

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



PRODUCCIÓN DE SEMILLAS Y MATERIA SECA DE CEBADA STAY-GREEN,
CON DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACIÓN Y COSECHADA EN
DIFERENTES ETAPAS.

Tesis

Que presenta GABRIEL SÁNCHEZ CRUZ

Como requisito parcial para obtener el Grado de:

MAESTRO EN TECNOLOGÍA

DE GRANOS Y SEMILLAS

Saltillo, Coahuila

Diciembre de 2015

PRODUCCIÓN DE SEMILLAS Y MATERIA SECA DE CEBADA STAY-GREEN,
CON DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACIÓN Y COSECHADA EN
DIFERENTES ETAPAS

Tesis

Elaborada por GABRIEL SÁNCHEZ CRUZ como requisito parcial, para obtener
el grado de MAESTRO EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS con la
supervisión y aprobación del Comité y Asesoría

MP. Ma. Alejandra Torres Tapia
Asesor principal

Dr. Víctor Manuel Zamora Villa
Asesor

M.A. Federico Facio Parra
Asesor

M.C. Modesto Colín Rico
Asesor

Dr. Alberto Sandoval Rangel
Subdirector de Postgrado
UAAAN

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme brindado nuevamente la oportunidad de culminar otra fase de mi formación profesional y cumplir con mis metas propuestas.

Al Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas y al todo personal académico por brindarme todas las facilidades para culminar con mi formación profesional.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico otorgado durante el proceso de mi formación académica.

Muy especialmente por su paciencia, respeto y admiración A la M.P. Ma. Alejandra Torres Tapia, por su apoyo y asesoría e interés brindado para la culminación 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.

Al M.C. Modesto Colín Rico, Por su gran apoyo en la realización del presente en la revisión, corrección y sugerencias para lograr la aceptación del trabajo.

Al M.A. Federico Facio Parra, Por su interés y colaboración en la revisión de este trabajo de investigación.

Al Dr. Sergio Dávila Cabello, por su amistad brindada y motivación en el desarrollo de la presente investigación, pero sobre todo por los conocimientos proporcionados durante mi formación profesional.

A todas las personas y compañeros de la maestría que de una alguna u otra forma contribuyeron en la realización y culminación de la presente investigación.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a DIOS, por permitirme estar aquí y lograr culminar mis estudios, sobre todo por estar presente en mi vida, porque por tu gracia somos lo que somos hoy, caminar bajo tu voluntad, tus mandamientos, es lo más hermoso que a todo ser humano le da un sentido a su vida, por todo lo que representas en mi vida mil gracias.

Con mucho amor a mi esposa Rosa Espinosa Hernández como una pequeña muestra de gratitud, por su paciencia, comprensión, respeto y motivación hacia mi persona; a mis hijas Yeretzi Eileen y Nimsi Belén, a quien espero sirva de estímulo para que dediquen su mayor esfuerzo y aspiren a una vida mejor para ellos Por lo anterior y por todo lo que representa su presencia en mi vida.

A mis padres Efraín Sánchez Quintana y Esperanza Cruz Marín, ya que gracias a su esfuerzo, amor y comprensión he logrado ser lo que ahora soy cumplir mis metas propuestas y que lograra culminar otra etapa más en mi vida, y por los consejos que me han inculcado para ser un hombre de bien, por todo lo que han hecho de mi vida muchas gracias.

A todos mis hermanos y hermanas, quienes siempre han sido motivo de superación, un ejemplo a seguir, quienes siempre han luchado por conseguir sus metas y por todos sus consejos que de alguna de otra manera influyeron para que culminara otra etapa más de formación profesional en mi vida, a todos ellos muchas gracias.

Compendio

PRODUCCIÓN DE SEMILLAS Y MATERIA SECA DE CEBADA STAY-GREEN,
CON DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACIÓN Y COSECHADA EN
DIFERENTES ETAPAS

POR:

GABRIEL SÁNCHEZ CRUZ

MAESTRO EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

MP. MARÍA ALEJANDRA TORRES TAPIA – ASESOR –

Palabras clave: Semilla de cebada, producción materia seca, dosis de fertilización, calidad física, fisiológica.

La presente investigación fue realizada con el objetivo de determinar el efecto de diferentes dosis de fertilización nitrogenada en la producción de semilla y materia seca de cebada forrajera imberbe, mediante rendimiento, calidad física y fisiológica de semilla, evaluando en diferentes tiempos de cosecha, con la finalidad de determinar el tiempo óptimo para su cosecha de la línea de cebada Narro-95 generada en el programa de Cereales del Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. La evaluación se desarrolló en dos etapas: campo, en la región agrícola de Navidad N. L. comprendiendo preparación del terreno hasta la cosecha, sembrando a 120 kg/ha, aplicando seis tratamientos a diferentes dosis de fertilización nitrogenada T0 (testigo sin fertilización), T1 (17- 80-0), T2 (60-80-0) con dosis bajas, T3 (120-80-0), T4 (180-80-0) dosis medias, T5 (240-80-0) dosis alta, con cuatro repeticiones cada uno, utilizando MAP (Fosfato mono amónico, con 11 unidades de nitrógeno -52 de fósforo -00 de potasio) y sulfato de amonio (con 20.5 de nitrógeno -00 de fósforo -00 de potasio), la aplicación se dio al momento de la siembra y un mes después. La etapa laboratorio, se llevó a cabo en el Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS). Las variables agronómicas evaluadas fueron: Altura de Planta (AP), Número de Tallos (NT), Peso de Espigas en gramos (PEg), Longitud de Espigas (LE), Número de Espiguillas (NE), Número de Semillas (NS), Peso de Semillas en gramos (PSg), así como el rendimiento de materia seca mediante Peso de Espigas, hojas y Tallos en kg/ha (PEKg, PH. PTKg); y las variables físicas y fisiológicas fueron: Contenido de Humedad (CH), Peso Volumétrico (PV), Peso de Mil Semillas (PMS), Viabilidad, Capacidad de Germinación, Longitud Media de Plúmula (LMP) , Longitud Media de Radícula (LMR), Peso Seco de Plántula (PSP). Se utilizó un diseño de parcelas divididas, en las variables de campo, en bloque al azar; en laboratorio con un completamente al azar, considerando la

parcela grande los muestreos y parcela chica los tratamientos, además de comparar las medias con la prueba de DMS $P \leq 0.05$.

Con base al comportamiento del material genético evaluado en cuanto a su capacidad de rendimiento de materia seca, el efecto de la aplicación de diferentes dosis de fertilización nitrogenada favoreció el incremento de la biomasa de la línea forrajera Imberbe Narro-95, provocando un máximo a los 84 y 91 días de desarrollo del cultivo. En este estudio la dosis 60-80-0 proporcionó el mayor peso de semillas a los 119 días de desarrollo del cultivo. La aplicación de fertilización nitrogenada no afectó el CH, mientras que el PV y PMS a una dosis baja T1 (17-80-0) se obtienen mayores valores de 54.57Kg/HL y 40.26g respectivamente siendo mayor el PV a los 112, 119 y 126 días de cosecha., mientras que el PMS aumenta cuando se tiene menor CH en la semilla.

Con respecto a la calidad fisiológica, se obtienen valores altos de Viabilidad a dosis de fertilización baja T2 (60-80-0), alcanzando su máximo valor de 91.33% a los 126 días de cosecha., mientras que en Capacidad de Germinación obtiene su mayor valor con 92.05% a los 119 días de desarrollo, con dosis de fertilización media T4 (180-80-0). En vigor de la semilla, la dosis de fertilización media (180-80-0) tienen efectos positivos en LMP y LMR a los 119 días a cosecha con un valor de 11.43 cm y 13.82cm; mientras que para PSP requiere dosis bajas (60-80-0) para los 112 días de crecimiento para obtener mayor peso en las plántulas, expresando su valor más alto de 18.66 mg/plántula.

En lo que respecta al tiempo óptimo de cosecha para la semilla de cebada forrajera Narro-95 se ubica entre los 119 a 126 días de desarrollo de la planta garantizando la mayor calidad física y fisiológica, considerando una dosis fertilización nitrogenada baja de (60-80-0), y media de (180-80-0).

Abstract

SEED PRODUCTION AND DRY MATTER OF STAY-GREEN BARLEY, WITH
DIFFERENT FERTILIZATION AND HARVESTED AT DIFFERENT STAGES.

BY

GABRIEL SANCHEZ CRUZ

MS. SEED AND GRAIN TECHNOLOGY

UAAAN, DECEMBER OF 2015

MP. MARIA ALEJANDRA TORRES TAPIA - ADVISOR –

Keywords: barley seed, dry matter production, fertilization, physical quality, physiological.

This research was conducted in order to determine the effect of different doses of nitrogen fertilization on seed production and dry matter of beardless feed barley, through performance, physical and physiological seed quality, evaluating different harvest times, in order to determine the optimum time for harvesting barley line Narro-95 generated in the program Cereal Breeding Department of the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. The evaluation was conducted in two stages: field in the agricultural region Navidad NL, comprising land preparation to harvesting, sowing at 120 kg / ha, applying six treatments at different doses of nitrogen fertilization T0 (control without fertilization), T1 (17-80-0), T2 (60-80-0) at doses low T3 (120-80-0), T4 (180-80-0) average doses, T5 (240-80-0) high dose, with four replications each, using MAP (monoammonium phosphate with 11 -52 -00 units of nitrogen, phosphorus and potassium, respectively) and ammonium sulfate (with nitrogen 20.5- 00 -00 phosphorus potassium), the application was given to at planting and month later. The laboratory stage, held at the Center for Training and Development of Seed Technology (CCDTS). Agronomic variables evaluated were: plant height (AP), number of stems (NT), Spikes in grams (PEG), length of ears (LE), number of spikelets (NE), number of seeds (NS) Seed weight in grams (PSG), and the dry matter yield by weight of ears, leaves and stems in kg / ha (PEKG, PH, PTKg); and other physical and physiological variables evaluated were: moisture content (CH), volumetric weight (PV), thousand seed weight (PMS), viability, germination capacity , Plumule Average Length (LMP), Media radicle length (MRL) , Seedling Dry Weight (PSP). A Split plot in a randomized complete block design arrangement was used for the field variables analysis; for laboratory variables analysis a split plot with randomized complete design arrangement was used, in both cases considering sampling as main plot and treatments as small plot, comparing means with LSD test at $P \leq 0.05$.

Based on the behavior of genetic material evaluated for its ability to dry matter yield, the effect of applying different rates of nitrogen favored the increase in biomass of forage beardless line Narro-95, leading up to the 84 and 91 days of crop development. In this study the dose 60-80-0 provided the greater weight of seeds to 119 days of crop development. The application of nitrogen fertilization does not affect CH, while the PV and PMS at a low dose T1 (17-80-0) values greater than 54.57Kg / HL and, 40.26g respectively being larger PV to 112.119 and 126 harvest days. while the PMS increases when the seed has low CH.

With respect to the physiological quality, high values are obtained viability low dose fertilization T2 (60-80-0), reaching a maximum value of 91.33% at 126 days of harvest., Whereas their germination capacity obtained greater value with 92.05% at 119 days of development, with average dose of T4 fertilization (180-80-0). In seed vigour, medium dose fertilization (180-80-0) have positive effects and LMR ,LMP 119 days to harvest with a value of 11.43 cm and 13.82cm; while low doses required for PSP (60-80-0) for the 112 days of growth for more weight in seedlings, expressing its highest value of 18.66 mg / seedling.

With regard to the optimal harvest time for avanless seed Narro-95 is determinated between 119-126 days of plant development ensuring greater physical and physiological quality, considering a low dose of nitrogen fertilization (60- 80-0), and average (180-80-0).

Índice General

Agradecimientos.....	iii
Dedicatoria.....	v
Compendio.....	vi
Abstract.....	ix
Índice General.....	xii
Lista de cuadros	xvi
Lista de figuras.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Cultivo de cebada.....	4
Importancia a nivel mundial	4
Importancia a nivel nacional	5
Descripción botánica	7
Descripción morfológica breve	8
Características agronómicas relacionadas con el rendimiento.....	9
Especies cultivadas con características de stay-green	11
Efecto de la fertilización en forraje y semilla.....	11
Calidad de la Semilla	13
Madurez fisiológica y etapa de cosecha.....	16
MATERIALES Y MÉTODOS	17
Ubicación.....	17
Material genético	18
Metodología.....	18
Variables evaluadas	21
Diseño experimental.....	25

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
Variables de campo	28
Variables de laboratorio.....	38
CONCLUSIONES.....	49
RESUMEN.....	51
REFERENCIAS	54

Lista de cuadros

	Página
Número	
2.1 Producción de cebada por país. Campañas 2005/2006 a 2008/2009 en millones de toneladas.....	5
2.2 Volumen de producción anual de cebada (millones de toneladas).	6
3.1 Proporciones de las dosis calculadas de fertilización correspondientes a cada tratamiento en cebada forrajera Narro- 95.	20
3.2. Fechas de muestreos y cosecha de cebada forrajera Narro- 95 del estudio.	21
4.1 Cuadrados medios, significancia, y prueba de comparación de medias en las variables estudiadas (Altura de Planta, Número de Tallos, Peso de Espigas), en la cosecha final de la planta de cebada forrajera.	29
4.2 Cuadrados medios, significancia, y prueba de comparación de medias en las variables estudiadas (Longitud de Espigas, Número de Espiguillas, Número de Semillas) en la cosecha final de la planta de cebada forrajera.....	32
4.3 Cuadrados medios, significancia, y prueba de comparación de medias en las variables estudiadas en cebada forrajera	35
4.4 Cuadrados medios, significancia y prueba de comparación de medias en las variables estudiadas (Peso Volumétrico, Peso de Mil Semillas) en la cosecha final en semilla de cebada forrajera en condiciones de laboratorio.....	40

4.5	Cuadrados medios, significancia y prueba de comparación de medias en las variables estudiadas (Contenido de Humedad) a partir del quinto muestreo en la cosecha final en semilla de cebada forrajera en condiciones de laboratorio.....	42
4.6	Cuadrados medios, significancia y prueba de comparación de medias en las variables estudiadas (Viabilidad) considerando los siete muestreos en semilla de cebada forrajera en condiciones de laboratorio.....	43
4.7	Cuadrados medios, significancia y pruebas de comparación de medias en las variables estudiadas. (Capacidad de Germinación, Longitud Media de Plúmula, Longitud Media de Radícula, Peso Seco de Plántula) a partir del quinto muestreo, en semilla de cebada forrajera en condiciones de laboratorio	46

Lista de figuras

Número		Página
4.1	Comportamiento de los rendimientos de materia seca (kg/ha) de las fracciones evaluadas en cebada forrajera Narro-95, en los seis muestreos.....	36
4.2	Comportamiento de los rendimientos de materia seca (kg/ha) en fracciones de cebada forrajera Narro-95 aplicando seis tratamientos con diferentes dosis de fertilización.....	38
4.3	Comportamiento de la Interacción entre muestreos y tratamientos en la variable viabilidad.....	44

INTRODUCCIÓN

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 e incluso ha sido utilizado en la panificación antes que el trigo, además de tener ventajas sobre otros cereales del mismo ciclo por ser vigoroso, 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 menor tiempo y costo en comparación con otros; ofrece buena calidad forrajera (Colín, 2007).

Los sistemas de producción son de acuerdo a la finalidad del cultivo, ya para uso forrajero, industrialización de alimentos y bebidas (Licon, 2006). Los métodos de establecimiento (monocultivo o asociación), fecha y densidad de siembra, dosis fertilización, fecha de cosecha, distribución y conservación del forraje entre otros, dependen directamente de los costos de producción, precio del grano en el mercado, aunados a los riesgos del cultivo según el ambiente de producción (Diez, 2005; Ríos *et al.*, 2006; Arias, 1995). Todo cultivo necesita de una buena y adecuada nutrición, ya que en base a ésta se podrán obtener rendimientos aceptables, una buena calidad de semilla.

La fertilización nitrogenada es una herramienta que permite alcanzar estos rendimientos e incrementar su contenido proteico en el grano (Prystupa *et al.*, 2008). Ferraris y Couretot (2006), mencionan que el nitrógeno (N) es considerado el nutriente más importante en la producción de cereales debido a las cantidades requeridas y a la frecuencia con que se observan deficiencias en el suelo. Sin embargo en aplicaciones tardías solo aumenta el nivel de proteína (Ferraris *et al.*, 2008), se ha dado que existe una disminución del peso de los granos y un aumento en contenido proteico cuando existe un exceso de nitrógeno (Lord *et al.*, 1987), mientras que con aumentos significativos en las concentraciones proporcionan un incremento del rendimiento. La fertilización 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).

Las variedades que actualmente se utilizan en el norte de México, fueron generadas y desarrolladas en el Bajío Mexicano en condiciones de suelo y agua consideradas de alto potencial productivo, de tal manera que al establecerlas en el norte su comportamiento es muy diferente al de aquellas áreas (Colín, 2007). El programa de Cereales del Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ha desarrollado algunas líneas de importancia económica que pueden competir con las variedades del actual mercado, por presentar mejores características de adaptabilidad y rendimiento, además de tener cualidades de stay-green (estado verde) permanecen verdes por un tiempo más prolongado y sin barba teniendo mayor aceptación en el ganado (Colín, 2007); sin embargo dentro del programa de producción de semilla de estas líneas, no se ha determinado con precisión el punto de madurez fisiológica y por ende el punto óptimo de cosecha, como es en el caso de la línea Narro-95 usada en el presente estudio, tampoco se cuenta con información de la dosis óptima de fertilización nitrogenada para esta línea.

Por esta razón se plantea evaluar la producción de semilla y forraje en diferentes etapas fenológicas del cultivo, aplicando diferentes dosis de fertilización para verificar el mantenimiento de la característica stay-green de la línea. Con base en lo anterior la presente investigación tiene como:

Objetivos

- Determinar el efecto de diferentes dosis de fertilización nitrogenada en la producción de semilla y materia seca de cebada forrajera imberbe Narro-95 mediante rendimiento, calidad física y fisiológica.
- Evaluar diferentes tiempos de cosecha en la producción de semilla de cebada forrajera imberbe Narro-95, a través de pruebas físicas y fisiológicas con la finalidad de determinar el tiempo óptimo de cosecha.

Hipótesis

- De las diferentes dosis de fertilización aplicadas en el estudio, al menos una reflejará mayor rendimiento de materia seca y mejor calidad física y fisiológica en la producción de semilla de la cebada forrajera imberbe estudiada.
- Al menos uno de los diferentes tiempos de cosecha evaluados en la producción de semilla de cebada obtendrá mayor calidad física y fisiológica, determinando el tiempo óptimo de cosecha para el genotipo estudiado.

REVISIÓN DE LITERATURA

Cultivo de cebada

Robles (1986), menciona que la cebada es uno de los cereales que se ha cultivado desde tiempos primitivos incluso antes que el trigo, y que tiene dos orígenes, Etiopía, África del Norte donde provienen muchas de las variedades de grano cubierto con barbas largas, mientras que del otro centro China, Japón y el Tíbet se tienen variedades desnudas con barbas cortas o sin barbas. Por su parte Poehlman (1981), recalca que los dos centros de origen corresponden a Etiopía y África del Norte.

Importancia a nivel mundial

La producción mundial de cebada ha tenido un aumento notable donde destacan los principales países productores como: La Unión Europea, Rusia, Canadá, Australia, Ucrania, con un aumento más notable de la producción, mientras que la producción disminuye en EEUU (García, 2008). En el siguiente Cuadro 2.1 se desglosa la producción de este cultivo en los años comprendidos del 2005 al 2009.

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

	2005/06	2006/07	2007/08 (estimaciones)	2008/09 (previsiones)
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
Total	139.0	138.5	135.5	148.6

Fuente: CIC, elaboró García, 2008.

Importancia a nivel nacional

Hernández (1987), menciona que pocos cultivos tienen la importancia social de la cebada, ya que 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. Considerando 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.

Por su parte, la Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial (2009). Menciona que este cultivo se orienta básicamente a la elaboración de malta para la producción de cerveza, donde se derivan también una infinidad de subproductos tales como: alimento para animales, productos químicos y productos solubles agregables a alimentos balanceados para

ganado y aves de corral, la fabricación de productos alcohólicos destilados como el whisky, jarabes, en sustitutos de café y algunos alimentos a base de cereales.

En México, aproximadamente 70 % de la cebada producida se destina a la industria maltera y el restante 30 % a la alimentación de ganado. La cebada es el quinto cultivo en orden de importancia en el mundo, después del trigo, maíz, frijol y avena. En México la producción se encuentra concentrada en cuatro estados: Guanajuato (30.8 %), Hidalgo (30.4 %), Tlaxcala (11.3 %) y el Estado de México (7.9 %). Los estados de Tlaxcala y Estado de México representan, el 19.2 % de la producción nacional, con un volumen de 90,094 y 62,706 toneladas, respectivamente. Durante el período 2002-2008, Tlaxcala presentó altibajos en su producción, ubicando la tasa media anual de crecimiento (TMAC) en 7.5 %, mientras el Estado de México presenta la TMAC más alta nacional con 16.3% (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2 Volumen de producción anual de cebada (millones de toneladas).

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	TMAC
Nacional	0.7	1.1	0.9	0.8	0.9	0.7	0.8	1.3
Guanajuato	0.3	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	- 4.5
Hidalgo	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	8.0
Tlaxcala	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	7.5
Edo de Mex	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	16.3

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). TMAC. Tasa media anual de crecimiento.

Descripción botánica

Clasificación taxonómica

Méndez (2004) cita la siguiente clasificación taxonómica para la cebada

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

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 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 (Zúñiga, 1987).

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 (Warren y Martín, 1970; Zúñiga, 1987; 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 (Warren y Martín, 1970; Zúñiga, 1987; Méndez, 2004).

Grano

Parte de un fruto denominado cariósipide, 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).

Características agronómicas relacionadas con el rendimiento

El rendimiento depende de muchas características, tales como son la capacidad de amacollamiento, el desarrollo radicular, y la formación potencial de semillas (Rojas, 1977).

Por otro lado Convento (1978) complementa al respecto sobre la importancia de diferentes factores característicos de la planta que influyen en el rendimiento, de los cuales se presentan a continuación:

- **Altura de la planta:** es el factor más importante para determinar la respuesta al nitrógeno. Establece también que se ha encontrado una estrecha asociación entre la altura de la planta y otras características tales como las hojas erectas y relación paja-grano.
- **Características de la hoja:** la principal es la posición erecta de la hoja. El ángulo de la hoja con respecto al tallo está estrechamente correlacionado con la respuesta al nitrógeno en arroz, cebada y trigo.
- **Capacidad de amacollamiento:** está dividido en dos aspectos: en relación con el espacio que ocupan los tallos y el relacionado con la capacidad

para producirlos, los tallos de una misma planta pueden estar juntos (tipo cerrado) o dispersos (tipo abierto), considerando al primero como el más deseable para obtener altos rendimientos.

- Espiga: la relación paja-grano (índice de cosecha), es otro criterio importante en la selección de variedades para alto rendimiento. Existe una gran variación respecto a este factor entre las variedades de arroz, trigo, cebada, maíz y otros, ya que este factor influye en los niveles de nitrógeno, espaciamiento entre plantas, medio ambiente y en cierto grado de diferencia varietal.

La cebada cuando se encuentra bajo condiciones normales de crecimiento, y produce alto rendimiento y buen peso por unidad de volumen, es satisfactoria para su uso como forraje (Poehlman, 1981).

Por su parte Zúñiga (1987), menciona es importante considerar que las cebadas de dos hileras presentan características forrajeras superiores a su contraparte de seis hileras debido a su mayor capacidad de amacollamiento además de tener una mayor tolerancia a enfermedades y mejor desarrollo del grano. Estas características y otras presentes en las cebadas de dos hileras, son de importancia para el desarrollo de variedades mejoradas para un alto rendimiento y resistencia a enfermedades, así como para la obtención de cebadas de doble propósito (producción de grano y forraje). Orcarberro y Briseño (1983), definen que el momento óptimo de corte de cebada forrajera es en inicio de floración y en estado vegetativo cuando se van alimentar borregos en crecimiento u ovejas en comienzo de gestación; si el cultivo acepta más de un corte, el momento óptimo sería en estado vegetativo avanzado, independientemente del estado fisiológico de los ovinos.

Especies cultivadas con características de stay-green

Rosenow *et al.* (1983), mencionan que la variedad del sorgo B35 con características stay-green muestra resistencia a la sequía en pos floración, resistencia que contribuye a una mejora en una alta producción estable bajo las condiciones de sequedad. Ambler *et al.* (1987), Consideran también que las plantas stay-green de algunas otras especies muestran la resistencia a enfermedades entendiendo el mecanismo para la mejora de plantas como los forrajes buenos de calidad para los animales y extendida para la industria alimenticia.

Cha *et al.* (2002), mencionan que en el cultivo de arroz, muchos genotipos, incluso un número de cultivares de producción alta, tienen las características stay-green buenas a la madurez, sin embargo la senescencia de la hoja prematura parece ser un problema común en varios cultivares de híbridos de alta producción. Se ha especulado que si se tarda la senescencia en la fase terminal de madurez, puede llevar al rendimiento aumentado y puede mejorar la calidad de grano.

Efecto de la fertilización en forraje y semilla

Parsons (1985),menciona que cada cultivo requiere de cierta cantidad de nutrientes para que prospere, para el caso de los cereales, los nutrientes de mayor importancia son el nitrógeno, fosforo y potasio, ya que la falta de uno de ellos tiene un efecto negativo en la producción, estos nutrientes juegan un papel importante en la forraje y en la semilla, el nitrógeno es necesario para mantener un follaje verde e influye en la cantidad de proteínas contenidas en el grano, el fosforo estimula el crecimiento de las raíces y acelera la maduración de los granos, el potasio estimula el crecimiento de los entrenudos y fortalece los tallos. Por otro lado se dice también que la cantidad de nutrientes que los cereales requieren está entre 40 y 200kg e nitrógeno, entre 20 y 60kg de fosforo y hasta 40 kg de potasio por hectárea.

Ferraris y Couretot (2006), mencionan que el nitrógeno (N) es considerado el nutriente más importante en la producción de cereales debido a las cantidades

requeridas y a la frecuencia con que se observan deficiencias en los suelos. Numerosos estudios desarrollados en trigo muestran que limitaciones en la disponibilidad nitrogenada durante estadíos vegetativos limitarían la capacidad del cultivo de acumular biomasa hasta floración y sus rendimientos.

Por su parte Montaner *et al.*, (2003) mencionan que la fertilización nitrogenada en los primeros estadíos de los cultivos (pre siembra-siembra- inicio de macollaje) permite el logro de mayor número de macollos y de espigas, mientras que el agregado de N en estadíos más avanzados contribuye al incremento de proteína en grano.

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

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) 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.

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).

Por su parte 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 la semilla, estos resultados muestran que el contenido proteico de las semillas es una consecuencia de la relación entre la oferta de nitrógeno y el rendimiento del cultivo.

En un estudio realizado por Núñez *et al.* (2001), en el Bajío estado de Guanajuato, sobre la absorción de nitrógeno en el cultivo de Cebada variedad esperanza, aplicando tres dosis: 120,180, 240kg/ha; encontró rendimientos de semilla de cebada de 7514kg/ha, con una dosis de 240kg/ha de Nitrógeno, los mismos resultados al aplicar una dosis de 120kg/ha. Por otra parte obtiene la máxima acumulación de materia seca en hojas y tallos a los 66 y 101 días de desarrollo del cultivo.

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.

Componente físico

Walter *et al.* (2009), mencionan que una semilla de calidad física es aquella que presenta un alto porcentaje de semilla pura, y el mínimo contenido de semillas de malezas de otros cultivos y materia inerte. También contempla otros atributos físicos en la semilla como son el contenido de humedad, el tamaño, la uniformidad y densidad. Por su parte López (1983), atribuye que el peso de la semilla es otro indicador de la calidad, ya que un cultivo sujeto a falta de nutrientes, daños por helada o granizo lo verá reflejado en su peso volumétrico. Considera también que el contenido de humedad es una característica de interés para el beneficiador y el almacenamiento de la semilla, es el principal factor en su conservación pues determinara si retiene su germinación desde la cosecha hasta la siembra. 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.

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).

Viabilidad de la semilla: la viabilidad significa que una semilla es capaz de germinar y producir una plántula normal, por lo tanto se utiliza sinónimamente como la capacidad para germinar. En este sentido una semilla es viable o no viable dependiendo de su capacidad para germinar y producir una plántula normal. En otro contexto la viabilidad es probablemente más alta en madurez fisiológica, después de esto la viabilidad de las semillas disminuye gradualmente.

Germinación de la semilla: las pruebas de germinación han sido aceptadas y se utilizan universalmente para determinar la calidad fisiológica de un lote de semillas; la prueba de germinación se diseñó para medir el máximo potencial de viabilidad de las semillas. (Copeland y McDonald, 1985).

Para el fisiólogo de semillas, la germinación es definida como la emergencia de la radícula a través de la cubierta de la semilla. Para el analista de semillas, la germinación es la emergencia y desarrollo del embrión de la semilla de aquellas estructuras esenciales según el tipo de semilla en cuestión. Por lo tanto todas las definiciones incluyen alguna medida de desarrollo de una plántula aunque ocurre esto subsecuente al evento de la germinación (AOSA, 1981).

Pietrosemoli (1997), realizó un estudio en la facultad de agronomía de la Universidad del Zulia Venezuela, sobre el efecto de la fertilización con nitrógeno y fosforo sobre la calidad de la semilla de *Clitoria ternatea L.* la variable de estudio fue porcentaje de germinación. Utilizando como fuente de nitrógeno urea, y superfosfato triple para el fosforo, las dosis evaluadas fueron 0 y 200 kg

de nitrógeno/ha/año y 0, 150 y 300kg de fosforo/has/año. Los resultados mostraron que para la variable de estudio fue influenciada estadísticamente por el nitrógeno y por la interacción de nitrógeno-fosforo. La adición de nitrógeno disminuye el porcentaje de germinación 53.79 vs 29.03% para 0 y 200 kg de nitrógeno/has/año respectivamente. Los mayores porcentajes se obtuvieron con dosis medias y altas de nitrógeno-fosforo con un valor de 68.51%.

Vigor de la semilla: La Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA) han definido el vigor como la suma total de aquellas propiedades de la semilla que determinan el nivel potencial de su actividad y del comportamiento de la semilla o de lote de semilla durante la germinación y de la emergencia en plántula (Perry, 1978).

Longitud de plúmula: En cebada se señala que la longitud de plúmula inicial es asociada positivamente con la emergencia en campo y su rendimiento de la semilla resultante (Perry, 1977). En triticale, se reportan que plúmulas producidas con mayor peso fueron significativamente más largas que aquellas derivadas de semillas menos pesadas. (Nebreda y Parodi, 1977). Por su parte McDaniel, (1969), menciona que el efecto del tamaño de la semilla sobre el vigor de las plántulas de cebada puede ser muy marcado, a si de un grano pesado se desarrollara un plántula con mayor vigor comparada contra aquella proveniente de semillas livianas. Reyes *et al.* (2005), Realizó un estudio en el Instituto Tecnológico de Roque (ITR) y en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en Celaya Guanajuato, “el efecto de la fertilización química sobre la concentración de ácido fítico y el vigor de la semilla en semilla de avena”; utilizando fertilización nitrógeno en concentraciones de (60,100, 140, 180 kg/ha) y fertilización fosfórica (40, 80, 120,160 kg/ha). Los resultados mostraron que al utilizar 100 kg de nitrógeno y 40 a 120 kg de fosforo obtiene mayor cantidad de ácido fítico y vigor de semillas con valores de 38.8mg/g y 76.67 %, demostrando que los

aumentos en las concentraciones de ácido fítico por efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica se reflejan en el vigor de la semilla de avena.

Madurez fisiológica y etapa de cosecha

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. Comenzando en la madurez fisiológica, la calidad de la semilla empieza a disminuir. Pueden ser controladas al cosecharla 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. La pérdida de color verde de las glumas y del pedúnculo coincidió más con la madurez fisiológica, la pérdida del color verde del raquis ocurrió un día después de madurez fisiológica, la arista y la vaina de la hoja bandera perdieron su color verde de uno a tres días de la madurez fisiológica. 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 esta se chupa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en dos fases: campo y laboratorio

Fase de campo: La producción de semilla y la cosecha en diferentes etapas. Se realizó en el campo experimental “Humberto Treviño Siller” 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.

Fase de laboratorio: Una vez cosechada la semilla, fue llevada a las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, para determinar las variables de calidad física y fisiológica en los Laboratorios 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’, Latitud es de 1742 msnm.

Material genético

Se evaluó una línea de cebada forrajera identificada como Narro-95, generada por el Programa de Cereales del Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Es una línea con características de espiga laxa, sin aristas, la pubescencia en la raquilla del grano es más larga, tiene mayor altura de planta, mayor número de tallos por superficie y mayor cobertura del terreno y biomasa en comparación con otras variedades como Cerro prieto, así mismo su follaje permanece verde por más tiempo.

Metodología

Preparación del terreno

La preparación del terreno consistió en un barbecho, rastreo y surcado, dentro del terreno se ubicaron las parcelas experimentales, para ello se trazaron 6 parcelas con un tamaño de 103.5 m² (3 metros de largo, 34.5 metros de ancho cada parcela, y separación entre hileras de 0.35 m).

Siembra

La siembra se realizó en seco de forma manual, con una densidad aproximada de 120 kg de semilla por hectárea. La fecha de siembra fue el 26 de febrero de 2009.

Tratamientos de fertilización

Los fertilizantes utilizados como fuentes de nitrógeno fueron el MAP (Fosfato mono amónico, con 11% de nitrógeno (N), 52% de fósforo (P) y 0% de potasio(K)) , sulfato de amonio (con una proporción de 20.5 de nitrógeno, 0 de fósforo y 0 de potasio), estos se aplicaron solos y combinados para conformar los tratamientos; la fertilización baja la conformaron los tratamientos uno y dos, donde el tratamiento uno (T1) se aplicó con la dosis 17-80-0 (para N, P y K respectivamente) y el T2 con 60-80-0; la fertilización media la conformaron los tratamientos 3 y 4, donde T3 tiene la dosis 120-80-0 y T4 con 180-80-0; la fertilización en dosis alta dada por el tratamiento T5 con 240-80-0, para todas las tratamientos a excepción del testigo se aplicó todo el fósforo y la mitad del nitrógeno al momento de la siembra y el resto de nitrógeno en el segundo riego de auxilio, aproximadamente un mes después de la siembra. así mismo se trabajó en tratamiento testigo dado con cero unidades de nitrógeno (N), o unidades de fósforo (P) y o unidades de potasio (K).La proporción de dosis y tratamientos aplicados se describen en el Cuadro 3.1, mencionando la cantidad aplicada en la fertilización inicial y la intermedia.

Fecha de Riegos

Se aplicó riego por aspersion al día siguiente de la siembra y posteriormente cada vez que la planta mostraba síntomas de estrés. Posterior a la etapa de floración se iniciaron los muestreos que más adelante se describen, evaluando los diversos componentes de rendimiento y fracciones de planta, hasta la cosecha del grano.

Cuadro 3.1. Proporciones de las dosis calculadas de fertilización correspondientes a cada tratamiento en cebada forrajera Narro-95.

Tratamiento y dosis	Fertilización inicial		Fertilización intermedia
	Fosfato mono amónico (Kg)	Sulfato de amonio (Kg)	Sulfato de amonio (Kg)
T0 (0-0-0)	0	0	0
T1 (17-80-0)	1.59	0	0
T2 (60-80-0)	1.59	1.06	1.06
T3 (120-80-0)	1.59	2.12	2.12
T4 (180-80-0)	1.59	3.18	3.18
T5 (240-80-0)	1.59	4.24	4.24

Muestreos

Los muestreos se realizaron en las fechas que se mencionan en el Cuadro 3.2, de forma manual con rozadera cortando a una altura aproximada de cinco centímetros sobre la superficie del suelo, en diferentes etapas fenológicas del cultivo, se cortó un metro lineal en cada repetición de los diferentes tratamientos. La muestra así obtenida se depositó en bolsas de papel para su posterior separación en las fracciones: hoja, tallo y espiga. Una vez separados, se dejó secar hasta peso constante para determinar el peso seco de las fracciones. La cosecha final del material se realizó en forma manual, cortando las plantas de la parcela completa y se colocaron en la misma parcela para evitar confusiones al momento de pasarla por la maquina trilladora estacionaria, recolectando el grano obtenido en bolsas previamente identificadas.

Cuadro 3.2. Fechas de muestreos y cosecha de cebada forrajera Narro-95 del estudio.

	Fecha de muestreos	Cosecha final
1 ^{er} muestreo	21 de mayo de 2009	6 de julio de 2009
2 ^{do} muestreo	28 de mayo de 2009	
3 ^{er} muestreo	4 de junio de 2009	
4 ^{to} muestreo	11 de junio de 2009	
5 ^{to} muestreo	18 de junio de 2009	
6 ^{to} muestreo	25 de junio de 2009	

Variables evaluadas

Fase de Campo

En cada muestreo antes de realizar el corte se midió la altura de planta en cm considerando desde la superficie del suelo hasta la altura más generalizada del extremo superior de las plantas (espiga), las muestras fueron llevadas al laboratorio y se tomaron 10 espigas por repetición arrancándolas de la planta, evaluando las siguientes variables:

Longitud de espiga

Se midieron con una regla 10 espigas de cada repetición de cada tratamiento en sus diferentes muestreos, se sacó una media de las diez y se reportó los datos obtenidos en cm.

Número de espiguillas por espiga

Se cuantificó en forma manual la cantidad de espiguillas por espiga.

Número de semillas por espiga

Cada una de las 10 espigas seleccionadas se trilló en forma manual se cuantificaron todas las semillas obteniéndose su promedio.

Llenado de espiga

Se cuantificó como la relación entre el número de espiguillas por espiga y número de granos por espiga.

Producción de forraje (materia seca).

Se determinó mediante el corte y secado en el asoleadero hasta peso constante de la biomasa presente en la parcela útil, los datos fueron registrados en gramos por cada tratamiento, cada repetición, y posteriormente transformados a Kilogramos por hectárea.

Producción de semilla

Se midió mediante una balanza granataria pesando cada una de las repeticiones de cada tratamiento y expresando su peso en gramos.

Fase de Laboratorio

Una vez cosechada la semilla se evaluaron variables de laboratorio:

Calidad Física

Contenido de humedad. Esta variable se midió utilizando el método de la estufa a temperatura alta constante, primeramente se pesaron tres repeticiones del recipiente a utilizar, se pesó el recipiente con la muestra de semilla, la estufa se calibró a una temperatura de 130 °C, se sometió la muestra a la estufa por un tiempo de 2 horas, se sacaron las muestras y se pesaron, por ultimo por diferencia de peso se calculó el contenido de humedad

solo para los muestreos quinto, sexto y séptimo. Se determinó de acuerdo a la metodología y conforme a las reglas de la ISTA, (2004).

Peso volumétrico. Se empleó un recipiente de volumen conocido, colocándolo en la parte central de una charola y dejando caer libremente la semilla sobre el mismo, sobrepasando el borde se eliminó el exceso de semilla con una regla, se pesó la semilla contenida en el recipiente en una balanza analítica de 0.001 g de precisión se reportó el resultado en Kilogramos por Hectolitro (Kg/HL).

Peso de mil semillas. Se utilizaron ocho repeticiones de 100 semillas al azar para cada repetición de cada tratamiento, se pesaron en gramos en una balanza analítica de 0.001 g de precisión, se obtuvo la media de las ocho repeticiones, se calculó el peso de 1000 semillas y el coeficiente de variación. Se determinó de acuerdo a la metodología y conforme a las reglas de la ISTA, (2004).

Calidad fisiológica

Viabilidad. Se evaluaron tres repeticiones de 50 semillas, las cuales fueron seleccionadas al azar y cuantificadas cada repetición antes de la imbibición en agua. Una vez blanda la semilla fue cortada utilizando una navaja bien afilada haciendo un corte longitudinal, se utilizó una solución acuosa de cloruro 2,3,5-trifenil tetrazolium de pH 6.5-7.5; al 1.0 %. Se colocaron en la estufa por un tiempo de dos horas a 30 °C. Después de este tiempo se avaluó la prueba, mediante la tinción de cada semilla, con ayuda de un manual de interpretación de tinción en semillas de la especie para su mejor observación se utilizó un estereoscopio, y el resultado fue expresado en porciento.

Capacidad de Germinación. Se sembraron 25 semillas realizando tres tacos por repetición de cada tratamiento, en papel de germinación previamente humedecido, se sometieron 3 días frío a 10 °C y 4 días en una cámara germinadora BIOTRONETE MARK III® a 25°C constante con 8 horas de luz y 16 horas de oscuridad, al final del periodo se evaluó el porcentaje de germinación para los muestreos quinto, sexto y cosecha final el resultado se expresó en porcentaje conforme a la AOSA, (1992).

Pruebas de vigor

- **Longitud Media de Plúmula (LMP).** Se realizó con la metodología descrita por Perry (1987). Se marcaron 5 líneas paralelas de 2 cm a partir de la parte media hacia arriba. Se colocaron las 25 semillas a un cm de separación quedando en su parte media sobre las líneas centrales y orientadas para su crecimiento, los tacos en posición vertical en la cámara a 20 °C \pm 1 °C sin luz, evitando que la humedad de los tacos se secase, Se dejó por 7 días el ensayo asegurando que las plántulas de semillas vigorosas alcanzaran 10 cm de longitud, el número de plúmulas que quedaron entre dos paralelas se multiplicó por el valor medio en centímetros de dicha paralelas y los productos se sumaron, la longitud total se dividió entre el número de plántulas sembradas en la prueba (25 semillas), expresando el resultado en centímetros, la prueba se le realizó a los muestreos quinto, sexto y cosecha final.
- **Longitud Media de Radícula (LMR).** De las plántulas normales resultantes de la longitud media de plúmula, Se realizó la medición de las radículas de cada una de ellas en los muestreos quinto, sexto y cosecha final con una regla expresando el resultado en cm.

- **Tasa de crecimiento de plántula (peso seco – PS-).** Se utilizaron tres repeticiones de 25 semillas de cada repetición de cada tratamiento, de acuerdo a la metodología descrita por la AOSA (1993 y 1992), se sembraron sobre una toalla de papel, las semillas se colocaron orientadas, 25 semillas en un línea, cubriendo con una toalla igualmente humedecida, Al final los siete días de la prueba se evaluaron las plántulas normales, se llevaron raíz y plúmula en bolsas de papel estraza perforadas, a una estufa a 65 ± 1 °C, por 24 horas, calculando el peso seco en mg/plántula se le realizó la prueba solo a los muestreos quinto, sexto y cosecha final.

Diseño experimental

El ensayo se estableció en campo mediante un diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones, con arreglo en franjas. Dado que para las determinaciones de laboratorio se homogenizó la semilla proveniente de las repeticiones, en laboratorio se utilizó un arreglo de parcelas divididas, considerando los muestreos como parcela grande y las dosis de fertilización como parcela chica.

Análisis estadístico

Los datos de todos los muestreos fueron analizados con el paquete Statistical Analysis System (SAS, Versión 6), mediante un diseño de parcelas divididas, considerando como parcela grande los muestreos realizados y como parcela chica los tratamientos de fertilización, en campo se consideró la influencia de las repeticiones, analizando los datos bajo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + R_k + a_i + \xi(a) + B_j + (aB)_{ij} + \xi_{ijk} \quad i=1, \dots, a \quad j=1, \dots, b \quad k=1, \dots, r$$

Donde:

Y_{ij} = valor en el k bloque en la parcela i y la subparcela j.

μ = Media general, de todas las unidades

R_k = efecto de la k-ésima repetición

a_i = Efecto del i – ésimo nivel del factor “A” (muestreo).

$\xi(a)$ = Error experimental de las parcelas grandes

B_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor “B” (tratamientos).

$(aB)_{ij}$ = efecto de la interacción del i- esimo nivel del factor “A” con el j- esimo nivel del factor “B”.

ξ_{ijk} = Error experimental.

En la fase de laboratorio los resultados Se analizaron mediante un diseño de parcelas divididas en arreglo completamente al azar, bajo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + \xi(a) + B_j + (aB)_{ij} + \xi_{ijk} \quad i=1, \dots, a \quad j=1, \dots, b \quad k=1, \dots, r$$

Donde:

Y_{ij} = valor en el k bloque en la parcela i y la subparcela j.

μ = Media general, de todas las unidades

a_i = Efecto del i – ésimo nivel del factor “A” (muestreo).

$\xi(a)$ = Error experimental de las parcelas grandes

B_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor “B” (tratamientos).

$(aB)_{ij}$ = efecto de la interacción del i- esimo nivel del factor “A” con el j- esimo nivel del factor “B”.

ξ_{ijk} = Error experimental.

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 (0.05), (0.01) de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables de campo

Altura de planta (AP).

De acuerdo al análisis de varianza realizado (Cuadro 4.1), en la altura de planta se encontraron diferencias significativas entre los muestreos realizados ($P < 0.05$), altamente significativas entre los tratamientos con diferentes dosis de fertilización ($P < 0.01$) y no significancia en la interacción de ambos factores (muestreo- tratamiento), mostrando un coeficiente de variación 10.17 %.

Los resultados obtenidos en la prueba de comparación de medias de la variable altura de planta, en el muestreo realizado a los 91 días de desarrollo del cultivo, alcanzó mayor altura de planta encontrándose en el primer grupo estadístico con un valor de 79.58 cm, seguido por el primer muestreo con 76.25 cm comportándose estadísticamente iguales; la menor altura de planta se obtuvo en los muestreos cuatro y seis con un valor de 72.37 y 73.54 cm respectivamente. Probablemente esto es debido a que las plantas después que llegan a la madurez la espiga tienden a inclinarse y pareciera que declina su altura.

Para el caso de los tratamientos, en la prueba de comparación de medias (Cuadro 4.1), el tratamiento T5 con una dosis de fertilización de 240-80-0 se ubicó en el primer grupo estadístico con una altura de planta de 89.16 cm de altura, seguido por los tratamientos T2 y T4 que se ubicaron en el segundo grupo estadístico con valores de 80.45 y 80.29 cm. Convento (1978), consigna que la altura de la planta, es considerada como el factor más importante para determinar la respuesta al nitrógeno.

Por consiguiente el que presentó menor altura de planta es el tratamiento T0 (testigo), lo cual era de esperarse dado que no contó con aportación de

nutrientes, mientras que el resto de los tratamientos tuvieron diferentes dosis de fertilización que notablemente influyeron en el desarrollo de la planta.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios, significancia, y prueba de comparación de medias en las variables estudiadas (altura de planta, número de tallos, peso de espigas), en la cosecha final de la planta de cebada forrajera.

Fuente de variación	GL	AP	NT	PEg
Repetición	3	122.63NS	102.63NS	0.264**
Muestreo	5	152.31*	2019.86**	1.875**
Muestro*Repetición	15	28.26NS	324.63NS	0.025 NS
Tratamiento	5	2551.11**	4534.57**	0.157 **
Muestreo*Tratamiento	25	57.20NS	518.45NS	0.043 NS
Error Experimental	90	58.57	532.61	0.027
% C.V.		10.17	18.60	16.211
Comparación de medias entre muestreos				
	1 ^o	76.250AB	139.917 A	0.596 E
	2 ^o	79.58 A	129.66 A	0.858 D
	3 ^o	75.12 B	122.50 AB	0.994 C
	4 ^o	72.37 B	117.79 B	1.082 C
	5 ^o	74.37 B	117.25 B	1.248 B
	6 ^o	73.54 B	117.00 B	1.379 A
Comparación de medias entre tratamientos				
	T0	60.292 E	104.042 D	0.915 D
	T1	67.500 D	114.875 CD	0.948 CD
	T2	80.458 B	126.000 CB	1.127 A
	T3	73.542 C	121.583 C	1.025 CB
	T4	80.292 B	136.125 AB	1.061 AB
	T5	89.167 A	141.500 A	1.080 AB
	DMS	4.3892	13.236	0.0954

** =Nivel de significancia (0.01 %), * =Nivel de significancia (0.05 %), NS =No Significativo, DMS= Diferencia Mínima Significativa, AP= Altura de Planta, NT= Número de Tallos, PEg= Peso de Espigas en gramos.

Número de Tallos (NT).

Con respecto a la variable Número de Tallos, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos y los muestreos ($P < 0.01$), no encontrándose significancia en la interacción con un coeficiente de variación de 18.60 % (Cuadro 4.1). La comparación de medias mostró que el mayor Número de Tallos se encontró en el primer muestreo realizado a los 84 días de desarrollo, seguido por segundo y tercero con valores de 139.91, 129.66 y 122.50 que pertenecen al mismo grupo estadístico, y de menor Número de Tallos en los muestreos cuarto, quinto y sexto con valores de 117.79,

117.25, 117.0 correspondientes al segundo grupo estadístico. La presencia de menor Número de Tallos se puede explicar a que conforme se avanza la madurez de la planta, los tallos secundarios que no presentaron espigas se fueron secando y provocando la caída de los mismos, así en los primeros muestreos empezaba la madurez de las plantas.

Entre tratamientos, el T5 muestra el mayor Número de Tallos con un valor de 141.5, seguido por el T4 con 136.12; ubicándose en el primer grupo estadístico, el menor número de tallos el T0 que corresponde al testigo, confirmando con esto la necesidad de fertilización con el fin de promover un mayor amacollamiento. Por lo que se puede confirmar lo mencionado por Parsons (1985), que cada cultivo requiere de cierta cantidad de nutrientes para que prospere, y para el caso de los cereales, los nutrientes de mayor importancia son el nitrógeno, fosforo y potasio, ya que la falta de uno de ellos tiene un efecto negativo en la producción, estos nutrientes juegan un papel importante en la forraje y en la semilla, el nitrógeno además es necesario para mantener un follaje verde e influye en la cantidad de proteínas contenidas en el grano.

Peso de Espigas (PEg)

El Cuadro 4.1 se observa que la variable Peso de Espigas son altamente significativas entre muestreos y tratamientos ($P < 0.01$), no encontrándose significancia en la interacción, mostrando un coeficiente de variación de 16.21 %.

La comparación de medias muestra que el mayor peso de las espigas se encuentra en el sexto muestreo realizado a los 119 días de desarrollo del cultivo, pertenece al primer grupo estadístico con un valor de 1.37 g, seguido por el quinto con 1.24 g que pertenece al segundo grupo estadístico. Y con el peso más bajo el primer muestreo, esto se debió a que las espigas presentaban diferencias en el llenado debido al desarrollo de la planta, por lo que en los muestreos iniciales se tenía mayor número de espiguillas en proceso de llenado del grano. Entre tratamientos, los mayores pesos de espiga los mostraron los tratamientos T2, T4, T5, con un valor de 1.12, 1.08 y 1.06 g respectivamente mismos que pertenecen al mismo grupo

estadístico, posteriormente seguidos por el T3 con 1.029 g, y dando un menor peso el T0 con 0.91 g. Esto sugiere que la fertilización influyo mucho en el llenado de las espigas debido a que algunos tratamientos tuvieron mayor dosis de fertilización, reafirmando la necesidad de fertilización para coadyuvar en un mayor peso de espiga que se relacione positivamente con el peso de grano y rendimiento final.

Montaner *et al.*, (2003) mencionan que la fertilización nitrogenada en los primeros estadios de los cultivos (pre siembra-siembra- inicio de macollaje) permite el logro de mayor número de macollos y de espigas, mientras que el agregado de Nitrógeno en estadios más avanzados contribuye al incremento de proteína en grano.

Longitud de Espiga (LE).

En esta variable expresan diferencias altamente significativas entre los tratamientos y muestreos, resultando la interacción no significativa, teniendo un coeficiente de variación de 27.28 % (Cuadro 4.2). En el segundo muestreo realizado a los 91 días alcanzó mayor Longitud de Espiga, así mismo seguido por el sexto, con un valor de 7.26 y 7.02 cm pertenecientes al mismo grupo estadístico, por otra parte en otro grupo estadístico de menor longitud el cuarto muestreo con un valor de 6.55 cm, esta diferencia entre los muestreos tal vez se debió a que la asimilación de nutrientes no fue homogénea o a debido a un error en el muestreo.

Entre tratamientos, la mayor Longitud de Espiga en el T5 con un valor de 7.3 cm, seguido por el T4 y T2 con 7.1 y 7.0 cm, correspondientes al primer grupo estadístico y del siguiente grupo estadístico se encuentra el T0 y T1 con valores de 6.3 y 6.4 cm. reforzando los comentarios respecto a la necesidad de fertilización que requiere la planta y al efecto del nitrógeno en la mayor altura y longitud de las estructuras de la planta, ya que el déficit de fertilizante no podrá lograr un incremento en los componentes de rendimiento.

Cuadro 4.2 Cuadrados medios, significancia, y prueba de comparación de medias en las variables estudiadas (Longitud de Espigas, Número de Espiguillas, Número de Semillas) en la cosecha final de la planta de cebada forrajera.

Fuente de variación	GL	LE	NE	NS
Repetición	3	1.47**	127.32**	171.005**
Muestreo	5	1.63**	206.83**	42.78NS
Muestreo*Repetición	15	0.277NS	23.37NS	33.29NS
Tratamiento	5	3.33**	265.67**	420.76**
Muestreo*Tratamiento	25	0.219NS	22.19NS	20.05NS
Error Experimental	90	0.0004	24.26	26.34
% C.V.		27.28	12.71	16.30
Comparación de medias entre muestreos				
1º		6.94CB	42.54 A	31.85AB
2º		7.26 A	41.94 A	33.64 A
3º		6.74DCB	37.95BC	31.31AB
4º		6.55 D	35.42 C	29.95 B
5º		6.67DC	36.17BC	30.21 B
6º		7.02AB	38.36B	31.85AB
Comparación de medias entre tratamientos				
T0		6.385 C	35.163 C	26.154 C
T1		6.456 C	34.546 C	27.626 BC
T2		7.108 AB	40.808 AB	33.967 A
T3		6.887 B	38.275 B	30.084 B
T4		7.054 AB	40.904 AB	34.108 A
T5		7.314 A	42.713 A	36.902 A
DMS		0.3041	2.8249	2.9435

** =Nivel de significancia (0.01 %), * =Nivel de significancia (0.05 %), NS =No Significativo, DMS= Diferencia Mínima Significativa LE= Longitud de Espigas, NE= Número de Espiguillas, NS= Número de Semillas.

Número de Espiguillas (NE).

El análisis de varianza realizado para esta variable son altamente significativas en los diferentes muestreos y tratamientos, resultando la interacción no significativa, mostrando un coeficiente de variación de 12.71 %. La comparación de medias indica que los muestreos realizados a los 84 y 91 días presentan mayor número de espiguillas con valores de 42.5 y 41.9, presentes en el primer grupo estadístico; el muestreo sexto se ubicó en otro grupo estadístico con 38.36 y el menor Número de Espiguillas correspondió al muestreo cuatro con 35.42 espiguillas por espiga (Cuadro 4.2).

En lo que respecta a los tratamientos T5, T4 y T2 conformaron el primer grupo estadístico con valores de 42.7, 40.9 y 40.8 de espiguillas por espiga

respectivamente, y el de menor número el T0 que corresponde al testigo con 35.16, demostrando el efecto positivo de la fertilización en esta variable.

Número de Semillas (NS).

De acuerdo al análisis de varianza existen diferencias altamente significativas en las repeticiones, no significancia en los muestreos, y altamente significativas en tratamientos, no significancia en las interacciones, con un coeficiente de variación de 16.30 %. (Cuadro 4.2)

Aunque el análisis de varianza no detectó diferencias entre los muestreos, se realizó la prueba de medias mostrando que al ser cosechadas a los 91 días se obtiene mayor número de semillas por espiga expresando valores de 33.64 y 31.85, Por consiguiente de menor Número de Semillas por espiga lo obtuvieron los muestreos cuarto y quinto con 29.95 y 30.21 cada uno. Para el caso de los tratamientos se tuvo mayor Número de Semillas con los tratamientos T5, T4 y T2, encontrándose en el primer grupo estadístico con valores de 36.9, 34.1, 33.9 semillas por espiga y de menor el T0 con un valor de 26.1 esto se refleja claramente debido a que ese tratamiento es el testigo puesto que no se le aplicó ninguna dosis de fertilización y demuestra los efectos positivos de la fertilización en esta variable., podemos afirmar que existe una relación en las dosis de fertilización en los tratamientos puesto que se tiene a mayor número de espiguillas mayor cantidad de granos.

Peso de Semilla (PSg).

Se encontraron diferencias altamente significativas entre los muestreos y tratamientos, resultando la interacción (muestreo-tratamiento) significativa, el coeficiente de variación fue de 18.95 % (Cuadro 4.3). La comparación de medias indicó que el sexto muestreo realizado a los 119 días muestra el mayor peso con un valor de 1.3g, encontrándose en el primer grupo estadístico, seguido por el muestreo quinto y cuarto con un valor de 1.1, 1.0 g, y de menor peso fue el primer muestreo con 0.45 g Sin embargo es importante recalcar que a medida que se incrementaba el rendimiento de semilla, el peso de tallos y hojas disminuía

Entre los tratamientos el mayor Peso de Semilla fueron T2, T5, T4, con un peso de 1.0, 0.97, 0.96 g, todos correspondientes al primer grupo estadístico y con un menor peso el T0 el testigo teniendo un valor de 0.79 g, aplicando dosis baja (60-80-0) T2, media (180-80-0) T4, alta (240-80-0) proporcionan un incremento en el peso de la semilla; caso contrario al no proporcionarle ninguna dosis de fertilización se tiene un efecto negativo.

En la interacción muestreo- tratamiento existe un efecto positivo a medida que se iban haciendo los muestreos, el peso de semilla aumentaba en función de las dosis de fertilización proporcionada a cada tratamiento. Por lo cual la importancia de contemplar las dosis de fertilización para obtener rendimientos satisfactorios

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

Cuadro 4.3 Cuadrados medios, significancia, y prueba de comparación de medias en las variables estudiadas en cebada forrajera.

Fuentes de variación	GL	PSg	PEKg/HA	PHKg/HA	PTKg/HA
Repeticiones	3	0.300**	0.0018*	0.00035*	0.0007NS
Muestreo	5	2.366**	0.0041**	0.0014**	0.0042**
Muestreo *Repeticion	15	0.019NS	0.0004NS	0.00005NS	0.00019NS
Tratamiento	5	0.167**	0.0067**	0.0010**	0.0103**
Muestreo*Tratamiento	25	0.049*	0.0005NS	0.00006NS	0.00038NS
Error Experimental	90	0.0305	0.0004	0.00009	0.0005
% C.V.		18.95	27.28	23.95	22.43
Comparación de medias entre muestreos					
1 ^o		.455 E	1800 B	1733 A	3767 AB
2 ^o		.726 D	2633 A	1500 B	4067 A
3 ^o		.821 D	2900 A	1267 C	3533 CB
4 ^o		1.049 C	2867 A	1133 C	3166 CD
5 ^o		1.169 B	2933 A	1147 C	3000 D
6 ^o		1.308 A	2867 A	1100 C	2967 D
Comparación de medias entre tratamientos					
T0		.798 C	1880 C	967 E	2267 D
T1		.843 CB	2333 B	1167 D	3200 C
T2		1.013 A	3133 A	1367 CB	3867 AB
T3		.939 AB	2467 B	1300 CD	3200 C
T4		.960 A	2967 A	1500 AB	3700 B
T5		.977 A	3233 A	1567 A	4267 A
DMS		0.1002	0.0126	0.0055	0.0132

** =Nivel de significancia (0.01 %), * =Nivel de significancia (0.05 %), NS =No significativo, DMS= Diferencia Mínima Significativa, PSg= Peso de semillas en gramos, PEKg= Peso de Espigas en kg/ha, PHKg= Peso de Hojas en kg/ha, PTKg= Peso de Tallos en kg/ ha

Peso de Espigas (PEKg).

Los resultados expresan diferencias altamente significativas entre muestreos y tratamientos, no encontrándose significancia en la interacción, mostrando un coeficiente de variación de 27.28 % (Cuadro 4.3). La comparación de medias mostró que aunque estadísticamente los muestreos del segundo al sexto son iguales, numéricamente el mayor peso de las espigas se encontró en los muestreos quinto y tercero realizado a los 112 y 98 días con un valor de 2933 y 2867 kg, y el peso más bajo lo obtuvo el primer muestreo el cual se encuentra en otro grupo estadístico, con un valor de 1800 kg, esto se debió a que las espigas presentaban diferencias en el llenado debido al desarrollo de la planta, por lo que en los muestreos iniciales se tenía mayor número de espiguillas por espiga en la (Figura 4.1) se muestra el

comportamiento de rendimiento de peso de las espigas en los diferentes muestreos realizados.

Entre tratamientos, los mayores pesos de espiga los mostraron los T5 y T2, seguidos por el T4 respectivamente con valores de 3233, 3133, 2967 kg, y dando un menor peso el T0 con 1880 kg, (Figura 4.2). Esto se debió a que los tratamiento con mayor peso tuvieron un mayor número de espigas llenas y las de menor peso mayor número de espiguillas vanas, asumiendo que el efecto de la fertilización influyo mucho en el llenado de las espigas debido a algunos tratamientos tuvieron mayor dosis de fertilización, demostrando la necesidad de fertilización para coadyuvar en un mayor peso de espiga que se relacione positivamente con el Peso de Semilla y rendimiento final.

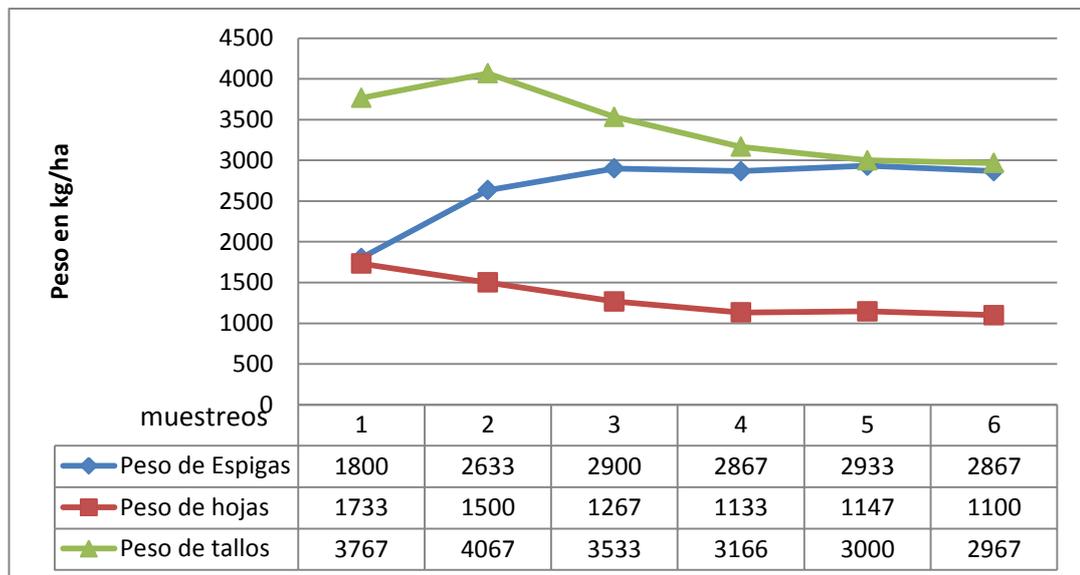


Figura 4.1 Comportamiento de los rendimientos de materia seca (kg/ha) de las fracciones evaluadas en cebada forrajera Narro-95, en los seis muestreos.

Peso de Hojas (PHKg).

Los muestreos y tratamientos presentaron diferencias altamente significativas, no encontrándose significancia en la interacción, con coeficiente de variación de 23.95 % (Cuadro 4.3). La comparación de medias muestra que el primer muestreo realizado a los 84 días presentó mayor peso de hojas, encontrándose en el primer grupo estadístico con un valor de 1,733 kg, seguido por el segundo muestreo con 1500 kg, mientras que los demás muestreos se comportaron estadísticamente iguales, pero numéricamente difieren en peso presentando un valor más bajo el sexto muestreo con 1100 kg, los resultados se muestran en la (Figura 4.1).

Por otra parte los tratamientos fueron estadísticamente diferentes donde el de mayor peso de hojas lo tiene el T5 y T4 con un valor de 1567 y 1500 kg, seguido por el T2 con 1367 kg, y el de menor peso el T0 con 967 kg, (Figura 4.2) Esto se debe a que los tratamientos con dosis de fertilización alta propician un incremento en el desarrollo de hojas.

Peso de tallos (PTKg).

Para esta variable se reportaron diferencias altamente significativas entre muestreos y tratamientos, no encontrándose significancia en la interacción, presentando un coeficiente de variación de 22.43 %. De la comparación de medias resultó que estadísticamente los muestreos fueron diferentes, encontrándose en el primer grupo de significancia el segundo y primer muestreo, realizado a los 84 y 91 días con un valor de 4,067 y 3,767 kg respectivamente y presentando en otro grupo estadístico con un peso más bajo los muestreos quinto y sexto con 3000 y 2967 kg,

Entre tratamientos se tuvo mayor peso con el T5 con valor de 4,267 kg, y de menor peso el T0 con 2,267 kg (Figura 4.2), esto se debió a que en este tratamiento se tuvo menor número de tallos desarrollados por la deficiencia de nitrógeno, caso contrario en el tratamiento quinto que tuvo tallos más desarrollados todo esto se le atribuye a las dosis de fertilización más elevada por otra parte podemos mencionar que se tiene un disminución en cuanto peso de los tallos y de las hojas debido a que conforme de daba el llenado

de grano, los nutrientes en el tallo y hojas fueron asimilados por la semilla y por consecuencia el peso disminuía en los tallos y en las hojas a pesar de que tuvieron una dosis de fertilización elevada.

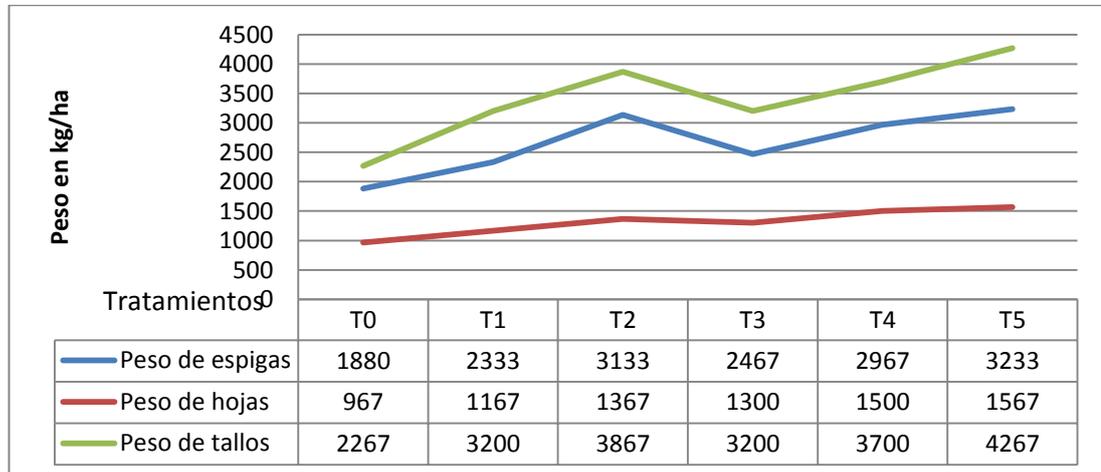


Figura 4.2. Comportamiento de los rendimientos de materia seca (kg/ha) en fracciones de cebada forrajera Narro-95 aplicando seis tratamientos con diferentes dosis de fertilización.

Variables de laboratorio

Calidad física

Peso Volumétrico

Para esta variable se encontraron diferencias altamente significativas entre los muestreos, y significativas entre los tratamientos y no significancia en la interacción de ambos factores, presentado un coeficiente de variación de 11.90 % tal como se aprecia en el (Cuadro 4.4). La comparación de medias reveló que de todos los muestreos realizados, en el séptimo muestreo realizado a los 126 días alcanzó mayor PV con un valor de 54.57 kg/HL, seguido por el sexto y quinto muestreo con 45.13, 45.27 y manteniéndose con un PV más bajo el primer muestreo con 22.82 kg/HL. Por otra parte es importante mencionar que comercialmente el cultivo de cebada en su peso volumétrico con buena calidad oscila en 56Kg/HL.

Para el caso de los tratamientos, T1, T0, T3 alcanzaron los pesos más altos con valores de 41.96, 41.03, 40.94 kg/HL, siendo así que el testigo superó a los demás tratamientos que se les aplicó dosis alta de fertilización (240-80-0), sin embargo las dosis de aplicación baja (17-80-0) y dosis media (180-80-0) igualaron al testigo. Por otra parte el que presentó menor PV es el T5 y T4 con 38.18 y 38.95 kg/HL. Por su parte .López (1983), atribuye que el Peso Volumétrico de la semilla es otro indicador de la calidad, ya que un cultivo sujeto a falta de nutrientes, se verá reflejado en su PV.

Peso de Mil Semillas

Se encontraron diferencias altamente significativas entre los muestreos y tratamientos, no significancia en la interacción de ambos factores, presentando un coeficiente de variación de 14.99 % (Cuadro 4.4).

La comparación de medias de los muestreos reveló que en el sexto, séptimo, y quinto muestreo realizado a los 119,126,112 días alcanzaron mayor PMS con 40.26, 38.55, 38.09 g respectivamente, por otra parte manteniéndose con un peso más bajo el primer muestreo con 15.23 g, probablemente se le atribuye lo mismo que en la variable anterior, mayor dosis de fertilización tuvieron una mayor asimilación de nitrógeno y esto ocasionó que la semilla alcanzara mayor peso de mil semillas, es decir un mayor llenado de grano, caso contrario a las que se les aplicó menor dosis de fertilización.

Cuadro 4.4. Cuadrados medios, significancia, y prueba de comparación de medias en las variables estudiadas (Peso Volumétrico, Peso de Mil Semillas) en la cosecha final en semilla de cebada forrajera en condiciones de laboratorio.

Fuentes de variación	GL	Peso Volumétrico (Kg/HL)	Peso de mil semillas (g)
Muestreo	6	2548.89**	2122.34**
Muestreo*Repetición	21	21.36NS	17.56 NS
Tratamiento	5	56.21*	81.83**
Muestreo*Tratamiento	30	23.51NS	16.46 NS
Error Experimental	105	22.96	21.50
% C.V.		11.90	14.99
Comparación de medias entre muestreos			
	1º	22.82 E	15.23 E
	2º	32.06 D	22.29 D
	3º	38.62 C	28.46 C
	4º	43.33 B	33.59 B
	5º	45.27 B	38.09 A
	6º	45.13 B	40.26 A
	7º	54.57 A	38.55 A
	DMS	2.74	2.65
Comparación de medias entre tratamientos			
	T0	41.03 AB	31.13 AB
	T1	41.96 A	32.93 A
	T2	40.48 CAB	31.19 AB
	T3	40.94 AB	32.31 A
	T4	38.95 CB	29.75 CB
	T5	38.18 C	28.24 C
	DMS	2.53	2.45

** =Nivel de significancia (0.01 %), * =Nivel de significancia (0.05 %), NS =No significativo, DMS= Diferencia Mínima Significativa, C.V= Coeficiente de variación, P.V= Peso Volumétrico, P.M.S= Peso de Mil Semillas.

Para el caso de los tratamientos, el T1 y T3 alcanzaron los pesos más altos con 32.93, 32.31 g y el que presentó menor PMS es T5 (240-80-0) con 28.24 g, considerando que es la fertilización es más alta, esto se le atribuye a que dosis altas de fertilización disminuye el PMS lo que coincide con 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.

Contenido de Humedad

Para esta variable se detectó en el ANOVA altamente significativos en los muestreos y en la interacción (muestreos- repeticiones), y no significativos entre tratamientos y en la interacción (muestreos-tratamientos). Mostrando un coeficiente de variación de 36.40 %. (Cuadro 4.5). Para el caso de los muestreos la variable CH mostró mayor porcentaje de humedad en el muestreo quinto realizado a los 112 días expresando un valor de 29.44 %, encontrándose en el primer grupo estadístico; En el siguiente grupo estadístico se encuentran los muestreos sexto y séptimo con un CH más bajo con 13.56 y 11.56 %. En el caso de los tratamientos estadísticamente fueron iguales, sin embargo los tratamientos T4 y T5 con valores de 19.94 y 19.82 % mostraron tener CH más altos y por otro lado el T1 mostró la media más baja con 15.74 %. En estudios realizados por Copeland y Crookston (1985), mencionan la importancia del contenido de humedad en la madurez fisiológica, oscila entre 18 y 39 % de humedad dependiendo del material.

Cuadro 4.5. Cuadrados medios, significancia, y prueba de comparación de medias en las variables estudiadas (Contenido de Humedad) a partir del quinto muestreo en la cosecha final en semilla de cebada forrajera en condiciones de laboratorio.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Contenido de Humedad (%)
Muestreo	2	2304.22 **
Muestreo*Repetición	9	126.75 **
Tratamientos	5	34.95 NS
Muestreo*Tratamiento	10	41.95 NS
Error Experimental	45	43.87
% C.V		36.40
Comparación de medias entre muestreos		
	5º	29.44 A
	6º	13.56 B
	7º	11.56 B
	DMS	3.85
Comparación de medias entre tratamientos		
	T0	18.71 A
	T1	15.74 A
	T2	16.56 A
	T3	18.34 A
	T4	19.94 A
	T5	19.82 A
	DMS	5.44

** =Nivel de significancia (0.01 %), * =Nivel de significancia (0.05 %), NS =No significativo, DMS= Diferencia Mínima Significativa. C.V=Coeficiente de Variación, C.H= Contenido de Humedad.

Calidad fisiológica

Viabilidad

Para esta variable se reportaron diferencias altamente significativas entre muestreos y tratamientos, resultando la interacción altamente significativa entre muestreos y tratamientos, no significativa en la interacción muestreo - repetición), mostrando un coeficiente de variación de 12.96 % (Cuadro 4.6). La comparación de medias mostró que el séptimo muestreo realizado a los 126 días expreso mayor viabilidad en un valor de 91.33%, La menor viabilidad la obtuvo el primer muestreo con 40.66 %, esto se debió a que en sus últimos muestreos la semilla se encontraba perfectamente formado de esta manera se notaba la viabilidad de la semilla.

Cuadro 4.6. Cuadrados medios, significancia y prueba de comparación de medias en las variables estudiadas (Viabilidad) considerando los siete muestreos en semilla de cebada forrajera en condiciones de laboratorio.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Viabilidad
Muestreo	6	7626.31**
Muestreo*Repetición	21	64.73NS
Tratamiento	5	374.26**
Muestreo*Tratamiento	30	282.08**
Error Experimental	105	56.57
% C.V.		12.96
Comparación de medias entre muestreos		
	1º	40.66 E
	2º	46.33 D
	3º	48.33 D
	4º	49.66 D
	5º	57.83 C
	6º	70.0 B
	7º	91.33 A
	DMS	4.30
Comparación de medias entre tratamientos		
	T0	62.71 A
	T1	58.57 CB
	T2	61.28 AB
	T3	57.42 CB
	T4	53.00 D
	T5	55.14 CD
	DMS	3.98

** =Nivel de significancia (0.01 %), * =Nivel de significancia (0.05 %), NS =No significativo, DMS= Diferencia Mínima Significativa, C.V=Coeficiente de Variación.

Por otra parte los tratamientos que expresaron mayor viabilidad fue el T0, con 62.71, y T2 61.28% respectivamente; se aprecia que el testigo superó a los demás tratamientos, sin embargo las dosis bajas de fertilización (60-80-0) T2 nos proporciona un alta viabilidad de las semillas, caso contrario con el T4, T5 con 53.0, 55.14 % que nos proporciona la viabilidad más baja.

En la interacción muestreo- tratamiento existe un efecto positivo a medida que se realizaban los muestreos, la viabilidad de la semilla aumentaba en función de las dosis de fertilización proporcionada a cada tratamiento. (Figura 4.1).

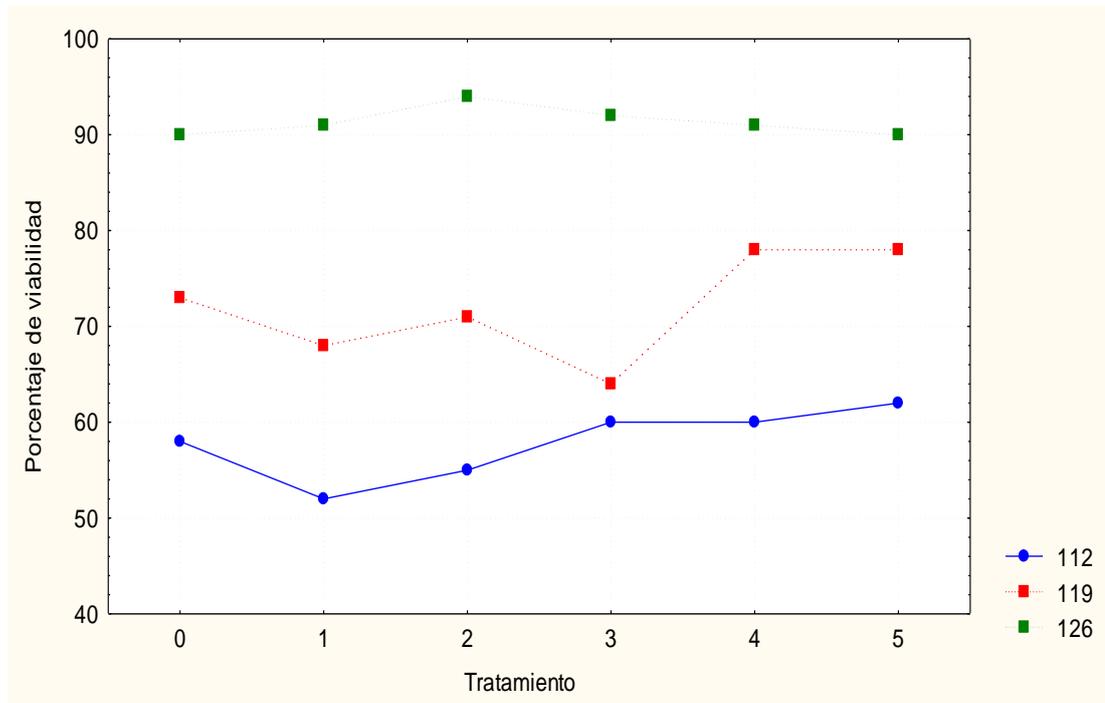


Figura 4.3. Comportamiento de la Interacción entre muestreos y tratamientos en la variable viabilidad.

Capacidad de Germinación

Para esta variable no detectaron diferencias significativas en ninguna de las fuentes de variación (Cuadro 4.7)

El mayor porcentaje de germinación se expresa en el sexto y séptimo muestreo realizado a los 119 y 126 con 92.5 y 89.76 % encontrándose en el primer grupo estadístico, en el siguiente grupo estadístico se encuentra el quinto muestreo con una capacidad de germinación baja con un valor de 87.91 %. Los tratamientos fueron estadísticamente iguales, sin embargo numéricamente los tratamientos T4, T0 y T1 presentaron valores de 91.35, 90.88 y 90.87 % respectivamente mostraron tener un porcentaje de

germinación más alto y por otro lado el T2 mostró la media más baja con 87.80 %.

Por su parte Pietrosemoli (1997) en un estudio realizado sobre el porcentaje de geminación de semilla de pasto *Clitoria ternatea* L. utilizando dosis de fertilización de 0 a 200 kg de Nitrógeno/has y 0,150 y 300 de fosforo, demostró que al adicionar nitrógeno disminuye el porcentaje de germinación de 53.79 vs 29.03% respectivamente, por otra parte al utilizar dosis medias y altas de nitrógeno-fosforo de (0-150) obtiene porcentajes de germinación más altos de 68.51%.

Cuadro 4.7. Cuadrados medios, significancia, y pruebas de comparación de medias en las variables estudiadas. (Capacidad de Germinación, Longitud Media de Plúmula, Longitud Media de Radícula, Peso Seco de Plántula) a partir del quinto muestreo, en semilla de cebada forrajera en condiciones de laboratorio

Fuente de variación	GL	Germinación	Long. Media de plúmula	Long. Media de radícula	Peso Seco de Plántula
Muestreo	2	103.35 NS	16.31 **	.072 NS	44.40 **
Muestreo*Rep	9	89.98 NS	2.30 NS	.585 NS	1.52 NS
Tratamiento	5	22.63 NS	1.39 NS	1.45 NS	6.38 NS
Muestreo*Trat	10	28.47 NS	2.74 NS	1.50 NS	5.47 NS
Error Experimental	45	45.39	1.67	.844	4.26
% C.V.		7.49	11.98	6.67	11.80
Comparación de medias entre muestreos					
	5º	87.91 B	11.10 A	13.73 A	18.64 A
	6º	92.05 A	11.43 A	13.82 A	17.84 A
	7º	89.76 AB	9.86 B	13.72 A	15.99 B
	DMS	3.91	.75	.53	1.20
Comparación de medias entre tratamientos					
	T0	90.88 A	11.27 A	14.03 A	17.17 AB
	T1	90.87 A	10.62 A	13.59 AB	18.66 A
	T2	87.80 A	10.42 A	13.19 B	18.00 AB
	T3	89.96 A	10.51 A	13.66 AB	16.78 B
	T4	91.35 A	11.09 A	14.06 A	17.52 AB
	T5	88.74 A	10.87 A	14.02 A	16.83 B
	DMS	5.54	1.064	.755	1.69

** =Nivel de significancia (0.01 %), * =Nivel de significancia (0.05 %), NS =No significativo, DMS= Diferencia Mínima Significativa, C.V.=Coeficiente de Variación, L.M.P= Longitud Media de Plúmula, L.M.R= Longitud Media de Radícula, P.S.P= Peso Seco de Plántula.

Vigor mediante Longitud Media de Plúmula (LMP).

Solo se detectaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los muestreos, no existiendo significancia en las otras fuentes de variación. Esta variable mostró un coeficiente de variación de 11.98 %.(Cuadro 4.7).

Los muestreos sexto y quinto realizado a los 119 y 112 días presentan los valores 11.43 cm y 11.10 cm fueron los que mayor LMP presentaron, perteneciendo al mismo grupo estadístico, por otra parte el muestreo séptimo presenta una LMP más baja con 9.86 cm encontrándose en el último grupo estadístico.

Para el caso de los tratamientos se comportaron estadísticamente iguales, sin embargo numéricamente, T0 y T4 los superan con valores de 11.27 y 11.09 cm, superando el testigo a los demás tratamientos. Los T2 y T3 presentaron LMP más baja con valores de 10.42 y 10.51 cm.

Existe un efecto positivo en el peso del grano considerando una dosis de fertilización media el T4 (180-0-0) por consecuencia nos proporciona un mayor longitud de plúmula. Coincidiendo con lo que menciona McDaniel, (1969), que el efecto del tamaño de la semilla sobre el vigor de las plántulas de cebada puede ser muy marcado, a si de una semilla pesado se desarrollara una plántula con mayor vigor comparada contra aquella proveniente de semillas livianas.

Vigor mediante Longitud media de Radícula (LMR).

Esta variable no mostró diferencias significativas en ninguna de las fuentes de variación, mostrando un coeficiente de variación de 6.67 % (Cuadro 4.7) Los muestreos se comportaron estadísticamente iguales, sin embargo numéricamente el sexto muestreo realizado a los 119 días los supera con 13.82cm, puesto que los muestreos séptimo y quinto presentaron LMR más baja con valores de 13.72 y 13.73cm. Para tratamientos mayor LMR son el T4, T0, T5, con 14.06, 14.03, 14.02 y de menor longitud de radícula los tratamientos T1, T3, T2 respectivamente; se aprecia también que el T0 (testigo) superó a los demás tratamientos, sin embargo las dosis medias de fertilización T4 (180-80-0) lo superaron caso contrario con el T2 con 13.19cm que nos proporciona la LMR más baja. Con dosis de fertilización media (60-80-0) Podemos afirmar que las concentraciones altas y bajas de nitrógeno proporcionan mayor longitud de radícula, considerando al testigo que aunque no tubo dosis de fertilización, igualo a los demás tratamientos demostrando un buen vigor en la semilla que nos proporciona mayor LMR.

Vigor mediante Peso seco de Plántula (PSP).

Presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los muestreos, no siendo así en las tratamientos en campo y en la interacción muestreo por tratamiento, en los cuales no hubo significancia. Con un Coeficiente de variación 11.80 % (Cuadro 4.7).

La comparación de medias muestra que el quinto y sexto muestreo realizado a los 112 y 119 días expresan mayor peso seco de plántula con valores de 18.64 y 17.84 mg/planta, quien obtuvo un menor valor en PSP el muestreo séptimo con un valor de 15.99 mg/plántula.

Entre tratamientos el T1 con una dosis de fertilización baja (17-80-0) expresa en mayor valor de 18.66 mg/plántula, seguido por el T2 con 18.0 mg, T4 con 17.52 mg/plántula en el T4 perteneciendo al mismo grupo estadístico. Los de menor PSP el T3 con 16.78 mg/plántula, de esta manera se puede apreciar el efecto de las dosis de fertilización T2 (60-80-0) y T4 (180-80-0), demostrando que las dosis baja y media de nitrógeno numéricamente propician un incremento en el peso seco de la plántula en comparación con el T0 (testigo) y las dosis altas de fertilización T5 (240-80-0).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo experimental y bajo las condiciones en las que se desarrolló se concluye lo siguiente:

- El efecto de la aplicación de diferentes dosis de fertilización nitrogenada favoreció el incremento de la biomasa de la línea forrajera imberbe Narro-95, provocando un máximo a los 84 y 91 días de desarrollo del cultivo. En este estudio la dosis 60-80-0 proporcionó el mayor peso de semillas a los 119 días de desarrollo del cultivo.
- La aplicación de mayor fertilización nitrogenada no afectó al CH, mientras que en PV y PMS a una dosis baja T1 (17-80-0) se obtiene mayores valores numéricos; siendo mayor el PV a los 112, 119 y 126 días de cosecha; mientras que el PMS aumenta cuando se tiene menor CH en la semilla en muestreos avanzados a los 119 y 126 días.
- Con respecto a la calidad fisiológica, se obtiene valores altos de viabilidad a dosis de fertilización bajas (60-80-0) alcanzando su máximo valor a los 126 días de cosecha; mientras que en Capacidad de Germinación se obtiene su mayor valor numérico a 119 días con dosis de fertilización media (180-80-0).
- Con respecto al vigor la dosis de fertilización media (180-80-0), tiene efectos significativos en LMP y LMR a los 119 días de cosecha; mientras que PSP respondió a las dosis bajas (60-80-0) a los 112 días de crecimiento para obtener mayor peso en las plántulas.

- El tiempo óptimo de cosecha para la semilla de cebada forrajera imberbe Narro-95, se ubica entre los 119 a 126 días de desarrollo de la planta garantizando la mayor calidad física y fisiológica, considerando una dosis de fertilización nitrogenada baja de 60-80-0, y media de 180-80-0.

RESUMEN

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 en las semillas. La fertilización nitrogenada es una herramienta que permite alcanzar estos rendimientos e incrementar su contenido proteico. Por lo anterior se planteó el siguiente trabajo de investigación mediante los siguientes objetivos: Determinar el efecto de diferentes dosis de fertilización nitrogenada en la producción de semilla y materia seca de cebada forrajera imberbe Narro-95 mediante rendimiento, calidad física y fisiológica. Evaluar diferentes tiempos de cosecha a través de pruebas físicas y fisiológicas con la finalidad de determinar el tiempo óptimo de cosecha. La línea de cebada Narro-95 generada en el programa de Cereales del Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

La investigación se realizó en dos etapas: la etapa de campo se realizó en el campo experimental "Humberto Treviño Siller" de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en la región agrícola de Navidad N. L. el cual comprendió desde la preparación del terreno hasta la cosecha.

La del laboratorio se llevó a cabo, en los Laboratorio de producción de semillas y ensayos de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de semillas (CCDTS), El genotipo se sembró a 120kg/ha, se establecieron seis tratamientos con cuatro repeticiones cada uno, cada tratamiento inducido con diferentes dosis de fertilización nitrogenada T0 (testigo), T1 (17- 80-0), T2 (60-80-0) con dosis baja, T3 (120-80-0), T4(180-80-0)dosis media, T5(240-80-0) dosis alta. Utilizando como fuente de nitrógeno el MAP (Fosfato mono amónico, con una proporción de 11 nitrógeno -52 de fósforo -00 de potasio) y sulfato de amonio (con una proporción de 20.5 de nitrógeno -00 de fósforo -00 de potasio), para todas las dosis se aplicó todo el fósforo y la mitad del nitrógeno al momento de la siembra y el resto de nitrógeno aproximadamente un mes después de la

siembra; así mismo se trabajó en tratamiento testigo dado con cero unidades de nitrógeno, fósforo y potasio.

Las variables agronómicas evaluadas fueron: Altura de Planta (AP), Numero de Tallos (NT), Peso de Espigas en gramos (PEg), Longitud de Espigas (LE), Número de Espiguillas (NE), Número de Semillas (NS), Peso de Semillas en gramos (PSg), Peso de Espigas en kg/ha (PEKg), Peso de las Hojas en kg/ha (PHkg), Peso de Tallos en kg/ ha (PTKg); y las variables físicas y fisiológicas fueron: Contenido de Humedad (CH), Peso Volumétrico (PV), Peso de Mil Semillas (PMS), Viabilidad, Capacidad de Germinación, Longitud Media de Plúmula (LMP) , Longitud Media de Radícula (LMR), Peso Seco de Plántula (PSP).

Para las variables de campo se analizaron con un diseño de parcelas divididas, conducido como un diseño bloque al azar y para laboratorio conducido como un diseño completamente al azar, considerando como parcela grande los muestreos y como parcela chica los tratamientos, las comparaciones de medias se hicieron mediante la prueba de DMS $P \leq 0.05$.

Con base al comportamiento del material genético evaluado en cuanto a su capacidad de rendimiento de materia seca, el efecto de la aplicación de diferentes dosis de fertilización nitrogenada favoreció el incremento de la biomasa de la línea forrajera Imberbe Narro-95, provocando un máximo a los 84 y 91 días de desarrollo del cultivo. En este estudio la dosis 60-80-0 proporcionó el mayor peso de semillas a los 119 días de desarrollo del cultivo. La aplicación de fertilización nitrogenada no afectó el CH, mientras que el PV y PMS a una dosis baja T1 (17-80-0) se obtienen mayores valores numéricos de 54.57Kg/HL, 40.26g siendo mayor el PV a los 112,119 y 126 días de cosecha., mientras que el PMS aumenta cuando se tiene menor CH en la semilla en muestreos avanzados a los 119 y 126 días. Con respecto a la calidad fisiológica, se obtienen valores altos de Viabilidad a dosis de fertilización baja T2 (60-80-0), alcanzando su máximo valor de 91.33% a los 126 días de cosecha., mientras que en Capacidad de Germinación obtiene

su mayor valor numérico con 92.05% a los 119 días de desarrollo, con dosis de fertilización media T4 (180-80-0). En vigor de la semilla, la dosis de fertilización media (180-80-0) tienen efectos significativos en LMP y LMR a los 119 días a cosecha con un valor de 11.43 cm y 13.82cm; mientras que para PSP requiere dosis bajas (60-80-0) para los 112 días de crecimiento para obtener mayor peso en las plántulas, expresando su valor más alto de 18.66 mg/plántula.

En lo que respecta al tiempo óptimo de cosecha para la semilla de cebada forrajera Narro-95 se ubica entre los 119 a 126 días de desarrollo de la planta garantizando la mayor calidad física y fisiológica, considerando una dosis fertilización nitrogenada baja de (60-80-0), y media de (180-80-0).

REFERENCIAS

Association of Oficial Seed Analysis (AOSA). 1981. Rules for testing seeds. *Journal of Seed Technology*, 6 (2): 1-126.

Ambler JR, Morgan PW, Jordania WR 1987. La regulación genética de senescence en un césped tropical. En: THOMSON WW, NOTHNAGEL, EA, Huffaker RC (eds) *Senescence de la Planta: su bioquímica y la fisiología*. La Sociedad americana de Fisiólogos de la Planta, Rockville, Maryland, EE.UU., pp 43-53.

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*.

Copeland, P. J. and R. K. Crookston. 1985. Visible indicators of physiological maturity in barley. *CropSci*. 25 (5):843-847.USA.

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, L. O. and M. B. McDonald. 1985 Principles of Seed science and Technology 2^a ed. Burgess Publishing Co. Minneapolis, Minesota.321 p. USA.

Convento, A. I. 1978. Evaluación para su adaptación y rendimiento de 23 genotipos de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en la región de Navidad N. L. ciclo 1985-1986. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Cha KW, Koh HJ, Lee YJ, Lee BM, Nam YW, Paek NC .2002. Isolation, characterization, and mapping of the stay-green mutant in rice. TheorAppl Genet 104:526–532.

Delouche, J. C. 1974. Maintaining soybean seed quality.In: Soybean, production, marketing and use: NFDC, TVA, Muscle Shoals, Alabama, Bul. 69: p. 46-62.

Diez C.C. 2005. Métodos y fechas de siembra para praderas de avena y ryegrass anual. Dep. De zootecnia. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo. 51 p.

David B. Parsons. 1985. Manuales para Educación Agropecuaria. *Trigo, cebada, avena*. Editorial Trillas. p. 35-36.

Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. 2009. Monografía Cebada.

Fernández, S. J. 1985. Glosario de términos usados en semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali. Colombia. 11pag.

Ferraris G. y L. Couretot. 2006. Estudio de la interacción nitrógeno * azufre sobre el rendimiento mediante la aplicación de fertilizantes líquidos. Campaña 2005/2006. Experiencia en el cultivo de trigo. Proyecto Regional Agrícola Centro Regional Bs. Norte: 181-186.

Ferraris, N. G., Pablo Prystupa, F.H. Gutiérrez 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.

González Montaner J.; M. Di Nápoli; P. Calviño; N. Mailland; M. Posborg; F. Dodorico y J. Ande noche. 2003. Nitrógeno en trigo. Revista de los CREA 272: 56-59.

García, M. M. J. 2008. El mercado de la cebada en el mundo. Ing. Técnico Agrícola. Información Técnica.

Hernández, S.A. 1987. Introducción al mejoramiento genético de los cereales de grano pequeño. SARH-INIFAP. México.

López M. V. 1983. Memorias del curso de actualización sobre tecnología de semillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.

Loewy, T. 2005. Fraccionamiento del nitrógeno y fertilización foliar en trigo. E E A INTA Borde nave. 8189.

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.

Lord, E., Vaughan J. 1987. Optimising nitrogen applications for the production of malting barley. Aspects of Applied Biology 15. Cereal Quality, 319-335.

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.

Orcarberro, R., y Briseño. H., V. M. 1983. Valor nutritivo y rendimiento de la avena forrajera (*Avena sativa* L.) Ópalo en distintos estados de desarrollo. Revista Chapingo. Pp. 42,85.

Popinigis, F. 1985. Fisiología da semillas. 2a. ed. Brasil. 269 p

Pietrosemoli S., Mediri J. 1997. Efecto de la fertilización con nitrógeno y fosforo sobre la calidad de la semilla de *Clitoria ternatea* L. Facultad de Agronomía, la Universidad del Zulia. Venezuela. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 5 (Supl. 1): 30-32.

Perdomo. C, Hoffman. E, Pons.C, Pastorini.M. 1999. Fertilización nitrogenada en cebada cervecera. Boletín informativo.

Prystupa, P., Ferraris G., R. Bergh, T. Loewy, L. Ventimiglia y F.H. Gutiérrez 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).

Poehlman, J. M. 1981. Mejoramiento Genético de las cosechas. Primera edición. Ed. Limusa. México.

Perry, D. A. 1977. A Vigour test for seed of barley (*Hordeum Vulgare* L. based on measurement of plumule growth. Seed Science and Technology 5 (4): 709- 719.

Rojas, G. E. 1977. Variedades mexicanas de las cebadas. INIA. Folletos de divulgación. N°. 49.

Robles, S.R. 1986. Producción de granos y forrajes. 4 Edición. Ed. Limusa. México. Pág. 248.

Rosenow DT, Quisenberry JE, Wendt CW, Clark LE 1983.El sorgo sequedad-tolerante y germoplasma de algodón. Agric Water Månege 7:207–222.

Rivera Reyes J.G., Peraza, Luna, F.A., Serratos, Arévalo, J.C., Posos, Ponce, P., Guzmán, Maldonado, S.H., Cortez Baheza, E., Castañón,

Najera, G., Mendoza, Elos, M. 2009. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosforada en el contenido de ácido fítico y vigor de la semilla de avena de la variedad Saia en México. *Revista internacional de botánica experimental*, 78 (37-42). Recuperado desde: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-56572009000100007.

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.

McDaniel, M. B., Jr. 1969. Relationships of seed weight, seedling vigour and mitochondrial metabolism in barley. *Crop Sci.* 9 (6): 823- 827.

Nebreda, I. M., and P. C. Parody. 1977. Efect of seed type on coleoptiles length and weight in Triticale (*X. triticosecale* Wittmack.) *Cereal Res. Commun*, 5 (4): 387- 395.

Thomson, J. R. 1979. An introduction to seed technology. Thomson Litho Ltd. East Kilbride, Scotland. Great Britain. pp 1-15.

Vera, Núñez, J.A., Grageda, Cabrera, O.A., Vuelvas Cisneros, M.A., Peña, Cabriales, J.J. 2002. Absorción de nitrógeno (^{15}N) por el cultivo de cebada en relación con la disponibilidad de agua en el bajío, Guanajuato, México. *Terra latinoamericana*. 20, (57-64). Recuperado desde: <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/20/1/art57-64.pdf>

Walter Q, y Orlando C. 2009. La importancia del insumo de la semilla de buena calidad. Inédito. Oficina Nacional de Semillas.

Zúñiga, E. J. C. 1987. Comparación de diferentes características cuantitativas y correlaciones en cebada de dos hileras (*Hordeum distichum*) y seis hileras (*Hordeum vulgare*) Tesis de maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

CITA DE INTERNET

(Fuente: <http://www.abcgro.com/herbaceos/cereales/cebada.asp>).