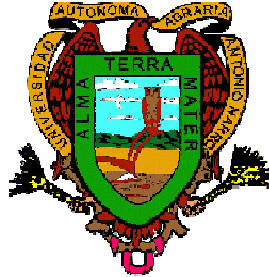


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**CALIDAD DE SEMILLA DE CEBADA FORRAJERA IMBERBE BAJO  
DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA**

**POR**

**ROQUE LÓPEZ SANTIAGO**

**TESIS.**

**Presentada como Requisito Parcial para**

**Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Febrero, 2010

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


**Calidad de semilla de cebada forrajera imberbe bajo diferentes dosis de  
fertilización nitrogenada.**

**POR**

**ROQUE LÓPEZ SANTIAGO**


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

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

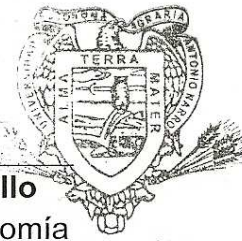
  
M. P. María Alejandra Torres Tapia  
Presidente del Jurado

  
Dr. Víctor Manuel Zamora Villa  
Sinodal

  
M.C. Modesto Colín Rico  
Sinodal

  
M.C. Leticia Escobedo Bocado  
Sinodal

  
Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo  
Coordinador de la División de Agronomía



Coordinación  
División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Febrero, 2010

## **DEDICATORIAS**

### **A DIOS**

Por ser la fuente del saber, a él que por gracia me permitió culminar satisfactoriamente semestre tras semestre, por la dirección en mi vida durante la ausencia de mis amados padres, por la buena salud que me brindó durante mi estancia en mi “**ALMA TERRA MATER**”, por su bondad, prestándome vida para luchar y alcanzar la meta hoy lograda.

### **A MIS PADRES**

**Francisco López Vázquez y América Santiago García**

A ellos honro de todo corazón con el presente trabajo por ser los pilares fundamentales en mi vida, por ser padres que con su cariño, amor y dirección supieron darme buen camino desde mi niñez, por los esfuerzos y sacrificios que vivieron durante el largo viaje de mis estudios, a ellos que con su dedicación constante en apoyo moral, mental y económico pudieron hacer realidad juntamente conmigo el sueño hoy alcanzado. Gracias por darme la herencia más grande que se le puede dar a un hijo: su profesión.

### **A MI ESPOSA**

**Jocabed López Hernández**

Por su comprensión, cariño, amor y sobre todo por su apoyo incondicional durante el tiempo de mi preparación profesional, por ser uno de los principales motivos de inspiración para lograr el sueño anhelado hoy alcanzado, que con palabras de ánimo me confortó en los momentos difíciles en el largo viaje por el sendero del saber.

## **A MIS HERMANOS**

**Samuel, Francisco, Elí, Delia, Estela y Sari**

Quienes me brindaron apoyo aun en la distancia y me fortalecieron animándome a seguir adelante en mi preparación profesional.

## **A MIS SOBRINOS**

Con mucho cariño y amor para ellos para que tomen como ejemplo el logro hoy alcanzado y de esta forma animarlos a esforzarse a luchar por conseguir los anhelos en la vida.

## **A MIS ABUELITOS**

**Isabel López, Zenaida Vázquez, Octavio Santiago y Ofelia García**

Que con sus consejos y buenos deseos también contribuyeron en la culminación satisfactoria de mi carrera profesional.

## **A MIS AMIGOS**

Que juntamente con ellos luche día a día para vencer las barreras y obstáculos durante la estancia en nuestra “Alma Terra Mater” y desde luego, en el trayecto recorrido para llegar a la meta trazada “escalar un peldaño más en el saber”.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A mi “ALMA TERRRA MATER”**

Por los momentos bellos y maravillosos que viví estando en su seno, por el privilegio de ser parte de ella durante cuatro años y medio, finalmente por haberme forjado en mi preparación profesional dándome el honor de llevar su emblema para toda la vida.

### **M. P. Ma. Alejandra Torres Tapia**

Con respeto y admiración por su valiosa asesoría, revisión y sugerencias en el desarrollo de esta investigación, por darme la oportunidad de concluir mi profesión a través de este trabajo, obsequiándome valiosos conocimientos durante la trayectoria de esta investigación.

### **Al Dr. Víctor Manuel Zamora Villa**

Por su apoyo y asesoría brindados incondicionalmente para llevar a cabo la realización de esta investigación y sobre todo por regalarme parte de sus conocimientos.

### **Al M.C. Modesto Colín Rico**

Por apoyarme en la realización del presente aportando la variedad AN-95 en la revisión, corrección y sugerencias para lograr la aceptación del trabajo. Gracias por compartir sus conocimientos y experiencias.

### **A la M.C. Leticia Escobedo Bocado**

Por apoyarme en la revisión, corrección y sugerencias para lograr la aceptación del presente trabajo. Gracias por compartir sus conocimientos y experiencias.

A todos los maestros y maestras que contribuyeron para hacer de mí un profesionalista a través de arduas jornadas en el seno de mi “**Alma Terra Mater**”.

## INDICE DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
<b>DEDICATORIAS</b> .....	i
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iii
<b>INDICE DE CONTENIDO</b> .....	V
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	Viii
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	X
<b>I. INTRODUCCION</b> .....	1
Objetivo .....	3
Hipótesis.....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
Producción.....	4
Superficie.....	5
Importación.....	5
Exportación.....	6
Contexto Nacional.....	6
Superficies.....	6
Producción.....	7
Principales estados productores.....	7
Rendimientos.....	8
Comercio exterior.....	8
Exportación.....	8
Importación.....	9

Origen geográfico.....	9
Clasificación taxonómica.....	9
Características agronómicas.....	10
Descripción morfológica breve.....	10
Raíz.....	10
Tallo.....	10
Hojas.....	11
Flores.....	11
Inflorescencia.....	11
Grano.....	12
Importancia de la cebada.....	12
Usos.....	12
Fertilización.....	13
Fertilización nitrogenada.....	13
Determinación de la madurez fisiológica de la semilla.....	15
Calidad de la semilla.....	16
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>18</b>
Ubicación del campo experimental.....	18
Ubicación del área de estudio.....	18
Material genético.....	18
Metodología experimental.....	19
Preparación del terreno.....	19
Siembra.....	19
Tratamientos.....	19



Fecha de riegos y cosecha.....	20
VARIABLES EVALUADAS.....	21
Pruebas físicas.....	21
Contenido de humedad (CH).....	21
Peso de mil semillas (PMS).....	22
Peso volumétrico.....	23
Pruebas fisiológicas.....	23
Capacidad de germinación.....	23
Vigor mediante longitud media de plúmula.....	26
Vigor mediante longitud media de radícula.....	26
Vigor mediante la tasa de crecimiento de plántula (PS)...	26
Análisis estadístico.....	27
Comparación de medias.....	28
Coeficiente de variación.....	28
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>29</b>
Pruebas físicas.....	29
Pruebas fisiológicas.....	35
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>45</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>46</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>No. Cuadro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
Cuadro 2.1	Producción de cebada por país. Campañas 2005/2006 a 2008/2009 en millones de toneladas.	4
Cuadro 2.2	Importaciones de cebada. Campañas 2005/06 a 2008/09 en millones de toneladas.	5
Cuadro 2.3	Exportación de cebada. Campañas 2005/06 a 2008/09 en millones de toneladas.	6
Cuadro 2.4	Volumen de producción de cebada, Riego más Temporal, miles de toneladas.	8
Cuadro 3.1	Proporciones de las dosis calculadas de fertilización correspondientes a cada tratamiento.	20
Cuadro 4.1	Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza para cada una de las variables evaluadas en semilla de cebada AN-95 obtenida de diferentes aplicaciones de fertilización en Navidad, N.L., 2009.	30
Cuadro 4.2	Resultado de la comparación de medias de las diferentes variables evaluadas en semillas de cebada AN-95 obtenida de diferentes aplicaciones de fertilizantes en Navidad, N.L., 2009.	30

Cuadro 4.3	Comparación de medias para las variables de campo PE, PG, y PE Kg/ha en la aplicación de diferentes dosis de fertilización en la línea de cebada AN-95, en Navidad, NL., 2009.	33
Cuadro 4.4	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para las variables de pruebas fisiológicas evaluadas en la semilla de cebada AN-95 obtenida bajo diferentes dosis de fertilización en Navidad, N.L., 2009.	36
Cuadro 4.5	Comparación de medias de las diferentes variables de pruebas fisiológicas evaluadas en la semilla de cebada AN-95 obtenida bajo diferentes dosis de fertilización en Navidad, N.L., 2009.	37

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

No. Figuras	Descripción	Página
Figura 2.1	Superficie nacional 2002-2007 (miles de hectáreas).	7
Figura 4.1	Respuesta del contenido de humedad en la semilla de cebada AN-95 producida bajo diferentes dosis de fertilización en Navidad, N.L, 2009.	31
Figura 4.2	Respuesta del peso de mil semillas en las diferentes dosis de fertilización aplicadas en la producción de semilla de cebada AN-95, en Navidad, N.L, 2009.	32
Figura 4.3	Respuesta del peso volumétrico en semilla de cebada AN-95, obtenida bajo diferentes dosis de fertilización en Navidad, NL, 2009.	35
Figura 4.4	Respuesta para plántulas normales en semilla de cebada AN-95 obtenida bajo diferentes dosis de fertilización en Navidad, N.L, 2009.	38
Figura 4.5	Respuesta en plántulas anormales en la semilla de cebada AN-95 obtenida bajo diferentes dosis de fertilización en Navidad, N.L, 2009.	39
Figura 4.6	Respuesta en SSG en la semilla de cebada AN-95 obtenida bajo diferentes dosis de fertilización en Navidad, N.L, 2009.	40

Figura 4.7	Respuesta en LMP en semilla de cebada AN-95 obtenida bajo diferentes dosis de fertilización en Navidad, N.L, 2009.	41
Figura 4.8	Respuesta en LMR en semilla de cebada AN-95 obtenida bajo diferentes dosis de fertilización en Navidad, N.L, 2009.	43
Figura 4.9	Respuesta del peso seco en semilla de cebada AN-95 obtenida bajo diferentes dosis de fertilización en Navidad, N.L, 2009.	44

---

## INTRODUCCION

El cultivo de la cebada (*Hordeum vulgare L.*) es considerado como 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 ventajas 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; ofrece buena calidad forrajera (Colín, 2007).

Se tienen antecedentes del cultivo de la cebada en las culturas babilónica, egipcia y china, en donde se cosechaba en forma silvestre. Se considera que de manera accidental se descubrieron las propiedades de ella, cuando al estar almacenada cierto tiempo, por las condiciones de humedad, ésta germinaba y era empleada para la preparación de alimentos, éstos resultan con mejor textura y sabor. Además se dio deliberadamente el inicio del proceso de germinación de semilla para dar lugar a un subproducto fermentado para la elaboración de la cerveza antigua (Licona, 2006).

Al igual que los demás cereales, sobre todo en México, el grano de cebada no se emplea de manera directa para consumo humano, sino como ingrediente en la formulación de dietas para la alimentación de ganado (Fundación Guanajuato Produce. Plan Estratégico de Investigación y Transferencia de Tecnología, 2004); actualmente tiene gran importancia por su utilización como materia prima básica para la elaboración de cerveza, así como su importancia en la producción de granos.

Este tipo de cultivos (cereales) se enfrentan a diversos problemas para su producción, comenzando desde la generación de semilla original ó básica hasta la calidad de la semilla ofrecida al agricultor para la 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 uno de los componentes de calidad como es el fisiológico, presentando un porcentaje bajo de germinación y a veces hasta la muerte de la semilla, principalmente en aquellas que han tenido un manejo inadecuado de poscosecha, transporte, almacenamiento, etc., lo cual ocasiona que se tenga poca emergencia y por consecuencia un bajo establecimiento de plántulas en el campo (Licona, 2006).

El cultivo de 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 (Colín, 2007).

El programa de Cereales del Departamento de Fitomejoramiento ha desarrollado algunas líneas de importancia económica que pueden competir con las variedades comerciales ya que presentan mejores características de adaptabilidad y rendimiento, además de tener cualidades de stay-green (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 el 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 bajo diferentes concentraciones de fertilización nitrogenada para determinar la mejor dosis empleada en la producción de este cultivo en particular en la línea Narro-95, cosechada en el campo agrícola experimental “Ing. Humberto Treviño Siller” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicada en la localidad de Navidad, Nuevo León.

### **Objetivo**

Evaluar diferentes dosis de nitrógeno (N) en la producción de semilla de cebada de la línea Narro-95 mediante su calidad física y fisiológica.

### **Hipótesis**

Al menos una de las dosis empleadas será superior a las demás, proporcionando semilla de la línea Narro-95 de buena calidad.

Palabras claves: cebada, calidad, semilla, nitrógeno, pruebas, fertilización.



## REVISION DE LITERATURA

### Contexto internacional

#### Producción

La producción mundial de cebada descansa solo en algunos países de los cuales destacan la UE, Rusia, Canadá, Australia, Ucrania, EEUU, entre otros, en el caso de México este participa con el 0.47% de la producción mundial (García, 2008). En el Cuadro 2.1 podemos obtener una mejor noción de lo que sucede en cuanto a la producción mundial de cebada en los cuatro últimos años.

**Cuadro 2.1 Producción de cebada por país. Campañas 2005/2006 a 2008/2009 en millones de toneladas.**

	<b>2005/06</b>	<b>2006/07</b>	<b>2007/08</b> <b>(estimaciones)</b>	<b>2008/09</b> <b>(previsiones)</b>
UE	54.9	56.1	57.7	61.9
Rusia	15.8	18.2	15.6	18.0
Canadá	12.5	9.6	11.0	10.5
Australia	9.6	4.2	5.9	9.2
Ucrania	9.0	11.3	6.7	9.2
EEUU	4.6	3.9	4.6	4.8
China	3.4	3.6	3.6	3.7
Kasajastán	2.1	2.3	2.5	2.5
Marruecos	1.1	2.5	0.8	1.5
Argentina	1.3	1.2	1.1	1.1
Otros	25.3	25.6	26.0	26.2
<b>Total</b>	<b>139.0</b>	<b>138.5</b>	<b>135.5</b>	<b>148.6</b>

Fuente: CIC, elaboró García, (2008).

## Superficies

La superficie mundial cosechada de cebada durante el período 2002– 2007 tuvo un avance del 2.4%, pasó de 55.265 millones de hectáreas en el 2002 a 56.608 millones de hectáreas en el 2007. En promedio, la superficie cosechada mundial fue de 56.570 millones de hectáreas. Rusia es el país que tiene la mayor superficie cosechada con 9.150 millones de hectáreas (Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. 2009).

## Importación

García (2008), hace mención de las principales regiones del mundo que importaron cebada en millones de toneladas durante el ciclo 2005/06 a 2007/08 y previsiones durante el ciclo 2008/09 (Cuadro 2.2).

**Cuadro 2.2 Importaciones de cebada. Campañas 2005/06 a 2008/09 en millones de toneladas.**

Importaciones	2005/06	2006/07	2007/08 (estimaciones)	2008/09 (previsiones)
<b>Europa</b>	0.4	0.7	0.4	0.5
UE	0.2	0.4	0.2	0.3
<b>CIS</b>	0.3	0.4	0.3	0.3
<b>N Y C América</b>	0.2	0.4	0.6	0.5
<b>Sud América</b>	0.4	0.6	0.6	0.6
<b>Próximo oriente</b>	10.7	8.8	7.9	9.3
Arabia Saudita	7.1	6.6	6.0	6.9
<b>Lejano Oriente</b>	3.8	3.0	2.9	3.4
China	2.2	1.4	1.4	1.8
Japón	1.4	1.4	1.4	1.4
<b>África</b>	1.5	1.5	1.8	1.4
Marruecos	0.5	0.4	0.9	0.5
<b>TOTAL MUNDO</b>	<b>17.5</b>	<b>15.6</b>	<b>14.6</b>	<b>16.1</b>

Fuente: CIC, elaboró García, (2008).

## Exportación

En el Cuadro 2.3 se pueden apreciar los principales países exportadores de cebada, así como las fluctuaciones en millones de toneladas ciclo tras ciclo y las previsiones para el ciclo 2008/09.

**Cuadro 2.3 Exportación de cebada. Campañas 2005/06 a 2008/09 en millones de toneladas.**

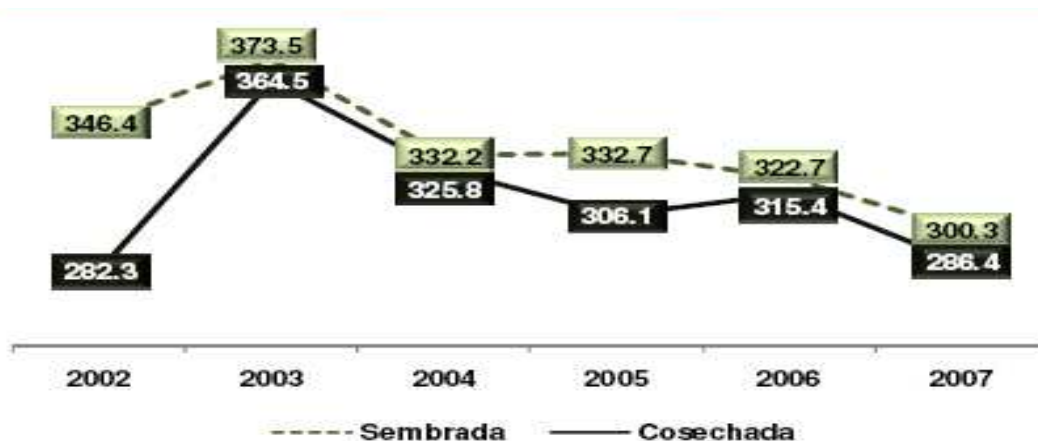
Exportaciones	2005/06	2006/07	2007/08 (estimaciones)	2008/09 (previsiones)
<b>Australia</b>	4.7	2.4	2.5	3.8
Canadá	2.2	1.2	2.3	2.0
<b>UE</b>	3.2	3.4	4.7	3.6
<b>EEUU</b>	0.6	0.4	0.6	0.5
<b>Rusia</b>	1.7	1.5	1.5	1.5
<b>Ucrania</b>	4.0	5.1	1.6	3.6
Otros	1.1	1.5	1.2	1.2
<b>TOTAL MUNDO</b>	<b>17.5</b>	<b>15.6</b>	<b>14.6</b>	<b>16.1</b>

Fuente: CIC, elaboró García, (2008).

## Contexto nacional

### Superficies

En lo que se refiere a la superficie nacional prácticamente no ha habido una cifra constante de hectáreas sembradas y por consecuencia también hectáreas cosechadas, en la Figura 2.1 se puede apreciar con claridad el comportamiento de hectáreas sembradas y cosechadas en el transcurso de los años (período 2002–2007).



**Figura 2.1 Superficie nacional 2002-2007 (miles de hectáreas).**

Fuente: Datos SIAP, Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. (2009).

## Producción

En el 2008 la producción fue de poco más de 796 mil toneladas, lo que representó un aumento del 22.0% respecto al año anterior y una disminución de 8.3% con respecto a 2006. En el período comprendido entre 2002 y 2008, la producción de cebada ha mostrado una tendencia inestable y la Tasa Media Anual de Crecimiento (TMAC) fue de 1.3%.

## Principales estados productores

En México los principales estados productores son: Guanajuato con 218 mil toneladas, le sigue Hidalgo con 194 mil toneladas, Tlaxcala con 104 mil toneladas, México con 57 mil toneladas, Puebla y Michoacán con 48 mil y 24 mil toneladas respectivamente, el rendimiento es en promedio tomando en cuenta la producción en cada año con respecto al periodo 1997 – 2007, a continuación en el Cuadro 2.4 se detalla con claridad la producción de cada estado por año.

**Cuadro 2.4 Volumen de producción de cebada, Riego + Temporal, miles de toneladas**

Delegación	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Promedio	%	TMAC
Guanajuato	54	50	104	114	121	324	453	432	277	245	221	218	30.52	15.18
Hidalgo	136	91	150	265	241	152	207	225	195	295	178	194	27.22	2.76
Tlaxcala	86	59	53	139	140	59	151	94	139	143	82	104	14.58	-0.48
México	56	63	38	55	88	25	77	52	52	66	51	57	7.94	-0.99
Puebla	34	33	15	52	54	74	61	58	43	60	44	48	6.74	2.58
Michoacán	9	10	31	24	21	32	68	28	17	13	10	24	3.35	0.85
Subtotal	376	306	391	650	665	666	1,016	887	722	821	587	644	90.34	4.56
Resto	95	105	63	63	97	71	66	44	38	49	66	69	9.66	-3.56
<b>Nacional</b>	<b>471</b>	<b>411</b>	<b>454</b>	<b>713</b>	<b>762</b>	<b>737</b>	<b>1082</b>	<b>932</b>	<b>761</b>	<b>869</b>	<b>653</b>	<b>713</b>	<b>100</b>	<b>3.33</b>

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), con datos del SIACON, Revista Claridades No. 13, (1994).

### Rendimientos

En el período 2002-2007, el rendimiento promedio de la cebada en México fue de 2.5 ton/ha con una TMAC del 0.45%. Sin embargo, al cierre de 2007, el rendimiento a nivel nacional se ubica en 2.17 ton/ha, cifra que resulta ligeramente superior, con respecto al año 2002 (Fuente: Datos SIAP, Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. 2009).

### Comercio exterior

#### Exportación

En el período 2002-2007, México exportó poco más de 590 mil toneladas de cebada y productos derivados (Fuente: Datos SIAP, Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. 2009).

## Importaciones

En el período 2002-2007, México importó 1.398 millones de toneladas de cebada y otros productos derivados. El 57.0% de las importaciones realizadas en este período provinieron de los Estados Unidos y Canadá, los cuales participan con el 43.4% y 10.7% del volumen total (Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. 2009).

## Origen geográfico

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

## Clasificación taxonómica

Méndez (2004) cita la siguiente clasificación taxonómica:

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

## **Características agronómicas**

Robles (1983) citado por Méndez (2004) menciona que la cebada tiene un hábito de crecimiento anual, tendiendo a convertirse en perenne bajo condiciones muy especiales. Existen variedades de primavera que tienen un ciclo de 80 a 90 días, sembrándose a fines de invierno o principios de primavera, usándose principalmente para grano; por otro lado están las variedades de invierno utilizadas para producción de forraje, teniendo estas un ciclo de hasta 160 días.

## **Descripción morfológica breve**

Las cebadas cultivadas se distinguen por el número de espiguillas que quedan en cada diente del raquis. Si queda solamente la espiguilla intermedia, mientras abortan las laterales, tendremos la cebada de dos carreras (*Hordeum distichum*); si aborta la espiguilla central, quedando las dos espiguillas laterales, tendremos la cebada de cuatro carreras (*Hordeum tetrastichum*); si se desarrollan las tres espiguillas tendremos la cebada de seis carreras (*Hordeum hexastichum*) (Fuente: <http://www.abcagro.com/herbaceos/cereales/cebada.asp>).

### **Raíz**

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

### **Tallo**

Son cilíndricos, huecos y gruesos, formado por ocho entrenudos los cuales son ligeramente mas 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 sequia y 154 cm en variedades altas en condiciones de buen manejo (Méndez, 2004).

## **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 y 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).

## **Flores**

La cebada es una planta sexual, monoica, hermafrodita y perfecta; la flor está encerrada dentro de una lema y una palea, el pistilo tiene un estigma con dos ramificaciones plumosas, en cada nudo de la espiga se forman 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 los 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)

## **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 granos por espiga mientras que las de 2 hileras de 15 a 30 granos (Méndez, 2004).



## **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).

### **Importancia de la cebada**

Hernández (1987) menciona que pocos cultivos tienen la importancia social de la cebada, ya que de la producción de este cereal dependen económicamente más de 36,000 familias en zonas temporaleras de México. Este cultivo tiene la ventaja de que en países de invierno benigno se puede producir durante todo el año debido a su amplia adaptación, por lo cual se considera de invierno y primavera. De acuerdo a las características que presenta este cultivo en cuanto a su rusticidad y tomando en cuenta que aproximadamente el 80% del área agrícola en nuestro país es de temporal, el aprovechamiento de este cultivo es de gran importancia para su establecimiento sobre todo en aquellas áreas en las que otros cultivos no prosperan.

## **Usos**

En México el cultivo de la cebada se orienta básicamente a la elaboración de malta para la 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 la malta son subproductos de la cerveza como: alimento para animales, productos químicos y productos solubles agregables a alimentos balanceados para ganado y aves de corral (Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial, 2009).

## Fertilización

Es necesario aportar nutrientes a los cultivos en forma fácilmente asimilable 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); a continuación se menciona la importancia de la fertilización nitrogenada y fosfatada en el cultivo de la cebada (*Hordeum vulgare L.*).

### Fertilización nitrogenada

En los cultivos de cereales, la fertilización nitrogenada es una herramienta que permite alcanzar rendimientos elevados e incrementar su contenido proteico, así mismo las aplicaciones tardías de nitrógeno por lo general no aumentan los rendimientos pero tienen efectos sobre la proteína concentrada en el grano (Ferraris *et al.*, 2008).

Prystupa *et al.*, 2008, mencionan que la fertilización nitrogenada tardía vía foliar propicia altos rendimientos pero que están asociados frecuentemente con una baja concentración de proteínas en el grano, estos resultados muestran que el contenido proteico de los granos es una consecuencia de la relación entre la oferta de nitrógeno y el rendimiento del cultivo.

Conforme a las investigaciones hechas por Lord *et al.*, (1987) asumen que la disminución del peso de los granos y un aumento del contenido proteico se debe a que la concentración de nitrógeno en granos de cebada se eleva cuando se aplica fertilizante nitrogenado en exceso, ya que solo ocurren aumentos significativos de las concentraciones de nitrógeno en los granos con dosis superiores a aquellas que proporcionan un incremento del rendimiento (Gallagher *et al.*, 1987; Lazarri *et al.*, 2001).

Bustamante *et al.*, (1997) hacen referencia que la fertilización nitrogenada es la que más influye sobre el rendimiento de grano, mencionando que un aumento de la dosis de fertilización nitrogenada da lugar a un aumento del número de espigas y número de granos por espiga y por consiguiente un descenso del peso de los 1,000 granos.

Requerimientos distintos de calidad, reclaman estrategias diferenciales de la fertilización nitrogenada en el trigo y la cebada cervecera (Loewy, 1998). (IFA, 1996; Loewy, 2005) Una adecuada gestión de la nutrición vegetal es el mayor componente de una producción agrícola sustentable y de la seguridad alimentaria. En este marco, el Nitrógeno (N) presenta los mayores desafíos económicos y ambientales. En los cereales de invierno, este nutriente tiene una decisiva influencia sobre la calidad final del grano (Loewy, 2005).

La tecnología de fertilización nitrogenada debe contemplar, al menos, tres factores que responden a demandas consistentes: a) rentabilidad, b) calidad del producto y c) relaciones con el ambiente (Loewy, 2005).

En los cultivos de invierno la falta de N determina reducciones importantes de rendimiento. Disponibilidades excesivas también puede disminuirlo, ya que incrementa el riesgo de enfermedades, genera problemas de vuelco y sobre crecimiento (Perdomo *et al.*, 1999).

En la cebada cervecera el exceso de Nitrógeno (N) puede además afectar negativamente la calidad industrial, reduciendo las posibilidades de exportación del producto. Perdomo *et al.*, (1999) cita a Hoffman-Ernst, (1992) mencionando que ellos determinaron que: absorciones de N a espigazón por encima de los 130 a 140 kg/ha, no modificaban el rendimiento, pero incrementaban el contenido de proteína del grano.

Ferraris (2009), menciona que el N es el principal elemento requerido para la producción de los cereales de invierno. Deficiencias de este nutriente reducen la expansión foliar, provocan su prematura senescencia y afectan la tasa fotosintética, dando como resultado una menor producción de materia seca y grano. Por otra parte, la disponibilidad de N afecta su concentración en el grano, interviniendo así en la determinación del contenido proteico, principal determinante de la calidad comercial del grano cosechado.

En cuanto a las propiedades físicas de la semilla, Pietrosevoli y Mendiri, (1997) encontraron que la adición de N al momento del establecimiento del cultivo de *Clitoria ternatea* L., originó que las plantas produjeran semillas más pesadas con una dosis de 200 Kg/ha/año. El nitrógeno forma parte de las estructuras de la planta y en consecuencia de la semilla, incrementando el embrión y el grosor de la cubierta, manifestándose en un aumento de peso; así mismo menciona que la adición de nitrógeno propicia una disminución en la germinación ya que al incrementarse el peso de la semilla por una cubierta más gruesa, esta se hizo menos permeable impidiendo el intercambio de agua, gases y por ende la germinación.

### **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 de la semilla, etapa adecuada para cosechar (ya sea en madurez fisiológica y después de madurez fisiológica), temperatura del lugar, humedad relativa etc.

Por su parte Copeland y Crookston (1985), mencionan que la madurez fisiológica, es cuando el grano alcanza el máximo peso seco. Los autores percibieron cambios visibles en la planta de cebada relacionados con la fecha de madurez fisiológica y la fecha del 95% del máximo peso seco en grano. El 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.

### **Calidad de la semilla**

La calidad de la semilla es un término relativo y significa el grado de excelencia cuando se compara con un estándar aceptable (Fernández, 1985). Por otro lado Thomson (1979) Menciona que es un concepto múltiple que puede ser calificado particularmente a partir de ciertos atributos como pureza varietal, germinación, vigor, sanidad, apariencia, uniformidad, pureza física, daño mecánico, estado de madurez.

Por su parte Popinigis (1985) define a la calidad de la semilla como la sumatoria de los atributos genético, sanitario, físico y fisiológico, así mismo (Bishaw *et al.*, 2007) mencionan que la calidad de la semilla es un concepto agronómico múltiple que engloba al conjunto de atributos mencionados por Popinigis (1985). El componente fisiológico se refiere a la característica de viabilidad de una semilla, a la alta capacidad de germinación y vigor para establecer nuevos individuos (Bustamante, 1982).

Según Olmos (1995), para cosechar la cebada hay que esperar a que madure el grano (que esté lleno, seco y de un color amarillo uniforme), sin embargo, no debe de retardarse esta operación para evitar pérdidas por desgrane. Si se cosecha mecánicamente, debe de ajustarse bien la trilladora para evitar pelar o quebrar grano, por lo cual se debe evitar cosechar grano con humedad arriba del 16.5%, porque al secarse este se chupa. La cebada con humedad arriba del 13.5% no debe de almacenarse debido a que se calienta, favoreciendo el desarrollo de hongos, afectando su germinación y reduciendo su calidad.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Ubicación del campo experimental**

La presente investigación se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en la región agrícola de Navidad, N. L., sus coordenadas geográficas de localización son 25° 01' Latitud norte y 100° 5' Longitud oeste, con una altura de 1895 msnm, presenta una temperatura media anual de 14.4°C, y una precipitación pluvial media anual de 400 mm. Ubicado a 85 km al sureste de la ciudad de Saltillo, Coahuila, sobre la carretera México-Piedras Negras.

### **Ubicación del área de estudio**

La evaluación de la calidad de la semilla se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en los Laboratorio de producción de semillas y ensayos de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS), situada geográficamente a 25° 22' Latitud Norte, Longitud Oeste de 101° 00' y una Altitud de 1742 msnm.

### **Material Genético**

En este trabajo de investigación se evaluó un solo genotipo: la línea Narro-95, generada por el Programa de Cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Es una línea imberbe, es decir, sin barbas; se caracteriza por mantenerse casi siempre verde (stay green) y llega a ponerse amarilla en un

tiempo más retardado, tiene una espiga laxa, la pubescencia en la raquilla del grano es más larga, tiene mayor altura de planta, más tallos por superficie, mejor cobertura del terreno y finalmente mayor biomasa en comparación con otras variedades como Cerro prieto.

## **Metodología experimental**

### **Preparación del terreno**

La preparación del terreno, consistió de un barbecho, rastreo y nivelación, dentro del cual se ubicaron las parcelas experimentales, se trazaron 6 parcelas experimentales con un tamaño de 103.5 m<sup>2</sup> (3 metros de ancho, 34.5 metros de largo cada parcela, separación entre hileras de 0.35 m).

### **Siembra**

La siembra se realizó en seco, de forma manual, con una densidad aproximada de 100 kg de semilla por hectárea. La fecha de siembra fue el 26 de febrero de 2009.

### **Tratamientos**

En el presente trabajo de investigación se establecieron 6 tratamientos con 4 repeticiones cada uno, a cada tratamiento se le aplicaron diferentes dosis de fertilización nitrogenada utilizando como fuentes de este elemento el MAP (Fosfato mono amónico, 11-52-00) y sulfato de amonio (20.5-00-00), dando origen a los tratamientos siguientes: T<sub>1</sub> (0 unidades de nitrógeno, 0 unidades de fósforo y 0 unidades de potasio) como el testigo, T<sub>2</sub> (17 unidades de nitrógeno, 80 unidades de fósforo y 0 unidades de potasio), T<sub>3</sub> (60 unidades de nitrógeno, 80 unidades de fósforo y 0 unidades de potasio), T<sub>4</sub> (120 unidades de nitrógeno, 80 unidades de



fósforo y 0 unidades de potasio) y T<sub>5</sub> (180 unidades de nitrógeno, 80 unidades de fósforo y 0 unidades de potasio); T<sub>6</sub> (240 unidades de nitrógeno, 80 unidades de fósforo y 0 unidades de potasio), mismas que se aplicaron en la etapa inicial y la otra en la intermedia recomendada. En el Cuadro 3.1 se presentan las diferentes cantidades de fertilización por tratamiento.

**Cuadro 3.1 Proporciones de las dosis calculadas de fertilización correspondientes a cada tratamiento.**

TRATAMIENTO	FERTILIZACION INICIAL		FERTILIZACION INTERMEDIA
	MAP (KG)	SULFATO DE AMONIO (KG)	SULFATO DE AMONIO (KG)
T <sub>1</sub> (TESTIGO)	0	0	0
T <sub>2</sub>	1.59	0	0
T <sub>3</sub>	1.59	1.06	1.06
T <sub>4</sub>	1.59	2.12	2.12
T <sub>5</sub>	1.59	3.18	3.18
T <sub>6</sub>	1.59	4.24	4.24

### Fecha de riegos y cosecha

Se aplicó riego por aspersión al día siguiente de la siembra y posteriormente cada vez que la planta mostraba síntomas de estrés. La etapa de Madurez Fisiológica (MF) se determinó por el cambio de coloración de la gluma de la espiga de un color verde limón (Copeland y Crookston, 1985), realizando la cosecha alrededor de los 120 días después de la siembra, misma que se llevó a cabo manualmente, trillando con una máquina estacionaria y posteriormente se procedió a la limpieza y evaluación de la calidad física y fisiológica de la semilla.

## **Variables evaluadas**

### **Pruebas físicas**

#### **Contenido de humedad (CH)**

El contenido de humedad se determinó a través del método directo utilizando el Motomco Modelo 919; se utilizaron tres repeticiones por cada repetición de tratamiento de campo siguiendo el procedimiento del equipo como se describe a continuación:

- Se encendió el equipo Motomco por 15 minutos antes de su uso.
- Se calibró a una lectura de cuadrante de 53.
- Se homogenizó la muestra de cada tratamiento dentro de su bolsa de papel estraza.
- Se pesaron 225 g de semilla por cada muestra.
- Se depositó la semilla en el cilindro superior del Motomco modelo 919.
- Se dejó caer la semilla en el contenedor del mismo para determinar la lectura del aparato;
- Se tomó la lectura del cuadrante y se determinó el porcentaje de contenido de humedad dado en las tablas anexas del aparato.

## Peso de mil semillas (PMS)

Se determinó de acuerdo a la metodología y conforme a las reglas del ISTA (2004), e igualmente se hicieron tres repeticiones dentro de cada repetición por tratamiento de campo:

- Se contaron 8 repeticiones de 100 semillas en forma manual.
- Se tomó el peso cada repetición en una balanza analítica de 0.0001 g de precisión.
- Se calculó el coeficiente de variación para saber la variabilidad que existe en cuanto a los pesos de cada repetición, una vez aceptándose el coeficiente de variación, se calculó el peso de mil semillas.
- El PMS se obtuvo con el promedio de las 8 repeticiones y multiplicado por diez para obtener el peso de mil semillas.
- Se calculó la varianza ( $S^2$ ) y la desviación estándar (S) en las 8 repeticiones iniciales para determinar el coeficiente de variación (CV), empleando las siguientes fórmulas:

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

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

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

En donde:

X = peso en gramos de cada repetición

n = número de repeticiones

$\Sigma$  = suma del peso de cada repetición

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

## **Peso volumétrico (PV)**

Para determinar el peso volumétrico de las semillas se empleó un recipiente con un volumen de 183 mL, sobre la parte central de una charola de aluminio, la semilla se dejó caer libremente sobre el recipiente hasta formar un cono que sobrepasó el borde del mismo; eliminando el exceso de semilla mediante el paso en “zig-zag” de una regla metálica, quedando la semilla al ras del recipiente. Una vez realizada la operación de llenado, la semilla contenida en el recipiente se pesó en una balanza analítica, posteriormente se procedió a calcular el peso volumétrico expresado en Kilogramos por Hectolitro (Kg/HL).

## **Pruebas fisiológicas**

Las pruebas fisiológicas que se llevaron a cabo para las diferentes dosis de fertilización fueron capacidad de germinación y vigor mediante longitud media de plúmula, longitud media de radícula y tasa de crecimiento de plántula (peso seco) según la ISTA (International Rules for Seed Testing, 2004) y la AOSA (Association of Official Seed Analysts, 1993), evaluando cuatro repeticiones por cada repetición por tratamiento de campo y se describen a continuación:

### **Capacidad de germinación**

Se sembraron 25 semillas por repetición en una línea media en una toalla húmeda de papel “Anchor” para germinación cubriendo luego con otra y enrolladas para formar un “taco”, realizando cuatro tacos por repetición de cada tratamiento, en cada taco se identificó la fecha, muestra, repetición y tratamiento, se guardaron en bolsas de polietileno y fueron llevadas a una cámara fría (TOROREY® a 10 °C) por tres días, posteriormente se cambiaron a una cámara germinadora BIOTRONETE MARK III®, a 25 °C constante con 8 horas de luz y 16 horas de oscuridad por 4 días y se procedió al conteo de plántulas normales (PN), anormales (PA), y semillas sin germinar (SSG), los resultados se expresaron en

por ciento, conforme al manual de evaluación de la Association of Oficial Seed Análisis (AOSA, 1992).

### **Plántulas normales (PN), según Moreno (1996).**

- a) Se consideran plántulas normales aquellas que poseen las estructuras esenciales para producir en suelo de buena calidad preparado en el laboratorio, plántulas normales en condiciones favorables de agua, luz y temperatura.
  
- b) Se consideran plántulas normales a aquellas que presenten las siguientes estructuras esenciales cuando la prueba de germinación haya sido en sustrato artificial:
  - 1. Sistema radicular bien desarrollado, incluyendo raíz primaria, excepto para aquellas plantas, por ejemplo gramíneas, que generalmente presentan raíces seminales, de las cuales deben estar presentes cuando menos dos de ellas.
  
  - 2. Hipocótilo bien desarrollado e intacto y/o un epicótilo sin daño en el tejido conductor y en las dicotiledóneas una plúmula normal.
  
  - 3. Plúmula intacta en las gramíneas, que debe presentar una hoja verde bien desarrollada dentro o emergiendo del coleóptilo.
  
  - 4. Un cotiledón en monocotiledóneas y dos cotiledones en dicotiledóneas.

### **Plántulas anormales (PA), según Moreno (1996)**

- a) Las que no se pueden clasificar como normales por tener alguna deficiencia en el desarrollo de sus estructuras esenciales, lo que les impide

su desarrollo normal cuando crecen en suelo preparado y en condiciones favorables de agua, luz y temperatura.

b) Las que presenten los siguientes defectos al germinar en un sustrato artificial:

1. Plántulas dañadas sin cotiledones, con fisuras o lesiones que dañen el tejido conductor del hipocótilo, epicótilo o raíz; sin raíz primaria en aquellas especies donde esta estructura es esencial; excepto en *Pisum*, *Vicia*, *Phaseolus*, *Lupinus*, *Vigna*, *Glycine*, *Arachis*, *Gossypium*, *Zea* y todas las cucurbitáceas en las que se han desarrollado raíces secundarias vigorosas que sostienen a la plántula en el suelo.
2. Plántulas deformes, con un desarrollo débil o desequilibrado de las estructuras primordiales: plúmulas retorcidas en espiral; plúmulas, hipocótilos y epicótilos poco desarrollados; talluelos hinchados y raíces sin desarrollo; plúmulas hendidas o coleótilos sin hojas verdes; plantas acuosas o bien plantas que no presentan desarrollo después de haber salido de los cotiledones.
3. Plántulas con estructuras esenciales deterioradas por hongos o bacterias, excepto en el caso que se determine que dicha infección no proviene de la semilla.

### **Semillas sin germinar (SSG)**

Dentro de esta variable se pueden considerar a dos grupos como semillas sin germinar:

1. **Semillas latentes:** se denominan así las semillas viables que no germinan aun cuando estén bajo las condiciones que se especifican para dicha especie (Moreno, 1996).

2. **Semillas muertas:** Aquellas que no germinen y que no se les clasifique como latentes, deberán ser consideradas como muertas (Moreno, 1996).

### **Vigor mediante longitud media de plúmula (LMP)**

El vigor mediante LMP se realizó con la metodología descrita por Perry (1987), en esta prueba se acomodaron 25 semillas sobre la primera línea de cinco paralelas horizontales de 2 cm de distancia entre líneas, marcadas desde el centro del papel de germinación hacia arriba.

La LMP se determinó contando el número de plúmulas que superaron la primera línea paralela horizontal (2 cm), al punto medio entre dichas paralelas horizontales se le asignó un valor de 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 cm. El número de plúmulas encontradas en cada paralela se multiplicó por el valor de la misma y se sumó el total, dividiendo la suma entre el número de semilla sembradas (25) expresando el resultado en centímetros.

### **Vigor mediante longitud media de radícula (LMR)**

De las plántulas normales resultantes de la prueba de longitud media de plúmula, se midió la longitud de las radículas de cada una de ellas, utilizando una regla métrica, expresando el resultado en centímetros, posteriormente se sumaron los datos obtenidos y se dividió el resultado de la suma entre el número de plántulas normales para obtener el promedio.

### **Vigor mediante la tasa de crecimiento de plántula (Peso seco: PS)**

De la misma manera que en las pruebas anteriores, se hicieron cuatro repeticiones dentro de cada repetición por tratamiento. En esta prueba se evaluaron las plántulas normales resultantes de las pruebas anteriores, sin

considerar las anormales y las semillas sin germinar. Se colocaron raíz y plúmula de las plántulas evaluadas en bolsas de papel estraza perforadas y se eliminó el resto de semilla, posteriormente fueron sometidas las bolsas a una estufa a  $65 \pm 1$  °C, por 24 horas. Al cumplirse el tiempo determinado se llevaron a un desecador con sílica gel para enfriarlas por un periodo de 15 a 20 minutos y finalmente se pesaron en una balanza analítica de 0.0001 g de precisión. Los resultados obtenidos en gramos se dividió entre el número de plántulas normales y se multiplicó por mil (1 g = 1000 mg) para obtener el peso seco en mg/plántula.

### **Análisis estadístico**

Cada una de las variables se analizó mediante un diseño de bloques al azar con submuestreo, que consideró los efectos de las repeticiones en campo, efecto de los tratamientos, interacción tratamiento por repetición y el efecto del submuestreo. Bajo el siguiente modelo estadístico o ecuación lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + r_j + tr_{ij} + E(m) + \xi_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Variable observada.

$\mu$  = Efecto de la media general.

$t_i$  = Efecto del  $i$  - ésimo tratamiento.

$r_j$  = Efecto de la  $j$  - ésima repetición

$tr_{ij}$  = Interacción tratamiento por repetición.

$E(m)$  = Efecto del Error de muestreo.

$\xi_{ijk}$  = Efecto del Error experimental.

$i = 1 \dots \dots \dots t$  (tratamientos).

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

$K = 1 \dots \dots m$  (muestras)



## Comparación de medias

Para la comparación de medias de las diferentes variables registradas en el experimento se utilizó la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS), a 0.5 de probabilidad, mediante la siguiente fórmula:

$$DMS = (t\alpha, g|e) \sqrt{\frac{2CMEE}{r}}$$

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

$g|e$  = Grados de libertad del error.

CMEE = Cuadrados medios del error experimental

$r$  = Repeticiones

## Coeficiente de variación

Se calculó el coeficiente de variación para cada una de las variables estudiadas, con la siguiente fórmula:

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

Donde:

C.V = Coeficiente de variación.

CMEE = Cuadrados medios del error.

$\bar{x}$  = Media General.

100 = constante para reportar el dato en porcentaje.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Pruebas físicas

#### Contenido de humedad

De acuerdo al análisis de varianza realizado para cada una de las variables evaluadas de las pruebas físicas (Cuadro 4.1); se observó que en el contenido de humedad (CH) se obtuvo significancia ( $P < 0.05$ ) entre las repeticiones en campo, mientras que en los tratamientos aplicados y la interacción tratamientos por repeticiones existió una diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ), presentando un comportamiento diferente en las repeticiones y los tratamientos; dando un coeficiente de variación de 1.2 %.

Los resultados obtenidos en la prueba de comparación de medias (Cuadro 4.2) muestran que la dosis 120-80-00 (T4) y el testigo (T1) estadísticamente se encontraron en el mismo grupo con mayor contenido de humedad obteniendo 11.8 y 11.7 % respectivamente; en otro grupo estadístico se encuentran el T6 y T1 con valores similares de 11.7 %; en el siguiente grupo estadístico se encontró el T5 con 11.5 %, finalmente el T2 y T3 con valores de 11.3 % de contenido de humedad perteneciendo al mismo grupo estadístico.

Es de notar que la diferencia en los resultados técnicamente es muy poca, ya que todos los materiales fueron cosechados en el mismo tiempo, por lo que en la Figura 4.1 se representa la distribución de cada tratamiento de acuerdo al valor en porcentaje de contenido de humedad. En un sistema de producción de semilla de cebada el contenido de humedad óptimo para tener semilla de calidad está manejado entre un 11 y 12 % de humedad (Guía técnica para producir semilla de

cebada maltera, 2008), marcando que la semilla resultante de este estudio tuvo un porcentaje aceptable para todas las dosis aplicadas, incluyendo al testigo.

**Cuadro 4.1 Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza para cada una de las variables evaluadas en semilla de cebada AN-95 obtenida de diferentes aplicaciones de fertilización en Navidad, N.L., 2009.**

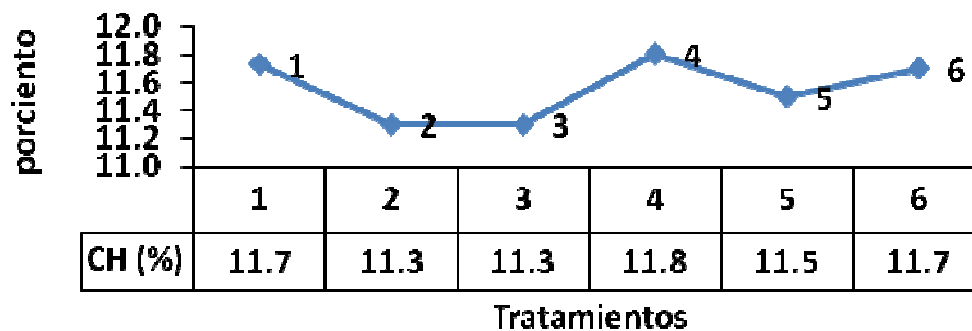
FV	GL	CH	PMS	PV
Repeticiones	3	0.0417*	0.8035*	22.0788**
Tratamiento	5	0.5199**	5.7111**	5.1206 <sup>NS</sup>
Trat * Rep	15	0.1266**	2.3673**	8.5227*
Error	48	0.0189	0.2279	3.9289
Total	71			
CV		1.2%	1.2%	3.7%

NS= No significativo; \* Significativo; \*\* Altamente Significativo; CV= Porcentaje del Coeficiente de variación; CH= Contenido de humedad (%); PMS= Peso de mil semillas (g) y PV= Peso volumétrico (Kg/HL).

**Cuadro 4.2 Resultado de la comparación de medias de las diferentes variables evaluadas en semillas de cebada AN-95 obtenida de diferentes aplicaciones de fertilizantes en Navidad, N.L., 2009.**

Tratamientos	CH	PMS	PV
1	11.7 AB	37.7 C	55.0 A
2	11.3 D	38.8 B	54.9 A
3	11.3 D	38.9 B	54.7 A
4	11.8 A	39.4 A	54.3 A
5	11.5 C	38.8 B	53.4 A
6	11.7 B	37.7 C	53.8 A

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales CH= Contenido de humedad (%); PMS= Peso de mil semillas (g) y PV= Peso volumétrico (Kg/HL).



**Figura 4.1 Respuesta del porcentaje de contenido de humedad en la semilla de cebada AN-95 producida bajo diferentes dosis de fertilización en Navidad, N.L, 2009.**

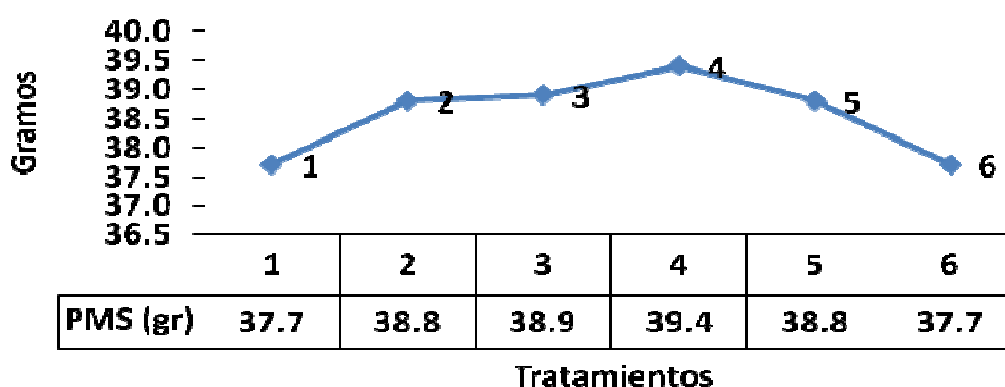
### **Peso de mil semillas (PMS)**

Con respecto a la variable peso de mil semillas (PMS) se observó que entre las repeticiones en campo hubo significancia ( $P < 0.05$ ), por otro lado los tratamientos aplicados y la interacción tratamientos por repeticiones presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), reflejando un coeficiente de variación de 1.2 % (Cuadro 4.1).

Según los datos obtenidos en la prueba de medias (Cuadro 4.2) el T4 obteniendo 39.4 g es el que mayor peso tuvo, se encuentra en el primer grupo estadístico, mostrando que la dosis 120-80-00 aporta mayor peso a la semilla por la concentración de nitrógeno; por otro lado el T3 con 38.9 g, T5 y T2 con 38.8 g se encuentran en el mismo grupo estadístico, lo que nos puede indicar que las dosis 17-80.00 y 60-80-00 tienen el mismo efecto que la dosis 180-80-00; por último el T1 y T6 con valores de 37.7 g pertenecen al mismo grupo estadístico, es decir, el testigo y la dosis más alta (240-80-00) de nitrógeno llegan a tener el mismo efecto en el peso.

En la Figura 4.2 se presenta el comportamiento para cada tratamiento y sus valores respectivos en gramos del peso de mil semillas, observando la tendencia de que a medida que aumenta la dosis aumenta el PMS, sin embargo este desciende al llegar a una dosis media alta (T5), efecto contrario a lo mencionado por Bustamante *et al.*, (1997) donde afirma que un aumento en la dosis de fertilización nitrogenada propicia la disminución del peso de mil semillas, debido a un aumento en el número de espigas y por consiguiente un aumento en el número de granos. Cabe mencionar también que el peso de mil semillas (trigo) es afectado a medida que asciende la temperatura (27 °C a 35.2 °C) durante el periodo de floración y llenado de grano (acorta el tiempo de estas etapas), esto de acuerdo con lo mencionado por Valenzuela y Martínez (1991, 1992, 1993 y 1994. INIFAP, 1995), así mismo, observaron en 1992 que a medida que aumenta el espesor de la semilla (2, 2.5 y 3 mm) el peso de mil semillas se incrementa.

De acuerdo a la Figura 4.2 podemos apreciar que entre el testigo y las aplicaciones de fertilizantes no hay mucha diferencia pero es de vital importancia mencionar que en muestreos hechos en campo (Cuadro 4.3), las dosis aplicadas sí provocaron efectos, remarcando a los tratamientos 3, 5 y 6 como superiores a las demás dosis en las variables peso de la espiga en g, peso del grano en g y peso de la espiga en Kg/ha, demostrando así que las dosis 60-80-00, 180-80-00 y 240-80-00 reflejaron valores superiores al testigo (sin fertilización).



**Figura 4.2 Respuesta del peso de mil semillas en las diferentes dosis de fertilización aplicadas en la producción de semilla de cebada AN-95, en Navidad, N.L, 2009.**

**Cuadro 4.3 Comparación de medias para las variables de campo PE, PG, y PE en Kg/ha en la aplicación de diferentes dosis de fertilización en la línea de cebada AN-95, en Navidad, NL., 2009.**

Tratamientos	PE g	PG g	PE Kg/ha
1	0.915 D	0.798 C	1880 C
2	0.948 CD	0.843 CB	2333 B
3	1.127 A	1.013 A	3133 A
4	1.025 CB	0.939 AB	2467 B
5	1.061 AB	0.960 A	2967 A
6	1.080 AB	0.977 A	3233 A
DMS	0.0954	0.1002	0.0126

PE = Peso de espigas en gramos; PG = Peso de granos en gramos; PE Kg/ha= Peso de espigas en kg/ha

### **Peso volumétrico (PV)**

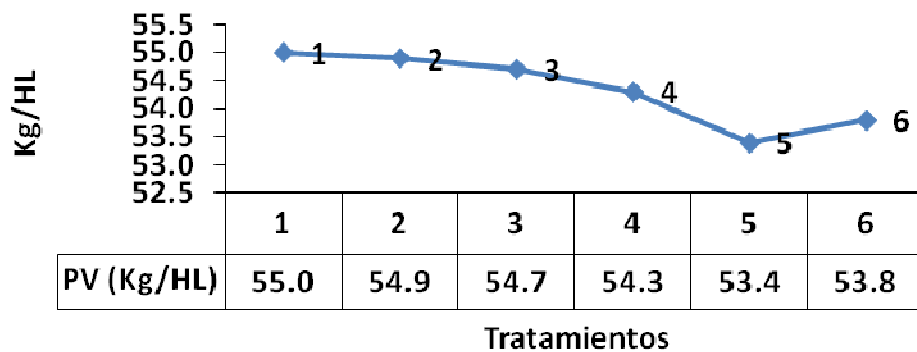
En el Cuadro 4.1 se observa que la variable peso volumétrico presentó alta significancia en las repeticiones en campo, significancia en la interacción tratamientos por repeticiones y entre tratamientos no hay significancia, esta variable presenta un coeficiente de variación de 3.7%.

A pesar de que numéricamente existen diferencias entre los tratamientos, de acuerdo a los datos obtenidos en la prueba de medias (Cuadro 4.2) se observó que estadísticamente los tratamientos fueron iguales, siendo el testigo (T1) el de mayor peso volumétrico con 55 Kg/HL en cambio la dosis 180-80-00 (T5) con un valor de 53.4 Kg/HL fue el de menor peso volumétrico, observándose de esta manera que ninguna de las dosis aplicadas superó al testigo.

Normalmente existe una relación directamente proporcional entre el contenido de humedad y el peso volumétrico de las semillas, donde a mayor CH menor PV, sin embargo cuando interviene el peso propio de la semilla dado por el PMS se dice que a mayor PMS con CH bajo el PV es alto debido a que existe mayor cantidad de semillas en un volumen determinado; en el presente trabajo se obtuvieron respuestas diferentes, donde en general las semillas producidas bajo los tratamientos obtuvieron CH bajos, sus PMS fluctuaron, en el caso particular del testigo (T1) su PMS fue bajo reflejando alto su PV, en cambio el T4 tuvo un PMS alto y su PV fue bajo posiblemente esto se pueda explicar por la concentración de proteínas presentes en el grano, causando un incremento en el peso del mismo y no en el rendimiento, coincidiendo con Ferraris y colaboradores (2008, 2009) donde mencionan que la aplicación de nitrógeno en cereales ayuda en el incremento de proteínas en el grano pero no en el rendimiento, Sin embargo también tuvo que ver el efecto del CH de la semilla en el caso del testigo (T1) para que se eleve el PV, pero no sucedió este efecto en el T4 y T6.

Cabe mencionar que en la comparación de medias de muestreos hechos en campo sobre las variables peso de la espiga en g, peso del grano en g y peso de la espiga en Kg/ha, las dosis 60-80-00, 180-80-00 y 240-80-00 fueron superiores a los demás tratamientos y en especial al testigo (Cuadro 4.3), reflejándose de esta forma que si hubo efecto del nitrógeno.

En la Figura 4.3 se presenta la respuesta de los pesos volumétricos ante la aplicación de las diferentes dosis de nitrógeno donde se observa claramente que el T5 fue el que obtuvo el menor valor.



**Figura 4.3** Respuesta del peso volumétrico en semilla de cebada AN-95, obtenida bajo diferentes dosis de fertilización en Navidad, N.L, 2009.

### Pruebas fisiológicas

#### Plántulas normales (PN)

Los resultados del análisis de varianza se muestran en el Cuadro 4.4; donde se presenta que para la variable capacidad de germinación dada por las Plántulas Normales (PN) no hubo significancia en las repeticiones en campo, lo mismo ocurrió en la interacción tratamientos por repeticiones, pero sí se encontró significancia ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos, reflejando 29.3 % de coeficiente de variación.



**Cuadro 4.4 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para las variables de pruebas fisiológicas evaluadas en la semilla de cebada AN-95 obtenida bajo diferentes dosis de fertilización en Navidad, N.L., 2009.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>PN</b>	<b>PA</b>	<b>SSG</b>	<b>LMP</b>	<b>LMR</b>	<b>PS</b>
Rep.	3	1357.1 <sup>NS</sup>	11.333 <sup>NS</sup>	1302.833*	23.025 <sup>NS</sup>	25.269 <sup>NS</sup>	28.271 <sup>NS</sup>
Trat.	5	1748.6*	69.600 <sup>NS</sup>	1147.766*	50.669**	57.891**	38.270*
Trat*Rep	15	701.8 <sup>NS</sup>	86.666 <sup>NS</sup>	604.033 <sup>NS</sup>	14.196 <sup>NS</sup>	14.318 <sup>NS</sup>	20.527 <sup>NS</sup>
Error	72	563.8	74.444	360.166	11.046	12.118	21.963
Total	95						
CV (%)		29.3	234.7	124.1	35.4	26.7	31.3

NS= No significativo; \* Significativo; \*\* Altamente significativo; CV= Porcentaje del coeficiente de variación. PN= Porcentaje de plántulas normales; PA= Porcentaje de plántulas anormales; SSG= Porcentaje de semillas sin germinar; LMP= Longitud media de plúmula (cm); LMR=Longitud media de radícula (cm) y PS= Peso seco (mg/plántula).

En lo que respecta a la comparación de medias (Cuadro 4.5), se muestra que para porcentaje de PN los tratamientos T1, T6, T5 y T4 con 92.2, 89.7, 85.2 y 81.5 % respectivamente, pertenecen al mismo grupo estadístico, observándose que el testigo (T1) numéricamente obtuvo el mayor porcentaje de plántulas normales; así mismo los T3, T4 y T5 se ubicaron en el siguiente grupo, donde el primer tratamiento de este grupo obtuvo el menor valor con 71%, es de notar que los dos últimos tratamientos también forman parte del último grupo estadístico debido a que fueron los que presentaron los menores valores seguidos por el T2 con 66 % quien fue el más bajo porcentaje de plántulas normales de todos los tratamientos como se observa en la Figura 4.4. En esta variable pareciera que la aplicación de nitrógeno no tuvo efecto, pero de acuerdo al Cuadro 4.3 en donde se compara la media de muestreos hechos en campo se refleja que las dosis 60-80-00, 180-80-00 y 240-80-00 manifestaron mejores valores en peso de la espiga en g, peso del grano en g y peso de la espiga en Kg/ha, de esta forma los

tratamientos 3, 5 y 6 superan al testigo demostrando haber ventajas en cuanto a la adición de nitrógeno.

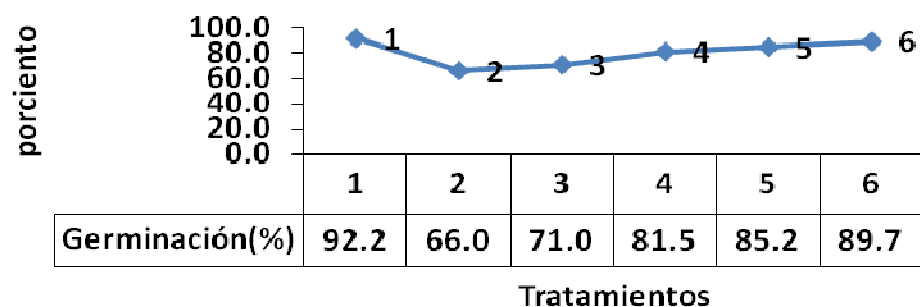
Estos resultados muestran que los tratamientos probablemente tuvieron un efecto en la germinación de la semilla, por lo que es posible que las mismas dosis de fertilización fueron las que afectaron a la emergencia, efectos similares encontraron Pietrosemoli y Mendiri. (1997) en la semilla de *Clitoria ternatea* mencionando que el nitrógeno induce una disminución de la germinación debido a que propicia una cubierta más gruesa, provocando menos permeabilidad impidiendo el intercambio de agua y gases, Glazova *et al.* (1991) señalan que hubo poca respuesta a la aplicación de N sobre la germinación de *Panicum miliaceum*, así mismo Eguiarte *et al.* (1993) reportan respuestas similares en *Cenchrus ciliaris*, señalando que los mayores porcentajes de germinación los obtuvieron en la ausencia de N.

A pesar de que la prueba de germinación tuvo un pretratamiento para romper latencia, sin embargo no sucedió de la forma esperada ya que se encontró un incremento en los porcentajes de Plántulas Anormales (PA) y principalmente en Semillas Sin Germinar (SSG), esta última es la que más resalta, evidenciando mayor latencia en algunos de los tratamientos, más adelante se describe PA y SSG.

**Cuadro 4.5 Comparación de medias de las diferentes variables de pruebas fisiológicas evaluadas en la semilla de cebada AN-95 obtenida bajo diferentes dosis de fertilización en Navidad, N.L., 2009.**

Trat.	PN	PA	SSG	LMP	LMR	PS
1	92.2A	1.3A	6.5C	11.6A	14.5A	15.8AB
2	66.0C	6.5A	27.5 A	7.2C	10.6B	13.1B
3	71.0BC	5.3A	23.8AB	7.8C	10.9B	13.9AB
4	81.5ABC	4.5A	14.0BC	8.7BC	12.8AB	13.9AB
5	85.2AB	3.5A	11.3BC	10.3AB	14.6A	16.6A
6	89.7A	1.5A	8.8C	10.9AB	14.7A	16.7A

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. PN= Porcentaje de plántulas normales; PA= Porcentaje de plántulas anormales; SSG= Porcentaje de semillas sin germinar; LMP= Longitud media de plúmula (cm); LMR=Longitud media de radícula (cm) y PS= Peso seco (mg/plántula).



**Figura 4.4. Respuesta para plántulas normales en semilla de cebada AN-95 obtenida bajo diferentes dosis de fertilización en Navidad, N.L, 2009.**

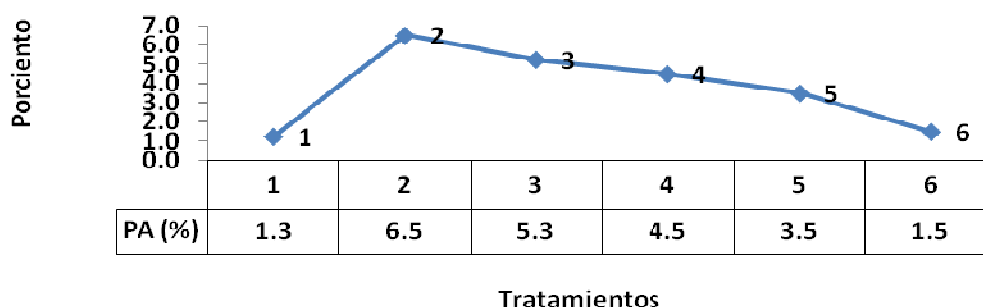
#### **Plántulas anormales (PA)**

El análisis de varianza para plántulas anormales no encontró significancia en las repeticiones, entre tratamientos y en la interacción tratamientos por repeticiones, presentando un coeficiente de variación de 234.7 % (Cuadro 4.4).

La prueba de comparación de medias indica que todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales, sin embargo numéricamente los resultados muestran que el T2 obtuvo el mayor porcentaje de plántulas anormales con 6.5 % y los T1 y T6 fueron los que presentaron menor porcentaje con 1.3 y 1.5 % respectivamente (Figura 4.5).

Es de vital importancia recalcar lo establecido por Moreno (1996), donde hace referencia que las plántulas con alguna deficiencia en el desarrollo de sus estructuras esenciales, posean plúmulas retorcidas en espiral o tienen estructuras esenciales dañadas por hongos y bacterias o simplemente que la longitud de la plántula y de su raíz fueran muy cortas serán consideradas como plántulas anormales, esta última fue la de mayor incidencia en los tratamientos que presentaron más porcentaje de PA, tal es el caso de lo observado en este estudio, ya que de acuerdo a los análisis realizados se encontraron plántulas con

cualidades similares o idénticas a lo mencionado anteriormente, sin embargo se observó un cierto efecto de las dosis de fertilización en las anomalías ya que los valores en las dosis bajas y medias fueron mayores.



**Figura 4.5 Respuesta en plántulas anormales en la semilla de cebada AN-95 obtenida bajo diferentes dosis de fertilización en Navidad, N.L, 2009.**

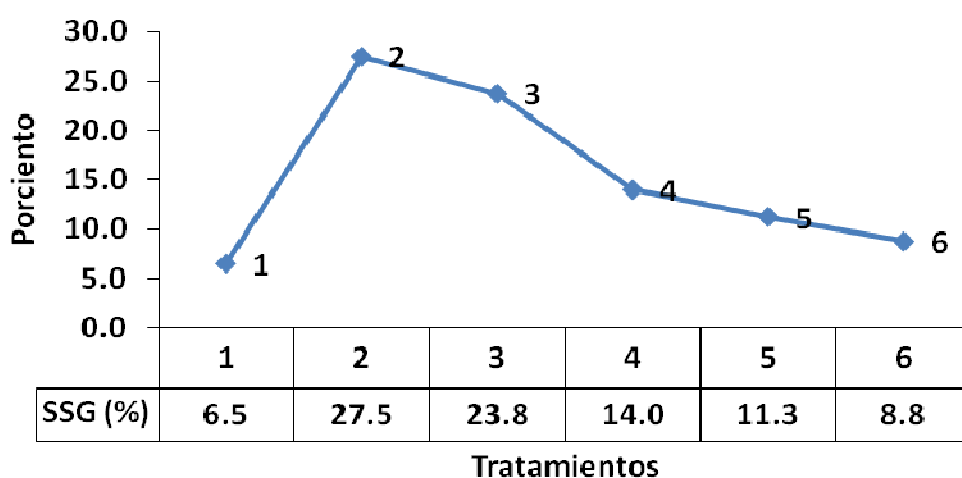
### **Semillas sin germinar (SSG)**

Se encontró significancia ( $P < 0.05$ ) en las repeticiones en campo y entre los tratamientos, no siendo así en la interacción tratamientos por repeticiones donde no presentó significancia, con un coeficiente de variación 124.1 %.

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta variable, se encontró un efecto negativo por el incremento de SSG por lo que se infiere que las horas frío aplicadas a la semilla fueron insuficientes para romper latencia en algunos de los tratamientos, causa por la que cierto porcentaje de la semilla no germinó, de esta forma se asume que se presentó latencia y no muerte de las mismas.

En la Figura 4.6 se hace referencia sobre la capacidad de germinación de la semilla de cebada, apreciándose que los T2 (27.5 %) y T3 (23.8 %) son los que mayor porcentaje presentaron y de acuerdo a la prueba de comparación de medias se ubicaron en el mismo grupo estadístico, también se observó que en el

siguiente grupo estadístico se encontraron los T4 y T5 con valores de 14 % y 11.3 % respectivamente. Por otra parte el T1 (6.5 %) y T6 (8.8 %) reflejaron un menor porcentaje de semillas sin germinar seguidos de T4 y T5 sin embargo los valores de estos últimos son mayor al 10 %, donde se ve claramente el efecto de la fertilización en la latencia de la semilla, que a pesar de que el testigo tuvo valores de latencia no fueron tan altos como en los tratamientos aplicados dosis de fertilización.



**Figura 4.6 Respuesta en SSG en la semilla de cebada AN-95 obtenida bajo diferentes dosis de fertilización en Navidad, N.L, 2009.**

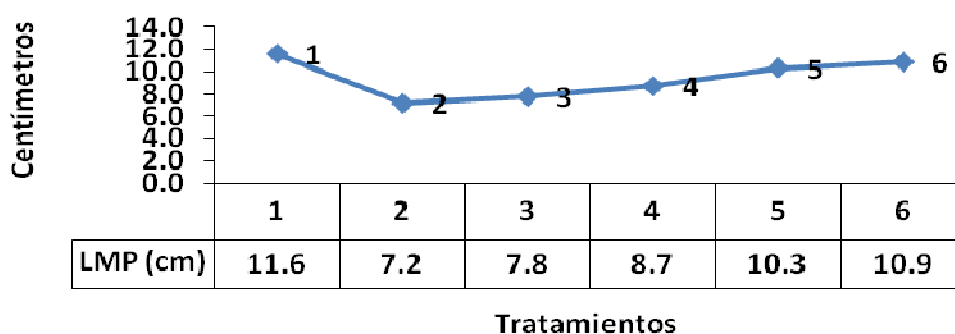
### **Vigor mediante longitud media de plúmula (LMP)**

Presentó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre tratamientos, no siendo así en las repeticiones en campo y en la interacción tratamiento por repetición en los cuales no hubo significancia. Coeficiente de variación 35.3 %.

Para esta variable se encontró que el testigo (T1), la dosis alta (T6) y la dosis media alta (T5) con los valores 11.6 cm, 10.9 cm y 10.3 cm respectivamente fueron los que mayor LMP presentaron, perteneciendo al mismo grupo estadístico, por otra parte la dosis media baja (T4) con 8.7 cm forma el siguiente

grupo estadístico seguido de T5 y el T6 quienes forman parte del mismo grupo, en el último grupo estadístico se encontraron las dosis bajas T2 y T3 las cuales fueron los valores de menor LMP con 7.2 y 7.8 cm respectivamente al igual que T4 considerado en el mismo grupo.

En la Figura 4.7 se presenta la respuesta de LMP de la semilla producida bajo diferentes dosis de fertilización, en la que se puede apreciar una distribución de los valores, similar a la Figura 4.4, ya que la LMP está en función de las plántulas normales, por lo que se puede decir que en esta parte de la investigación también se reflejó el efecto de la latencia en cada uno de los tratamientos, manifestando mayor longitud de plúmula en los mismos tratamientos que sobresalieron en la variable plántulas normales con un mayor porcentaje de germinación, siendo el testigo (sin fertilización) el de mayor LMP, por lo que se cree que las diferentes dosis de fertilización no manifestaron ningún efecto en esta variable, pero si en las variables peso de la espiga en g, peso del grano en g, y peso de la espiga en Kg/ha donde el testigo es inferior a todos los tratamientos con fertilización, siendo los de mejores valores las dosis 60-80-00 (T3), 180-80-00 (T5) y 240-80-00 (T6); ver Cuadro 4.3.



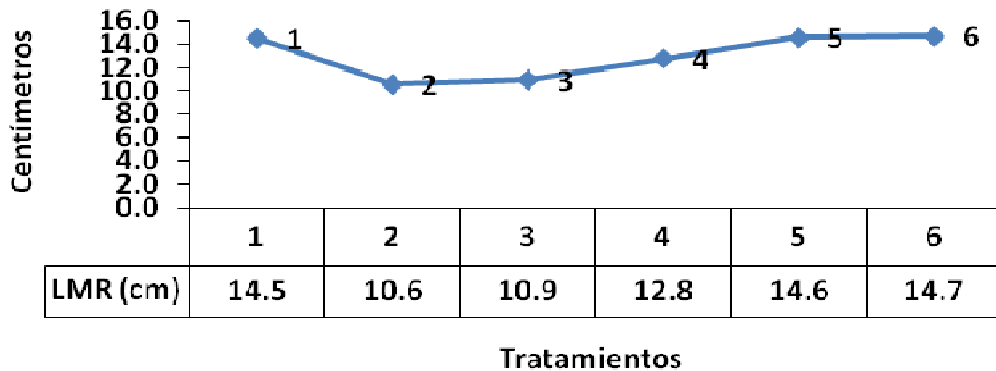
**Figura 4.7 Respuesta en LMP en semilla de cebada AN-95 obtenida bajo diferentes dosis de fertilización en Navidad, N.L, 2009.**

## **Vigor mediante longitud media de radícula (LMR)**

Para LMR se observó alta significancia ( $P < 0.01$ ) tanto entre los tratamientos como en las repeticiones en campo, en cuanto a la interacción tratamiento por repetición no se encontró significancia. Coeficiente de variación 26.7 %.

Con base a los resultados obtenidos se establece que el T6 con 14.7 cm y T5 con 14.6 cm son los que mayor longitud de radícula obtuvieron, en este aspecto de la investigación se contempla que en las dosis 180-80-0 y 240-80-00 se propició un mayor desarrollo radicular, alcanzado un valor igual o mayor (0.1 a 0.2 cm) al del testigo, observándose de esta forma el efecto de la fertilización, en contraste con LMP, el T1 superó a los T6 y T5 con una diferencia de 0.7 a 1.3 cm, por otra parte el T2 con 10.6 cm resultó ser el de menor longitud radicular, el cual conservó la misma posesión como en LMP, por otro lado es importante mencionar que en muestreos realizados en campo y de acuerdo a su respectiva comparación de medias (Cuadro 4.3) en las variables peso de la espiga, peso del grano todas las dosis superaron al testigo, pero en especial los tratamientos 3, 5 y 6 que obtuvieron los mejores valores.

De la misma manera que la latencia afectó a las variables anteriores, también afectó los resultados de este apartado de la investigación, debido a que hubo un crecimiento más lento de plúmula y radícula en las dosis bajas en comparación con las dosis más altas y el testigo, de acuerdo a la comparación de medias los T1, T4 T5 y T6, forman un mismo grupo estadístico, de igual manera los T2, T3 y T4 se ubican dentro de otro grupo estadístico, lo mencionado anteriormente se representa en la Figura 4.8.



**Figura 4.8 Respuesta en LMR en semilla de cebada AN-95 obtenida bajo diferentes dosis de fertilización en Navidad, N.L, 2009.**

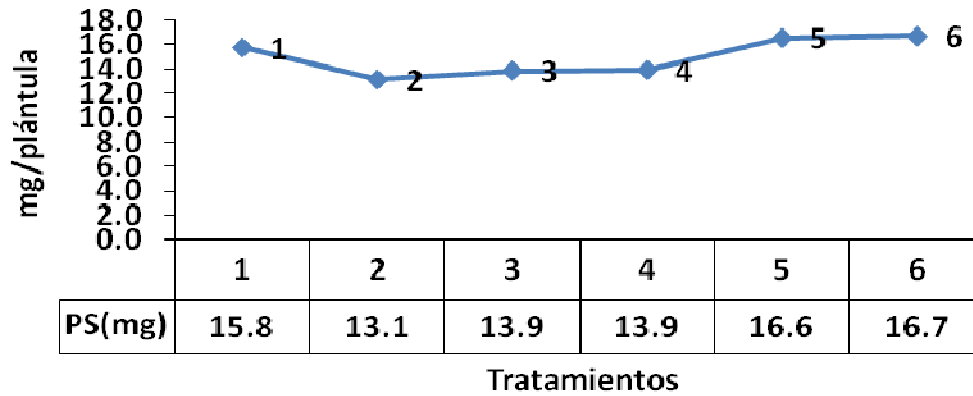
#### **Vigor mediante la tasa de crecimiento plántula (Peso seco: PS)**

Para el peso seco según los resultados obtenidos del análisis de varianza (Cuadro 4.4) se encontró significancia entre los tratamientos, no siendo así en las repeticiones en campo y en la interacción tratamientos por repeticiones los cuales no reflejaron significancia. Coeficiente de variación 31.2 %.

Los resultados referidos a esta variable mostraron que el T6 con 16.7 mg y T5 con 16.6 mg/plántula fueron los de mayor peso seco, en la cual se pudo apreciar el efecto de las dosis 180-80-0 y 240-80-0, demostrando que las dosis más altas de nitrógeno numéricamente propician un incremento en el peso seco de la plántula en comparación con el testigo y las dosis restantes, los cuales manifestaron un valor menor con una diferencia de 0.8 hasta 3.6 cm con respecto a los valores de los tratamientos 5 y 6 pero de acuerdo a la prueba de medias (Cuadro 4.5) los tratamientos 1, 3, 4, 5 y 6 son iguales estadísticamente conformando el mismo grupo, en el segundo grupo están los Tratamientos 1, 2, 3 y 4, por su parte el T2 resultó ser el de menor peso mostrando un valor de 13.1 mg. Cabe señalar también que las diferentes dosis propiciaron efectos favorables en el peso de la espiga (en gramos y Kg/ha) y peso del grano, siendo inferior el



testigo a los demás tratamientos pero principalmente a las dosis 60-80-00 (T3), 180-80-00 (T5) y 240-80-00 (T6) que fueron los que reflejaron mayor respuesta a la fertilización. A continuación en la Figura 4.9 se presenta el peso seco de plántula por tratamiento.



**Figura 4.9 Respuesta del peso seco en semilla de cebada AN-95 obtenida bajo diferentes dosis de fertilización en Navidad, N.L, 2009.**

## CONCLUSIONES

Con base al objetivo planteado y los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye:

- La aplicación de diferentes dosis de fertilización en la producción de semilla de cebada con características de stay-green en la variedad AN-95 no afectó la calidad física en el porcentaje de contenido de humedad, pero en el peso de mil semillas hubo la tendencia a aumentar el valor conforme aumentó la dosis de fertilización.
- Los tratamientos probados no superaron al testigo en la prueba de peso volumétrico, sugiriendo que a mayor dosis de nitrógeno menor peso volumétrico, sin embargo, al no contar con la información de producción no se puede aseverar.
- La aplicación de diferentes unidades de nitrógeno en la producción de semilla de cebada provocó un efecto negativo en la respuesta de plántulas anormales y semillas sin germinar en la prueba de germinación, existiendo la tendencia a incrementar el valor de plántulas normales, longitudes medias de radícula y plúmula y peso seco conforme se incrementó el nitrógeno.

## BIBLIOGRAFIA

- Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA), Revista claridades No.13, "La cebada en la agricultura nacional", 1994.
- Association of Oficial Seed Analysts (AOSA) 1992. Seedling evaluation handbook. Contribution No. 35. The Handbook of Oficial Seed. United States of America. 76-80 p.
- Association of Oficial Seed Analysts (AOSA) 1993. Seed vigor testing handbook. Contribution No. 35. The Handbook of Oficial Seed. United States of America. 88 p.
- Bishaw Z, Niane AA, Gan Y. 2007. Quality seed production. En Yadav SS, McNeil DL, Stevenson, PC (Eds.) *Lentil. an ancient crop for modern times*. Springer. Holanda. pp. 349-383.
- Bustamante, G. L. 1982. Semillas: control y evaluación de su calidad. Memorias del curso de actualización sobre tecnología de semillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y Asociación Mexicana de Semilleros, A.C México. pp. 99-106.
- Bustamante, J., Allés A., Espadas M., Muñoz J. 1997. Densidad de siembra en cebadas de ciclo corto. CCEA: Centro de Capacitación y Experiencias Agrarias de Mahón (Menorca). Información Técnica.

- 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.
- Copeland, P. J. and R. K. Crookston. 1985. Visible indicators of physiological maturity in barley. *Crop Sci.* 25 (5):843-847.USA.
- Delouche, J. C. 1974. Maintaining soybean seed quality. In: Soybean, production, marketing and use: NFDC, TVA, Muscle Shoals, Alabama, Bul. 69: p. 46-62.
- Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. 2009. Monografía Cebada.
- Eguiarte, V; S. González y J. Eguiarte-Sánchez. 1993. Avances en las investigaciones del buffel biloela en la región del Pacífico. I. Producción de semilla y forraje. *Pastos y Forrajes.* 16(3):227-236.
- Fernández, S. J. 1985. Glosario de términos usados en semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali. Colombia. 11pag.
- Ferraris, N. G., Pablo Prystupa, F.H. Gutierrez Boem, L. Couretot. 2008. Fertilización en cebada cervecera. Pautas de manejo para la obtención de altos rendimientos con calidad. Proyecto Regional Agrícola, Desarrollo Rural Inta Pergamino.
- Ferraris, N. G. 2009. Fertilización nitrogenada de trigo y otros cereales de invierno. Criterios de manejo para incrementar su eficiencia. Proyecto Regional Agrícola, Desarrollo Rural Inta Pergamino.
- Fundación Guanajuato Produce. Plan Estratégico de Investigación y Transferencia de Tecnología. 2004.

- García, M. M. J. 2008. El mercado de la cebada en el mundo. Ing. Técnico Agrícola. Información Técnica.
- Guía técnica para producir semilla de cebada maltera, 2008, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Glazova, Z; A. Tsukanov y Y. Anisimov. 1991. Seed yield and sowing quality of Proso cv Bystroe at various sowing rates and fertilizer doses. Seleksiya y Semonovodstvo Moskua. 6:54-55.
- Hernández, S.A. 1987. Introducción al mejoramiento genético de los cereales de grano pequeño. SARH-INIFAP. México.
- International Seed Testing Association. (ISTA) 2004. International rules for seed testing. P.O. BOX 308, 8303 Basserdorf, CH-Switzerland. Chapter 8.
- Lazzari, M., Landriscini, M., cantamutto, Miglierina, A., Rosell, R., Femöckel, Echagüe, M., 2001. Absorción de nitrógeno por cebada cervecera en dos suelos del sur bonaerense, argentina. LAHBIS – Dto. de Agronomía – Universidad Nacional del Sur – 8000 Bahía Blanca – Argentina. Información Técnica.
- 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.
- Loewy, T. 2005. Fraccionamiento del nitrógeno y fertilización foliar en trigo. E E A INTA Bordenave. 8189 Bordenave.
- Lord, E., Vaughan J. 1987. Optimising nitrogen applications for the production of malting barley. Aspects of Applied Biology 15. Cereal Quality, 319-335.

- 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.
- Moreno M .E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas, 3° Ed. UNAM. Mexico. P 113 - 119.
- Olmos, B. G.1995. el cultivo de la cebada maltera de temporal. Impulsora Agrícola S.A de C.V. Editorial Arcasa S.A de C.V México. 42p.
- Perdomo. C, Hoffman. E, Pons.C, Pastorini.M. 1999. Fertilización nitrogenada en cebada cervecera, Boletín informativo.
- Perry, D. A. 1987.Introduction, methodology and application of vigour tests; growth and evaluation tests; topographical tetrazolium tests. Ista. Handbook of vigour tests methods. 2a edicion, zurci, Switzerland, p 72.
- Pietrosemoli. S., Mendiri. J. 1997. Efecto de la fertilización con nitrógeno y fósforo sobre la calidad de semilla de *Clitoria ternatea* L. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 5(Supl. 1): 30-32.
- Poehlman, J. M. 1981. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa, México.
- Popinigis, F. 1985. Fisiología da semente. 2a. ed. Brasil. 269 p.
- Prystupa, P., Ferraris G., R. Bergh, T. Loewy, L. Ventimiglia y F.H. Gutierrez Boem. 2008. Fertilización de cebada cervecera cv. Scarlett: IV. Modelo de respuesta del contenido proteico a la fertilización nitrogenada. En: XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. San Luis. (CD Rom).
- Thomson, J. R. 1979. An introduction to seed technology. Thomson Litho Ltd. East Kilbride, Scotland. Great Britain. pp 1-15.

- Valenzuela, PA, Martínez, B. y Medina V. A. 1995. Producción de semilla de trigo en el valle de Mexicali y San Luis Río Colorado, Sonora. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CEMEXI, CIR-NOROESTE.

#### **Direcciones en internet**

- [www.abcagro.com/herbaceos/cereales/cebada.asp](http://www.abcagro.com/herbaceos/cereales/cebada.asp).