vida, por darnos el sustento económico, este logro es para tí. Y a tí papá, porque a pesar de tus problemas de salud, me has dado la oportunidad de estar lejos y gozar de libertad.

A MIS HERMANOS, María del Carmen, Beatríz, Teodoro que han sido las personas que me motivan para salir adelante.

A MIS ABUELITOS, Luteria, María Cruz Chavez, Eligio y Ausencio, en especial a tí abuelito Ausencio por haber permitido pasar grandes momentos en mi infancia a tu lado.

A ustedes primos: Antonio y Adela gracias por todo su apoyo en cada momento, a mis tíos Olivares Flores y Teran Chavez. A la familia González Moreno por haberme brindado su hombro para caminar cuando más los necesité.

A MIS PRIMOS, González Bustamante, Mercado Teran, Olivares Pita, González Olivares, Román Olivares, Olivares Arzate, Teran Maxinez, Vega Teran, Uriustegui Rinconi.

A mi tía Gregoria Teran y mi tío Roberto, por brindarnos su apoyo y a mi tía Luisa y sus hijos(a), y a tí Karen Estrada por haberme apoyado en momentos especiales de mi vida.

Al profesor Gerardo Sánchez Martínez por su amistad y consejos para salir adelante.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”; gracias por haberme abierto sus puertas y darme la oportunidad de concluir mi licenciatura, gracias por haberme formado como un hombre con valores y conocimientos en la agricultura. GRACIAS ALMA MATER.

A MIS ASESORES:

AL M.C. José Ángel Daniel, por haberme brindado la confianza en esta investigación y por haber enriquecido mis conocimientos teóricos y prácticos en la agronomía, así mismo le agradezco su tiempo.

AL M.C. Roberto Espinoza Zapata, por su colaboración, participación, orientación y opinión en la presente investigación.

Biol. Silvia Pérez Cuellar, por su colaboración, participación, orientación y opinión en el la presente investigación.

A todos mis profesores de la UAAAN, gracias por haberme trasmitido sus conocimientos y haberme formado en mi licenciatura de Ingeniero Agrónomo en Producción.

A MIS AMIGOS, los cuales yo considero parte de mi familia ya que estuvieron conmigo en momentos de alegría y momentos difíciles, amiga Estelita, Gladis, Diana, Lucerito Hernández, Edgardo Marín, Ricardo Luviano, Jesús, Hugo, Armando, Santos y a los Ingenieros, Hurí Jaciel Jaimes, Rubén Jaimes, Floriberto Jaimes, Abi Maldonado, Tomas Maldonado, Hector Chavez, y todos mis compañeros de la Secundaria Técnica Número 38, de San Miguel Tololapan Gro.

## INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
INDICE DE CONTENIDO.....	iii
INDICE DE CUADROS Y GRÁFICAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.2.- Objetivo.....	3
1.3- Hipótesis.....	3
II.- REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1.-Generalidades de la cebada.....	4
2.1.1.-Descripcion morfológica.....	4
2.1.2.- Origen geográfico.....	4
2.1.3.-Clasificación taxonómica.....	5
2.1.4.-Raíz.....	5
2.1.5.-Tallo.....	5
2.1.6.-Hojas.....	6
2.1.7.-Flores.....	6
2.1.8.-Inflorescencia.....	6
2.1.9.-Grano.....	6
2.1.10.-Usos.....	7
2.1.11.-Fertilización.....	7
2.1.12.-Requerimientos agroclimáticos.....	7
2.1.13.-Plagas y enfermedades.....	8
2.2.- Producción de granos en México.....	9

2.2.1.-Producción mundial de cebada.....	10
2.2.2.-Producción nacional de cebada.....	11
2.3.- Producción de cebada en diferentes sistemas de siembra.....	11
2.3.1.- Cebada maltera producida en surcos a doble hilera.....	12
2.3.2.- Efectos de la densidad de siembra.....	14
2.3.3.-Ventajas de sembrar cebada a doble hilera.....	17
2.4.-Producción de semilla.....	18
2.4.1.-Concepto de semilla.....	18
2.4.2.-Funciones de la semilla.....	19
2.4.3.-Determinación de la madurez fisiológica de las semillas.....	19
2.4.4.-Nutrientes que asimila la semilla.....	19
2.4.5.-Valor nutritivo en los granos de los cereales.....	20
2.4.6.-Calidad de semillas.....	20
2.5.-Preceptos.....	21
2.5.1.-Calidad física.....	21
2.5.2.-Calidad fisiológica.....	22
2.5.3.-Calidad fitosanitaria.....	22
2.5.4.-Calidad genética.....	23
2.6.-Normas de certificación para cebada.....	23
2.6.1.-Normas de campo.....	23
2.6.2.-Requisitos del campo.....	24
2.6.3.-Aislamiento.....	24
2.6.4.-Inspecciones del campo.....	25
2.6.5.- Inspecciones durante la cosecha.....	25
2.6.6.-Análisis de las muestras.....	26
2.7.-Comercio de semillas.....	26

2.7.1.-Normas de laboratorio.....	27
2.7.2.-Almacenamiento de semillas.....	27
2.8.-Germinación.....	28
2.8.1.-Definición.....	28
2.8.2.-Procesos de la germinación.....	29
2.9.-Determinación del peso de las semillas.....	30
2.9.1.-Peso de mil semillas.....	30
2.10.-Prueba de vigor.....	30
2.10.1.-Factores que afectan el vigor de la semilla.....	31
<b>III.-MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>32</b>
3.1.-Descripción del sitio.....	32
3.2.-Métodos.....	32
3.2.1.-Preparación de terreno.....	32
3.2.2.-Siembra.....	33
3.3.-Material genético.....	33
3.4.-Variables evaluadas.....	33
3.4.1.-Germinación.....	33
3.4.2.-Peso de mil semillas.....	34
3.4.3.-Prueba de vigor.....	34
3.4.3.1.-Plántulas normales.....	34
3.4.3.2.-Plántulas anormales.....	35
3.4.3.3.-Plántulas débiles.....	35
3.4.3.4.-Semillas muertas.....	35
3.4.4.-Peso volumétrico.....	35

<b>3.5.-Diseño experimental.....</b>	<b>36</b>
<b>IV.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>37</b>
<b>4.1.-Cuadrados medios.....</b>	<b>37</b>
<b>4.2.-Comparacion de medias en hileras simples, dobles y triples.....</b>	<b>37</b>
<b>4.3.-Gráficas.....</b>	<b>41</b>
<b>V.-CONCLUSIONES.....</b>	<b>48</b>
<b>VI.-LITERATURA CITADA.....</b>	<b>49</b>
<b>VII.-APÉNDICE.....</b>	<b>54</b>



## INDICE DE CUADROS

N°		Pag.
4.1	Cuadrados medios y significancia de análisis de varianza para evaluar en el laboratorio (UAAAN), la calidad física y fisiológica de la semilla producidas en hilera: sencilla, doble y triple.	32
4.2	Comparación de medias en hileras simples, dobles y triples, por Prueba de Tukey en variables evaluadas de ( <i>Hordeum vulgare</i> L.) en el laboratorio.	32

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

N°		pág.
1	Plántulas débiles	35
2	Plántulas anormales	36
3	Semillas muertas	37
4	Plántulas vigorosas	38
5	Germinación	39
6	Peso volumétrico	40
7	Peso de mil semillas	41

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, en el laboratorio de Ensayos de Semillas: M. Sc. Leticia A. Bustamante García, del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas, adscrito al Departamento de Fitomejoramiento.

Con el objetivo de determinar la calidad física y fisiológica de la semilla de cebada forrajera imberbe Narro-95-02 producida en surco sencillo, dobles y triples, se evaluaron las variables siguientes. (PV) peso volumétrico, (PMS) peso del mil semillas, (GERM) germinación y vigor, considerando plántulas normales, plántulas anormales, plántulas débiles y semillas muertas. Los resultados se analizaron estadísticamente en SAS. Con el diseño de bloques al azar. Estos resultados indican que la semilla producida en hilera doble no presentaron diferencias estadísticas en peso de mil semillas, pero si destacaron en germinación y peso volumétrico. Considerando que las hileras dobles sobresalen con respecto a lo producido en surcos sencillo y triple.

El aumentar las densidades de siembra en los cereales ha sido empleado como forma de competencia frente a malezas y disminuir de esa forma el daño que éstas causan en los rendimientos de los cultivos.

Se concluye que los surcos dobles presentan mejores características físicas y fisiológicas.

**Palabras claves.** *Hordeum vulgare*, cebada forrajera, germinación, vigor, peso de mil semillas y peso volumétrico.

Correo electrónico; Ausencio Teran Olivares, [teranolivares1988@hotmail.com](mailto:teranolivares1988@hotmail.com)

## I.- INTRODUCCION

La cebada pertenece al género *Hordeum*, dentro de este género se encuentran las especies: *H. vulgare*, L., y *H. distichum*, L., la primera de seis hileras y la segunda de dos hileras, por lo que se considera que el cultivo de la cebada es el más antiguo, con más de 15,000 años bajo el cuidado del hombre y cuyos granos se utilizaron para la panificación incluso antes que el trigo. La cebada tiene ventaja sobre otros cereales del mismo ciclo ya que es vigorosa, resistente a la sequía, a la salinidad y puede cultivarse en suelos marginales; presenta rápido desarrollo, por lo que produce forraje y/o grano en relativamente menor tiempo y costo en comparación con otros cereales (Colin, 2007).

Este cultivo se enfrenta a diversos problemas para su producción, comenzando desde la generación de la semilla hasta la calidad ofrecida al agricultor para producción del grano. Es de resaltar que la calidad de la semilla puede ser afectada por factores bióticos y abióticos dando lugar al deterioro, el cual es irreversible e inexorable, afectando componentes de calidad lo que ocasiona que se tenga poca emergencia y por consecuencia un bajo establecimiento de plántulas en el campo (Licon, 2006).

Es el cuarto cereal más importante en superficie cultivada en el mundo después del trigo, el arroz y el maíz, tiene más amplia dispersión geográfica y adaptación ecológica (Arias, 1995).

La producción de semilla de cebada requiere estar dentro de estándares de calidad cada vez más competitivos, lo cual significa contar con nuevas tecnologías de producción que aparte de incrementar la producción se obtenga una mejor calidad física y fisiológica de la semilla según García (2003).

La producción de semilla de cebada en México, se realiza fundamentalmente en los Estados de Sonora, Sinaloa y Guanajuato (Álvarez 2007). García *et al*, (2003), menciona que el Bajío las inmejorables condiciones agroecológicas lo colocan como una zona privilegiada para la producción de semillas, así mismo su posición estratégica con respecto a las vías de comunicación con el resto del país y los principales centros de consumo de la materia prima, su gran potencial económico, la riqueza de sus suelos, los reservorios de agua, provocan que la producción de semillas sea segura y rentable.

La calidad de la semilla es un concepto agronómico múltiple que engloba a un conjunto de atributos físicos, fisiológicos, genéticos y sanitarios (Bishaw, 2007).

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 (García, 2003).

El sistemas de siembra en surcos es el factor más importante que se debe considerar es la calidad de la semilla a sembrar y esto dependerá de la variedad o híbrido en incremento o formación (Moreno, 1996).

El programa de Cereales del Departamento de Fitomejoramiento de la UAAAN ha desarrollado líneas de cebada forrajera imberbe de importancia económica que compiten con las variedades comerciales características de adaptabilidad, rendimiento y palatabilidad además de tener las cualidades de estado verde y sin barba. Sin embargo dentro del programa de producción de estos materiales, no se tiene suficiente información sobre la calidad de la semilla ni claridad del tiempo óptimo de cosecha, ya que se obtiene de manera visual manejando solamente por color de la espiga.

Por lo anterior, en el presente trabajo de investigación se evaluó la calidad física y fisiológica de la semilla de cebada producida en surco, doble y triple de la variedad Narro-95-02 cosechada en los terrenos agrícolas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que se le conoce como bajío.

## **1.2.-Objetivo**

Determinar la calidad física y fisiológica de la semilla de cebada forrajera imberbe Narro-95-02 (*Hordeum vulgare* L.) producida en surco sencillo, doble y triple en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

## **1.3.-Hipótesis**

Ho- La densidad de siembra no afecta la calidad física y fisiológica de la semilla de cebada imberbe Narro-95-02.

Ha- La densidad de siembra afecta la calidad física y fisiológica de la semilla de cebada imberbe Narro-95-02.

## **II.-REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1.- generalidades de la cebada**

#### **2.1.1.-Descripción Morfológica**

La cebada tiene un hábito de crecimiento anual, con tendencias a convertirse en perenne bajo condiciones muy especiales. La cebada es una planta sexual, porque su multiplicación se realiza por medio de una semilla, cuyo embrión se origina por la unión de gameto masculino y de un gameto femenino: monoica, por encontrarse en el androceo en una misma planta; hermafrodita, por encontrarse los sexos en la misma flor; perfecta, por encontrarse los dos órganos sexuales en una misma flor (Robles, 1976).

#### **2.1.2.-Origen geográfico**

Poehlman (1981), cita que Vavilov describe dos centros de origen. Uno de ellos; Etiopia y África del Norte, de donde proceden muchas de las variedades cubiertas con barbas largas, mientras que del otro centro; China, Japón y el Tibet, proceden las variedades desnudas, de barbas cortas e imberbes y los tipos de granos cubierto por caperuzas.

### **2.1.3.-Clasificación taxonómica**

Méndez (2004), cita la siguiente clasificación taxonómica:

Reino:	Vegetal
División:	Tracheophyta
Subdivisión:	Pterosidea
Clase:	Angiosperma
Subclase:	Monocotiledonea
Grupo:	Glumiflora
Orden:	Graminales
Familia:	poaceae
Género:	<i>Hordeum</i>
Especie:	<i>vulgare</i>

### **2.1.4.-Raíz**

Fasciculada, fibrosa y alcanza poca profundidad en comparación con otros cereales. Desarrolla un sistema de raíces adventicias al momento del amacollamiento.

### **2.1.5.-Tallo**

Son cilíndricos, huecos y gruesos, formado por ocho entrenudos los cuales son ligeramente más anchos en la parte central que en los extremos junto a los nudos, los tallos llegan a medir en promedio de 20 cm en las variedades cortas bajo condiciones de sequía y 154 cm en variedades altas en condiciones de buen manejo (Méndez, 2004).

### **2.1.6.-Hojas**

Por lo general son lisas y rara vez pubescentes, el ancho de estas va de 5 mm a 15 mm, están compuestas por una vaina, una lámina, dos aurículas y una lígula que es lisa, corta delgada. Los cultivares de primavera se caracterizan por presentar hojas lisas; por otra parte los cultivares de invierno presentan hojas rizadas y más angostas (Méndez, 2004).

### **2.1.7.-Flores**

La cebada es una planta sexual, monoica, hermafrodita y perfecta; la flor está cerrada dentro de una lema una palea, el pistilo tiene un estigma con dos ramificaciones plumosas, en cada nudo de la espiga se forma tres florecillas; las glumas tienen aproximadamente la mitad del tamaño de la lema en la mayor parte de las variedades y terminan en una delgada barba. En otro tipos de seis carreras cada espiguilla lleva tres flores, en los tipos de dos carreras solamente se desarrolla la flor central y las florecillas laterales son estériles o vestigiales (Méndez, 2004).

### **2.1.8.-Inflorescencia**

Corresponde a una espiga compacta y barbada, esta es una extensión del tallo, tiene un raquis en forma de zig-zag de 2.5 cm a 12.7 cm de longitud el cual cuenta con 10 a 30 nudos. La espiga está conformada por estructuras llamadas espiguillas. Las variedades de 6 hileras tienen de 25 a 60 gramos de espiga mientras que las de 2 hileras de 15 a 30 gramos (Méndez, 2004).

### **2.1.9.-Grano**

Parte de un fruto denominado cariósido, en el cual las paredes del ovario (pericarpio) y la cubierta seminal (testa), están estrechamente unidas, siendo



inseparables; el fruto, por lo tanto, es de carácter indehisciente. El grano está compuesto por pericarpio, endospermo y embrión (Méndez, 2004).

#### **2.1.10.-Usos**

En México el cultivo de la cebada se orienta básicamente a la elaboración de malta para producción de cerveza. La malta se usa también para la fabricación de productos alcohólicos destilados como el whisky, jarabes, en sustitutos de café y algunos alimentos a base de cereales. Algunos de los derivados de malta son subproductos solubles agregables a alimentos balanceados para ganado y aves de corral (Robles, 1976).

#### **2.1.11.-Fertilización**

Es necesario aportar nutrientes a los cultivos en forma fácilmente asimilables y de manera equilibrada, lo que se consigue con los fertilizantes minerales, ya que se aportan las cantidades necesarias de nutrientes asimilables en los momentos adecuados. En el cultivo de la cebada también es importante destacar que los fertilizantes, principalmente, Nitrógeno y Fósforo, son de vital importancia y gracias en parte a ellos se obtienen grandes beneficios para la producción, en este caso, producción de semilla de buena calidad.

Como ya se ha mencionado, todo cultivo necesita de una buena y adecuada nutrición, ya que en base a ésta se podrán obtener rendimientos aceptables, como también una buena calidad de la producción semilla.

#### **2.1.12.-Requerimientos agroclimáticos**

La cebada se cultiva en una temperatura óptima de 20 a 27 °C y con una mínima de 3 a 4 °C y con una máxima de 30°C. En cuanto a la humedad, la cebada prospera bien en regiones secas, pero en cultivo bajo condiciones de riego, no así en las húmedas y lluviosas cuyas condiciones favorecen a los fitopatógenos y con una

altitud desde los 0 a 4, 500 msnm, de acuerdo a los tipos de suelos se ha observado que este cultivo se adapta muy bien a diversos tipos de suelos y climas, es una de las razones de su distribución mundial. Se ha reportado como tolerante a la alcalinidad en comparación al trigo y la avena, no así en suelos con pH ácido, los mejores rendimientos se obtienen en suelos de tipo migajón con buen drenaje, profundos y con un pH de 6 a 8.5 (Robles, 1976).

### **2.1.13.- Plagas y enfermedades**

Las plagas que pueden aparecer en el cultivo son: gusano trozador, gusano soldado, mosquita blanca, pulgón del follaje, pulgón de la espiga, pulgón ruso, entre otras (INIFAP).

Una enfermedad, es la alteración del funcionamiento normal de una parte o de toda la planta, siempre que dicha alteración persista el suficiente tiempo para mostrar síntomas visibles, carbón volador (*Ustilago nuda*) y carbón cubierto (*Ustilago hordei*) y Cenicilla (*Erysiphe graminis*) y escaldadura (*Rhynchosporium secalis*) y mancha moteada (*Helminthosporium sativum*) y roya de la hoja (*Puccinia hordei*) y roya del tallo (*Puccinia graminis*).

## 2.2.-Producción de granos en México

En el 2008 México alcanzó una producción de 37,481,648 toneladas de granos básicos, de los cuales el maíz fue el cultivo más importante debido a que aportó el 65.1%, en segundo lugar el sorgo, ya que contribuyó con el 17.6%; en tercer lugar el trigo con el 11.2%, con una participación menos importante están el frijol, la cebada, el arroz y por último la avena con una participación de 3%, 2.1%, 0.6% y 0.4%, respectivamente.

Tabla de producción de granos en México (1988-2008).

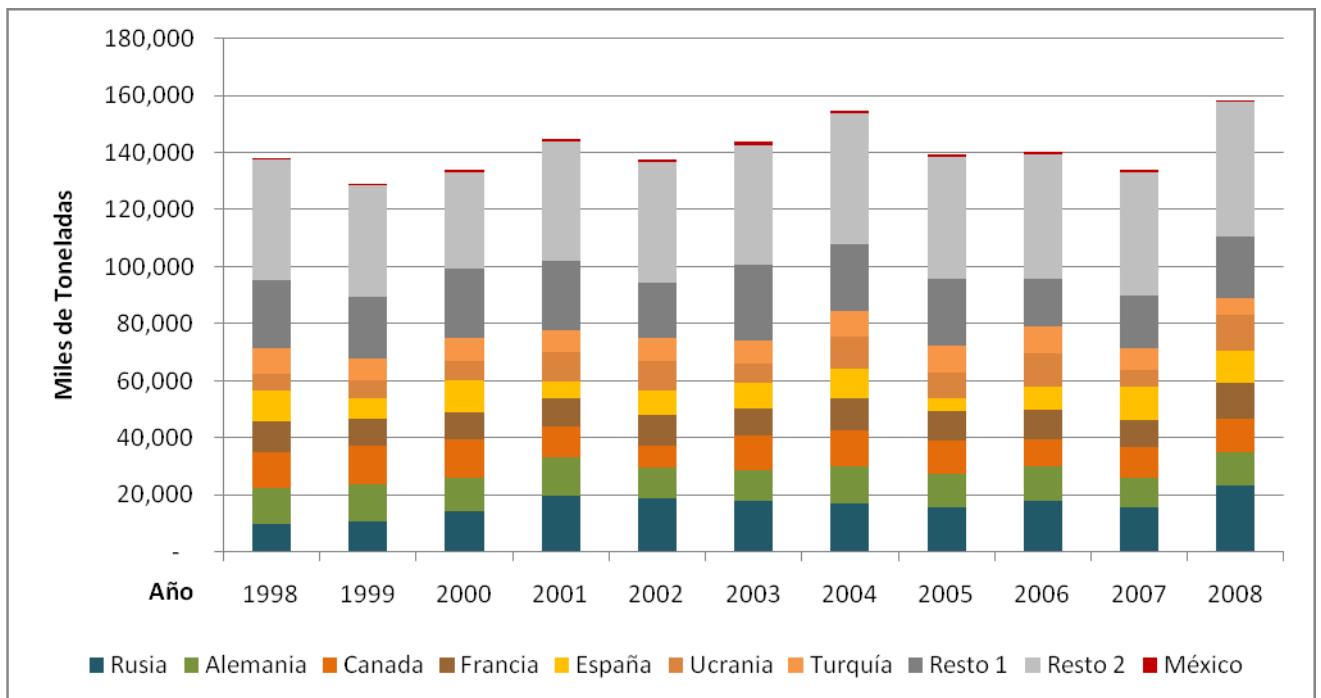
GRANOS BÁSICOS	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	TMAC
Maíz	18,455	17,706	17,557	20,134	19,298	20,701	21,686	19,339	21,893	23,513	24,410	2.58
Frijol	1,261	1,059	88	1,063	1,549	1,415	1,163	827	1,386	99	1,111	-1.14
Trigo	3,235	3,021	3,493	3,275	3,236	2,716	2,321	3,015	3,378	3,515	4,214	2.43
GRANOS	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	TMAC
Sorgo	6,47	5,72	5,84	6,56	5,20	6,75	7,00	5,52	5,51	6,20	6,59	0.1
Avena	8	13	32	89	60	94	99	12	15	12	14	4.7
Cebada	41	45	71	76	73	1,08	93	76	86	65	78	6.0

Fuente: Elaboración propia con base en información del SIACON, SAGARPA. 2009.

### 2.2.1.-Producción mundial de cebada

Durante el periodo de 1998 a 2008, el volumen de producción de cebada pasó de 137.7 millones de toneladas en 1998 a 157.6 millones en 2008. Los principales productores de este cultivo agruparon el 70% de la producción mundial, con participaciones individuales de entre 3% y 12%; los tres primeros lugares correspondieron a Rusia (12%), Alemania (9%) y Canadá (8%) y entre las posiciones 4 a 11 se encontraron Francia, España, Ucrania, Turquía, Australia, Reino Unido, Estados Unidos y Dinamarca.

Gráfica de producción de cebada a nivel mundial (1988-2008).

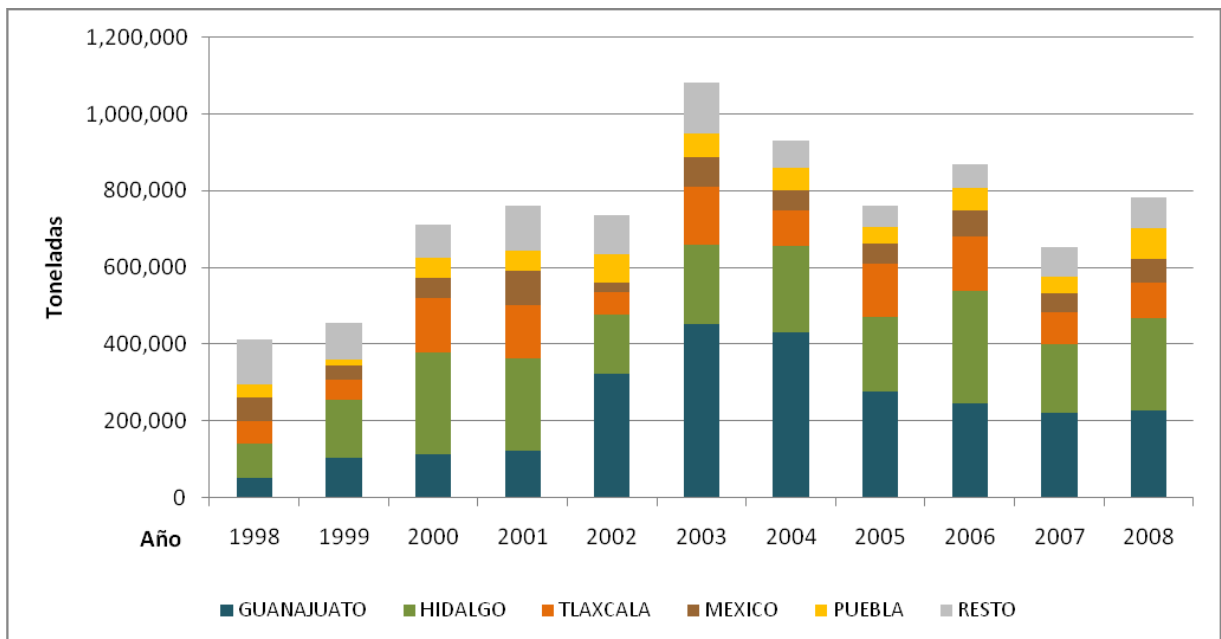


Fuente: Elaboración propia con base en información de FAOSTAT | © FAO Statistics Division 2009

### 2.2.2.-Producción nacional de cebada

Cerca del 90% de la producción nacional de cebada se concentra en cinco estados, los cuales en orden de importancia son los siguientes: Guanajuato (31.48%), Hidalgo (27.49%), Tlaxcala (14.07%), México (7.72%) y Puebla (7.04%).

Gráfica de producción de cebada a nivel nacional (1988-2008).



Fuente: Elaboración propia con base en información del SIACON, SAGARPA. 2009.

### 2.3.-Producción de cebada en diferentes sistemas de siembra

Para determinar la densidad de siembra debe de conocerse el porcentaje de germinación, el peso de mil semillas y estimar las posibles pérdidas durante el invierno. En condiciones más favorables, empleando semillas tratadas con un porcentaje de germinación del 95%, la pérdida de plantas oscila entre 10-15 % durante el invierno; estas pueden llegar hasta 30 % de las plantas en condiciones más difíciles de siembras tardías, exceso de agua en invierno, etc. (Cárdenas, 1985).

### **2.3.1.- Cebada maltera producida en surcos a doble hilera**

García *et al* (2003), en su trabajo coordinado realizado con CEBAJ-INIFAP, en otoño invierno del 2003-2004 en el municipio de Celaya, Gto., (con las coordenadas geográficas de Latitud N 20.56° y Longitud W 100.83° a una altitud de 1765 msnm. La temperatura y precipitación media anual son de 20° C y 500 mm), considerando 5 sistemas de siembra y con diferente densidad de siembra, utilizando dos variedades y se compararon los parámetros físicos y fisiológicos de la calidad de la semilla obtenida.

En relación a la calidad física y fisiológica de la semilla de cebada maltera, de las cuatro determinaciones llevadas a cabo germinación, peso seco, peso de mil semillas y peso volumétrico, solamente en el peso de mil semillas el valor mayor lo reportó el método de siembra en surcos a un hilo y en las restantes determinaciones los valores mayores fueron en los dos sistemas tradicionales (Cuadro 1). Cabe mencionar que con respecto a la variedad la más sobresaliente fue la variedad Esmeralda.

Con respecto a la calidad física, el sistema de siembra en surcos en dos hileras resultó ser el que produjo la semilla de mayor peso de 1000 semillas (47.8 g) estando dentro de los estándares de calidad. Esta situación se explica por el efecto de la densidad de siembra, pues está ampliamente demostrado que densidades de siembra altas producen granos ligeros (camas) y densidades bajas producen granos de mayor peso.

La germinación resultó afectada por el sistema y método de siembra tradicional camas trigueras (86.5, 93.0%) y camellones (92.0 y 94.0%) lo que permite estar dentro de los estándares de calidad. Con relación al peso seco el método de siembra en surcos obtuvo valores similares a los reportados por los métodos tradicionales, lo cual sí representa una ventaja en términos de esta variable y también al emplear menos semilla por hectárea.

Con respecto al peso de mil semillas el método de siembra en surcos a un hilo reportó los valores mayores (49.1 y 50.0 gramos), lo que representa emplear menos

kg/ha de semilla; sin embargo con relación al peso volumétrico este fue mayor en el método de siembra tradicional en camas trigueras (60 y 61 Kg/HI) y camellones (58 y 61 Kg/HI), sin embargo con el método de siembra en surcos a un hilo se obtuvieron resultados aceptables (55 y 59 Kg/HI), lo que también representa una opción para obtener buenos resultados con respecto a la calidad de semilla.

**Cuadro 1. Calidad física y fisiológica en la producción de semilla de cebada maltera en Diferentes métodos de siembra evaluados. INIFAP-CEBAJ. Ciclo O-I 2003-2004.**

Sistema y Método de Siembra	Variedad	Germinación (%)	Peso Seco (g)	Peso de Mil Semillas (g)	Peso Volumétrico (kg HI <sup>-1</sup> )
Surcos a un hilo	Esperanza	81.5	2.6	49.1	55
	Esmeralda	81.0	2.7	50.0	59
Surcos a dos hilos	Esperanza	84.5	2.9	47.8	55
	Esmeralda	87.0	3.0	46.3	57
Surcos a tres hilos	Esperanza	81.0	2.5	47.1	53
	Esmeralda	85.5	2.7	45.6	59
Camas trigueras	Esperanza	86.5	2.6	47.2	60
	Esmeralda	93.0	3.4	46.3	61
Camellones	Esperanza	92.0	3.0	46.1	58
	Esmeralda	94.0	3.1	44.0	61

### 2.3.2.-Efectos de la Densidad de siembra

Vega y Andrade (2000), citan que la elección de una densidad de siembra adecuada es una decisión importante para optimizar la productividad de un cultivo ya que, junto con la adecuación de espacio entre hileras, permitan al productor la obtención de coberturas vegetales adecuadas previo a los momentos críticos para determinación del rendimiento. Determinan que la densidad de siembra óptima de cualquier cultivo es aquella que: a) maximiza la intercepción de radiación fotosintéticamente activa durante el periodo crítico para la definición del rendimiento y b) permite alcanzar el índice de cosecha máximo.

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

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

Kirby (1967), evaluó la respuesta de cebada a cuatro densidades de siembra (39, 78, 156 y 312 kg/ha) y encontró que al aumentar la densidad se incrementó el número de macollos, pero fue seguido por la muerte de los mismos en diferentes etapas. También al aumentar la densidad aumentó el número de espigas/m<sup>2</sup> y disminuyó el peso de mil semillas.

Para Cannell (1969), el amacollamiento es un importante componente del rendimiento en cebada, además menciona que el número de plantas/m<sup>2</sup>, el peso de gramos por espiga, el número de granos por espiga y el peso de grano son componentes del rendimiento que son interdependientes y que un incremento de los valores de algunos de estos va acompañado de la disminución de los valores en otros como la respuesta a cambios ambientales.



Por otra parte, Baker y Briggs (1982), evaluaron durante tres años los efectos de la densidad de planta en el desarrollo de cebada primaveral de seis hileras, con densidades de 1.6, 6.2, 25, 100 y 400 plantas/m<sup>2</sup>. El número de espigas por planta disminuyó y la producción de grano por espiga se incrementó cuando la densidad disminuyó. La producción de grano y peso de grano por planta tuvieron un significativo incremento a una densidad de 6.2 plantas/m<sup>2</sup>, esto fue debido a la baja competencia entre plantas.

Pageau (1991), realizó estudios de campo para determinar efecto de espacio entre hileras (10 y 18 cm) y densidades de siembra de 280, 320, 400 y 440 semillas por metro cuadrado en cebada, el autor encontró que con el aumento de densidad, el rendimiento se incrementó debido a que hubo mayor número de espigas/m<sup>2</sup> el peso de mil semillas, sin embargo el número de granos por espiga disminuyó.

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

Rodríguez (2001), realizó una investigación con el objetivo de determinar el efecto de la densidad de siembra y calidad de semilla bajo dos ambientes, Buenavista, Coahuila y Navidad, N. L. y consistió en tres densidades de siembra (60, 100 y 140 kg/ha) las líneas evaluadas fueron CAN-321-94 (dos hileras), CAN-416-94 y CAN-431-94 (seis hileras). En la germinación se mostraron con buenos porcentajes en todas las densidades de siembra, en Buenavista al tener arriba del 95 por ciento, mientras que en Navidad la germinación osciló entre 98%. Podemos mencionar que el peso volumétrico fue alto en Buenavista a 100 kg/ha, obteniéndose poco peso a 140 y 60 kg/ha. En 100 kg/ha se obtuvo un PV de 60 kg/hl y en 60 kg/ha se obtuvo en PV de 59 kg/hl y este mismo PV se presentó en 140 kg/ha.

Castañeda (2009), realizó su experimento con la finalidad de encontrar la calidad física y fisiológica de *Hordeum vulgare*, se estableció en experimento en el ciclo Invierno-Primavera en Texcoco, Estado de México. Se utilizó una densidad de

siembra de 100 kg/ha y una fertilización de 80-40-00. Obteniendo una calidad de la semilla con las siguientes características la germinación obtuvo el 91 por ciento en poder germinativo y mientras tanto el peso volumétrico obtuvo 62.9 kg/hl y por último el peso de mil semillas se comportó con el 42.0 gramos.

Perry (1972), indica que el vigor es una característica fisiológica determinada por el genotipo y modificada por el ambiente, que gobierna la capacidad de una semilla para producir rápidamente una planta en el suelo.

Serrato (1995), menciona que entre los factores que hacen variar el vigor en la semilla está el genotipo, ya que tiene un efecto determinante, la madurez fisiológica en que éste fuera cosechado, así como los daños que pueda sufrir por efectos de factores ambientales.

Petrovich y Prokofeva (1996), mencionan que una buena producción de semilla depende de los factores genéticos, y de la interacción que se establezca con los factores medio ambiente, tales como temperatura, luz, la humedad, condiciones de suelo y velocidad del aire entre otros.

López (1983), menciona que la viabilidad denota el grado en que una semilla está viva, metabólicamente activa y posee enzimas capaces de catalizar las reacciones necesarias para germinación y el crecimiento de una plántula.

Besnier (1989), menciona que las anomalías en plántulas se deben a diferentes causas: diferencias nutritivas de plantas madres, deficiente maduración, infección por microorganismos y plagas, daños mecánicos ocasionados por la trilla en la limpieza, daños provocados por tratamientos inadecuados con productos fitosanitarios, etc. donde las plántulas anormales no llegan a nacer o mueren rápidamente poco después de haberlo hecho.

Togani (1997), menciona que pueden existir daños de la semilla en el campo por demora de la cosecha, efecto de heladas en lotes de madurez tardía y otros factores que, en su mayoría se deben a factores ambientales que son de difícil control. Otros daños son producidos después de la cosecha como pueden ser: granos alterados, ardidados y hasta podridos por haberse cosechado, embolsado y

almacenados verdes o húmedos sin previo secado todos estos factores dan importantes fallas en la germinación.

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

Vera *et al*, (2006), mencionan que la competencia intraespecifica generalmente conduce a una reducción del crecimiento y el desarrollo de los individuos debido a los cambios en la cantidades de los recursos en reserva.

### **2.3.3.- Ventajas de sembrar cebada a doble hilera**

Según García (2003), las principales ventajas del sistema de siembra en surcos de 75 cm a doble hilera en comparación con el sistema tradicional son las siguientes:

- En la siembra en surcos se utilizan de 55 a 120 kg de semilla/ha, dependiendo de la variedad, mientras que siembra en camellones o melgas se utilizan de 180 a 220 kg/ha.
- Se logra una eficiencia en la eliminación de plantas “fuera de tiempo”, para asegurar la calidad de la semilla al tener un mejor panorama para realizar la inspección de campo.
- La conducción del agua de riego se mejora aún en terrenos poco nivelados.
- Se logra mayor eficiencia en la aplicación de fertilizantes y pesticidas. La ventaja de poder realizar escardas permite reducir hasta en un 40% la cantidad de herbicida a aplicar.
- La siembra en surcos a bajas densidades permite el desarrollo de tallos más vigorosos, con lo que se disminuye el grave problema de acame que comúnmente se presenta en el sistema de producción con manejo tradicional.
- La siembra en surcos es compatible con los sistemas de labranza reducida y labranza de conservación, ya que se puede sembrar sobre residuos del cultivo anterior (Arreola *et al*. 2003).

## **2.4.- Producción de semilla**

La producción de semillas se entiende como un programa organizado de un ente regulador para planificar, producir y suministrar continuamente semilla de calidad de acuerdo a demandas del mercado y en base a una metodología previamente establecida (Casini, 2007).

### **2.4.1.-Concepto de semilla**

Moreno (1996), señala que en términos agronómicos y comerciales se conoce como semilla a toda clase de granos, frutos y estructuras más complejas que se emplean en las siembras agrícolas, desde el punto de vista botánico, una semilla verdadera es un embrión en estado latente, acompañado de tejido nutricio y protegido por el episperma. Por su parte, Arias *et al.* (1995), definen a la semilla como un óvulo fecundado, mientras que Antón (2005), menciona como concepto de semilla, a la forma de reproducción sexual de las plantas superiores, siendo la que se obtiene del fruto después de la fecundación de la flor, los frutos o partes de estos, así como parte de los vegetales completos que se utilizan para la reproducción y propagación de diferentes especies vegetales. Por su parte, Hartmann y Kester (1995), mencionan que la semilla es un óvulo fecundado, independiente de la planta madre, que ha madurado hasta adquirir la diferenciación y capacidad fisiológica para originar un nuevo ser, mientras que, Camacho (1994), define a la semilla en el sentido botánico estricto, como un óvulo fecundado, independiente de la planta madre, que ha madurado hasta adquirir la diferenciación y capacidad fisiológica para originar un nuevo ser vegetal.

#### **2.4.2.-Funciones de la semilla**

Potts (1977), indica que la semilla, tiene como funciones ser la portadora de las características genéticas, inherentes de generación en generación, esencialmente sin cambio alguno, así como un sistema eficaz de reserva para una planta y por último como parte esencial de reproducción.

#### **2.4.3.- Determinación de la madurez fisiológica de las semillas**

Según Delouche (1974), la madurez fisiológica es el punto máximo que alcanza la vida de las semillas. En este punto las semillas logran el máximo peso seco, la máxima germinación y el máximo vigor. Después de la madurez fisiológica, la calidad de la semilla empieza a disminuir. La calidad puede ser controlada al cosechar la semilla en el momento más adecuado y más tarde con la manipulación de las condiciones de almacenaje. Para el momento óptimo de la cosecha de la semilla es importante tomar en cuenta varios factores, estos son: contenido de humedad del grano en madurez fisiológica oscila entre 18 y 39% dependiendo del material, la disminución del contenido de humedad del grano comienza antes o en la madurez fisiológica.

#### **2.4.4.- Nutrientes que asimila la semilla**

Duffus y Slaughter (1992), mencionan que no ha sido posible el análisis de la composición exacta de los nutrientes que los cereales tienen en el grano, puesto que éstos “viajan” en el floema, del cual es imposible examinar una muestra. En la semilla se considera a la sucrosa generalmente como fuente de lípidos y carbohidratos.

#### **2.4.5.- Valor nutritivo en los granos de los cereales**

Duffus y Slaughter (1992), el valor nutritivo de una semilla es una medida para determinar su capacidad de abastecer los requerimientos nutricionales y fisiológicos. La cebada tiene en su valor nutritivo minerales, proteínas y aminoácidos, los granos de cereales generalmente contienen cerca del 10% de proteína y también tiene una fuente importante de almidón y también contiene agua.

#### **2.4.6.- Calidad de semillas**

Valdez (2011), menciona que la calidad de las semillas es un concepto múltiple que comprende diversos componentes a pesar de que para muchos agricultores, semilla de calidad es aquella que germina y está libre de especies invasoras indeseables. Este concepto se refleja en el hecho de que para muchos laboratorios de análisis de semillas, entre 80 y 90% de todos los análisis solicitados son de pureza y germinación. Sin embargo existen otros componentes de la calidad de semillas que pueden ser agrupados en tres categorías; 1) Descripción: especie y pureza varietal, pureza analítica, uniformidad, peso de semillas. 2) Higiene: contaminación con invasoras nocivas, sanidad de semillas, contaminación con insectos y ácaros. 3) Potencial de desempeño: germinación, vigor, emergencia y uniformidad en campo.

Por otra parte, Andrews (1985), explica que la calidad es un término relativo y significa el grado de excelencia. En otras palabras, la calidad de la semilla podrá expresarse como un nivel o grado de excelencia el cual es asumido por las semillas solamente cuando son comparadas con un estándar. De ahí que la semilla puede ser superior, buena, mediana o pobre en calidad dependiendo del adjetivo descriptivo seleccionado y del criterio usado para la clasificación.

Por otra parte García (1981) y Garay (1985), señalan que la calidad de la semilla está integrada por cuatro componentes principales: el genético, sanitario, físico y el fisiológico, mientras que Flores (2004), coincide y añade que las principales características que determinan la calidad en semillas son: calidad genética, sanidad, pureza, poder germinativo, contenido de humedad y peso volumétrico. Además menciona que otros atributos que se reconocen son: integridad física (que no presente daño mecánico), ausencia de latencia, composición química, etc. Las características antes mencionadas se han agrupado en cuatro componentes: genético, fisiológico, sanitario y físico, por lo que la suma de los componentes anteriores es lo que otorga la calidad de una semilla. En cambio, Delouche (1974), menciona que la calidad fisiológica de la semilla lleva atributos intrínsecos que determinan su calidad para germinar y emerger rápidamente y para producir plantas vigorosas estándares y uniformes bajo condiciones de campo que se presentan bajo la época de cultivo.

No existe alguna definición para el concepto de calidad por lo tanto, Bustamante (1995), denota que la calidad de la semilla es un conjunto de características deseables, que comprende varios atributos, los cuales se refieren a la conveniencia o aptitud de la semilla para sembrarse. Este mismo autor menciona que el número de características y/o atributos no es estático, y que evoluciona constantemente conforme avanza el conocimiento y la tecnología.

## **2.5.- Preceptos**

### **2.5.1.- Calidad física**

Bustamante (1995), se refiere al grado de pureza de un lote de semillas; es decir, a la presencia o ausencia de otras especies, variedades, maleza y materia inerte; también comprende la integridad física de la semilla (semilla quebrada, tamaño y peso de la semilla).

SNICS (2007), señala que la medida de la pureza física de la semilla, se expresa como el porcentaje del peso que corresponde a la semilla de la especie, con respecto al peso total de la muestra de un determinado lote.

### **2.5.2.- Calidad fisiológica**

SNICS (2007), indica también bajo este concepto como medida de la capacidad de la semilla para producir material de propagación fisiológicamente viable, se expresa como porcentaje de la semilla fisiológicamente viable, con respecto al total de una muestra de un lote.

Valdez (2011), menciona que la capacidad germinativa y el vigor son los principales atributos involucrados dentro del componente de calidad fisiológica en semillas, mientras que, Bustamante (1995), menciona que el componente fisiológico es una suma de todas aquellas propiedades de la semilla (genética, bioquímica, citológica, química) que determinan su nivel de actividad y la mantiene como una unidad biológica de reproducción; es decir, una semilla o lote de semilla que sea viable y posea una alta capacidad de germinación y vigor.

### **2.5.3.-Calidad fitosanitaria**

Valdez (2011), indica que las semillas pueden ser el medio ideal para el transporte de inóculo de origen viral, bacterial o fungoso e inclusive de nematodos, que afectan la germinación y consecuentemente la emergencia y población de plantas, o bien causar problemas patológicos en los cultivos una vez establecidos. Igualmente, en este sentido pueden diseminar enfermedades en determinadas regiones donde estaban ausentes. Bustamante (1995), menciona las formas para



evaluar la presencia de patógenos en las semillas: exámenes directos, exámenes de embriones, pruebas de papel filtro, agar, crecimiento, entre otras.

SNICS (2007), la describe como medida de la sanidad de la semilla que evalúa y determina la presencia o ausencia de organismos patógenos en el lote de semillas.

#### **2.5.4.-Calidad genética**

Bustamante (1995), menciona que dentro de la calidad genética se encuentra la fidelidad o autenticidad de una muestra de semillas de una determinada variedad; que después de varias generaciones de incremento, conserva el mismo genotipo con el cual fue liberado por el genetista, para preservar y asegurar que el genotipo de una variedad, mantiene dentro de los límites aceptables en los diferentes incrementos, es necesario vigilar sus características de tipo agronómico, morfológico, fisiológico y bioquímico, todo ello puede ser realizado mediante una descripción varietal y comparada con una muestra original, tal y como fue liberado por el genetista.

### **2.6.-Normas de certificación para cebada**

#### **2.6.1.-Normas de campo**

Para la inscripción de la siembra se considera como unidad de inscripción a la superficie sin problema de continuidad para la siembra, correspondiente al cultivo de una especie determinada, de una sola variedad de la misma categoría y origen.

Entre las normas para la certificación de semilla de cebada, NOM-FF-43-2003, menciona entre otras, que el porcentaje de germinación mínimo debe ser de 85 por ciento y el peso volumétrico mínimo para la comercialización de grano de cebada maltera debe de ser de 58 kg/hl en variedades de dos hileras y de 56 kg/hl en variedades de seis hileras.

### **2.6.2.-Requisitos del campo**

Los terrenos para producción de semillas certificadas, deben mostrar evidencias de buen manejo para controlar lo siguiente:

- a) Las enfermedades de las plantas favorecidas por condiciones físico-químicas del suelo.
- b) Los patógenos transmisibles existentes en el suelo.
- c) Las contaminaciones de otras variedades y hierbas.

### **2.6.3.-Aislamiento**

El terreno debe estar aislado en todo su perímetro de otros campos sembrados por una distancia mínima de 5 metros.

#### 2.6.4.- Inspecciones del campo

En la mayoría de los cultivos, el personal técnico del SNICS deberá efectuar cuando menos las siguientes inspecciones:

Factor	Categorías		
	Básica	Registrada	Certificada
Plantas de otras variedades	Ninguna	75/ha	100/ha
Plantas de cultivos inseparables	Ninguna	Ninguna	15/ha
Plantas de hierbas nocivas	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Plantas atacadas con carbón volador	Ninguna	Ninguna	Ninguna

#### 2.6.5.- Inspecciones durante la cosecha

El personal técnico del SNICS debe realizar durante la cosecha las inspecciones que sean necesarias, para verificar que la semilla se esté cosechando en la forma más apropiada y extender las notas de remisión requeridas para cada vehículo que movilice semilla de los campos aceptados a los almacenes a fin de controlar la identidad, el volumen de la semilla cosechada y evitar mezclas. El SNICS debe inspeccionar los almacenes con la frecuencia que se juzgue necesaria para comprobar que la semilla se maneja en forma apropiada y que las condiciones del almacén permitan mantener la viabilidad de la semilla durante el tiempo de almacenamiento.

### **2.6.6.- Análisis de las muestras**

Deben ser realizados en laboratorios del SNICS siguiendo las normas internacionales para análisis de semillas. El personal técnico del SNICS sólo debe autorizar la colocación de etiquetas de certificación a las semillas que satisfagan las normas correspondientes a cada categoría.

### **2.7.- Comercio de semillas**

SNICS (2007), Artículo 33.-Para que cualquier semilla de origen nacional o extranjero, pueda ser comercializada o puesta en circulación, deberá de llevar el envase una etiqueta a la vista que incluya los siguientes datos informativos:

- I. El nombre del cultivo
- II. Género y especie vegetal
- III. Denominación de la variedad vegetal
- IV. Identificación de la categoría de semilla, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley
- V. Cuando aplique, el porcentaje de germinación y en su caso, el contenido de semillas de otras variedades y especies así como el de impurezas o materia inerte

### 2.7.1- Normas de laboratorio

Tolerancias de laboratorio en los factores que se indican para las semillas.

Factor	Categorías		
	Básica	Registrada	Certificada
Semilla pura	98.0%	98.0%	98.0%
Materia inerte	2.0%	2.0%	2.0%
Semillas de otras variedades	Ninguna	10/kg	25/kg
Semillas de cultivos inseparables	Ninguna	Ninguna	3/kg
Semillas de hierbas nocivas	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Germinación	85.0%	85.0%	85.0%
Humedad	13.0%	13.0%	13.0%

### 2.7.2.- Almacenamiento de semillas

Duffus y Slaughter (1992), durante el almacenamiento, otros factores diferentes a los cambios intrínsecos en las semillas mismas pueden reducir su viabilidad. Las semillas almacenadas pueden ser atacadas por roedores. Estos animales consumirían bastante grano pero también dañarían y contaminarían el resto del material, lo cual resultará en una declinación acelerada de la viabilidad.

Hay muy poca actividad de los insectos a temperaturas inferiores a los 17°C, y contenidos de humedad inferiores al 8% pueden también evitar el crecimiento de éstos. Los gorgojos son mucho menos influenciados por la temperatura y pueden estar activos hasta temperaturas de 3°C. Sin embargo, son muy sensibles a la humedad relativa y no pueden existir por debajo del 60%, lo cual es equivalente a cerca del 12% de humedad, en la cebada. Los gorgojos requieren de 75% de humedad relativa antes de que puedan acelerar su reproducción. Los hongos, por otra parte, también requieren de humedad relativa muy similares a los de los gorgojos y también son muy activos en rangos de temperatura amplios.

Se ha encontrado una gran variedad de hongos que producen toxinas en un punto de su ciclo de crecimiento. Los géneros más comunes involucrados son: *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* y *Claviceps*. Como se dijo anteriormente todos los cereales y oleaginosas son susceptibles de ser atacados por hongos que producen toxinas, y las condiciones para la producción de toxinas son similares a las del crecimiento de los hongos. Las semillas con contenidos de humedad relativos de 85% o mayores, y almacenadas de 25 a 30°C son particularmente susceptibles de ser contaminadas; el control del contenido de humedad y la temperatura representa la mejor forma de ampliar la viabilidad de las semilla bajo almacenamiento.

## **2.8.-Germinacion**

### **2.8.1.-Definicion**

Moreno (1996), señala que es una prueba que se realiza para obtener información con respecto a la capacidad de la semilla para producir plántulas normales. Estas pruebas, además, permiten establecer comparaciones del poder germinativo entre diferentes lotes de semilla de la misma especie. Se define a la germinación como la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión, y que manifiestan la capacidad de la semilla para producir

una plántula normal bajo condiciones favorables. En tanto, Mantilla (2003), define a la germinación como el conjunto de procesos metabólicos y morfogénicos que tienen como resultado la transformación de un embrión de una plántula capaz de valerse por sí misma y transformarse en una planta fotosintéticamente competente. La germinación de una semilla es el proceso más vulnerable por los que atraviesa el ciclo vital de una planta, ya que de ella depende el desarrollo de la nueva generación.

### **2.8.2.-Procesos de la germinación**

Hartman y Kester (1999), dividen el proceso de germinación en tres etapas, las cuales se describen de la siguiente manera:

1. La *Imbibición*, es el proceso que implica la absorción de agua por los coloides de la semilla seca, la cual suaviza la testa de la misma hidratando al protoplasma, ésta absorción del agua depende de: *a) la composición de la semilla*; el componente responsable de la imbibición de agua son las proteínas, *b) la permeabilidad de la cubierta de la semilla*; la cual es el área donde entra la humedad de la semilla, aunque también puede ser posible por la testa, *c) la disponibilidad de humedad necesaria para que entre en contacto entre la semilla y el suelo.*

2. *Actividad enzimática*: al iniciarse la imbibición, ciertas enzimas empiezan a romper el alimento almacenado (enzimas hidrolíticas como: degradación de carbohidratos, lípidos, proteínas etc.) a formas solubles y las translocan a los puntos de crecimiento del embrión.

3. *Crecimiento del embrión*: la primera evidencia del proceso de germinación es la emergencia de la radícula a través de la cubierta de la semilla, y posteriormente emerge la plántula, cada uno continúa su crecimiento y desarrollo.

## **2.9.-Determinación del peso de las semillas**

### **2.9.1.-Peso de mil semillas**

Moreno (1996), menciona que el objetivo de esta prueba es determinar el peso de mil semillas de una muestra. Esta prueba puede llevarse a cabo: a) en la totalidad de la semilla pura, obtenida en el análisis de pureza; y b) en ocho repeticiones, de 100 semillas c/u, de la semilla pura. En el primer caso se cuenta la totalidad de semilla pura y se pesa en grs, con el mismo número de cifras decimales que en el análisis de pureza. En el segundo caso, de la semilla pura obtenida en el análisis de pureza se toman al azar ocho repeticiones de 100 semillas c/u; el conteo se hará con un contador o manualmente. Cada una de las repeticiones se pesará en grs.

## **2.10.-Prueba de vigor**

Moreno (1966) señala que el vigor de las semillas agrícolas ha sido por mucho tiempo tema de interés entre productores y usuarios, ya que si bien la calidad está principalmente determinada por la germinación y el establecimiento de las plántulas en el campo, ésta depende en gran medida del vigor de la semilla. En tanto la ISTA (2004), indica que el vigor es la suma de todas propiedades de la semilla que determinan el nivel de actividad y comportamiento de la misma durante la germinación y emergencia de plántula.

Benett (2002), menciona que las pruebas de vigor en semillas deben de:

- Proporcionar datos con mayor sensibilidad que la prueba de germinación normal, en relación con la calidad de la semilla.
- Establecer correlaciones aceptables entre los niveles de vigor y el comportamiento en campo de las semillas.
- Ser rápidas, simples y económicas.



- La importancia del vigor de la semilla permite que la evaluación del vigor es de suma importancia, ya que determina el potencial de la semilla en el campo, nos ayuda a evitar la desuniformidad.

### **2.10.1.-Factores que afectan el vigor de la semilla**

Moreno (1996), menciona los siguientes factores:

- Genotipo.
- Medio ambiente y nutrición de la planta.
- Estado de madurez en el momento de la cosecha.
- Tamaño, peso y peso volumétrico.
- Daño físico.
- Deterioro y envejecimiento.
- Patógenos.

## **III.-MATERIALES Y METODOS**

### **3.1.-Descripción del sitio experimental**

El experimento se realizó en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; en el terreno agrícola denominado Bajío de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, localizada bajo las coordenadas 25°22' latitud Norte y 101°00' longitud Oeste; clima es seco, con verano cálido y lluvias con temperaturas extremas. La temperatura media anual es de 19.8°C con una oscilación de 10.40 °C. La precipitación total anual media es de 298.5mm. La mayor precipitación se da en el mes de Junio y la menor en el mes de Marzo. Con una altura de 1'589 msnm. Las pruebas de laboratorio se llevaron a cabo en el Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas, en el Laboratorio de Ensayos de Semillas MSc. Leticia A. Bustamante García.

### **3.2.-Métodos**

#### **3.2.1.-Preparación del terreno**

Se realizó un barbecho y una rastra y fue necesaria una nivelación. La preparación de los surcos de siembra se realizó con azadones no se utilizó maquinaria. La siembra se realizó en el mes de marzo, con una fertilización de 180-60-00 y con 4 riegos a 45, 70 y 90 días a la siembra, al amacolle, durante la etapa de floración y en la etapa del llenado del grano la cosecha se realizó cuando el grano tenía entre el 12 y 13% de humedad.

### **3.2.2.-Siembra**

Sobre los camellones se sembraron c/u de los tratamientos, la siembra se realizó manualmente, a cada tratamiento se le establecieron 4 parcelas de 5 metros. Con tres surcos cada parcela y se sembró sobre el lomo del surco, con una densidad de siembra de 80 kg/ha a una hilera, 160 kg/ha a dos hileras y 240 kg/ha a tres hileras y con una distancia entre surcos de 75 cm y con una distancia de 12 cm. entre hileras. La siembra se llevó acabo en otoño invierno se sembró en enero del 2012 y se cosecho en el mes de abril.

### **3.3.-Material genético**

El material genético fue cebada forrajera imberbe (*H. vulgare L.*)

1. Narro-95-02 Origen: descrita varietalmente en el 2008 por el Programa de Cereales de la “UAAAN”

### **3.4.-Variables evaluadas**

#### **3.4.1.-Germinación**

Para esta prueba se realizó con el material obtenido de los tres tratamientos. La técnica consistió en extender la toalla de papel toalla con agua destilada y colocar las 100 semillas horizontales uniformemente; posteriormente se cubrió con otra toalla húmeda, se enrolló en forma de un “taco” vertical en bolsas de plástico. Las bolsas con los rollos se colocaron en una cámara germinadora (Lab-line Biotronette Plant Growth Chamber), a una temperatura de 25 °C durante 6 días. Se contaron

manualmente las semillas germinadas, se consideraron semillas germinadas a todas aquella que presentaban un desarrollo de plántula y raíz definida.

#### **3.4.2.-Peso de mil semillas**

Para esta prueba se usó la semilla obtenida de los tratamientos cosechados, se obtuvo contando y pesando ocho repeticiones de 100 semillas por cada tratamiento. Cada una se determinó en una báscula (Torrey, Modelo L-EQ 5/10 máx.=5kg/10 lb min=20 g/0.04 lb).

#### **3.4.3.-Prueba de vigor**

Para esta prueba se realizó utilizando el material obtenido de los tres tratamientos. La técnica consistió en extender una toalla de papel y colocarla horizontalmente, sobre una superficie plana, y se colocaron las 25 semillas sobre el diures con pegamento por ambos lados; posteriormente se enrolló en forma de “taco” y se colocaron en forma vertical en bolsas de plástico. Las bolsas con los rollos se colocaron en una cámara germinadora a una temperatura de 28 °C por 6 días, se contaron manualmente los resultados obtenidos.

##### **3.4.3.1.-Plántulas normales**

Plántulas que presentan un desarrollo óptimo de 30 cm de hipocótilo, con un gran número de raíces adventicias con 30 cm, las plántulas fueron medidas con una regla y las que presentaron las anteriores medidas se tomaron como plántulas normales.

### **3.4.3.2.-Plántulas anormales**

Plántulas que presentan un desarrollo raquítico del hipocotilo, con un número bajo o nulo de raíces adventicias, así como ausencia de hojas verdaderas o poco desarrolladas.

### **3.4.3.3.-Plántulas débiles**

Plántulas que presentaban un desarrollo con notables deficiencias en sus estructuras.

### **3.4.3.4.-Semillas muertas**

Semillas que al final del periodo de análisis no han desarrollado ninguna parte de una plántula. Mantiene una semilla turgente ocasionada por absorción de agua.

### **3.4.4.-Peso volumétrico**

Este método consistió en vaciar semilla en vasos de precipitado de diferentes tamaños, dejando caer la semilla libremente, posteriormente utilizando una regla se pasó sobre el vaso siguiendo un movimiento de zig-zag (Moreno, 1996). La semilla que quedo en el vaso se pesó, se midió el volumen del vaso aforándolo con agua. Este se realizó en tres repeticiones, el peso volumétrico se muestra en kilogramos por hectolitro y se calculó mediante la siguiente formula:

$$Pv = \frac{WS}{V.v.} * 100$$

Dónde:

PV= Peso volumétrico

WS= Peso de la semilla

V.v.= Volumen del vaso.

### 3.5.-Diseño experimental

Este trabajo fue establecido de acuerdo a un diseño bloques al azar, con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Se realizó el análisis estadístico con el paquete SAS (Statistical Analysis Sistema).

#### **Modelo aditivo lineal**

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

De izquierda a derecha tenemos la variable respuesta  $Y_{ij}$ , la media general  $\mu$ , el efecto del  $i$ -ésimo tratamiento  $\tau_i$ , el efecto de bloque  $\beta_j$  y el efecto del error experimental  $\varepsilon_{ij}$ .

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1.-Cuadrados medios

**Cuadro 1.** Cuadrados medios de significancia del análisis de varianza de las variables evaluadas de las plántulas de cebada forrajera imberbe Narro-95-02 obtenida en hilera sencilla, doble y triple.

FV	GL	PD	PA	SM	P VIG	GERM	PV	PMS
Hileras	2	0.10 ns	0.57 ns	7.79**	4.87**	128.13*	35.07**	0.028ns
Bloques	2	0.002 ns	0.02 ns	0.06ns	0.018ns	13.04ns	4.52ns	0.029ns
Error		0.082	0.33	0.65	0.56	22	22	22
CV%		21.48	19.71	9.82	5.71	6.05	4.73	2.16

FV=fuente de variación, G.L.=grados de libertad, PD=plántulas débiles, PA=plántulas anormales, SM= semillas muertas, P VIG=plántulas vigorosas, GERM=germinación, PV=peso volumétrico, PMS=peso de mil semillas, ns=no hubo diferencia significativa, \*=significancia al 0.05, y \*\*=altamente significativa al 0.01, CV%=coeficiente de variación.

### 4.2.-Comparación de medias en hileras simple, doble y triple

**Cuadro 2.** Comparación de medias de las variables de vigor de semillas, peso volumétrico, germinación y peso de mil semillas de cebada forrajera obtenidas en hilera simple, doble y triple.

Hileras	P D	P A	S M	P VIG	GERM %	P V K/HL	P M S (g)
Sencillas	1.01 a	2.76 a	8.70 a	12.58 b	79.01b	46.69 a	3.89 a
Dobles	0.83 a	2.83 a	8.66 a	12.99 b	85.04 <sup>a</sup>	47.07 a	3.91 a
Triplas	0.89 a	3.17 a	7.29b	13.83 a	79.62b	43.94 b	3.98 a
DMS	0.29	0.59	0.82	0.76	5.05	2.23	0.09

PD=plántulas débiles, PA=plántulas anormales, SM=semillas muertas, P VIG=plántulas vigorosas, PV= peso volumétrico, GERM=germinación, PMS=peso de mil semillas. Medias con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de Tukey con  $P \leq 0.05$ . DMS= Diferencia mínima significativa.

Según el (Cuadro. 1), las variables (S M) semillas muertas, (P VIG) plántulas vigorosas, (GERM) germinación, (P V) peso volumétrico fueron afectadas significativamente, mientras que (P D) plántulas débiles, (P A) plántulas anormales y (P M S) peso de mil semillas no resultaron afectadas.

En las actuales circunstancias de globalización y apertura de mercados se hace necesario, la producción agrícola en forma eficiente y competitiva. Para ello es fundamental, entre otros aspectos, la reconversión de los sistemas productivos, mediante la innovación tecnológica y un mejor uso del conocimiento e información, para poder elevar la productividad.

La calidad de las semillas es un concepto múltiple que los cuatro componentes, semilla de calidad es aquella que germina libre de especies invasoras indeseadas. Este concepto se refleja en el hecho de que para muchos laboratorios de análisis de semillas, entre 80 y 90% de todos los análisis solicitados son de pureza y germinación, que fue lo que se realizó en el presente trabajo.

En las plántulas débiles se observa en el (Cuadro. 1), aunque no hubo diferencia significativa, presentaron una tendencia mayor de plántulas débiles las hileras sencillas en comparación con hileras dobles y triples. Las plántulas anormales tampoco presentan diferencia significativa pero si mostraron la tendencia mayor de plántulas anormales las hileras triples. Confirmando lo que menciona Besnier, (1989) que tales anomalías se deben a diferentes causas: diferencias nutritivas de plantas madres, deficiente maduración, infección por microorganismos y plagas, daños mecánicos ocasionados por la trilla en la limpieza, daños provocados por tratamientos inadecuados con productos fitosanitarios, etc. donde las plántulas anormales no llegan a nacer o mueren rápidamente poco después de haberlo hecho; es por ello que el número de anomalía se incrementó al tener una densidad de siembra mayor.

En la comparación de medias para semillas muertas hubo diferencia significativa y se obtuvieron las siguientes tendencias, las hileras triples obtuvieron menor número de semillas muertas y en cambio las hileras sencillas y dobles presentan una tendencia mayor de semillas muertas (Cuadro. 1). En razón de su



detrimento fisiológico o por otras circunstancias como lo cita Togani (1982), que existe daño por factores ambientales que son difícil de controlar. Otros daños son producidos después de la cosecha como pueden ser: granos alterados, ardidos y hasta podridos por haberse cosechado, embolsado y almacenados verdes o húmedos sin previo secado todos estos factores dan importantes fallas en la germinación.

En la comparación de medias para plántulas vigorosas se observa diferencia significativa en el (Cuadro. 2). En razón de su alta densidad por factores ambientales. Estando de acuerdo con lo citado por Arias (1995). Que el microclima es distinto por la orientación de los método de siembra lo que pudo haber influido en la tasa de cambio fenológico.

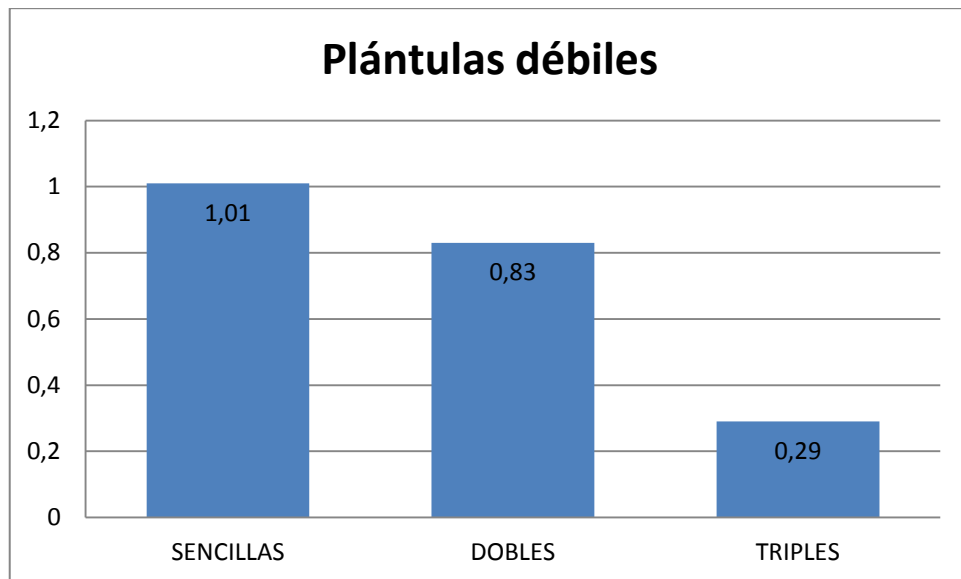
En la comparación de medias del parámetro de germinación se observa en el (Cuadro. 2), una clara diferencia estadística significativa, las hileras dobles obtuvieron el 85.04% en poder germinativo hileras sencillas y triples registran 79.01 y 79.62% respectivamente, se determina que el sistema de siembras de surcos con dos hileras, tiene ventaja adicional con respecto a hilera sencilla y triple. Se infiere que esta diferencia seguramente puede ser explicada por los diferentes microclimas circundantes en las plantas (temperaturas del aire y temperaturas del suelo), tal y como lo señala Kolbe citado por Arias (1995). El microclima es distinto en los métodos de siembra influyendo en su repuesta fenológica. Coincidiendo con García 2003, que incita un mayor poder germinativo en hileras dobles 87.0% en germinación en la investigación realizada en EL **INIFAP-CIRCE-CEBAJ** registrando que las hileras sencillas y triples se mantuvieron en el 81% de poder germinativo. El sistema de siembra en surcos a doble hilera se registra dentro de los estándares de calidad (fisiológica), el SNICS exige un mínimo del 85% en poder germinativo.

Con respecto a la calidad física, en la variable peso de mil semillas (PMS) no hubo significancia estadística de acuerdo a la diferencia mínima significativa, pero sí numéricamente existe peso mayor en las hileras triples 3.98g, mientras que hileras dobles fue de 3.91g y en hileras sencillas fueron de menos peso 3.89g. En esta investigación se registra que a mayor densidad se obtiene grano más pesado y en menor densidad granos menos pesados, este trabajo expresó lo contrario a lo que menciona (Ahmet *et al.*, 1963), pues está demostrado que densidades de siembra altas producen granos ligeros y densidades bajas producen granos de mayor peso, recomendando para esta variedad en registro, incrementar la densidad de semillas por hectárea.

Referente a la variable de peso volumétrico las hileras dobles registran mayor peso volumétrico con 47.07 Kg/HL, las hileras sencillas registraron un peso volumétrico de 46.69 Kg/HL y las hileras triples registran un peso volumétrico de 43.94 Kg/HL, indicando que a mayor densidad de siembra las semillas pesan menos gramos por litro. Esto comprueba lo que menciona (Ahmet *et al.*, 1963), pues está demostrado que densidades de siembra altas producen granos ligeros y densidades bajas producen granos de mayor peso, con esta investigación se reconoció que para una semilla de mayor peso volumétrico se recomienda sembrar a doble hilera.

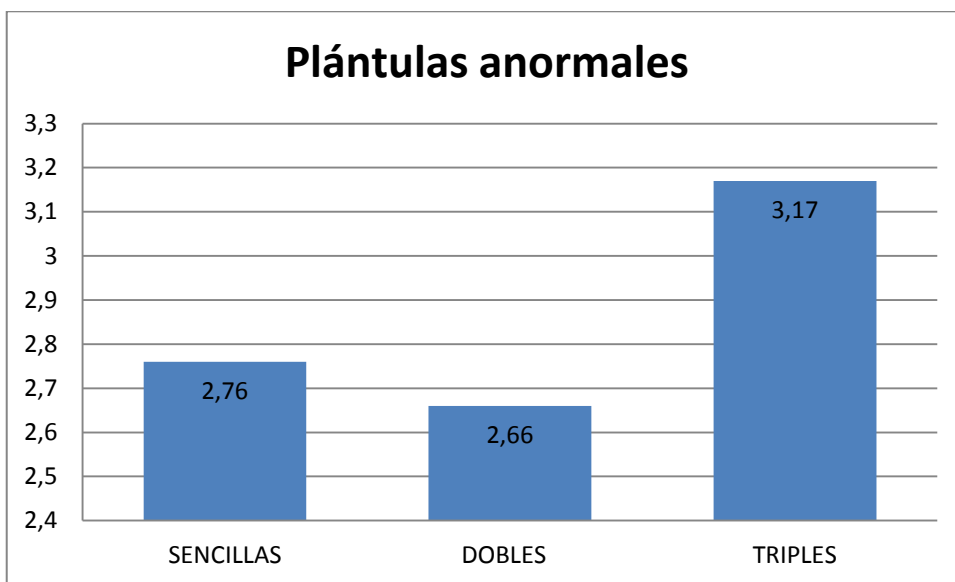
### 4.3.- Gráficas

La variable (P D) plántulas débiles no presentaron significancia de acuerdo a la prueba de Tukey pero se puede observar mayor número de plántulas débiles en hileras sencillas y un menor número de plántulas débiles en hileras triples (Grafica 1).



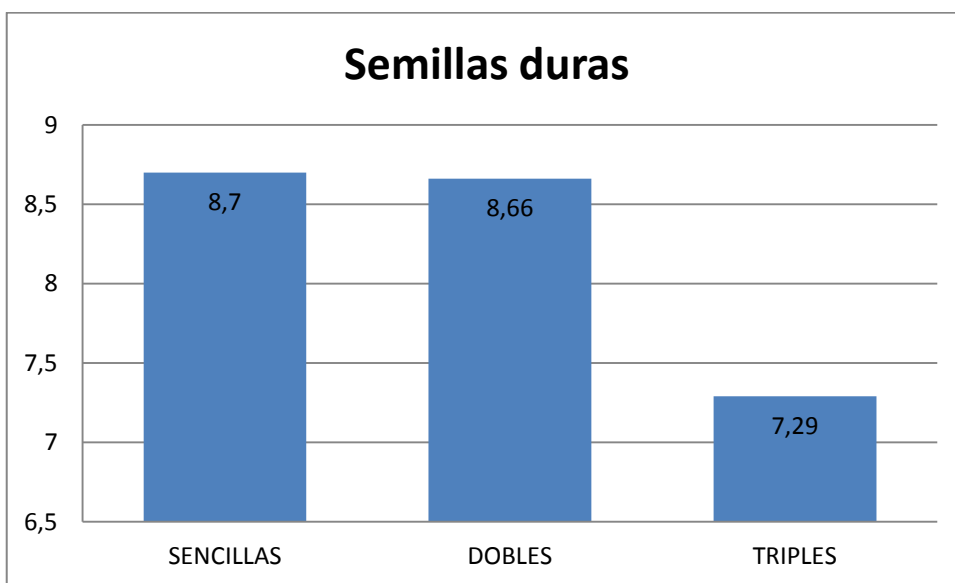
**Grafica 1.** Plántulas débiles variable evaluada en semillas de cebada (*Hordeum vulgare* L.), forrajera imberbe variedad **Narro-95-02**, en el laboratorio de Producción de Ensayos de Semillas de la UAAAN en año 2012.

En la Gráfica. 2, no hubo diferencia significativa de acuerdo a prueba de Tukey, pero en la gráfica se puede observar que numéricamente si hay diferencia, ya que las hileras triples presentan un mayor número de plántulas anormales con respecto a las hileras sencillas y dobles.



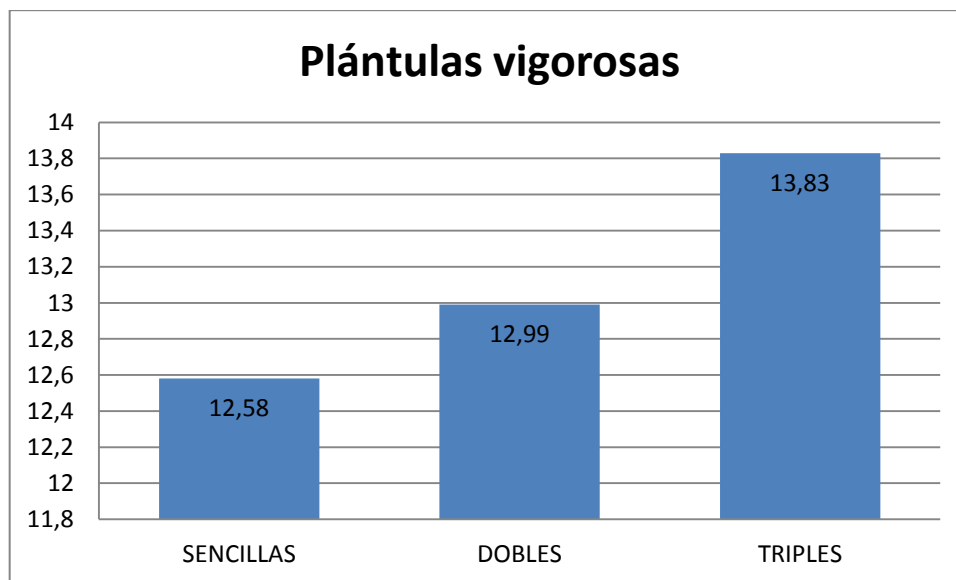
**Grafica 2.** Plántulas anormales variable evaluada en semillas de cebada (*Hordeum vulgare* L.), forrajera imberbe variedad **Narro-95-02**, en el laboratorio de Producción de Ensayos de Semillas de la UAAAN en año 2012.

En la Gráfica 3 sí hubo diferencia significativa estadísticamente, ya que las hileras triples presentaron un menor número de semillas duras y mientras tanto las hileras sencillas y dobles presentaron un número mayor de semillas duras de acuerdo a la prueba de Tukey.



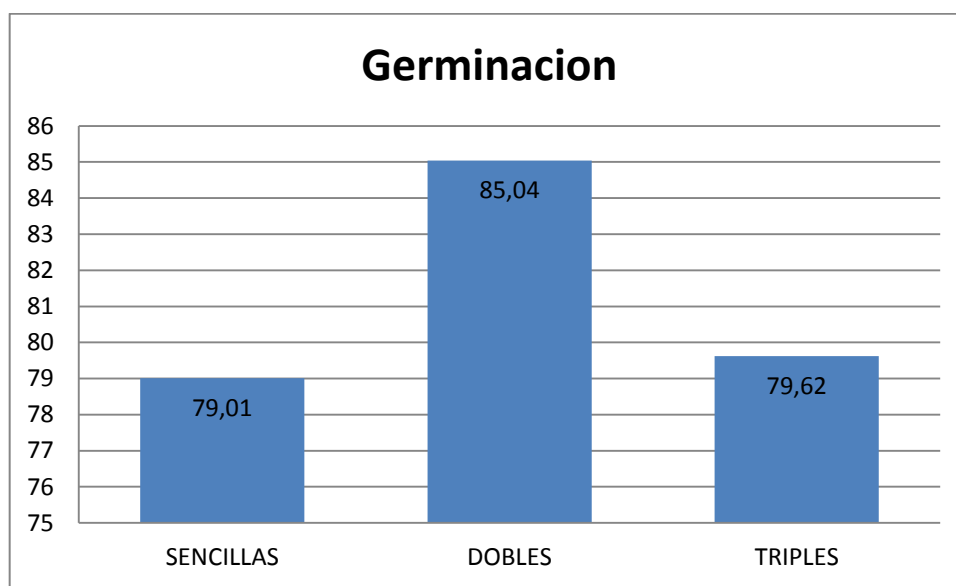
**Grafica 3.** Semillas duras variable evaluada en semillas de cebada (*Hordeum vulgare* L.), forrajera imberbe variedad **Narro-95-02**, en el laboratorio de Ensayos de Semillas de la UAAAN en año 2012.

En esta Grafica 4, si presentó diferencia significativa, como podemos observar que la semilla producida en hileras triples obtuvieron un porcentaje mayor de plántulas vigorosas y se observa que la semilla producida en hileras dobles tiene también un porcentaje aceptable de plántulas vigorosas y la semilla producida en hileras sencillas resultaron afectadas por la densidad de siembra, obteniendo un menos número de plántulas vigorosas.



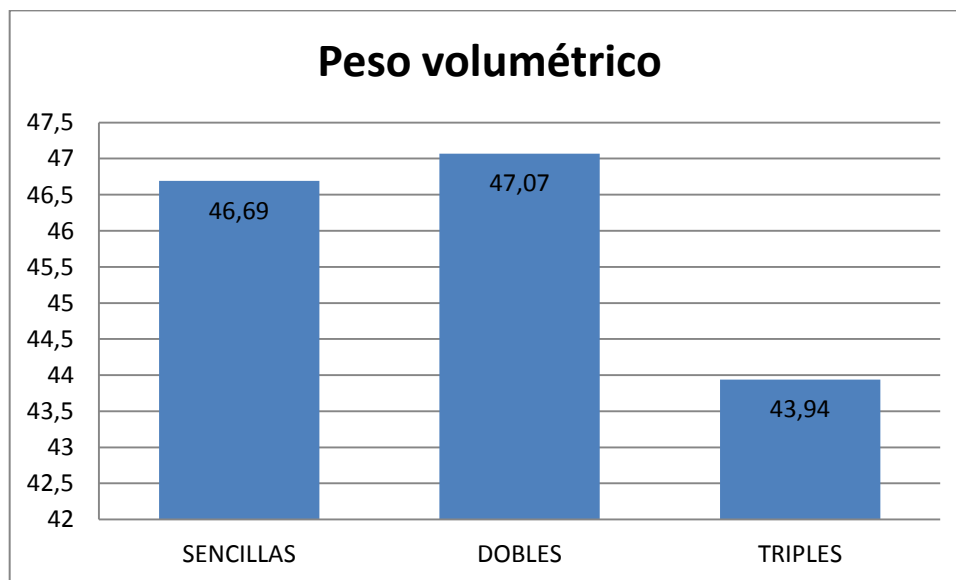
**Grafica 4.** Plántulas vigorosas variable evaluada en semillas de cebada (*Hordeum vulgare* L.), forrajera imberbe variedad **Narro-95-02**, en el laboratorio de Ensayos de Semillas de la UAAAN en año 2012

De acuerdo a la Gráfica 5, hubo diferencia significativa en comparación con la prueba de Tukey, para esta variable se observa que a medida que se aumentó la densidad de siembra disminuyó el porcentaje en germinación ya que la semilla producida en hileras triples obtuvieron una germinación del (79.62%), pero también la semilla producida en hileras sencillas obtuvieron el 79.01% en germinación y por lo tanto el mejor tratamiento fue el de hileras dobles ya que estas hileras obtuvieron el mejor porcentaje en poder germinativo con el 85.04%, obteniendo así el porcentaje en germinación que el SNICS exige a los productores de semillas.



**Grafica 5.** Germinación variable variable evaluada en semillas de cebada (*Hordeum vulgare* L.), forrajera imberbe variedad **Narro-95-02**, en el laboratorio de Ensayos de Semillas de la UAAAN en año 2012.

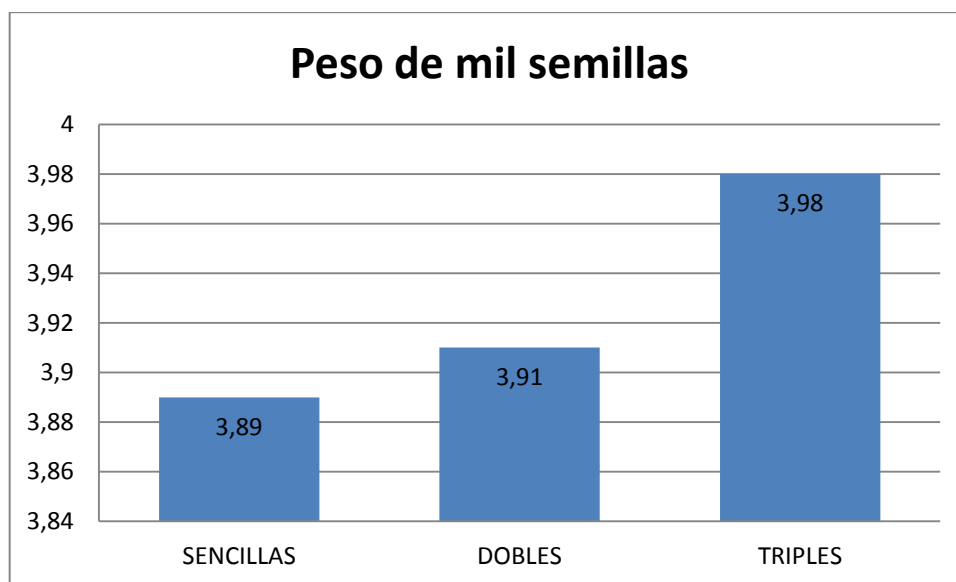
En la Gráfica 6, hubo diferencia significativa de acuerdo a la prueba de Tukey, la semilla producidas en hileras dobles fueron las que presentaron mayor peso volumétrico con (47.07 Kg/HL), y la semilla producidas en hileras sencillas obtuvieron un peso volumétrico de (46.69 Kg/HL), y la semilla producida en hileras triples presento un peso volumétrico de (43.94), esto indica que a medida que se aumentó la densidad de siembra disminuyo el peso volumétrico.



**Grafica 6.** Peso volumétrico variable evaluada en semillas de cebada (*Hordeum vulgare* L.), forrajera imberbe variedad **Narro-95-02**, en el laboratorio de Ensayos de Semillas de la UAAAN en año 2012.



La Gráfica 7, al no haber diferencia significativa de acuerdo a la prueba de Tukey, pero numéricamente se puede observar que la semilla producida en hileras triples obtuvieron mayor (3.98 grs.), y las semillas producidas en hileras sencillas obtuvieron menor peso (3.89 grs.), y mientras tanto las hileras dobles se comportaron con un peso de (3.91 grs), en esta variable se observa que la densidad de siembra no afecto el peso de las semillas.



**Grafica 7.** Peso de mil semillas evaluada en semillas de cebada (*Hordeum vulgare* L.), forrajera imberbe variedad **Narro-95-02**, en el laboratorio de Ensayos de Semillas de la UAAAN en año 2012.

## V.- CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Existen diferencias físicas y fisiológicas en los tres tratamientos
- La semilla producida en hileras dobles presentan las mejores características físicas y fisiológicas.
- Las hileras sencillas y triples son afectadas su calidad.
- De acuerdo al peso de mil semillas, este factor no resulta afectado por la densidad de siembra.
- El peso volumétrico en las hileras triples, resultó afectado por la densidad de siembra.

### RECOMENDACIONES

El presente trabajo de investigación se realizó en la cebada *Hordeum vulgare* L. variedad Narro-95-02, es necesario investigar respecto a otros materiales genéticos de cebada u otros cultivos, para obtener la información al respecto, así como la interacción del medio ambiente.

## VI.-LITERATURA CITADA

- Antón,** N. 2005. La semilla y su morfología. Agricultura: Revista Agropecuaria 877:612-685.
- Acosta,** N.S. 1971. Estudio de caracteres de rendimiento controlando la capacidad de amacollo en diferentes densidades de siembra en trigo (*Triticum aestivum*). Tesis. Chapingo, México.
- Andrews,** H. C. 1985. Calidad de la Semilla y funciones de la cosecha. Curso sobre Tecnología de Semillas. CIAT. Cali, Colombia.
- Ahmet,** D., M.L. 1963. The influence of seed size and seeding rate on yield and yield components of barley. Canadian Journal of Plant Sciences.
- Arias,** G. 1995. Mejoramiento genético y producción de cebada cervecera en América del Sur. FAO. Dirección de producción y protección vegetal. Red de Cooperación técnica en producción de cultivos alimenticios.
- Arreola,** T. J. M. 2003. Investigación participativa para la evaluación de sistemas de riego en Guanajuato y Querétaro. Informe Final de Investigación CONACYT-Fundación Mexicana para la investigación Agropecuaria y Forestal A.C.
- Baker,** y Briggs, 1982. Effects of plant density on the performance of 10 barley cultivars.
- Besnier,** F. R. 1989. Semillas. Biología y tecnología. (2ª edición) Ed. Mundi prensa. Madrid.
- Benett,** M. A. 2002. Saturated Salt Accelerated Aging (SSAA) and Other Vigor Tests for Vegetable Seeds.

- Bishaw,** Z. 2007. Quality Seed Production. En Yadav SS, McNeil DL, Stevenson PC (Eds.) Lentil. An Ancient Crop for Modern Times. Springer.
- Bustamante,** G., L. A. 1995. Pruebas de vigor en semillas y sus aplicaciones. VII curso de actualización en tecnología de semilla. Taller de calidad de semillas. UAAAN-CCBTS. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Cannell,** R.Q. 1969. The tillering pattern in barley varieties. Journal of Agricultural Science.
- Cárdenas,** B. R. 1985. Métodos para evaluar la calidad maltera en cebada.
- Camacho,** F. M. 1994. Dormición de semillas, causas y tratamientos. México, D.F., Trillas.
- Casini,** C. 2007. Producción de semillas, análisis de semillas 1.
- Castañeda,** M. C. 2009. Rendimiento y calidad de la semilla de cebada y trigo en campo e invernadero. INCI v.24 n.4 Caracas abr. 2009.
- Colin,** 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.
- Delouche,** J. C. 1974. Maintaining soybean seed quality. In: Soybean, production, marketing and use: NFDC, TVA, Muscle Shoals, Alabama, Bul.
- Duffus,** y Slaughter, 1992. Las semillas y sus usos.
- Flores,** H., A. 2004. Introducción a la tecnología de las semillas. 1ª Edición. Departamento de Publicaciones de la Dirección General de Difusión Cultural y Servicios de la UACH. México.

- García,** R.J.J., F. P. Gámez V. J. M. Arreola T. y M. Zamora D. 2003a. Cebada maltera en surcos a doble hilera Tecnología versátil para ahorrar agua, sostener la calidad de la semilla y optar a la competitividad internacional. Protocolo de trabajo INIFAP-IASA-BAYER-GBM-GUSTAFSON. Documento Interno. CEBAJ-INIFAP Celaya, México. 8 p.
- García,** R.J.J., F. P. Gámez V. J. M. Arreola T. M. Zamora D. y S. Solano H. 2003. Producción de semilla de cebada maltera en surcos a doble hilera.
- García,** G. J. C. 1981. Control de calidad de Semillas en poscosecha. Curso avanzado en protección y control de calidad de Semillas. Cali, Colombia.
- Garay,** E. A. 1985. Calidad de las semillas y su importancia en la productividad. Curso sobre Tecnología de Semillas. CIAT. Cali, Colombia.
- Hartman,** y Kester, 1995. Propagación de plantas. Ed. Continental. México.
- ISTA,** 2004. International Seed Testing Association. International Rules for Seed Testing. Chapter 3 and 4. ISBN 3-906549-38-0. Zurich, Suiza.
- Kirby,** E.J.M. 1967. The effect of plant density upon the growth and yield of barley.
- Licona,** G. R. 2006. Evaluación de productos orgánico-hormonales que estimulan la germinación en semilla de cebada. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- López,** M. V. 1983. Memorias del curso de actualización sobre tecnología de semillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Macias,** C.J., Cortez, M. E. y Cifuentes, I. E. 2007. El sistema de siembra de maíz en doble hilera y en surcos angostos en Sinaloa.
- Mantilla,** A. 2003. Ecofisiología de la germinación de semillas.

- Méndez,** V. M. V. 2004. Comportamiento de cebadas forrajeras imberbes (*Hordeum vulgare* L.) a través de cuatro ambientes. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Monografía cebaba,** Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. 2009.
- Moreno,** M. E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas.
- Pageau,** D. 1991. Row spacing and seeding rate effects on cadette spring barley. Cereal Research Communications.
- Petrovic,** P. and I. V. Prokofeva, Influence of climatic factors on the formation of the reproductive organs of Lucerne.
- Perry,** D.A. 1972. Seed vigor and field establishment. Hort.
- Poehlman,** J. M. 1981. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa, México
- Potts,** H. E. 1977. Semillas. Deterioro, estructura y función. Curso sobre producción de semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia
- Ramírez,** M. L. E. 2010. Calidad de semillas en cereales producidas bajo tres densidades de siembra. Tesis. UAAAN. México...
- Rojas,** I. E. 1996. Aportaciones a la generación de un paquete para la producción de forraje en hidroponía. Tesis. UAAAN.
- Rodríguez,** V.M.R. 2001. Producción y calidad de semillas de líneas avanzadas de cebada con diferentes densidades de siembra y fechas de cosecha. Tesis. UAAAN.
- Robles,** S. R. 1976. Producción de granos y forrajes.
- SNICS,** 2007. Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas. Nueva ley DOF 15-06-2007.

- Togani,** H. 1997. El sorgo. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina.
- Valdez,** O. A. 2011. Manual impreso del curso de posgrado producción de semillas de especies forrajeras.
- Vega,** C.R. y Andrade. 2000. Densidad de plantas y espaciamiento entre hileras.
- Vera,** A. Medrano c.; Del Villar A, 2006. Evaluación ecofisiológica de la competencia intraespecífica de *Cenchrus ciliaris* L. (Poaceae) en macetas. Revista de la Facultad de Agronomía, Venezuela.
- Zamora,** *et al.* 2011. Programa Nacional de Cebada Maltera del INIFAP cinco décadas de investigación aplicada. Texcoco, Edo. de México. SAGARPA, INIFAP Campo Experimental Valle de México calibración de sembradoras. Folleto Técnico Num. 4. CEBAJ-INIFAP. Celaya, México.

[http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios\\_promercado/GRANO S.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios_promercado/GRANO_S.pdf).

## VII.- APÉNDICE

GERMINACION HILERAS SENCILLAS				GERMINACION HILERAS DOBLES			
PARCELA	REP	RENDIMIENTO		PARCELA	REP	RENDIMIENTO	
		TACO 1	TACO 2			TACO 1	TACO 2
1	1	89	76	1	1	81	89
1	2	83	76	1	2	89	83
1	3	88	76	1	3	87	68
2	1	81	76	2	1	83	91
2	2	73	70	2	2	89	83
2	3	78	86	2	3	87	78
3	1	81	86	3	1	85	89
3	2	63	90	3	2	89	93
3	3	78	80	3	3	77	88
4	1	82	76	4	1	81	81
4	2	68	82	4	2	93	91
4	3	84	78	4	3	82	84

GERMINACION HILERAS TRIPLES			
PARCELA	REP	RENDIMIENTO	
		TACO 1	TACO 2
1	1	82	77
1	2	83	73
1	3	80	78
2	1	89	81
2	2	71	75
2	3	83	88
3	1	89	81
3	2	63	75
3	3	78	80
4	1	74	75
4	2	81	89
4	3	89	77



PRUEBA DE VIGOR HILERAS SENCILLAS							
PARCELA	REP		TACO 1	TACO 2	TACO 3	TACO 4	MEDIA
		VIGOROSAS	9	17	8	13	11.75
1	1	DÉBILES	3	4	10	7	6
		ANORMALES	2	4	5	5	4
		MUERTAS	6		2		4
1	2	VIGOROSAS	11	13	13	15	13
		DÉBILES	8	2	2	7	4.75
		ANORMALES	4	3	7	3	4.25
		MUERTAS	2	7	3	5	4.25
1	3	VIGOROSAS	13	12	17	11	13.25
		DÉBILES	2	2	4		2.66666667
		ANORMALES	5	3	3	4	3.75
		MUERTAS	5	7	1	5	4.5
2	1	VIGOROSAS	5	11	11	12	9.75
		DÉBILES			1	1	1
		ANORMALES	2	4	1	1	2
		MUERTAS	18	9	12	11	12.5
2	2	VIGOROSAS	5	10	13	10	9.5
		DÉBILES					
		ANORMALES		2	2		2
		MUERTAS	20	13		15	16
2	3	VIGOROSAS	13	9	11	9	10.5
		DÉBILES		1			1
		ANORMALES		3	2	1	2
		MUERTAS	12	12	12	15	12.75
3	1	VIGOROSAS	16	17	10	14	14.25
		DÉBILES					
		ANORMALES	4	3	3	5	3.75
		MUERTAS	5	5	12	6	7
3	2	VIGOROSAS	19	11	8	14	13
		DÉBILES			1		1
		ANORMALES	1	4	4	2	2.75
		MUERTAS	5	10	12	9	9
3	3	VIGOROSAS	11	13	21	8	13.25
		DÉBILES		2			2
		ANORMALES	1	1	1	5	2
		MUERTAS	13	9	3	12	9.25
4	1	VIGOROSAS	17	14	6	12	12.25
		DÉBILES	1	1		1	1
		ANORMALES	2	1	4	3	2.5
		MUERTAS	5	9	15	9	9.5
4	2	VIGOROSAS	10	10	4	12	9
		DÉBILES		1			1
		ANORMALES	1	4	6	3	3.5
		MUERTAS	14	10	15	10	12.25
4	3	VIGOROSAS	9	13	11	11	11
		DÉBILES		3			3
		ANORMALES	1	2		2	1.66666667
		MUERTAS	15	7	14	11	11.75

PRUEBA DE VIGOR HILERAS DOBLES								
PARCELA	REP		TACO 1	TACO 2	TACO 3	TACO 4	MEDIA	
1	1	VIGOROSAS	10	13	14	18	13.75	
		DÉBILES	2				2	
		ANORMALES	5	5	2	5	4.25	
		MUERTAS	8	7	9	2	6.5	
1	2	VIGOROSAS	14	19	15	13	15.25	
		DÉBILES	4	2			3	
		ANORMALES	6		5	7	6	
		MUERTAS	1	4	5	5	3.75	
1	3	VIGOROSAS	12	11	14	18	13.75	
		DÉBILES	3	3	3		3	
		ANORMALES	8	5	4	2	4.75	
		MUERTAS	2	6	4	5	4.25	
2	1	VIGOROSAS	7	10	12	18	11.75	
		DÉBILES			1		1	
		ANORMALES		1		2	1.5	
		MUERTAS	18	14	11	5	12	
2	2	VIGOROSAS	9		19	16	14.6666667	
		DÉBILES		19			19	
		ANORMALES	1	3	3	1	2	
		MUERTAS	15	3	3	8	7.25	
2	3	VIGOROSAS	9	13	5	18	11.25	
		DÉBILES	1			1	1	
		ANORMALES	2	1	3	3	2.25	
		MUERTAS	13	11	17	3	11	
3	1	VIGOROSAS	7	17	10	16	12.5	
		DÉBILES				1	1	
		ANORMALES		4	1	4	3	
		MUERTAS	18	4	14	4	10	
3	2	VIGOROSAS	15	12	7	17	12.75	
		DÉBILES				1	1	
		ANORMALES	3	2	1	1	1.75	
		MUERTAS	7	11	18	6	10.5	
3	3	VIGOROSAS	18	15	12	10	13.75	
		DÉBILES						
		ANORMALES	1	1	2	7	2.75	
		MUERTAS	6	9	11	8	8.5	
4	1	VIGOROSAS	12	18	20	20	17.5	
		DÉBILES	1				1	
		ANORMALES	2	4	2	2	2.5	
		MUERTAS	10	3	3	3	4.75	
4	2	VIGOROSAS	13	12	14	9	12	
		DÉBILES			1		1	
		ANORMALES	1	3	2	3	2.25	
		MUERTAS	11	10	8	13	10.5	
4	3	VIGOROSAS	13	12	11	12	12	
		DÉBILES	1				1	
		ANORMALES	3	4			3.5	
		MUERTAS	8	9	14	13	11	

PRUEBA DE VIGOR HILERAS TRIPLES.									
PARCELA	REP		TACO 1	TACO 2	TACO 3	TACO 4	MEDIA		
1	1	VIGOROSAS	12	9	15	9	11.25		
		DÉBILES	3		5	3	3.66666667		
		ANORMALES	5	12	2	5	6		
		MUERTAS	5	4	3	8	5		
1	2	VIGOROSAS	13	16	18	14	15.25		
		DÉBILES	1	4		1	2		
		ANORMALES	2	4	2	6	3.5		
		MUERTAS	9	1	5	4	4.75		
1	3	VIGOROSAS	16	9	7	16	12		
		DÉBILES	3	4	4		3.66666667		
		ANORMALES	3	6	10	5	6		
		MUERTAS	3	6	4	4	4.25		
2	1	VIGOROSAS	11	9	18	10	12		
		DÉBILES		1		2	1.5		
		ANORMALES			2	3	2.5		
		MUERTAS	14	13	5	10	10.5		
2	2	VIGOROSAS	19	16	6	17	14.5		
		DÉBILES	1	1	2	1	1.25		
		ANORMALES	4	1	1	3	2.25		
		MUERTAS	1	7	16	4	7		
2	3	VIGOROSAS	8	8	18	12	11.5		
		DÉBILES							
		ANORMALES	3	1	4	1	2.25		
		MUERTAS	14	16	3	12	11.25		
3	1	VIGOROSAS	7	10	9	9	8.75		
		DÉBILES			1		1		
		ANORMALES	1	5	4	3	3.25		
		MUERTAS	6	10	11	13	10		
3	2	VIGOROSAS	20	16	12	11	14.75		
		DEVILES		2	1		1.5		
		ANORMALES	2	2	2	5	2.75		
		MUERTAS	3	5	10	9	6.75		
3	3	VIGOROSAS	17	15	18	8	14.5		
		DEVILES							
		ANORMALES	4	1	2	6	3.25		
		MUERTAS	4	10	5	11	7.5		
4	1	VIGOROSAS	17	13	15	17	15.5		
		DEVILES							
		ANORMALES	3	2	2		2.33333333		
		MUERTAS	5	10	8	8	7.75		
4	2	VIGOROSAS	7	23	10	9	12.25		
		DÉBILES			3	1	2		
		ANORMALES	5		5	5	5		
		MUERTAS	12	2	7	10	7.75		
4	3	VIGOROSAS	11		12	10	11		
		DÉBILES							
		ANORMALES	2	1	1	6	2.5		
		MUERTAS	12	24	12	8	14		

PESO VOLUMETRICO EN HILERAS SENCILLAS		
		RENDIMIENTO
PARCELA	REP.	PESO VOLUMETRICO
1	1	46.004 KG/HL
1	2	47.228 KG/HL
1	3	44.199 KG/HL
2	1	44.414 KG/HL
2	2	47.244 KG/HL
2	3	44.642 KG/HL
3	1	45.004 KG/HL
3	2	48.906 KG/HL
3	3	50.309 KG/HL
4	1	49.298 KG/HL
4	2	45.831 KG/HL
4	3	47.285 KG/HL

PESO VOLUMETRICO EN SURCOS DOBLES.		
		RENDIMIENTO
PARCELA	REP.	PESO VOLUMETRICO
1	1	46.064 KG/HL
1	2	45.266 KG/HL
1	3	48.073 KG/HL
2	1	48.069 KG/HL
2	2	48.811 KG/HL
2	3	44.656 KG/HL
3	1	49.768 KG/HL
3	2	49.549 KG/HL
3	3	48.976 KG/HL
4	1	42.464 KG/HL
4	2	49.169 KG/HL
4	3	44.006 KG/HL

PESO VOLUMETRICO EN HILERAS TRIPLES.		
		RENDIMIENTO
PARCELA	REP.	PESO VOLUMETRICO
1	1	47.014 KG/HL
1	2	49.018 KG/HL
1	3	47.000 KG/HL
2	1	45.100 KG/HL
2	2	38.657 KG/HL
2	3	40.922 KG/HL
3	1	38.368 KG/HL
3	2	44.161 KG/HL
3	3	42.533 KG/HL
4	1	44.007 KG/HL
4	2	45.409 KG/HL
4	3	45.106 KG/HL

PESO DE LAS SEMILLAS EN HILERAS SENCILLAS					
PARCELA	REP.	RENDIMIENTO.	PARCELA	REP.	RENDIMIENTO
1	1	3.085	2	3	3.89
		3.087			4.022
		4.016			3.632
		3.702			4.317
		3.761			3.991
		3.764			4.08
		3.927			3.856
		3.85			4.106
1	2	3.925	3	1	3.687
		4.147			3.991
		3.377			3.456
		4.324			3.841
		4.772			3.937
		3.764			4.006
		3.77			4.08
		3.7			4.045
1	3	4.032		2	3.852
		3.936			3.761
		4.017			4.112
		3.887			3.873
		3.863			3.395
		3.802			4.089
		4.037			4.042
		3.989			4.016
2	1	3.602		3	3.859
		4.175			4.016
		3.948			3.911
		3.192			3.621
		3.715			3.752
		3.641			3.911
		3.532			3.786
		3.431			3.903
2	2	4.13			
		3.7			
		4.019			
		4.141			
		3.79			
		4.346			
		4.036			
		4.285			

PARCELA	REP.	RENDIMIENTO
4	1	3.885
		4.039
		4.038
		3.936
		3.778
		3.909
		3.786
		4.003
4	2	3.995
		3.951
		3.829
		4.055
		4.493
		4.194
		3.864
		3.956
4	3	3.989
		3.898
		4.019
		4.019
		4.038
		4.089
		3.956
		4.006

PESO DE LAS SEMILLAS EN HILERAS DOBLES.						
PARCELA	REP.	RENDIMIENTO		PARCELA	REP.	RENDIMIENTO
1	1	3.882				4.18
		3.857				4.288
		3.777				4.195
		3.825		3	1	3.859
		3.936				3.877
		3.822				3.961
		3.63				4.055
		3.878				4.017
1	2	3.581				4.529
		3.68				3.757
		3.597				3.778
		3.735		3	2	3.708
		3.96				3.898
		3.812				3.58
		3.63				3.921
		3.801				3.786
1	3	3.888				3.839
		3.923				3.486
		3.907				3.729
		3.973		3	3	3.997
		3.96				4.032
		3.665				3.834
		3.875				3.921
		4.066				3.891
2	1	3.459				3.907
		3.923				4.002
		3.91				3.898
		3.89		4	1	4.028
		3.866				3.841
		4				4.666
		2.685				4.312
		4.348				4.015
2	2	3.4				4.001
		3.757				4.227
		3.73				4.079
		3.879		4	2	3.924
		3.665				3.945
		3.701				3.884
		3.756				4.044
		3.459				4.006
2	3	4.24				4.251
		4.167				4.428
		4.104				3.972
		4.08				
		4.05				

PESO DE LAS SEMILLAS EN HILERAS TRIPLES.						
PARCELA	REP.	RENDIMIENTO		PARCELA	REP.	RENDIMIENTO
1	1	3.745		2	1	4.028
		3.616				3.69
		3.687				3.769
		3.621				3.814
		3.745				3.706
		3.64				4.196
		3.632				4.011
		3.786				4.025
1	2	3.923		2	2	4.014
		3.815				4.186
		3.687				4.18
		3.732				4.156
		3.976				4.066
		3.77				4.571
		4.139				4.336
		3.716				4.056
1	3	3.923		2	3	4.23
		3.815				4.297
		3.687				4.095
		3.732				4.313
		3.976				4.336
		3.77				4.557
		4.139				4.283
		3.716				4.104



PARCELA	REP.	TRATAMIENTO		PARCELA	REP.	TRATAMIENTO
3	1	3.952		4	1	4.18
		3.926				3.878
		3.609				4.031
		3.913				4.105
		4.161				4.269
		4.037				4.028
		3.818				3.985
		3.797				4.196
3	2	3.97		4	2	3.914
		3.881				4.242
		3.878				4.128
		3.797				4.005
		3.773				3.984
		3.547				4.581
		3.995				3.983
		3.72				4.128
3	3	3.906		4	3	4.142
		3.803				4.142
		3.874				4.331
		3.797				4.165
		4.068				4.193
		4.282				4.117
		3.719				4.405
		4.159				4.105