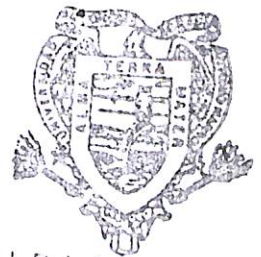


PRODUCCION Y CALIDAD DE SEMILLA DE LEGUMAS
AVANZADAS DE CEBADA CON DIFERENTES
DENSIDADES DE SIEMBRA Y FECHAS DE COSECHA

VICTOR MANUEL RODRIGUEZ RAMOS

T E S I S

PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.

Universidad Autónoma Agraria

"Antonio Narro"

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenvista, Saltillo, Coah.

MAYO DEL 2001

12970

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE SEMILLA DE LÍNEAS AVANZADAS DE
CEBADA CON DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA Y FECHAS DE
COSECHA

TESIS

POR


VÍCTOR MANUEL RODRÍGUEZ RAMOS

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobado
como requisito parcial para obtener el grado de:

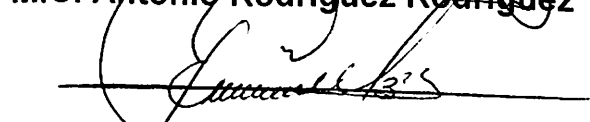
MAESTRO EN CIENCIAS
EN TECNOLOGÍA DE SEMILLAS

Comité Particular

Asesor principal:

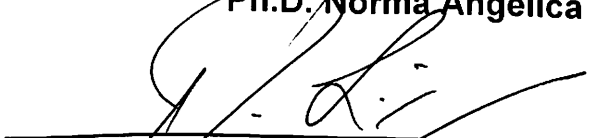

M.C. Antonio Rodríguez Rodríguez

Asesor:


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Asesor:


Ph.D. Norma Angélica Ruiz Torres


Ph.D. Ramiro López Trujillo
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo de 2001

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” y al personal del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas por haberme brindado la oportunidad de continuar con mi preparación profesional.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico brindado mediante la Beca-crédito.

Al M.C. Antonio Rodríguez Rodríguez por su valiosa colaboración y su amistad brindada. Al comité particular de asesoría por su valiosa participación en la dirección de esta investigación.

Al Ing. Modesto Colín Rico, por haberme proporcionado las líneas de cebada indispensables para el desarrollo de esta investigación.

Al Dr. Víctor Manuel Zamora Villa, por su colaboración en el análisis estadístico.

Al Ing. Jorge López Torres, jefe de zona de Impulsora Agrícola S.A. de C.V. en Saltillo, Coah. y al Ing. Rosenberg Hernández por las facilidades otorgadas para el establecimiento de la localidad de Rancho Casa Blanca en la región de Navidad, N.L.

A los señores Gabriel Cabello Malacara e Ismael Martínez Bautista por su valiosa colaboración en todas las actividades de campo.

A todos mis compañeros y compañeras de la maestría en tecnología de semillas que colaboraron directa o indirectamente en el desarrollo de esta investigación:

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso por guiarme por el camino de la sabiduría y del amor.

A mis padres Víctor Manuel y Diana Elda por todo su afecto, cariño y amor que me han brindado a lo largo de toda mi vida.

A mis hermanos Jorge Rene(†), José Adalberto y Diana Lucila por ser parte esencial de mi vida y por su afecto.

A mis cuñadas Luz Magda y Brenda por su gran amistad.

A mis sobrinas Luz Magda y Debanhi Elizabeth por ser tan especiales en mi vida.

A todos mis amigos y amigas por su apoyo y desinteresada amistad.

COMPENDIO

PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE SEMILLA DE LÍNEAS AVANZADAS DE CEBADA CON DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA Y FECHAS DE COSECHA

POR

VÍCTOR MANUEL RODRÍGUEZ RAMOS

MAESTRÍA

TECNOLOGÍA DE SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Mayo de 2001

M.C. Antonio Rodríguez Rodríguez -Asesor-

Palabras clave: semilla de cebada, producción, calidad, densidad de siembra,
fecha de cosecha.

La presente investigación fue realizada con el objetivo de conformar parte del paquete tecnológico para la producción de semilla de líneas avanzadas de cebada, así como de determinar el efecto de la densidad de siembra y la fecha de cosecha sobre el rendimiento y calidad de semillas bajo dos ambientes.

El trabajo se desarrolló en las localidades de Buenavista, Coah. y Navidad, N.L. y consistió en sembrar a 60, 100 y 140 kg ha⁻¹ las líneas CAN-321-94 (dos hileras), CAN-416-94 y CAN-431-94 (seis hileras), y los testigos Guanajuato (dos hileras) y Puebla (seis hileras). Se originaron 15 tratamientos con cuatro repeticiones, cada tratamiento se dividió en cuatro partes y se cosecharon en madurez fisiológica (MF), madurez fisiológica más siete días (MF+7), madurez fisiológica más 14 días (MF+14) y madurez fisiológica más 21 días (MF+21).

El presente estudio abarcó desde la preparación del terreno hasta las cuatro cosechas, además del análisis de la semilla en el laboratorio.

Las variables agronómicas evaluadas fueron: días a floración (DF), días a primer cosecha (DPC), macollos fértiles por planta (MFP), macollos infértiles por planta (MIP), altura de planta (A), número de espigas por metro cuadrado (NE), número de espiguillas por espiga (NEPE), longitud de espiga (LE), número de granos por espiga (NGE), peso de grano por espiga (PGE) y rendimiento (R); y las variables físicas y fisiológicas evaluadas fueron: contenido de humedad (CH), peso de mil semillas (PMS), peso volumétrico (PV), germinación estándar (GE), longitud media de plúmula (LMP), peso seco de plántulas (PSP), envejecimiento acelerado (EA), longitud media de plúmula en envejecimiento acelerado (LMPEA) y peso seco de plántulas en envejecimiento acelerado (PSPEA).

Los resultados indican que la línea CAN-416 fue el genotipo de seis hileras con mejor rendimiento, mientras que la línea CAN-321 fue el mejor genotipo de dos hileras. El rendimiento fue mejor en siembras a 100 y 140 kg ha⁻¹. En Buenavista, Coah. el rendimiento fue muy bajo y en Navidad, N.L. se obtuvo el mejor rendimiento cosechando a MF+14.

La línea CAN-321 obtuvo la mejor calidad de semilla, la densidad de siembra no influyó en la calidad de la semilla, en MF se obtuvo la mejor calidad de semilla en ambas localidades.

El paquete tecnológico recomendado para Buenavista, Coah. es: línea CAN-321-94 sembrada a densidad de 100 kg ha⁻¹ y cosechada a 117 días después de siembra, línea CAN-416-94 sembrada a densidad de 100 kg ha⁻¹ y cosechada a 115 días después de siembra y línea CAN-431-94 sembrada a densidad de 60 kg ha⁻¹ y cosechada a 122 días después de siembra.

El paquete tecnológico recomendado para Navidad, N.L. es: línea CAN-321-94 sembrada a densidad de 100 kg ha⁻¹ y cosechada a 125 días después de siembra, línea CAN-416-94 sembrada a densidad de 100 kg ha⁻¹ y cosechada a 116 días después de siembra, y línea CAN-431-94 sembrada a densidad de 140 kg ha⁻¹ y cosechada a 125 días después de siembra

ABSTRACT

SEED PRODUCTION AND QUALITY OF BARLEY ADVANCED LINES WITH DIFFERENT PLANTING DENSITIES AND HARVESTING DATES

BY

VÍCTOR MANUEL RODRÍGUEZ RAMOS

MASTER DEGREE

SEED TECHNOLOGY

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, May 2001

M.C. Antonio Rodríguez Rodríguez -Advisor-

Key words: barley seeds, production, quality, planting densities, harvesting dates.

The objective of this research was to conform the crop production guide for seed production of barley advanced lines, as well as to determine the planting density and harvesting date effects on yield and seed quality under two environments.

The experiment was carried out in two locations, Buenavista, Coah. and Navidad, N.L. and it consisted on planting the lines CAN-321-94 (two rows),

CAN-416-94 and CAN-431-94 (six rows) and the controls Guanajuato (two rows) and Puebla (six rows) at 60, 100 and 140 kg ha⁻¹. Fifteen treatments were originated with four replications, each treatment was divided in four parts and they were harvested at physiological maturity (FM), physiological maturity plus 7 days (FM+7), physiological maturity plus 14 days (FM+14) and physiological maturity plus 21 days (FM+21).

The research included from land preparation to harvesting dates and the laboratory seed analysis.

The agronomic variables evaluated were: days to flowering (DF), days to first harvest (DFH), fertile tillers per plant (FTP), infertile tillers per plant (ITP), plant height (PH), spikes number per square meter (SNSM), spikelets number per spike (SNS), spike length (SL), kernels number per spike (KNPS), kernel weight per spike (KWPS) and yield (Y); and the physic and physiological variables evaluated were: moisture content (MC), thousand seed weight (TSW), volumetric weight (VW), standard germination (SG), plumule mean length (PML), seedling dry weight (SDW), accelerated aging (AA), accelerated aging plumule mean length (AAPML), and accelerated aging seedling dry weight (AASDW).

The results indicate that the line CAN-416 was the six rows genotype with the best yield, while the two rows line CAN-321 was the best. Yield was better in

100 and 140 kg ha⁻¹ planting densities. Yield was very low in Buenavista, Coah. while in Navidad, N.L. the best yield was harvested at (FM+14).

The line CAN-321 had the best seed quality, and the planting density did not have influence on seed quality. The best seed quality was obtained in FM for both locations.

The crop production guide recommended for Buenavista, Coah. is: line CAN-321-94 at a density of 100 kg ha⁻¹ and harvested at 117 days after planting, line CAN-416-94 at a plant density of 100 kg ha⁻¹ and harvested at 115 days after planting, and the line CAN-431-94 at 60 kg ha⁻¹ and harvested at 122 days after planting.

The crop production guide recommended for Navidad, N.L. is: line CAN-321-94 at a density of 100 kg ha⁻¹ and harvested at 125 days after planting, line CAN-416-94 at a plant density of 100 kg ha⁻¹ and harvested at 116 days after planting, and the line CAN-431-94 at 140 kg ha⁻¹ and harvested at 125 days after planting.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
ÍNDICE DEL APÉNDICE.....	xviii
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos	3
Hipótesis.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Efectos de la Densidad de Siembra	8
Efectos de la Fecha de Cosecha.....	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
Área de Estudio	19
Condiciones Climáticas	20
Material Genético	20
Metodología del Trabajo de Campo	20
Tratamientos.....	20
Preparación de la Semilla para Siembra.....	21
Procedimiento Experimental de Campo.....	21
Cosecha.....	22
Toma de datos.....	22
Variables de Campo	22
Variables Físicas y Fisiológicas	25
Análisis Estadístico.....	30
IV. RESULTADOS.....	32

Variables Agronómicas.....	32
Variables Físicas y Fisiológicas.....	52
V. DISCUSIÓN.....	69
VI. CONCLUSIÓN.....	77
VII. RESUMEN.....	79
VIII. LITERATURA CITADA.....	82
IX. APÉNDICE.....	86

ÍNDICE DE CUADROS

Número		Página
4.1	Datos de días a floración y días a primer cosecha en Buenavista, Coah. y Navidad, N.L.....	32
4.2	Significancia y cuadrados medios de los análisis de varianza para algunas variables agronómicas de cebada evaluadas en Buenavista, Coah.....	34
4.3	Significancia y cuadrados medios de los análisis de varianza para algunas variables agronómicas de cebada evaluadas en Navidad, N.L.....	36
4.4	Comparación de medias para genotipo en las variables agronómicas evaluadas en cebada en Buenavista, Coah.....	37
4.5	Comparación de medias para genotipo en las variables agronómicas evaluadas en cebada en Navidad, N.L.	37
4.6	Comparación de medias para variables agronómicas evaluadas en cebada a diferentes densidades de siembra en Buenavista, Coah.....	39
4.7	Comparación de medias para variables agronómicas evaluadas en cebada a diferentes densidades de siembra en Navidad N.L.....	40
4.8	Comparación de medias para fecha de cosecha en las variables agronómicas evaluadas en cebada en Buenavista, Coah.....	41
4.9	Comparación de medias para fecha de cosecha en las variables agronómicas evaluadas en cebada en Navidad, N.L.	41

Número		Página
4.10	Comparación de medias para la interacción fecha de cosecha por genotipo en algunas variables evaluadas en cebada en Buenavista, Coah. y Navidad, N.L.	44
4.11	Comparación de medias para la interacción fecha de cosecha por densidad evaluada en cebada en Navidad, N.L.....	45
4.12	Comparación de medias para la interacción genotipo por densidad en algunas variables agronómicas evaluadas en cebada en Buenavista, Coah.....	46
4.13	Comparación de medias para la interacción genotipo por densidad en algunas variables agronómicas evaluadas en cebada en Navidad, N.L.....	48
4.14	Significancia y cuadrados medios de los análisis de varianza para las variables físicas y fisiológicas evaluadas en la semilla producida en Buenavista, Coah.....	53
4.15	Significancia y cuadrados medios de los análisis de varianza para las variables físicas y fisiológicas evaluadas en la semilla producida en Navidad, N.L.	54
4.16	Comparación de medias para genotipo en las variables físicas y fisiológicas evaluadas en la semilla producida en Buenavista, Coah.	56
4.17	Comparación de medias para genotipo en las variables físicas y fisiológicas evaluadas en la semilla producida en Navidad, N.L.....	57
4.18	Comparación de medias para densidades en las variables físicas y fisiológicas evaluadas en la semilla producida en Buenavista, Coah. y Navidad, N.L.....	58

Número		Página
4.19	Comparación de medias para fecha de cosecha en las variables físicas y fisiológicas evaluadas en la semilla producida en Navidad, N.L.....	59
4.20	Comparación de medias para fecha de cosecha en las variables físicas y fisiológicas evaluadas en la semilla producida en Buenavista, Coah.	61
4.21	Comparación de medias para la interacción fecha de cosecha por genotipo en las variables físicas y fisiológicas evaluadas en la semilla producida en Buenavista, Coah. y Navidad, N.L.	62
4.22	Comparación de medias para la interacción fecha de cosecha por densidad en longitud media de plúmula en envejecimiento acelerado evaluada en la semilla producida en Buenavista, Coah.	63
4.23	Comparación de medias para la interacción genotipo por densidad en las variables físicas y fisiológicas evaluadas en la semilla producida en Buenavista, Coah. y Navidad, N.L.	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Número		Página
4.1	Relación entre el rendimiento y número de espigas por metro cuadrado en Buenavista, Coah. (B-Ren y B-Esp) y Navidad, N.L. (N-Ren y N-Esp).....	49
4.2	Relación entre el número de espigas por metro cuadrado y el número de granos por espiga en Buenavista, Coah. (B-Esp y B-Nge) y Navidad, N.L. (N-Esp y N-Nge).	50
4.3	Relación entre el número de granos por espiga y el peso de grano por espiga en Buenavista, Coah. (B-Nge y,B-Pge) y en Navidad, N.L. (N-Nge y N-Pge).	51
4.4	Germinación estándar y envejecimiento acelerado en Buenavista, Coah. (B-Ger y B-Ea) y en Navidad, N.L. (N-Ger y N-Ea).	65
4.5	Relación entre longitud media de plúmula y peso seco de plántulas en Buenavista, Coah. (B-Lmp y B-Psp) y en Navidad, N.L. (N-Lmp y N- Psp).	66
4.6	Relación entre longitud media de plúmula en envejecimiento acelerado y peso seco de plántulas en envejecimiento acelerado en Buenavista, Coah. (B-Lmpea y B-Pspea) y en Navidad, N.L. (N-Lmpea y N-Pspea)	67
4.7	Relación entre peso de mil semillas y peso seco de plántulas en envejecimiento acelerado en Buenavista, Coah. (B-Pms y B-Psp) y en Navidad, N.L. (N-Pms y N-Psp).	68

ÍNDICE DEL APÉNDICE

Cuadro		Página
A.1	Variedades mejoradas de cebada desarrolladas en México y su uso.	87
A.2	Condiciones climáticas de campo en Buenavista, Coah. y Navidad, N.L.	87
A.3	Características de los genotipos objeto de estudio. .	87
A.4	Tratamientos establecidos en campo en Buenavista, Coah. y Navidad, N.L.	88
A.5	Resultado de los cálculos de cantidad de semilla a utilizar.	88
A.6	Características de las unidades experimentales de campo en Buenavista, Coah. y Navidad, N.L.	89
A.7	Medias no significativas para la interacción genotipo por densidad en las variables agronómicas evaluadas en cebada en Buenavista, Coah. y Navidad, N.L.	
A.8	Medias no significativas para la interacción genotipo por densidad en las variables físicas y fisiológicas de la semilla producida en Buenavista, Coah.	90
A.9	Medias no significativas para la interacción genotipo por densidad en las variables físicas y fisiológicas de la semilla producida en Navidad, N.L.	90

I. INTRODUCCIÓN

La cebada es uno de los cultivos más antiguos de la humanidad, su origen proviene de Etiopía, África del norte (variedades de grano cubierto con barbas largas), China, Japón y el Tíbet (variedades desnudas con barbas cortas o sin barbas). Actualmente existen dos especies cultivadas: *Hordeum vulgare* (seis hileras) y *Hordeum distichum* (dos hileras).

Los usos más comunes que se le han dado a la cebada son: para consumo humano (harina, grano entero y triturado), consumo animal (forraje fresco y heno), e industrial (industria cervecera).

La mayoría de la producción mundial se encuentra concentrada en la Unión Europea, Canadá, Europa Oriental, Turquía y Australia con 43.8, 13.0, 11.6, 6.9 y 5.5 millones de toneladas anuales respectivamente. Dentro de los principales exportadores destacan la Unión Europea, Australia y Canadá, mientras que los mayores importadores son Arabia Saudita, Japón y China.

El cultivo de la cebada fue introducido en México por los primeros pobladores españoles, iniciando siembras de temporal en los valles altos y la producción era destinada a la alimentación humana y pecuaria. Actualmente,

tiene gran importancia por su utilización en la alimentación humana y pecuaria, además de que es la materia prima básica para la elaboración de cerveza.

La superficie sembrada bajo riego y temporal es de aproximadamente 160,000 ha, siendo actualmente los principales estados productores: Tlaxcala, Hidalgo, Puebla y Guanajuato.

La industria cervecera ha desarrollado en colaboración con el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (I.N.I.F.A.P.), la creación de variedades malteras, mismas que son distribuidas entre los productores de dicha materia prima, sin embargo, existe fuera de este esquema, los productores de bajos ingresos y aquellos que utilizan la cosecha para la alimentación humana o pecuaria.

La cebada frecuentemente es atacada por una amplia gama de enfermedades, entre las que destaca la roya lineal amarilla, la mancha reticular, la escaldadura y los carbones volador y desnudo. Es evidente que la producción de semilla de alta calidad es insuficiente para cubrir toda la demanda, por lo que es importante generar continuamente nuevos genotipos que evadan estos problemas, además de superar su calidad física, fisiológica, genética y sanitaria, siendo importante que una vez generados entren al proceso de multiplicación para cubrir la demanda de este cultivo.

La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (U.A.A.A.N.) a través de su Programa de Cereales y el Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas (C.C.D.T.S.), están evaluando las líneas avanzadas CAN-416-94, CAN-431-94 (seis hileras) y CAN-321-94 (dos hileras), mismas que se estima sean liberadas como variedades mejoradas por parte de la Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (S.A.G.A.R.P.A.), por lo cual se requiere la inducción de un paquete tecnológico en la producción de semilla, en donde incluya entre sus datos la densidad de siembra recomendada.

Por lo anterior se procedió a realizar la presente investigación, la cual tiene los siguientes objetivos:

Objetivo General

- Conformar parte del paquete tecnológico en la producción de semilla de tres líneas avanzadas de cebada: CAN-321-94, CAN-416-94 y CAN-431-94.

Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de densidades de siembra sobre el rendimiento y calidad de semilla de líneas avanzadas en dos ambientes diferentes.

- Determinar el efecto de fechas de cosecha sobre el rendimiento y calidad de semilla de líneas avanzadas en dos ambientes diferentes.
- Determinar la mejor densidad de siembra y fecha de cosecha para obtener un mayor rendimiento y calidad de semilla

Hipótesis

- Las líneas de cebada responden de manera diferente a la densidad de siembra.
- Las líneas de cebada responden de manera diferente a la fecha de cosecha.
- Al menos una de las densidades de siembra y fecha de cosecha generará mayor rendimiento y calidad de semilla.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

La cebada según Vavilov es originaria de dos centros; de Etiopía y África del Norte proceden las variedades cubiertas con barbas largas, de China, Japón y el Tíbet proceden las variedades desnudas, con barbas cortas o sin barbas y los tipos cubiertos con caperuzas (Robles, 1985). Este cereal pertenece al género *Hordeum*, el cual comprende cerca de 25 especies, las especies cultivadas son *Hordeum vulgare* con espigas de seis hileras y *Hordeum distichum* con espigas de dos hileras (Olmos, 1983).

→ Este cultivo fue introducido a México por los primeros pobladores españoles, y desde entonces era destinado a la alimentación de los animales, también se usó ampliamente para consumo humano. En sus inicios se usaba grano de cebada común y se cultivaba en pequeñas áreas de riego y los rendimientos apenas llegaban a una tonelada por hectárea. Posteriormente este cereal dio origen a la industria maltera-cervecera, actualmente esta industria tiene una demanda de materia prima en constante aumento (Olmos, 1983).

La cebada maltera se cultiva de temporal en los valles altos de Hidalgo, Tlaxcala, Puebla y México; también en Coahuila, Nuevo León, Guanajuato, San Luis Potosí, Jalisco, Zacatecas y Durango. En las áreas de riego se cultiva en

Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Aguascalientes, Querétaro, Guanajuato, Michoacán y Jalisco. El rendimiento promedio se ha incrementado de 1958, al pasar de 752 a 1800 kg ha⁻¹ en áreas de temporal y de 1800 a 5000 kg ha⁻¹ en áreas bajo riego. El área de producción de cebada maltera más importante es el altiplano central en donde se sembraron 98,300 ha, mientras que en las zonas bajo riego se sembraron 32,000 ha durante el ciclo 97/97 (Agro Síntesis, 1988). Así mismo, las variedades forrajeras se siembran en los estados de Baja California Norte, Estado de México, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora y Zacatecas (S.A.G.A.R., 1999).

Según Robles (1985), la cebada tiene un hábito de crecimiento anual, desarrolla un sistema de raíces que alcanzan una profundidad de 12 a 15 cm, su tallo tiene de cinco a ocho entrenudos y nudos, mide de 0.6 a 1.0 m, las aurículas de las hojas son largas y abrasadoras. Es una planta sexual, monoica, de flor hermafrodita y perfecta, su inflorescencia es una espiga cilíndrica la cual mide de 7.5 a 19 cm de longitud, estando conformada por estructuras llamadas espiguillas, cada una integrada por el grano y dos glumas con barba de longitud variable, lisa o aserrada, las cuales son alternas y están adheridas en forma de zig-zag al eje llamado raquis.

Por su parte, Olmos (1995) menciona que hay variedades con espigas de seis y dos hileras. En las variedades de seis hileras se observan tres hileras de grano por espiguilla en cada lado del raquis y en las de dos hileras se observa una hilera de granos por espiguilla, ya que en los genotipos de dos hileras las

flores laterales de la espiguilla son estériles y en los de seis hileras son fértiles. La semilla es un fruto denominado cariósipide y esta compuesto por la cascarilla, la raquilla y el fruto. La cascarilla esta formada por la lema y la palea. La lema varía de lisa a rugosa, con una barba aserrada o lisa y de tamaño variable. La palea cubre el lado ventral del grano y tiene un pliegue que abre en forma de V en diversa proporción a partir de su base. La raquilla es una pequeña estructura parecida a un tallo con o sin vellos, que está adherida a la base en el exterior del grano por el lado ventral, el fruto está formado por pericarpio, el cual es la envoltura de la semilla que esta formada por una capa de aleurona, el endospermo y el embrión.

El cultivo de la cebada se puede desarrollar en regiones que presentan un rango de temperatura entre tres y 30°C, siendo la óptima de 20°C, la altitud oscila entre 0 a 3500 msnm, prospera en regiones secas y cuando se cultiva en regiones húmedas se debe de tener cuidado con la incidencia de algunos fitopatógenos, se ha observado que este cultivo se adapta a muy diversos tipos de climas y suelos, de ahí su distribución mundial. Es tolerante a la alcalinidad en comparación al trigo y la avena, prosperando mejor en suelos arenosos y no en suelos ácidos. Los mejores rendimientos se obtienen en suelos tipo migajón con buen drenaje, profundos y un pH de 6.0 a 8.5. (Robles, 1985).

El proceso de mejoramiento genético en México desarrollado en el Instituto Nacional de investigaciones Agrícolas, hoy Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Forestales y Pecuarias, ha generado una amplia

gama de variedades mejoradas con diferentes propósitos de uso, a la fecha se han liberado las variedades que se muestran en el Cuadro A.1.

Las fechas de siembra se adecuan dependiendo del ciclo de que se trate y de la región, en general para las zonas de riego comprende desde el 20 de Noviembre hasta el 15 de Enero, mientras que en las zonas de temporal abarca desde el 20 de Abril hasta el 20 de Junio. Las densidades de siembra van desde 100 a 160 kg ha⁻¹ en regiones temporaleras y de 140 a 180 kg ha⁻¹ en regiones bajo riego.

Entre las normas para la certificación de semilla de cebada, SARH (1980), menciona entre otras, que el porcentaje de germinación mínimo debe ser de 85 por ciento. Según IASA (1988), el peso volumétrico mínimo para la comercialización de grano de cebada maltera se rige por la NOM-FF-43-1982 y debe de ser de 58 kg hl⁻¹ en variedades de dos hileras y de 56 kg hl⁻¹ en variedades de seis hileras.

Efectos de la Densidad de Siembra

→ Kirby (1967), evaluó la respuesta de cebada a cuatro densidades de siembra (39, 78, 156 y 312 kg ha⁻¹) y encontró que al aumentar la densidad se incrementó el número de macollos, pero fue seguido por la muerte de los mismos en diferentes etapas. También al aumentar la densidad aumentó el número de espigas por metro cuadrado y disminuyó el peso de mil semillas.

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

De acuerdo a Esparza (1976),^X la productividad de una variedad depende de la interacción de amacollamiento, número de granos por espiga y el peso medio del grano. El número de granos por espiga depende en parte de la densidad de siembra y disminuye al aumentar el número de espigas por metro cuadrado.

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

Simmons *et al.* (1982), evaluaron la producción de macollos, mortalidad de macollos y el rendimiento de cebada con diferentes capacidades de amacollamiento y la influencia del espacio entre hileras y la densidad de siembra en el amacollamiento. Los genotipos se diferenciaron significativamente en macollos y número de espigas, el número de macollos para el genotipo de alto amacollamiento fue de 42 a 71 por ciento mayor que el de más baja respuesta. La mortalidad de macollos absoluta fue más alta en los genotipos de amacollamiento alto. Los espacios entre hilera de 7.5 cm tuvieron más macollos por unidad de área que los de 30 cm, mientras que en los espacios entre hileras más angostos mostraron mayor mortalidad. En altas densidades de siembra (101 y 134 kg ha⁻¹) se incrementó el número de macollos comparados con el de 67 kg ha⁻¹.

*Ciha (1983) evaluó los efectos de fechas de siembra temprana, normal y tardía y de densidades de siembra de 40, 75 y 110 kg ha⁻¹ en la producción de grano y peso volumétrico de cebada primaveral de dos y seis hileras. En la siembra tardía se redujo el rendimiento del grano y el peso del mismo, el incremento de la densidad en siembra tardía no fue benéfico para el incremento de la producción de grano. En fechas tempranas y densidad de 110 kg ha⁻¹ se observaron los mejores rendimientos. En lo que respecta al peso volumétrico no se presentaron efectos de la densidad de siembra.

García *et al.* (1984) investigaron el papel del amacollamiento en la producción de espigas y supervivencia de los macollos en cebadas de seis y

dos hileras. Aquellos macollos de más de un tercio de altura del tallo principal pueden producir espigas. El número de macollos se incrementó progresivamente durante las etapas juveniles de desarrollo de la planta. Antes de la emergencia de la espiga primaria el número de macollos fértiles comenzó a disminuir, alcanzando niveles máximos de aborción en la cosecha.

Alaoui *et al.* (1988), al evaluar la remoción de macollos de cebada encontraron que dicha práctica redujo el rendimiento, disminuyó el número de espigas por metro cuadrado, aumentó el número de granos por espiga, el peso del grano y el número de espiguillas por espiga en los tallos principales.

Por su parte, McDonald (1990) evaluó el crecimiento y producción de líneas de cebada que no amacollan y variedades que si amacollan, señalando que el rendimiento fue mayor en los materiales que amacollan. Las líneas que no amacollan tuvieron más espiguillas por espiga, con una tendencia a dar menos granos por espiga y producir granos más grandes.

De igual manera, Pageau (1991) realizó estudios de campo para determinar el efecto de espacios entre hileras (10 y 18 cm) y densidades de siembra (280, 320, 360, 400 y 440 semillas por metro cuadrado) en cebada, el autor encontró que con el aumento en la densidad, el rendimiento se incrementó debido a que hubo más número de espigas por metro cuadrado y el peso de mil semillas, sin embargo el número de granos por espiga disminuyó.

Por otro lado, Lauer (1991) al evaluar el efecto de la densidad de planta y uso de etefón sobre el rendimiento y calidad de cebada maltera con referencia a la emergencia de macollos tardíos, encontró que los macollos que emergieron temprano contribuyeron con un 86 por ciento del total del rendimiento contra un 73 por ciento a baja densidad de siembra. Al incrementarse la densidad aumentó el rendimiento, el número de espigas por metro cuadrado y disminuyó el número de granos por espiga.

En un trabajo experimental desarrollado por Dofing y Knight (1992), para determinar la influencia de la densidad de siembra (22, 65 y 108 kg ha⁻¹) en la sincronía de espigamiento y componentes del rendimiento en cebada cultivada. Los resultados obtenidos mostraron que al incrementarse la densidad de siembra se aumentó el número de espigas por metro cuadrado y el rendimiento, y se disminuyó el número de granos por espiga y el peso del grano.

Además Conry y Hegarty (1992), evaluaron los efectos de las fechas de siembra (principios de Septiembre, finales de Septiembre, mediados de Octubre, Noviembre y Diciembre) y de las densidades de siembra (100, 150, 200 y 250 kg ha⁻¹) en el rendimiento de cebada invernal. Los resultados indicaron que a mayor densidad se aumentó el rendimiento en todas las fechas de siembra. También se incrementó el número de espigas por metro cuadrado. A densidades menores aumentó el número de granos por espiga y el peso de mil semillas.

Dofing y Knight (1994), al evaluar el efecto de la siembra de cebada en densidades de 35, 90, 145 y 200 kg ha⁻¹, encontraron que a altas densidades se disminuyó la altura de planta, se incrementó el rendimiento y el número de espigas por metro cuadrado y se redujo el número de granos por espiga y el peso del grano.

Asimismo, Lafond (1994) investigó los efectos de tres espacios entre hileras de siembra (10, 20 y 30 cm), seis densidades de siembra (27, 54, 81, 108, 134, 161 kg ha⁻¹) y dos niveles de nitrógeno (bajo y alto) en cebada. Los resultados obtenidos mostraron que el número de plantas establecidas y el número de espigas producidas disminuyó cuando se incrementaron los espacios entre hileras. A menor densidad se produjeron menos espigas por metro cuadrado y se aumentó el número de granos por espiga; Incrementándose la densidad de siembra se aumentó el número de espigas y se mejoró significativamente el rendimiento de grano.

Por su parte, Davis y Simmons (1994) probaron como los cambios en la calidad de la luz modifican el patrón de amacollamiento concluyendo que al tener mayor densidad de plantas por metro cuadrado disminuyó la luz que penetra a las mismas, ocasionando disminución en la cantidad de macollos emitidos.

Por otro lado, Jedel y Helm (1995) al comparar los efectos de las densidades de 50 a 140 kg ha⁻¹ en la respuesta agronómica de cebadas de dos

y seis hileras, encontraron que a altas densidades se incrementó el número de macollos por metro cuadrado en variedades de dos hileras, mientras que en las de seis hileras este número se mantuvo constante. Al incrementarse la densidad disminuyó la altura y el peso volumétrico, hubo poco efecto en el número de granos por espiga en cebada de dos hileras y disminuyó en cebadas de seis hileras.

Según Olmos (1995), el término amacollamiento esta referido a que una planta produce varios tallos y su número esta influenciado por varios factores:

- Las características de cada variedad: las cebadas de dos hileras amacollan más que las de seis hileras.
- Las temperaturas bajas al inicio del ciclo de cultivo propician el amacollamiento.
- Una adecuada humedad al inicio del ciclo favorece el amacollamiento.
- Una baja densidad de siembra aumenta el amacollamiento, mientras que una alta lo reduce.
- Las plantas procedentes de semillas grandes tienden a amacollar más que las que proceden de semillas pequeñas, excepto cuando la variedad en sí no amacolla.
- El amacollamiento tiende a aumentar con una buena fertilidad del suelo.

→ Efectos de las Fechas de Cosecha

→ Shands *et al.* (1967) evaluaron los efectos de la fecha de cosecha y contenido de humedad en almacenamiento sobre la viabilidad de cebada, encontrando que la capacidad de germinación aumentó en fechas de cosecha posteriores a la primera fecha de cosecha.

Por otra parte, Brewer y Poehlman (1968) cosecharon cebada diariamente, iniciando la primera cosecha con un contenido de humedad de 50 por ciento hasta 10 por ciento; entre las variables evaluadas, el rendimiento no se vio afectado, mientras que el peso de mil semillas disminuyó hasta que el contenido de humedad llegó a 44 por ciento y después se mantuvo constante. Con respecto al peso volumétrico, éste se incrementó cuando el contenido de humedad mostró valores de 48.5 a 43.3 por ciento para mantenerse posteriormente constante.

McDaniel (1969), determinó el efecto del tamaño de la semilla sobre el vigor de las plántulas de cebada, mencionando que de un grano pesado posteriormente se desarrollará una plántula con mayor vigor comparada contra aquella proveniente de semillas livianas.

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 por ciento del máximo peso seco del grano. El contenido de humedad del grano en madurez fisiológica osciló entre 18 y 39 por ciento dependiendo del material, la disminución del contenido de humedad del grano comenzó antes o en 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 después de madurez fisiológica.

Así mismo, Rasyad *et al.* (1990) evaluaron la germinación de trigo cosechado a intervalos de tres días, comenzando tres días después de antésis hasta 39 días después de antésis, los datos indicaron que se alcanzó la máxima germinación a 30 días después de antésis (madurez fisiológica).

Filho y Ellis (1991a), evaluaron el desarrollo de la semilla de cebada y los cambios en la longevidad y en la habilidad de germinación de semillas cosechadas a madurez fisiológica y después de esta. Los autores encontraron que la máxima germinación se alcanzó en semillas cosechadas diez días después de la madurez fisiológica y la longevidad continuó incrementándose hasta 27 días después de madurez fisiológica.

También Filho y Ellis (1991b), compararon la habilidad de emergencia en campo de semillas de cebada cosechadas a madurez fisiológica y posterior a esta, los resultados arrojan que dichos parámetros fueron mayores en lotes

cosechados después de madurez fisiológica. A medida que se retrazó la cosecha posterior a madurez fisiológica, aumentaron los valores.

Pedersen *et al.* (1993), condujeron pruebas de campo en cebada sometida a envejecimiento acelerado y encontraron que afectó la media de germinación debido al pobre vigor de la semilla, lo cual ocasionó posteriormente una disminución del rendimiento. Además mencionan que incrementando la densidad de siembra en lotes de semilla de bajo vigor no se asegura un óptimo rendimiento de grano y que el vigor de la semilla es afectado por las condiciones bajo las cuales la semilla maduró, la etapa de madurez al tiempo de cosecha y las condiciones del almacenamiento.

Según Olmos (1995), para cosechar la cebada hay que esperar a que madure el grano (que este 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 por ciento, porque al secarse esta se chupa. La cebada con humedad arriba del 13.5 por ciento no debe de almacenarse debido a que se calienta, favoreciendo el desarrollo de hongos, afectando su germinación y reduciendo su calidad. El grano debe de manejarse en vehículos y bodegas sin olores penetrantes.

En un experimento con trigo, Abd-Alla (1996) evaluó el efecto de fechas de cosecha (150 a 171 días después de siembra) con intervalos de siete días entre cada una sobre el rendimiento de grano, peso de mil semillas y peso seco de plántulas. Los resultados encontrados fueron más altos cuando se realizó la cosecha entre 164 y 171 días después de siembra.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

→ El trabajo se desarrolló entre Enero de 1999 y Junio del 2000, y consistió en dos etapas: campo y laboratorio. La etapa de campo se llevó a cabo en dos localidades: el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coah. ubicado a $25^{\circ} 22' 44''$ latitud norte y $101^{\circ} 22' 00''$ longitud oeste, con una altura de 1743 msnm y el Rancho Casa Blanca, ubicado en la región de Navidad, N.L. a $25^{\circ} 06' 55''$ latitud norte y $100^{\circ} 46' 35''$ longitud oeste con una altura de 1900 msnm. La etapa de laboratorio se realizó en las instalaciones del C.C.D.T.S. de la U.A.A.A.N, en el Laboratorio de Ensayos de Semillas.

De aquí en adelante las localidades se mencionaran de una manera abreviada. La localidad Buenavista, Saltillo, Coah. se escribirá como Buenavista y la localidad de Rancho Casa Blanca, Navidad, N.L. se escribirá como Navidad.

→ **Condiciones Climáticas**

En el Cuadro A.2 se presentan las condiciones climáticas prevalecientes durante el desarrollo del experimento en campo para ambas localidades.

→ **Material Genético**

El material genético utilizado consistió en cinco genotipos de cebada, tres líneas avanzadas y dos testigos, las líneas fueron proporcionadas por el programa de mejoramiento genético del cultivo de cebada de esta Universidad. Las características de los genotipos se presentan en el Cuadro A.3.

Metodología del Trabajo de Campo

Tratamientos

Los tratamientos consistieron de los genotipos mencionados sembrados a las densidades de 60, 100 y 140 kg ha⁻¹ (Cuadro A.4). Cada tratamiento se cosechó en cuatro fechas diferentes: madurez fisiológica (MF), madurez fisiológica más siete días (MF+7), madurez fisiológica más 14 días (MF+14) y madurez fisiológica más 21 días (MF+21).

Preparación de la Semilla para Siembra

A la semilla se le realizó la prueba de germinación estándar, para determinar la cantidad de semilla a utilizar mediante los siguientes pasos:

- Determinación de la Cantidad de Semilla por Metro Lineal (g): Se dividió la densidad de siembra entre el número de surcos resultantes de una separación entre surcos o hileras de 0.8 metros (125), cuyo resultado se dividió entre 100 metros de largo de una hectárea.
- Determinación de la Semilla por Metro Lineal Ajustado (g): De la cantidad de semilla por metro lineal y basándose en la prueba de germinación estándar realizada, se ajustó a una germinación hipotética de 100 por ciento.
- Determinación de la Cantidad de Semilla por Surco (g): La cantidad de semilla por metro lineal ajustado se multiplicó por 3.45 metros de longitud del surco. Los datos calculados se muestran en el Cuadro A.5.

Procedimiento Experimental de Campo

Las características del procedimiento experimental de campo se presentan en el Cuadro A.6. La siembra se llevó a cabo de forma manual, además considerando que no se contó con semilla suficiente de las líneas, se sembraron los genotipos testigo a las orillas del experimento para evitar el efecto de bordo. El desarrollo del cultivo fue bajo riego, la fertilización fue en dos partes; en la primera se aplicó todo el fósforo y la mitad del nitrógeno, y la

segunda fue al momento del amacollamiento, los plaguicidas se aplicaron de forma óptima cuando fue necesario, y no hubo presencia de enfermedades.

Cosecha

En su momento, las plantas de cada tratamiento se cosecharon arrancándolas de raíz y los datos de evaluación se tomaron en el laboratorio de producción del C.C.D.T.S. La primer fecha de cosecha a madurez fisiológica (MF) se determinó por el cambio de coloración de las glumas de la espiga de un color verde a verde limón (Copeland y Crookston, 1985) y a su vez se determinó el contenido de humedad de la semilla.

Después de la primer cosecha (MF), en períodos subsecuentes de siete días se realizaron tres cosechas adicionales a más siete días (MF+7), más 14 días (MF+14) y más 21 días (MF+21).

Toma de Datos

Variables de Campo

Días a Floración (DF).

Se tomó en cuenta desde la fecha de siembra hasta el 50 por ciento de antésis.

Días a Primera Cosecha (DPC).

Esta variable se midió desde la fecha de siembra hasta el momento en que los tratamientos alcanzaron la madurez fisiológica.

Macollos Fértiles por Planta (MFP).

De cada unidad experimental se tomaron diez plantas al azar, y de cada planta se contó la cantidad de macollos en los cuales había espigas que presentaron semilla llena, la cual se consideraba espiga fértil.

Macollos Infértiles por Planta (MIP).

De las mismas plantas que se tomaron para determinar MFP, se contaron los macollos en los cuales aún presentando espiga no presentaron ningún grano lleno, considerándose espiga estéril.

Altura de Planta (A).

De cada unidad experimental se tomaron diez plantas al azar y se midió su altura en centímetros desde la base del tallo hasta el último grano superior de la espiga.

Número de Espigas por Metro Cuadrado (NE).

De cada unidad experimental y de todas sus plantas se contaron la cantidad total de espigas fértiles, esta cantidad representaba el número de espigas por metro lineal arrancado del suelo (0.8 metros cuadrados), y se calculó el dato para un metro cuadrado.

Número de Espiguillas por Espiga (NEPE).

De cada unidad experimental se tomaron diez espigas fértiles al azar, y se contó la cantidad de espiguillas por espiga.

Longitud de Espiga (LE).

De las mismas espigas que se tomaron al azar para NEPE, se midió la longitud en centímetros desde la base de la espiga en donde empieza la primera espiguilla hasta el último grano lleno en la parte superior.

Número de Granos por Espiga (NGE).

Cada una de las espigas a las que se le tomó NEPE y LE se trilló de forma manual, se juntaron todos los granos y se contaron, obteniéndose su promedio.

Peso de Grano por Espiga (PGE).

El grano que se obtuvo de la trilla manual para NGE se pesó en gramos y posteriormente se dividió entre el número total de espigas.

Rendimiento (R).

Cada unidad experimental se trilló en forma manual incluyendo todas las espigas de todas las plantas que quedaron después de la determinación del contenido de humedad y de las espigas tomadas para NEPE, la semilla se pesó, el dato obtenido correspondía a 0.8 metros cuadrados y se calculó para 10,000 metros cuadrados, los datos son mostrados en kg ha^{-1} . El rendimiento se ajustó a un contenido de humedad del 12 por ciento

Variables Físicas y Fisiológicas

Contenido de Humedad (CH).

Se empleó el método de secado en estufa eléctrica de una etapa (Moreno, 1996). Se utilizó una estufa de circulación forzada, cajas de aluminio, balanza analítica de dos decimales, desecador y pinzas de aluminio. Primero se pesó la caja con su tapa, se colocaron de cuatro a cinco gramos tapándose la caja y posteriormente se pesó la caja con su tapa más semilla, se colocó la caja destapada en la estufa a una temperatura de 103°C por una hora, al término del

plazo se retiraron las cajas tapándose y se colocaron en el desecador aproximadamente 15 minutos. Las cajas ya frías se pesaron nuevamente. El contenido de humedad se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$CH(\%) = \frac{P2 - P3}{P2 - P1} * 100$$

Donde:

CH= Contenido de humedad

P1= Peso en gramos de la caja y tapa

P2= Peso en gramos de la caja, tapa y semilla húmeda

P3= Peso en gramos de la caja, tapa y semilla después de secado

Esta prueba se realizó en tres repeticiones por tratamiento, mostrándose los datos en porcentaje.

Peso de Mil Semillas (PMS).

De la semilla libre de impurezas se contaron al azar ocho repeticiones de 100 semillas cada una, cada repetición se pesó en gramos, (Moreno, 1996). A los datos obtenidos se les calculó la varianza (S^2), la desviación estándar (S) y el coeficiente de variación (CV).

Peso Volumétrico (PV).

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

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

Donde:

PV= Peso volumétrico

WS= Peso de la semilla

V.v.= Volumen del vaso

Germinación Estándar (GE).

La prueba de germinación estándar se realizó mediante el método de entre papel, en el cual se marcaron líneas cada dos cm, colocándose cuatro repeticiones de 25 semillas al azar por tratamiento, posteriormente se mojó con agua corriente el papel que contenía las semillas y se tapó con otra hoja

mojada, se enrolló cada taco y se identificaron con lápiz tinta. Los tacos ya identificados se colocaron al azar en bolsas de plástico y se colocaron en la cámara de germinación, la cual se mantuvo a una temperatura de 20 a 25°C. La evaluación se llevó a cabo a los siete días, determinando las plántulas normales, anormales y semillas muertas, los datos se presentan en porcentaje (Moreno, 1996).

Longitud Media de Plúmula (LMP).

El papel trazado con líneas, una al centro y las demás a dos centímetros una de la otra, se utilizó para determinar la longitud de plántulas normales. El número de plántulas que quedaron entre dos líneas paralelas se multiplicó por el valor medio de dichas paralelas y los productos se sumaron. La longitud total se dividió entre el número de plántulas normales, los valores se muestran en centímetros (Moreno, 1996). La fórmula aplicada fue:

$$L = \frac{(nx1 + nx2 + \dots + nx11)}{Pn}$$

Donde:

L= Longitud media de plúmula

n= Número de plúmulas entre cada par de paralelas

x= Distancia media desde la línea central

Pn= Número de plántulas normales

Peso Seco de Plántulas (PSP).

A las plántulas normales de la prueba de LMP se les eliminó la testa, quedando las raíces y plúmulas, las cuales se metieron en bolsas de papel perforadas y se colocaron en la estufa de circulación forzada a 70°C por 24 horas. Ya terminado el tiempo, se colocaron las bolsas en desecadores, posteriormente se pesó la bolsa más plántula, se eliminó la plántula seca y se pesó la bolsa. El peso seco se determinó como el valor de la resta del peso de la bolsa más plántula al peso de la bolsa sola. El valor obtenido se dividió entre el número de plántulas normales que correspondió y se multiplicó por mil para obtener el peso seco en miligramos por plántula (Moreno, 1996).

Prueba de Envejecimiento Acelerado (Vigor "EA").

Se utilizaron vasos de precipitado de 500 ml, polipropileno recortado en cuadros, tubo malla y malla retenedora de semilla. Al vaso de precipitado se le agregó 100 ml de agua, se colocó semilla suficiente para posteriormente realizar las pruebas de GE, LMP y PSP, se taparon los vasos con el cuadro de polipropileno sujetándolo con una liga, los vasos se introdujeron en la cámara de envejecimiento acelerado a 43°C por 48 horas, al término del tiempo, la semilla envejecida se sometió a las pruebas antes mencionadas (Moreno, 1996).

Para fines de identificación de las variables que se evaluaron para vigor, a continuación se muestran las claves de cada una de ellas:

- EA: Envejecimiento Acelerado.
- LMPEA: Longitud Media de Plúmula en Envejecimiento Acelerado.
- PSPEA: Peso Seco de Plántulas en Envejecimiento Acelerado.

Análisis Estadístico

Las variables de días a floración y días a primer cosecha no se pudieron analizar debido a que no se encontraron diferencias entre repeticiones por ser los mismos datos en cada una de ellas. Las demás variables se analizaron por medio de un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial en parcelas divididas, siendo la parcela grande las fechas de cosecha y la parcela media las densidades. Las comparaciones de medias se hicieron mediante la prueba de DMS $P \leq 0.05$.

Modelo Estadístico

Para días a floración y días a primer cosecha no se muestra modelo estadístico. Para el resto de las variables se utilizó el análisis completamente al azar con arreglo factorial en parcelas divididas, siendo el Factor A (α)= Fechas de cosecha, B(β)= Densidades y C(δ)= Genotipos.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_k + \alpha_i\beta_j + \alpha_i\delta_k + \beta_j\delta_k + \alpha_i\beta_j\delta_k + \epsilon_{ijk}$$

μ = Media poblacional.

α_i = Efecto de las fechas de cosecha 1, 2, 3, 4.

β_j = Efecto de las densidades 1, 2, 3.

δ_k = Efecto de los genotipos 1, 2, 3, 4, 5.

$\alpha_i\beta_j$ = Efecto de la interacción fechas de cosecha por densidades.

$\alpha_i\delta_k$ = Efecto de la interacción fechas de cosecha por genotipos.

$\beta_j\delta_k$ = Efecto de la interacción densidades por genotipos.

$\alpha_i\beta_j\delta_k$ = Efecto de la interacción fechas de cosecha por densidades por genotipos.

ϵ_{ijk} = Error experimental

IV. RESULTADOS

VARIABLES AGRONÓMICAS

En las variables días a floración y días a primera cosecha en ambas localidades, los datos mostrados no se analizaron estadísticamente, debido a que solo se obtuvieron de una repetición de campo, mismos que se presentan en el Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1. Datos de días a floración y días a primer cosecha en Buenavista, Coah. y en Navidad, N.L.

Tratamientos	Buenavista		Navidad	
	DF	DPC	DF	DPC
CAN-416 x 60 kg ha ⁻¹	80	100	83	103
CAN-416 x 100 kg ha ⁻¹	81	99	82	102
CAN-416 x 140 kg ha ⁻¹	80	101	83	103
Guanajuato x 60 kg ha ⁻¹	80	98	83	103
Guanajuato x 100 kg ha ⁻¹	80	100	83	103
Guanajuato x 140 kg ha ⁻¹	80	99	82	102
Puebla x 60 kg ha ⁻¹	73	94	80	100
Puebla x 100 kg ha ⁻¹	74	97	80	100
Puebla x 140 kg ha ⁻¹	73	95	80	100
CAN-321 x 60 kg ha ⁻¹	87	107	90	110
CAN-321 x 100 kg ha ⁻¹	84	103	91	111
CAN-321 x 140 kg ha ⁻¹	87	107	91	111
CAN-431 x 60 kg ha ⁻¹	88	108	90	110
CAN-431 x 100 kg ha ⁻¹	87	107	91	111
CAN-431 x 140 kg ha ⁻¹	85	106	91	111

DF= Días a floración; DPC= Días a primer cosecha.

Para días a floración en ambas localidades, la variedad Puebla en todas sus densidades floreció primero a los 73 y 80 días en Buenavista y Navidad respectivamente, seguida de la variedad Guanajuato y la línea CAN-416, siendo las líneas CAN-321 y CAN-431 las más tardías

En lo que respecta a días a primera cosecha, la variedad Puebla en todas sus densidades y en ambas localidades fue la más precoz, al realizarse la primera cosecha a los 94 días en Buenavista y 100 días en Navidad. Los materiales más tardíos fueron las líneas CAN-321 y CAN-431, al cosecharse en madurez fisiológica a 107 días en Buenavista y 111 días en Navidad.

En el Cuadro 4.2 se muestran los cuadrados medios de los análisis de varianza de las variables agronómicas evaluadas en Buenavista. En dicho cuadro se observa que en el factor fecha de cosecha (FC) hubo diferencias altamente significativas ($\alpha=0.01$) para R, A, NE, LE, NEPE, NGE y PGE, mientras que en MFP y MIP se presentaron diferencias significativas ($\alpha= 0.05$).

En lo referente al factor densidad de siembra (D), se observan diferencias altamente significativas en MFP, MIP, LE y NEPE. En el factor genotipo (G) se observan diferencias altamente significativas en todas las variables.

Cuadro 4.2. Significancia y cuadrados medios de los análisis de varianza para algunas variables agronómicas de cebada evaluadas en Buenavista, Coah.

FV	gl	R (kg ha ⁻¹)	A (cm)	MFP (N°)	MIP (N°)	NE (N°)	LE (cm)	NEPE (N°)	NGE (N°)	PGE (g)
Rep	3	3.91**	236.6**	0.56**	0.000053**	0.90**	1.79**	11.0**	0.27**	0.51**
FC	3	5.04**	203.2**	0.18*	0.000026*	3.06**	1.70**	81.2**	0.56**	0.61**
EE(a)	9	0.38	10.0	0.04	0.000006	0.11	0.19	1.3	0.06	0.07
D	2	0.22	59.5	1.12**	0.000377**	0.07	3.41**	18.1**	0.03	0.01
FC*D	6	0.25	16.7	0.05	0.000002	0.06	0.32	3.9	0.03	0.05
EE(b)	24	0.28	26.1	0.03	0.000008	0.10	0.25	2.4	0.03	0.04
G	4	2.28**	180.8**	1.62**	0.000218**	1.34**	36.00**	375.2**	6.81**	6.78**
FC*G	12	0.47	14.4	0.04	0.000003	0.23	0.64	9.3**	0.07	0.07
G*D	8	2.05**	106.2**	0.10	0.000033**	0.47*	1.15**	13.0**	0.20**	0.35**
FC*G*D	24	0.39	27.0	0.02	0.000005	0.13	0.33	4.3	0.05	0.08
EE	144	0.65	40.8	0.05	0.000009	0.18	0.39	3.4	0.06	0.10
CV		13.04	15.40	17.49	0.43	8.70	11.31	14.49	8.68	17.48

*, **= Niveles de significancia al 0.05 y 0.01, respectivamente.

R= Rendimiento; A= Altura; MFP= Macollos fértiles por planta; MIP= Macollos infértiles por planta; NE= Número de espigas por metro cuadrado; LE= Longitud de espiga; NEPE= Número de espiguillas por espiga; NGE= Número de granos por espiga; PGE= Peso de grano por espiga; FC= Fecha de cosecha; D= Densidad; G= Genotipo.

En la interacción fecha de cosecha por genotipo (FCxG), solo se observan diferencias altamente significativas en NEPE, y para la interacción genotipo por densidad (GxD), hubo diferencias altamente significativas en R, A, MIP, LE, NEPE, NGE y PGE; y diferencias significativas en NE.

En lo que respecta a la localidad de Navidad, observamos en el Cuadro 4.3 los cuadrados medios de los análisis de varianza para las variables agronómicas. Aquí se muestra que para FC hubo diferencias altamente significativas en R, A, MFP, MIP, NE y NGE, además de diferencias significativas en LE.

Para el factor D hubo diferencias altamente significativas en R, A, MIP, NE y LE. En el factor G se encontraron diferencias altamente significativas en todas las variables evaluadas.

En la interacción FCxG, solo hubo diferencias significativas en LE, mientras que en la interacción FCxD, en MFP se observaron diferencias altamente significativas, y para la interacción GxD, solo se tuvieron diferencias altamente significativas en LE y NGE, así como diferencias significativas en MIP.

En los Cuadros 4.4 y 4.5 se muestran las comparaciones de medias para G en las variables agronómicas evaluadas en Buenavista y Navidad, respectivamente.

Cuadro 4.3. Significancia y cuadrados medios de los análisis de varianza para algunas variables agronómicas de cebada evaluadas en Navidad, N.L.

FV	gl	R (kg ha ⁻¹)	A (cm)	MFP (N°)	MIP (N°)	NE (N°)	LE (cm)	NEPE (N°)	NGE (N°)	PGE (g)
Rep	3	0.17	86.6**	0.07	0.000003	7440.9	0.32	2.7	14.0	2.011**
FC	3	0.89**	122.0**	4.91**	0.000045**	36514.0**	0.84*	6.8	108.4**	0.189
EE(a)	9	0.11	11.1	0.13	0.000009	5568.5	0.35	5.1	28.4	0.045
D	2	0.51**	470.9**	0.48	0.000054**	82497.6**	1.67**	5.7	15.4	0.014
FC*D	6	0.02	32.4	0.65**	0.000011	2665.9	0.30	5.6	7.9	0.041
EE(b)	24	0.05	40.2	0.13	0.000010	5292.6	0.18	1.9	18.4	0.052
G	4	2.31**	423.3**	1.69**	0.000067**	225975.7**	39.18**	564.8**	4752.3**	0.742**
FC*G	12	0.13	19.2	0.18	0.000009	5707.5	0.47*	3.0	28.3	0.040
G*D	8	0.16	17.2	0.21	0.000015*	8311.0	0.66**	4.7	57.1**	0.003
FC*G*D	24	0.08	15.8	0.11	0.000005	6798.8	0.30	3.0	13.7	0.248
EE	144	0.10	21.7	0.18	0.000006	6339.7	0.22	3.3	20.9	0.127
CV		4.10	6.02	18.67	0.36	18.39	7.02	10.24	15.90	15.15

*, **= Niveles de significancia al 0.05 y 0.01, respectivamente.

R= Rendimiento; A= Altura; MFP= Macollos fértiles por planta; MIP= Macollos infértiles por planta; NE= Número de espigas por metro cuadrado; LE= Longitud de espiga; NEPE= Número de espiguillas por espiga; NGE= Número de granos por espiga; PGE= Peso de grano por espiga; FC= Fecha de cosecha; D= Densidad; G= Genotipo.

Cuadro 4.4. Comparación de medias para genotipo en las variables agronómicas evaluadas en cebada en Buenavista, Coah.

Genotipo	R † (kg ha ⁻¹)	A (cm)	MFP (Nº)	MIP (Nº)	NE (Nº)	LE (cm)	NEPE (Nº)	NGE (Nº)	PGE (g)
CAN-416	819 a	42.7 ab	1.7 b	0.6 c	154 b	5.2 c	14 c	27 a	8.4 b
Guanajuato	533 b	40.7 bc	2.7 a	1.2 a	204 a	5.7 b	15 b	11 d	3.8 e
Puebla	791 a	38.5 c	1.5 b	0.7 bc	152 b	4.4 c	12 d	21 b	7.3 c
CAN-321	521 b	43.4 a	1.4 b	0.8 b	145 bc	6.8 a	19 a	15 c	5.4 d
CAN-431	750 a	42.3 ab	1.5 b	0.4 d	121 c	5.6 b	14 c	26 a	9.9 a

† Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba DMS $P \leq 0.05$.

R= Rendimiento; A= Altura; MFP= Macollos fértiles por planta; MIP= Macollos infértiles por planta; NE= Número de espigas por metro cuadrado; LE= Longitud de espiga; NEPE= Número de espiguillas por espiga; NGE= Número de granos por espiga; PGE= Peso de grano por espiga.

Cuadro 4.5. Comparación de medias para genotipo en las variables agronómicas evaluadas en cebada en Navidad, N.L.

Genotipo	R † (kg ha ⁻¹)	A (cm)	MFP (Nº)	MIP (Nº)	NE (Nº)	LE (cm)	NEPE (Nº)	NGE (Nº)	PGE (g)
CAN-416	3625 a	77.0 c	2.3 a	1.0 bc	447 b	6.5 c	17 c	38 a	9.8 b
Guanajuato	2102 c	72.6 d	2.4 a	1.3 a	481 a	7.4 b	20 b	16 d	12.4 a
Puebla	3446 ab	79.7 ab	2.4 a	0.9 c	404 c	5.3 d	14 d	32 b	10.8 b
CAN-321	3114 b	79.8 a	2.4 a	1.1 b	503 a	7.6 a	23 a	21 c	12.9 a
CAN-431	3401 ab	77.9 bc	2.0 b	1.0 bc	330 d	6.7 c	16 c	38 a	10.4 b

† Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba DMS $P \leq 0.05$.

R= Rendimiento; A= Altura; MFP= Macollos fértiles por planta; MIP= Macollos infértiles por planta; NE= Número de espigas por metro cuadrado; LE= Longitud de espiga; NEPE= Número de espiguillas por espiga; NGE= Número de granos por espiga; PGE= Peso de grano por espiga.

En dichos cuadros se observa que; la línea CAN-416 mostró el mayor R con 819 y 3625 kg ha⁻¹ en Buenavista y Navidad, respectivamente, además, la línea indicada comparte el mismo nivel estadístico con CAN-431 y la variedad Puebla, mientras que los rendimientos más bajos lo dieron CAN-321 y Guanajuato. En lo que respecta a la variable A, la línea CAN-321 creció 43.4 y 79.8 cm en Buenavista y Navidad, superando a CAN-416 y CAN-431 en Buenavista y a la variedad Puebla en Navidad.

La variedad Guanajuato produjo 2.7 MFP en Buenavista, mientras que en Navidad se observó un comportamiento similar en casi todos los genotipos con 2.4 y 2.3 MFP, a excepción de CAN-431 que presentó la menor cantidad de MFP al obtener 2.0. Con respecto a MIP, la variedad Guanajuato presentó los más altos valores con 1.2 y 1.3 en Buenavista y Navidad respectivamente, por otra parte CAN-431 en Buenavista y Puebla en Navidad mostraron los valores más bajos con 0.4 y 0.9.

Para NE, la variedad Guanajuato presentó la mejor media al obtener 204 espigas en Buenavista, mientras que en Navidad CAN-321 produjo 503 espigas; en esta variable se observaron a los materiales de seis hileras como los que presentaron menor cantidad de espigas. CAN-321 alcanzó la mayor LE al medir 6.8 y 7.6 cm en Buenavista y Navidad respectivamente, y fue seguida por la variedad Guanajuato y CAN-416 con 5.7 y 5.2 cm, mientras que la variedad Puebla, y CAN-431 y CAN-416 desarrollaron espigas más cortas. En NEPE, se obtuvieron 19 y 23 en CAN-321 en Buenavista y Navidad, siendo

mejores que la variedad Guanajuato y CAN-416. En el NGE, CAN-416 fue mejor al obtener 27 y 38 granos por espiga, compartiendo el mismo nivel estadístico con CAN-431, seguida de la variedad Puebla en Buenavista y Navidad respectivamente, esto mostró que los materiales de seis hileras produjeron más granos por espiga.

En Buenavista, CAN-431 fue superior para PGE con un valor de 9.9 gramos, seguida de CAN-416, con 8.4 g mientras que en Navidad destacaron CAN-321 y Guanajuato con 12.9 y 12.4 gramos, compartiendo el mismo nivel estadístico.

Las comparaciones de medias para D en las variables agronómicas evaluadas en Buenavista se muestran en el Cuadro 4.6. En dicho cuadro observamos que MFP con 2.2, MIP con 1.1, LE de 5.8 cm y NEPE de 15, se obtuvieron para los genotipos que se sembraron a una densidad de 60 kg ha⁻¹, siendo superiores a las otras densidades utilizadas.

Cuadro 4.6. Comparación de medias para variables agronómicas evaluadas en cebada a diferentes densidades de siembra en Buenavista, Coah.

Densidad (kg ha ⁻¹)	MFP † (Nº)	MIP (Nº)	LE (cm)	NEPE (Nº)
60	2.2 a	1.1 a	5.8 a	15 a
100	1.6 b	0.6 b	5.4 b	14 b
140	1.5 b	0.5 b	5.4 b	14 b

† Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba DMS $P \leq 0.05$. MFP= Macollos fértiles por planta; MIP= Macollos infértiles por planta; LE= Longitud de espiga; NEPE= Número de espiguillas por espiga.

Por su parte, en el Cuadro 4.7, se observan las comparaciones de medias para D de las variables agronómicas en Navidad.

Los mejores R se obtuvieron cuando los genotipos se sembraron a las densidades de 100 y 140 kg ha⁻¹, con más de 3200 kg ha⁻¹, de la misma manera, A y NE expresaron los valores más altos con 79.1 cm y 455 espigas respectivamente.

También se observó una similitud numérica en el comportamiento de MIP y LE, siendo mayores éstos al ser sembrados los genotipos a una densidad de 60 kg ha⁻¹.

Cuadro 4.7. Comparación de medias para variables agronómicas evaluadas en cebada a diferentes densidades de siembra en Navidad, N.L.

Densidad (kg ha ⁻¹)	R † (kg ha ⁻¹)	A (cm)	MIP (N ^o)	NE (N ^o)	LE (N ^o)
60	2901 b	74.6 b	1.1 a	396 b	6.9 a
100	3306 a	78.5 a	1.0 b	447 a	6.6 b
140	3204 a	79.1 a	1.0 b	455 a	6.2 b

† Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba DMS $P \leq 0.05$. R= Rendimiento; A= Altura; MIP= Macollos infértiles por planta; NE= Número de espigas por metro cuadrado; LE= Longitud de espiga.

Para el factor FC de las variables agronómicas, los Cuadros 4.8 y 4.9 muestran las comparaciones de medias en Buenavista y Navidad respectivamente.

Cuadro 4.8. Comparación de medias para fecha de cosecha en las variables agronómicas evaluadas en cebada en Buenavista, Coah.

Fecha de cosecha	R † (kg ha ⁻¹)	A (cm)	MFP (N°)	MIP (N°)	NE (N°)	LE (cm)	NEPE (N°)	NGE (N°)	PGE (g)
MF	930 a	44.0 a	1.9 a	0.7 b	202 a	5.7 a	17 a	22 a	7.7 a
MF+7	714 b	41.8 ab	1.7 b	0.8 ab	160 b	5.6 ab	15 b	21 a	7.3 ab
MF+14	488 c	39.8 b	1.6 b	0.9 a	130 c	5.4 b	15 b	19 b	6.3 c
MF+21	601 bc	40.4 b	1.8 ab	0.8 ab	129 c	5.4 b	14 c	19 b	6.6 bc

† Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba DMS $P \leq 0.05$.

R= Rendimiento; A= Altura; MFP= Macollos fértiles por planta; MIP= Macollos infértiles por planta; NE= Número de espigas por metro cuadrado; LE= Longitud de espiga; NEPE= Número de espiguillas por espiga; NGE= Número de granos por espiga; PGE= Peso de grano por espiga; MF= Madurez fisiológica; MF+7= Madurez fisiológica más siete días; MF+14= Madurez fisiológica más 14 días; MF+21= Madurez fisiológica más 21 días.

Cuadro 4.9. Comparación de medias para fecha de cosecha en las variables agronómicas evaluadas en cebada en Navidad, N.L.

Fecha de cosecha	R † (kg ha ⁻¹)	A (cm)	MFP (N°)	MIP (N°)	NE (N°)	LE (cm)	NGE (N°)
MF	3181 a	79.2 a	2.6 a	0.9 c	434 a	6.5 b	30 a
MF+7	3298 a	76.2 b	2.4 b	1.2 a	442 a	6.8 a	27 b
MF+14	3379 a	77.9 ab	2.2 c	1.0 bc	457 a	6.8 a	30 a
MF+21	2693 b	76.3 b	2.0 d	1.1 ab	399 b	6.6 a	28 b

† Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba DMS $P \leq 0.05$.

R= Rendimiento; A= Altura; MFP= Macollos fértiles por planta; MIP= Macollos infértiles por planta; NE= Número de espigas por metro cuadrado; LE= Longitud de espiga; NGE= Número de granos por espiga; MF= Madurez fisiológica; MF+7= Madurez fisiológica más siete días; MF+14= Madurez fisiológica más 14 días; MF+21= Madurez fisiológica más 21 días.

En Buenavista, el mejor R se obtuvo en MF con 930 kg ha^{-1} , y para Navidad a MF+14 se obtuvo el mejor R con 3379 kg ha^{-1} , aunque se comparte el mismo nivel estadístico con MF y MF+7 con 3181 y 3298 kg ha^{-1} respectivamente, esto mostró que Navidad tuvo un mejor R que el mostrado en Buenavista.

Se obtuvieron plantas más altas en MF en ambas localidades al lograr 44.0 y 79.2 cm , seguidas de MF+7 en Buenavista y MF+14 en Navidad. Es notable que en Navidad se produjeron plantas más altas comparadas con Buenavista.

En lo que respecta a MFP, sobresale la cosecha realizada en MF en ambas localidades con medias similares en Buenavista y estos disminuyeron gradualmente en Navidad conforme se procedió a cosechas posteriores. En Buenavista, para MIP destacó MF+14, mientras que en Navidad MF+7 fue la mejor.

En Buenavista, se cuantificaron 202 espigas/m^2 en MF, mientras que en Navidad se muestran con el mismo nivel estadístico MF, MF+7 y MF+14, obteniendo 434 , 442 y 457 espigas respectivamente.

La mayor LE, se tuvo en MF con 5.7 cm , seguida de MF+7 en Buenavista, mientras que en Navidad a MF+7, MF+14 y MF+21 mostraron el mismo nivel estadístico con 6.8 , 6.8 y 6.6 cm . respectivamente.

Sólo en Buenavista se observan diferencias para NEPE en donde a MF se obtuvieron 17, seguida de MF+7 y MF+14.

También se observaron más NGE en MF con 22 y MF+7 con 21 en Buenavista, en cambio MF y MF+14 en Navidad obtuvieron 30. El mayor PGE se dio en MF con 7.7 g, seguido de MF+7 con 7.3 g en Buenavista.

Las comparaciones de medias para la interacción FCxG en el NEPE para Buenavista, se muestran en el Cuadro 4.10.

Observándose que CAN-321 en todas sus fechas de cosecha fue superior al resto de los genotipos, mostrando su mayor valor a MF con 20, seguida de MF+14, MF+7 y MF+21.

De igual manera en el mismo cuadro se muestran las comparaciones de medias de la interacción FCxG, para LE en Navidad, apreciándose que CAN-321 cosechada a MF+14 obtuvo 8.0 cm, seguida de esta misma línea pero cosechada a MF+21 y MF.

Cuadro 4.10. Comparación de medias para la interacción fecha de cosecha por genotipo en algunas variables agronómicas evaluadas en cebada en Buenavista, Coah. y Navidad, N.L.

Fecha de cosecha por Genotipo	Buenavista		Navidad	
	NEPE † (N°)		LE (N°)	
MF x CAN-416	15	de	6.3	f
MF+7 x CAN-416	15	de	6.5	ef
MF+14 x CAN-416	12	fg	6.5	ef
MF+21 x CAN-416	11	gh	6.6	ef
MF x Guanajuato	17	c	7.3	bc
MF+7 x Guanajuato	14	de	7.5	bc
MF+14 x Guanajuato	15	de	7.3	bc
MF+21 x Guanajuato	14	de	7.4	bc
MF x Puebla	14	de	5.2	g
MF+7 x Puebla	12	fg	5.4	g
MF+14 x Puebla	11	gh	5.4	g
MF+21 x Puebla	10	h	6.3	f
MF x CAN-321	20	a	7.5	bc
MF+7 x CAN-321	18	bc	7.4	bc
MF+14 x CAN-321	19	ab	8.0	a
MF+21 x CAN-321	18	bc	7.5	b
MF x CAN-431	14	de	6.3	f
MF+7 x CAN-431	13	ef	7.1	cd
MF+14 x CAN-431	14	de	6.8	de
MF+21 x CAN-431	13	ef	6.4	f

† Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba DMS $P \leq 0.05$.

NEPE= Número de espiguillas por espiga; LE= Longitud de espiga; MF= Madurez fisiológica; MF+7= Madurez fisiológica más siete días; MF+14= Madurez fisiológica más 14 días; MF+21= Madurez fisiológica más 21 días.

En cuanto a la interacción FCxD, las comparaciones de medias para MFP en Navidad, son mostradas en el Cuadro 4.11. A MF con 60 kg ha^{-1} se desarrollaron 3.0, seguida de MF a 100 kg ha^{-1} y MF+7 a 100 kg ha^{-1} con el mismo nivel estadístico, desarrollaron 2.5 MFP.

Cuadro 4.11. Comparación de medias para la interacción fecha de cosecha por densidad evaluada en cebada en Navidad, N.L.

Fecha de cosecha por Densidad	MFP † (Nº)
MF-60 kg ha ⁻¹	3.0 a
MF+7-60 kg ha ⁻¹	2.4 bcd
MF+14-60 kg ha ⁻¹	2.1 def
MF+21-60 kg ha ⁻¹	1.9 ef
MF-100 kg ha ⁻¹	2.5 b
MF+7-100 kg ha ⁻¹	2.5 b
MF+14-100 kg ha ⁻¹	2.2 cde
MF+21-100 kg ha ⁻¹	2.0 ef
MF-140 kg ha ⁻¹	2.4 bcd
MF+7-140 kg ha ⁻¹	2.3 bcd
MF+14-140 kg ha ⁻¹	2.2 cde
MF+21-140 kg ha ⁻¹	1.9 ef

† Medias con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba DMS $P \leq 0.05$. MFP= Macollos fértiles por planta; MF= Madurez fisiológica; MF+7= Madurez fisiológica más siete días; MF+14= Madurez fisiológica más 14 días; MF+21= Madurez fisiológica más 21 días.

Por su parte, en la interacción GxD, en los Cuadros 4.12 y 4.13 se presentan las comparaciones de medias de las variables agronómicas evaluadas en Buenavista y Navidad respectivamente.

En la localidad de Buenavista (Cuadro 4.12) el tratamiento que destacó en su comportamiento en R, fue la línea CAN-416 sembrada a 100 kg ha⁻¹ con una producción de 1170 kg ha⁻¹, seguido de la variedad Puebla sembrada a 140 kg ha⁻¹ (1110 kg ha⁻¹) y de CAN-431 a 60 kg ha⁻¹ (845 kg ha⁻¹). El tratamiento con mayor A fue CAN-416 a 100 kg ha⁻¹ el cual creció a 46.6 cm, superando a CAN-431 a 60 kg ha⁻¹ y a CAN-321 a 140 kg ha⁻¹. En ambas localidades se considero inicialmente la variable acame y en ninguno de los tratamientos se observó.

Cuadro 4.12. Comparación de medias para la interacción genotipo por densidad en algunas variables agronómicas evaluadas en cebada en Buenavista, Coah.

Genotipo por Densidad	R † (kg ha ⁻¹)	A (cm)	MIP (N°)	NE (N°)	LE (cm)	NEPE (N°)	NGE (N°)	PGE (g)
CAN-416 x 60 kg ha ⁻¹	707 abc	42.8 abcdef	0.9 bc	141 cde	5.5 cde	14 cde	29 a	8.6 bc
CAN-416 x 100 kg ha ⁻¹	1170 a	46.6 a	0.5 de	183 abc	5.4 de	14 cde	28 ab	9.3 bc
CAN-416 x 140 kg ha ⁻¹	583 abcd	38.7 efg	0.4 de	137 cde	4.8 e	12 gh	26 abc	7.3 cde
Guanajuato x 60 kg ha ⁻¹	573 abc	42.9 abcde	1.6 a	228 a	5.9 bc	16 bc	12	3.9 hi
Guanajuato x 100 kg ha ⁻¹	504 de	38.4 fg	1.1 b	172 bcd	5.2 e	14 cde	11	3.6 i
Guanajuato x 140 kg ha ⁻¹	523 bcd	40.9 bcdefg	0.9 bc	212 ab	5.8 bcd	16 bc	11	3.8 i
Puebla x 60 kg ha ⁻¹	581 bcd	38.8 defg	1.2 b	136 cde	4.4 fg	12 gh	20 de	6.5 def
Puebla x 100 kg ha ⁻¹	684 abc	36.7 g	0.7 cd	140 cde	4.3 g	12 gh	20 de	6.8 def
Puebla x 140 kg ha ⁻¹	1110 ab	40.1 cdefg	0.4 de	180 abc	4.4 fg	12 gh	24 bcd	8.5 bcd
CAN-321 x 60 kg ha ⁻¹	438 e	42.9 abcde	1.5 a	131 e	6.9 a	19 a	13	4.9 gh
CAN-321 x 100 kg ha ⁻¹	559 bcd	43.2 abcd	0.5 de	159 bcd	6.7 a	19 a	14	5.3 fg
CAN-321 x 140 kg ha ⁻¹	566 abcd	44.1 abc	0.5 de	144 cde	6.7 a	20 a	17	6.2 ef
CAN-431 x 60 kg ha ⁻¹	845 ab	45.2 ab	0.4 de	119 de	6.1 b	16 bc	29 a	11.5 a
CAN-431 x 100 kg ha ⁻¹	744 abc	40.6 cdefg	0.4 de	129 cde	5.3 e	13 efg	25 abc	9.7 ab
CAN-431 x 140 kg/ha ⁻¹	662 cde	41.2 bcdefg	0.4 de	116 e	5.4 de	14 cde	23 cd	8.4 bcd

† Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba DMS $P \leq 0.05$.

R= Rendimiento; A= Altura; MIP= Macollos infértiles por planta; NE= Número de espigas por metro cuadrado; LE= Longitud de espiga; NEPE= Número de espiguillas por espiga; NGE= Número de granos por espiga; PGE= Peso de grano por espiga.

En el NE, Guanajuato sembrada a 60 kg ha^{-1} produjo 228, seguida de Guanajuato sembrado a 100 kg ha^{-1} ; la menor producción de espiga fue para CAN-321 sembrada a 100 kg ha^{-1} y CAN-431 sembrada a 140 kg ha^{-1} .

Por otra parte, CAN-321 en todas sus densidades presentó el mayor NEPE (19 a 20), caso contrario para la variedad Puebla quien en todas sus densidades obtuvo 12. El mayor PGE fue 11.5 g en CAN-431 sembrada a 60 kg ha^{-1} , seguido de CAN-431 a 100 kg ha^{-1} y de CAN-416 a 60 y 100 kg ha^{-1} .

Para las variables que mostraron diferencias en Buenavista (Cuadro 4.12) y Navidad (Cuadro 4.13), se observa que Guanajuato sembrada a 60 kg ha^{-1} mostró arriba de 1.3 MIP, compartiendo el mismo nivel estadístico con CAN-321 sembrada a 60 kg ha^{-1} con 1.5 MIP. Los tratamientos con valores más bajos fueron CAN-431 sembrada a 140 kg ha^{-1} con 0.7, y Puebla sembrada a 100 y 140 kg ha^{-1} .

En LE, CAN-321 obtuvo valores superiores en todas sus densidades con 6.7 a 6.9 cm en Buenavista y 7.5 a 7.7 cm en Navidad, de manera contraria, la variedad Puebla mostró las espigas más cortas en todas sus densidades, al obtener de 4.3 a 4.4 en Buenavista y de 5.0 a 5.5 en Navidad

Para NGE, las líneas CAN-416 y CAN-431 sembradas a 60 kg ha^{-1} , desarrollaron 29 granos en Buenavista, mientras que en Navidad (Cuadro 4.13) destacaron CAN-416 a 140 kg ha^{-1} al obtener 40 granos, aquí observamos que

en los materiales de dos hileras (Guanajuato y CAN-321) se desarrollaron pocos granos por espiga.

Cuadro 4.13. Comparación de medias para la interacción genotipo por densidad en algunas variables agronómicas evaluadas en cebada en Navidad, N.L.

Genotipo por Densidad	MIP † (N°)	LE (cm)	NGE (N°)
CAN-416 x 60 kg ha ⁻¹	1.1 bcd	6.4 fgh	32 bc
CAN-416 x 100 kg ha ⁻¹	0.8 de	6.3 h	38 ab
CAN-416 x 140 kg ha ⁻¹	0.9 cde	6.7 efg	40 a
Guanajuato x 60 kg ha ⁻¹	1.3 a	7.7 a	16 g
Guanajuato x 100 kg ha ⁻¹	1.2 ab	7.2 bc	15 g
Guanajuato x 140 kg ha ⁻¹	1.3 ab	7.2 bc	15 g
Puebla x 60 kg ha ⁻¹	0.8 de	5.5 i	33 cd
Puebla x 100 kg ha ⁻¹	0.8 de	5.4 i	31 de
Puebla x 140 kg ha ⁻¹	0.9 cde	5.0 j	29 e
CAN-321 x 60 kg ha ⁻¹	1.3 a	7.7 a	19 f
CAN-321 x 100 kg ha ⁻¹	0.9 cde	7.5 ab	21 f
CAN-321 x 140 kg ha ⁻¹	0.9 cde	7.6 a	21 f
CAN-431 x 60 kg ha ⁻¹	1.0 bcd	6.9 de	38 ab
CAN-431 x 100 kg ha ⁻¹	1.1 bcd	6.7 efg	38 ab
CAN-431 x 140 kg/ha ⁻¹	0.7 e	6.4 fgh	35 bc

†Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba DMS $P \leq 0.05$.

MIP= Macollos infértiles por planta; LE= Longitud de espiga; NGE= Número granos por espiga.

Como complemento, las medias de las variables agronómicas que resultaron ser no significativas en la interacción genotipo por densidad en ambas localidades, se muestran en el Cuadro A.7.

Para la interacción antes mencionada y en ambas localidades, se muestran en forma gráfica las relaciones entre el rendimiento y el número de espigas por metro cuadrado (Figura 4.1). Entre el número de espigas y número de granos por espiga (Figura 4.2), y entre el número de granos por espiga y el peso de grano por espiga (Figura 4.3).

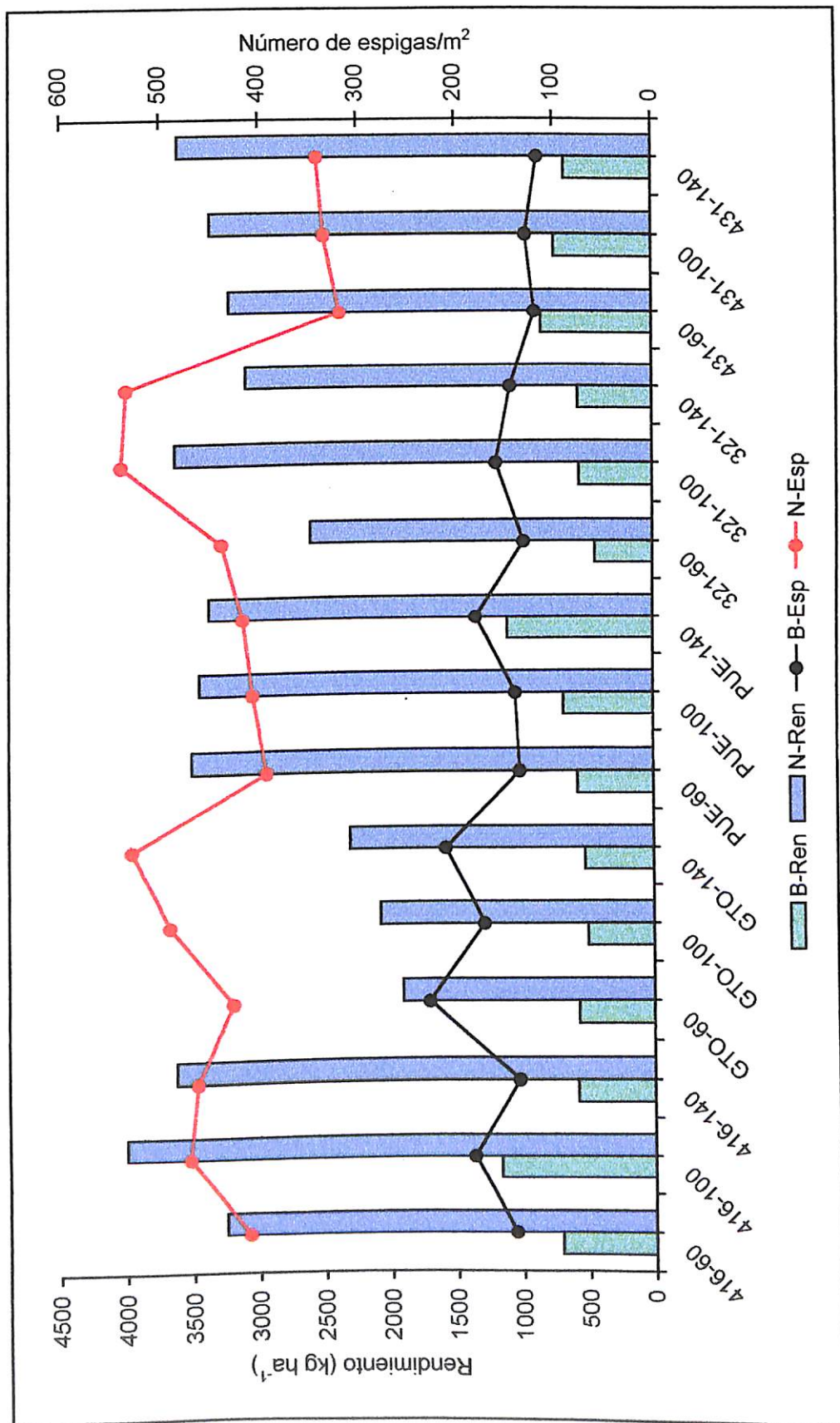


Figura 4.1. Relación entre el rendimiento y número de espigas por metro cuadrado en Buenavista, Coah., (B-Ren y B-Esp) y Navidad, N.L. (N-Ren y N-Esp).

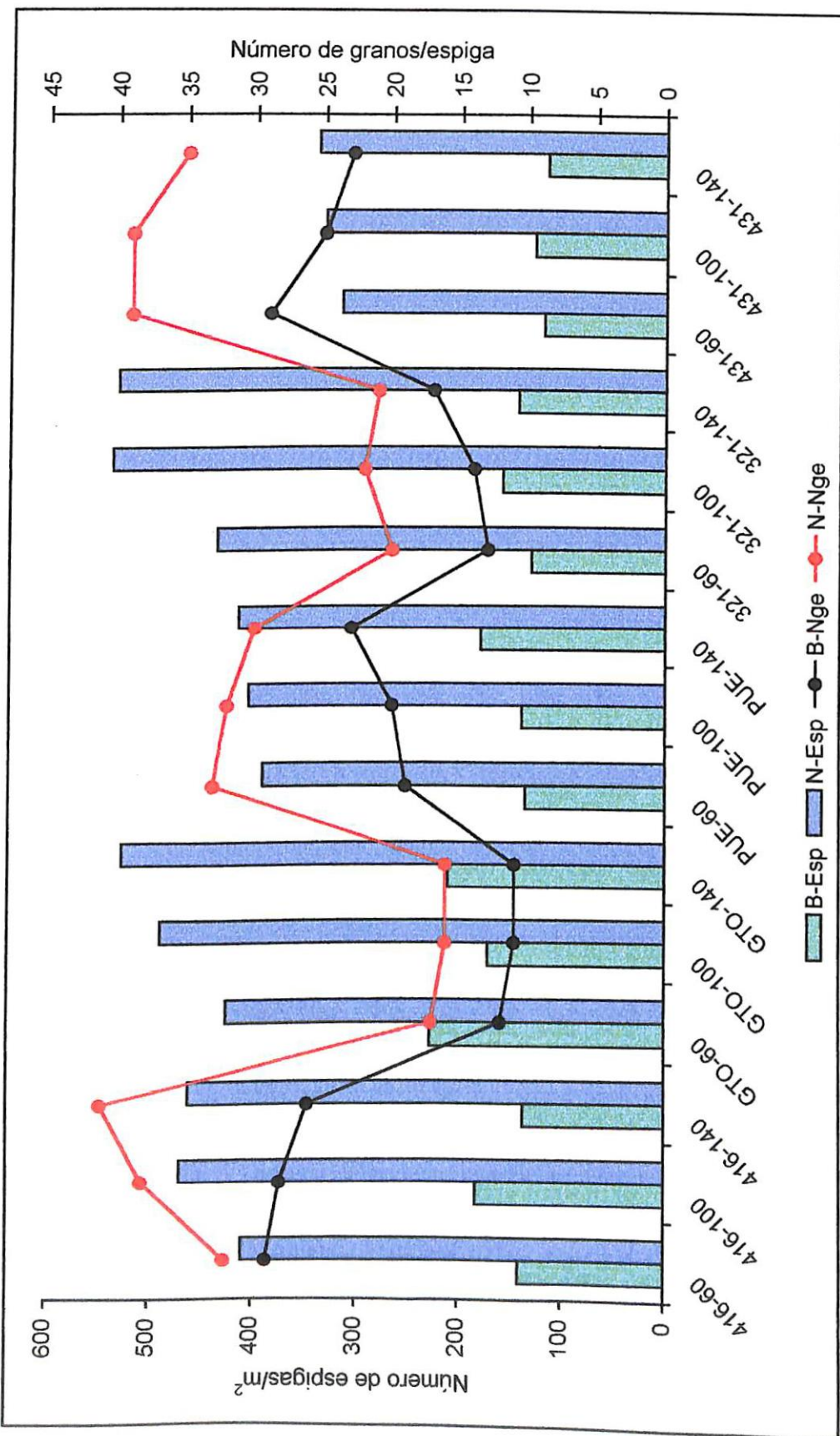


Figura 4.2. Relación entre el número de espigas por metro cuadrado y el número de granos por espiga en Buenavista, Coah. (B-Esp y B-Nge) y Navidad, N.L. (N-Esp y N-Nge).

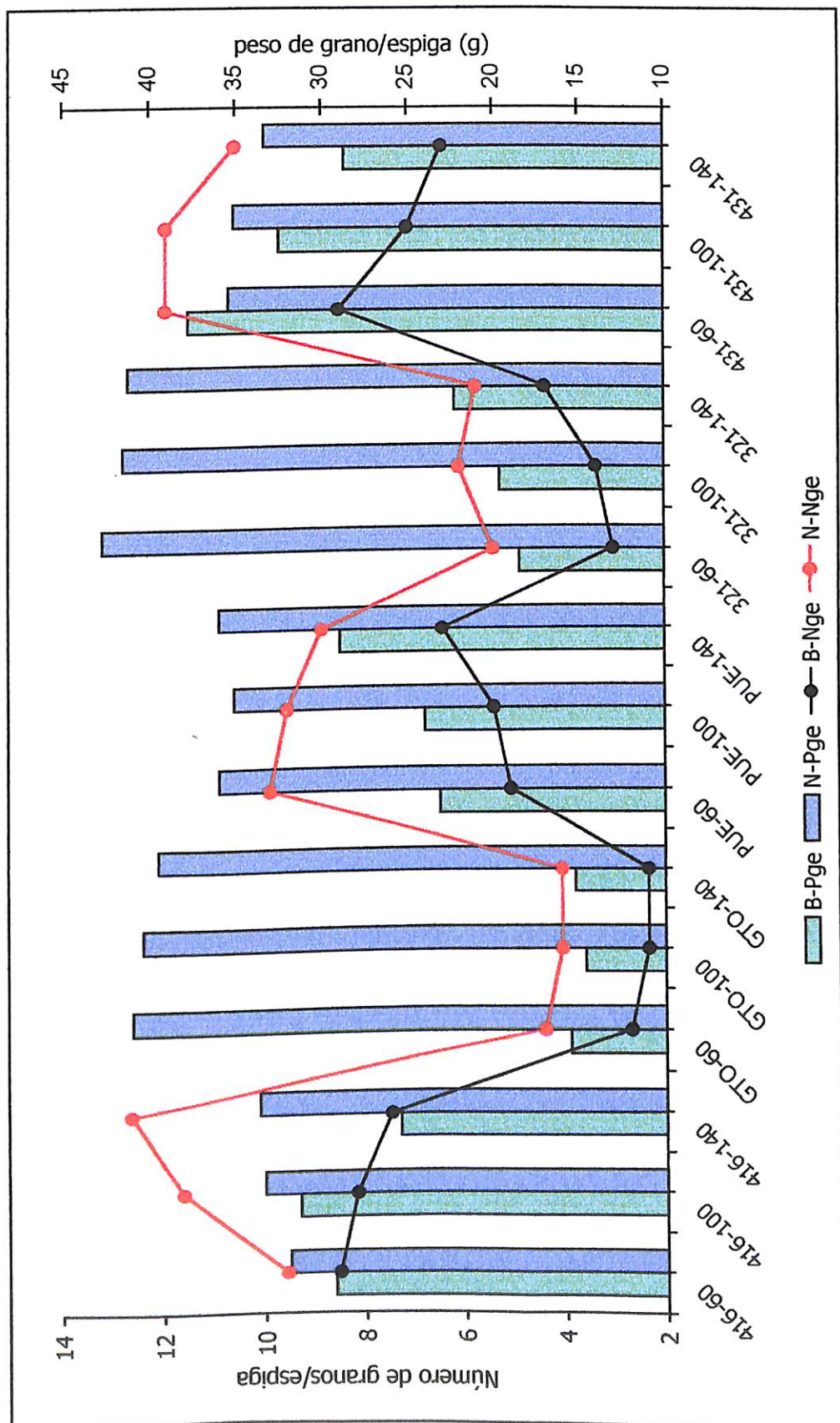


Figura 4.3. Relación entre el número de granos por espiga y el peso de grano por espiga en Buenavista, Coah., (B-Nge y B-Pge) y en Navidad, N.L. (N-Nge y N-Pge).

Variables Físicas y Fisiológicas

Para las pruebas físicas y fisiológicas de la semilla producida en Buenavista, las significancias y cuadrados medios de los análisis de varianza son mostrados en el Cuadro 4.14. Se observa que para el factor FC, hubo diferencias altamente significativas en LMP, PSP, PSPEA y CH, además de diferencias significativas en PV.

Por otro lado para D, solo se observan diferencias significativas en GE, PV y CH. Para G, hubo diferencias altamente significativas en GE, EA, PSP, PSPEA y PMS, además de diferencias significativas en LMP, PV y CH.

Para la interacción FCxD y FCxG se muestran diferencias altamente significativas en LMPEA. y en FCxG se muestran diferencias significativas en CH. En cambio, en la interacción GxD, se detectaron diferencias altamente significativas en GE y LMP y diferencias significativas en PSP.

Por su parte, en el Cuadro 4.15 se muestran las significancias y cuadrados medios de los análisis de varianza de las variables físicas y fisiológicas de la semilla producida en Navidad. Los resultados nos revelan que el factor FC, afectó todas las variables, ya que se presentaron diferencias altamente significativas.

Cuadro 4.14. Significancia y cuadrados medios de los análisis de varianza para las variables físicas y fisiológicas evaluadas en la semilla producida en Buenavista, Coah.

FV	gl	GE (%)	EA (%)	LMP (cm)	PSP (mg/plántula)	LMPEA (cm)	PSPEA (mg/plántula)	PV (kg hl ⁻¹)	PMS (g)	CH (%)
Rep.	3	48.79	0.031**	0.66	14.43**	2.26	6.49	18.53	12.93	0.0030*
FC	3	40.78	0.016	1.28**	31.77**	1.48	65.52**	39.15*	8.80	0.1072**
EE(a)	9	20.19	0.005	0.26	2.09	0.86	1.99	14.60	2.74	0.0018
D	2	71.84*	0.006	0.08	4.10	0.07	1.08	40.23*	15.95	0.0044*
FC*D	6	7.68	0.005	0.10	2.65	6.80**	6.66	9.57	2.94	0.0020
EE(b)	24	36.19	0.009	0.19	1.95	1.88	5.21	10.03	6.35	0.0010
G	4	108.37**	0.153**	0.81*	64.48**	0.99	136.25**	30.87*	406.04**	0.0033*
FC*G	12	32.21	0.012	0.45	4.51	5.05**	6.57	8.50	2.91	0.0038**
G*D	8	67.70**	0.011	1.10**	11.48*	2.31	6.18	21.28	7.22	0.0009
FC*G*D	24	29.85	0.006	0.37	3.48	2.10	4.33	8.81	3.09	0.0009
EE	144	21.94	0.007	0.29	4.86	1.38	5.34	11.43	6.08	0.0009
CV		4.88	8.67	4.33	14.24	10.13	16.43	5.67	6.87	3.98

* **= Niveles de significancia al 0.05 y 0.01, respectivamente.

GE= Germinación estándar; EA= Envejecimiento acelerado; LMP= Longitud media de plúmula; PSP= Peso seco de plántulas LMPEA= Longitud media de plúmula en envejecimiento acelerado; PSPEA= Peso seco de plántulas en envejecimiento acelerado; PV= Peso volumétrico; PMS= Peso de mil semillas; CH= Contenido de humedad; FC= Fecha de cosecha; D= Densidad; G= Genotipo.

Cuadro 4.15. Significancia y cuadrados medios de los análisis de varianza para las variables físicas y fisiológicas evaluadas en la semilla producida en Navidad, N.L.

FV	GI	GE (%)	EA (%)	LMP (cm)	PSP (mg/plántula)	LMPEA (cm)	PSPEA (mg/plántula)	PV (kg hl ⁻¹)	PMS (g)	CH (%)
Rep.	3	2.1	434.2**	0.026	0.8	0.01	2.2	11.5*	12.2	25.28**
FC	3	37.6**	1367.4**	0.412**	22.6**	0.33**	73.3**	63.0**	36.9**	1434.94**
EE(a)	9	6.3	93.8	0.024	0.4	0.12	0.6	1.7	1.1	14.70*
D	2	27.1**	280.1*	0.013	3.3	0.09	3.0	6.3	13.0	30.72**
FC*D	6	7.6	45.7	0.015	1.9	0.13	3.9	1.0	1.1	38.77**
EE(b)	24	6.5	33.9	0.027	1.3	0.06	1.4	3.0	2.3	7.13
G	4	11.2	144.8	0.054	143.4**	1.26**	240.7**	214.3**	798.0**	118.31**
FC*G	12	7.4	27.8	0.027	7.0**	0.20*	14.2**	5.0	4.2	80.63**
G*D	8	4.1	56.2	0.010	1.2	0.21*	3.9	5.5	12.5	13.41*
FC*G*D	24	3.8	44.5	0.006	2.3	0.06	3.4	1.3	2.5	8.21
EE	144	5.0	71.1	0.022	1.8	0.08	2.6	3.6	6.0	5.87
CV		2.30	9.99	1.18	7.77	2.39	9.79	3.20	6.45	19.46

*, **= Niveles de significancia al 0.05 y 0.01, respectivamente.

GE= Germinación estándar; EA= Envejecimiento acelerado; LMP= Longitud media de plúmula; PSP= Longitud media de plántulas LMPEA= Longitud media de plúmula en envejecimiento acelerado; PSPEA= Peso seco de plántulas en envejecimiento acelerado; PV= Peso volumétrico; PMS= Peso de mil semillas; CH= Contenido de humedad; D= Densidad; G= Genotipo.

Para D, se encontraron únicamente diferencias altamente significativas en GE y CH, y diferencias significativas en EA. En relación con el factor G, se encontraron diferencias altamente significativas en PSP, LMPEA, PSPEA, PV, PMS y CH.

En la interacción FCxD, se presentaron diferencias altamente significativas en CH, así como en la interacción FCxG, para PSP, PSPEA y CH, en cambio las diferencias significativas se tuvieron en LMPEA. En la interacción GxD, se encuentran diferencias significativas en LMP y CH.

Las comparaciones de medias para G en las variables físicas y fisiológicas analizadas en la semilla producida en Buenavista y Navidad, son mostradas en los Cuadros 4.16 y 4.17.

Para Buenavista, la GE de CAN-416 fue de 98 por ciento, compartiendo el nivel estadístico con la variedad Puebla, superando éstas a Guanajuato; en esta prueba, CAN-321 y CAN-431 tuvieron los valores más bajos. En EA, CAN-321 y CAN-416 mostraron los porcentajes más altos de germinación (68 y 63 por ciento), superando así a Puebla, CAN-431 y Guanajuato con 54, 45 y 41 por ciento.

Los valores de LMP, fueron estadísticamente iguales en CAN-416, Guanajuato y Puebla con 12.6, 12.5 y 12.6 cm respectivamente.

Cuadro 4.16. Comparación de medias para genotipo en las variables físicas y fisiológicas evaluadas en la semilla producida en Buenavista, Coah.

Genotipo	GE † (%)	EA (%)	LMP (cm)	PSP (mg/plántula)	PSPEA (mg/plántula)	PV (kg hl ⁻¹)	PMS (g)
CAN-416	98 a	63 a	12.6 a	13.8 c	12.0 d	60 ab	32.3 d
Guanajuato	96 ab	41 c	12.5 a	15.5 b	13.8 c	60 ab	34.7 c
Puebla	97 a	54 b	12.6 a	15.1 b	13.1 c	61 a	34.9 c
CAN-321	94 c	68 a	12.3 b	17.0 a	16.3 a	60 ab	39.7 a
CAN-431	95 bc	45 c	12.4 ab	15.8 b	15.0 b	58 b	37.9 b

† Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba DMS $P \leq 0.05$.

GE= Germinación estándar; EA= Envejecimiento acelerado; LMP= Longitud media de plántula; PSP= Peso seco de plántulas; PSPEA= Peso seco de plántulas en envejecimiento acelerado; PV= Peso volumétrico; PMS= Peso de mil semillas.

Por su parte en Navidad, CAN-321 (Cuadro 4.17) mostró la mayor LMPEA con 12.7 cm seguida de la variedad Guanajuato con 12.6 cm.

Cuadro 4.17. Comparación de medias para genotipo en las variables físicas y fisiológicas evaluadas en la semilla producida en Navidad, N.L.

Genotipo	PSP † (mg/plántula)	LMPEA (cm)	PSPEA (mg/plántula)	PV (kg hl ⁻¹)	PMS (g)
CAN-416	14.7 e	12.4 cd	13.5 d	56 d	31.6 d
Guanajuato	18.4 b	12.6 b	17.5 b	60 b	38.8 bc
Puebla	16.5 d	12.5 bc	16.0 c	60 b	38.5 c
CAN-321	19.2 a	12.7 a	19.7 a	61 a	42.7 a
CAN-431	17.5 c	12.3 d	16.8 b	58 c	39.7 b

†Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba DMS $P \leq 0.05$.

PSP= Peso seco de plántulas; LMPEA= Longitud media de plúmula en envejecimiento acelerado; PSPEA= Peso seco de plántulas en envejecimiento acelerado; PV= Peso volumétrico; PMS= Peso de mil semillas.

En Buenavista y Navidad, el mejor PSP fue obtenido por CAN-321 al alcanzar 17.0 y 19.2 mg/plántula respectivamente, mientras que en PSPEA se observó la misma respuesta, destacando CAN-321 con 16.3 y 19.7 mg/plántula, la más baja respuesta se dio en CAN-416 con 12.6 y 13.5 mg/plántula. La más baja respuesta la dio CAN-416 con 12 y 13.5 mg/plántula en Buenavista y Navidad.

El PV en Buenavista fue mejor en la variedad Puebla con 61 kg hl⁻¹, mientras que en Navidad fue mejor CAN-321 con 61 kg hl⁻¹.

Por su parte para PMS en Buenavista, CAN-321 y CAN-431 mostraron los valores más altos con 39.7 y 37.9 g respectivamente, y CAN-416 tuvo el

más bajo peso (32.3g), mientras que en Navidad, el mayor PMS fue obtenido por CAN-321 con 42.7 g seguido de CAN-431 con 39.7 g, y el más bajo peso lo presentó CAN-416 (31.6 g).

Las comparaciones de medias para D utilizadas en ambas localidades, son mostradas en el Cuadro 4.18. La GE se mostraron como buenos porcentajes en todas las densidades de siembra, en Buenavista al tener arriba del 95 por ciento, mientras que en Navidad la germinación osciló entre 98 por ciento. Podemos mencionar que el PV fue alto en Buenavista a 100 kg ha⁻¹, obteniéndose poco peso a 140 y 60 kg ha⁻¹. En Navidad, el porcentaje de EA fue bueno al alcanzar de 82 a 85 por ciento.

Cuadro 4.18. Comparación de medias para densidades en las variables físicas y fisiológicas evaluadas en la semilla producida en Buenavista, Coah. y Navidad, N.L.

Densidad (kg ha ⁻¹)	Buenavista		Navidad	
	GE † (%)	PV (kg hl ⁻¹)	GE (%)	EA (%)
60	96 ab	59 b	97 b	82 b
100	95 b	60 a	98 ab	85 a
140	97 a	59 b	98 ab	85 a

† Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba DMS $P \leq 0.05$.

GE= Germinación estándar; PV= Peso volumétrico; EA= Envejecimiento acelerado.

En la GE registrada en las FC en Navidad (Cuadro 4.19), se observa que se presenta el mismo nivel estadístico en la semilla cosechada a MF, MF+7 y MF+21 con 98, 98 y 97 por ciento. Por su parte, en EA fue mejor la semilla cosechada en MF con 91 por ciento, seguido de MF+7 con 86 por ciento. Al

Cuadro 4.19. Comparación de medias para fecha de cosecha en las variables físicas y fisiológicas evaluadas en la semilla producida en Navidad, N.L.

Fecha de cosecha	GE † (%)	EA (%)	LMP (cm)	PSP (mg/plántula)	LMPEA (cm)	PSPEA (mg/plántula)	PV (kg hl ⁻¹)	PMS (g)	CH (%)
MF	98 a	91 a	12.7 b	16.7 c	12.6 a	17.3 a	61 a	37.3 c	19.7 a
MF+7	98 a	86 b	12.9 a	17.2 b	12.4 b	17.8 a	60 b	39.1 a	10.3 b
MF+14	96 b	80 c	12.8 a	18.1 a	12.4 b	15.4 c	58 c	38.6 ab	9.2 c
MF+21	97 a	82 c	12.8 a	17.1 bc	12.4 b	16.2 b	59 c	38.5 bc	10.6 b

† Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba DMS $P \leq 0.05$.

GE= Germinación estándar; EA= Envejecimiento acelerado; LMP= Longitud media de plúmula; PSP= Peso seco de Plántulas; LMPEA= Longitud media de plúmula en envejecimiento acelerado; PSPEA= Peso seco de plántulas en envejecimiento acelerado; PV= Peso volumétrico; PMS= Peso de mil semillas; CH= Contenido de humedad. MF= Madurez fisiológica; MF+7= Madurez fisiológica más siete días; MF+14= Madurez fisiológica más 14 días; MF+21= Madurez fisiológica más 21 días.

ir retrasando la cosecha (tercera y cuarta fecha) se redujeron las respuestas (80 y 82 por ciento, respectivamente).

En LMPEA, se presentaron diferencias estadísticas muy pequeñas, a MF se obtuvo un desarrollo de 12.6 cm y de segunda a cuarta fecha se redujo a 12.4 cm. En cambio para el PMS se observó que el mayor peso se presentó a MF+7 (39.1 g) y el menor peso se obtuvo en MF (37.3 g).

Para ambas localidades en los Cuadros 4.19 (Navidad) y 4.20 (Buenavista) en LMP, se encontraron diferencias que fueron numéricamente mínimas, por lo que se consideran de similar vigor. El PSP fue mayor en MF+7 en Buenavista con 16.2 mg/plántula y en MF+14 en Navidad con 18.1 mg/plántula, en MF se observó el valor más bajo, pero arriba de la respuesta en semilla producida en Buenavista.

El mayor vigor obtenido como PSPEA, fue en MF con 15.2 mg/plántula en Buenavista, mientras que en Navidad fue a MF+7 con 17.8 mg/plántula.

El mejor PV fue desarrollado en MF+7 en Buenavista, al alcanzar 61 kg hl⁻¹ y en Navidad se obtuvo el mismo valor pero a MF.

En el cálculo del CH, se tuvieron problemas debido a un mal funcionamiento de la estufa eléctrica, por lo que los contenidos de humedad obtenidos no son muy confiables, sin embargo, se observó una tendencia a

reducirse el CH a partir de MF. Así, el CH en Buenavista a MF fue de 21.6 por ciento y en Navidad de 19.7 por ciento seguida de MF+7, en Navidad después de MF+14 se incrementó el CH.

Cuadro 4.20. Comparación de medias para fecha de cosecha en las variables físicas y fisiológicas evaluadas en la semilla producida en Buenavista, Coah.

Fechas de cosecha	LMP † (cm)	PSP (mg/plántula)	PSPEA (mg/plántula)	PV (kg hl ⁻¹)	CH (%)
MF	12.6 a	14.1 c	15.2 a	59 b	21.6 a
MF+7	12.6 a	16.2 a	14.5 ab	61 a	9.4 b
MF+14	12.5 a	15.8 ab	13.8 b	59 b	7.1 c
MF+21	12.2 b	15.3 bc	12.7 c	59 b	7.1 c

† Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba DMS $P \leq 0.05$.

LMP= Longitud media de plúmula; PSP= Peso seco de plántulas; PSPEA= Peso seco de plántulas en envejecimiento acelerado; PV= Peso volumétrico; CH= Contenido de humedad; MF= Madurez fisiológica; MF+7= Madurez fisiológica más siete días; MF+14= Madurez fisiológica más 14 días; MF+21= Madurez fisiológica más 21 días.

Las comparaciones de medias para la interacción FCxG en Buenavista y Navidad se muestran en el Cuadro 4.21. Para LMPEA en Buenavista cuando la variedad Guanajuato fue cosechada en MF, las plántulas desarrollaron una longitud de 12.6 cm y el menor desarrollo se obtuvo en la interacción CAN-321 cosechada en MF. En Navidad, CAN-321 en todas sus fechas de cosecha obtuvo de 12.6 a 12.7 cm. El máximo PSP se dio en MF+14 por CAN-321 con 20.2 mg/plántula, seguido de MF+7 por CAN-321, mientras que en el PSPEA presentó a MF por CAN-321 como la mejor interacción con 21.8 mg/plántula, seguida de MF+7 por CAN-321 con 21.3 mg/plántula.

Cuadro 4.21. Comparación de medias para la interacción fecha de cosecha por genotipo en las variables fisiológicas evaluadas en la semilla producida en Buenavista, Coah., y Navidad, N.L.

Fecha de cosecha por Genotipo	Buenavista		Navidad		Navidad	
	LMPEA † (cm)	PSP (mg/plántula)	LMPEA (cm)	PSPEA (mg/plántula)	LMPEA (cm)	PSPEA (mg/plántula)
MF x CAN-416	11.3 cde	14.2 j	12.3 defgh	13.0 k	12.3 defgh	13.0 k
MF+7 x CAN-416	11.4 bcde	14.3 j	12.5 abcde	15.1 hi	12.5 abcde	15.1 hi
MF+14 x CAN-416	11.7 abcd	14.7 ij	12.3 defgh	12.7 k	12.3 defgh	12.7 k
MF+21 x CAN-416	11.4 bcde	15.7 hi	12.3 defgh	13.2 jk	12.3 defgh	13.2 jk
MF x Guanajuato	12.6 a	17.2 fg	12.5 abcde	16.7 defg	12.5 abcde	16.7 defg
MF+7 x Guanajuato	11.3 cde	18.3 cde	12.5 abcde	19.3 b	12.5 abcde	19.3 b
MF+14 x Guanajuato	11.9 abc	19.0 bc	12.5 abcde	16.3 efgh	12.5 abcde	16.3 efgh
MF+21 x Guanajuato	10.7 ef	19.0 bc	12.6 abcd	17.6 cd	12.6 abcd	17.6 cd
MF x Puebla	11.9 abc	16.1 h	12.7 a	17.5 cde	12.7 a	17.5 cde
MF+7 x Puebla	11.9 abc	18.8 bc	12.2 ghi	15.8 gh	12.2	15.8 gh
MF+14 x Puebla	11.7 abcd	17.5 def	12.4 cdefg	14.5 ij	12.4 cdefg	14.5 ij
MF+21 x Puebla	11.5 bcde	16.4 gh	12.4 cdefg	16.1 fgh	12.4 cdefg	16.1 fgh
MF x CAN-321	10.1 f	18.5 cd	12.7 a	21.8 a	12.7 a	21.8 a
MF+7 x CAN-321	11.7 abcd	19.6 ab	12.7 a	21.3 a	12.7 a	21.3 a
MF+14 x CAN-321	12.1 abc	20.2 a	12.7 a	18.4 bc	12.7 a	18.4 bc
MF+21 x CAN-321	12.4 ab	18.3 cde	12.6 abcd	17.2 cdef	12.6 abcd	17.2 cdef
MF x CAN-431	10.9 def	17.3 efg	12.5 abcde	17.7 cd	12.5 abcde	17.7 cd
MF+7 x CAN-431	11.3 cde	17.7 def	12.2 ghi	17.6 cd	12.2	17.6 cd
MF+14 x CAN-431	11.4 bcde	19.1 bc	12.1 hi	15.0 hi	12.1	15.0 hi
MF+21 x CAN-431	11.8 abcd	15.9 h	12.1 hi	16.9 defg	12.1	16.9 defg

† Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba DMS $P \leq 0.05$.

LMPEA = Longitud media de plúmula en envejecimiento acelerado; PSP= Peso seco de plántulas; PSPEA= Peso seco de plántulas en envejecimiento acelerado; MF= Madurez fisiológica. MF+7= Madurez fisiológica más siete días; MF+14= Madurez fisiológica más 14 días; MF+21= Madurez fisiológica más 21 días.

Las comparaciones de medias de FCxD para LMPEA en Buenavista se muestran en el Cuadro 4.22. En este se observa que en MF por 140 kg ha⁻¹, presentó 12.3 cm, siendo el mayor vigor, seguido de MF+14 por 100 kg ha⁻¹ con 12.0 cm y de MF+21 por 100 kg ha⁻¹ con 11.9 cm.

Cuadro 4.22. Comparación de medias para la interacción fecha de cosecha por densidad en longitud media de plúmula en envejecimiento acelerado evaluada en la semilla producida en Buenavista, Coah.

Fecha de cosecha por Densidad	LMPEA † (cm)
MF-60 kg ha ⁻¹	11.1 cde
MF+7-60 kg ha ⁻¹	11.7 abcd
MF+14-60 kg ha ⁻¹	11.8 abc
MF+21-60 kg ha ⁻¹	11.8 abc
MF-100 kg ha ⁻¹	10.8 e
MF+7-100 kg ha ⁻¹	11.4 bcde
MF+14-100 kg ha ⁻¹	12.0 ab
MF+21-100 kg ha ⁻¹	11.9 ab
MF-140 kg ha ⁻¹	12.3 a
MF+7-140 kg ha ⁻¹	11.5 bcd
MF+14-140 kg ha ⁻¹	11.5 bcd
MF+21-140 kg ha ⁻¹	11.0 de

† Medias con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba DMS $P \leq 0.05$.
LMPEA= Longitud media de plúmula en envejecimiento acelerado.

En el Cuadro 4.23 se muestran las comparaciones de medias para la interacción GxD, para las variables fisiológicas de la semilla producida en Buenavista. En GE, las variedades Guanajuato a 60 kg ha⁻¹ y Puebla a 100 kg ha⁻¹ mostraron el más alto porcentaje (99 por ciento).

A su vez, en LMP la variedad Guanajuato sembrada a 60 kg ha⁻¹, mostró el mayor tamaño de plúmula con 12.8 cm, seguida de CAN-416 a 100 kg ha⁻¹ y CAN-431 a 60 kg ha⁻¹, las cuales comparten el mismo nivel estadístico. El PSP

fue mejor en CAN-321 a 100 kg ha⁻¹ con 17.6 mg/plántula y CAN a 140 kg ha⁻¹, seguidas de CAN-431 a 60 kg ha⁻¹.

Cuadro 4.23. Comparación de medias para la interacción genotipo por densidad en las variables fisiológicas evaluadas en la semilla producida en Buenavista, Coah. y Navidad, N.L.

Genotipo por Densidad	Buenavista	Buenavista	Buenavista	Navidad
	GE † (%)	LMP (cm)	PSP (mg/plántula)	LMPEA (cm)
CAN-416 x 60 kg ha ⁻¹	98 a	12.5 ab	13.7 fg	12.2 e
CAN-416 x 100 kg ha ⁻¹	97 ab	12.6 ab	14.2 efg	12.4 bcd
CAN-416 x 140 kg ha ⁻¹	97 ab	12.5 ab	13.5 g	12.5 abc
Guanajuato x 60 kg ha ⁻¹	99 a	12.8 a	16.5 abc	12.7 a
Guanajuato x 100 kg ha ⁻¹	92 d	12.1 cd	14.7 defg	12.3 cde
Guanajuato x 140 kg ha ⁻¹	97 ab	12.5 ab	15.2 cdef	12.3 cde
Puebla x 60 kg ha ⁻¹	95 bcd	12.5 ab	14.9 defg	12.5 abc
Puebla x 100 kg ha ⁻¹	99 a	12.5 ab	14.9 defg	12.5 abc
Puebla x 140 kg ha ⁻¹	97 ab	12.6 ab	15.6 bcde	12.7 a
CAN-321 x 60 kg ha ⁻¹	92 d	11.9 d	16.2 abcd	12.2 e
CAN-321 x 100 kg ha ⁻¹	94 cd	12.4 abc	17.6 a	12.6 ab
CAN-321 x 140 kg ha ⁻¹	96 abc	12.4 abc	17.2 a	12.6 ab
CAN-431 x 60 kg ha ⁻¹	96 abc	12.6 ab	17.1 ab	12.3 cde
CAN-431 x 100 kg ha ⁻¹	93 cd	12.4 abc	15.7 bcde	12.7 a
CAN-431 x 140 kg ha ⁻¹	96 abc	12.1 cd	14.7 defg	12.3 cde

†Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba DMS $P \leq 0.05$.

GE= Germinación estándar; LMP= Longitud media de plúmula; PSP=Peso seco de plántulas; LMPEA= Longitud media de plúmula en envejecimiento acelerado.

En Navidad para LMPEA, el tratamiento Puebla a 140 kg ha⁻¹ comparte el mismo nivel estadístico con Guanajuato a 60 kg ha⁻¹ y CAN-431 a 100 kg ha⁻¹ con 12.7 cm de LMPEA, como se observa en el Cuadro 4.23

En las figuras 4.4, 4.5, 4.6 y 4.7, se presentan las relaciones que guardan los genotipos evaluados en sus diferentes densidades de siembra, con relación a los resultados obtenidos en la germinación de las semillas antes y después del envejecimiento de las semillas.

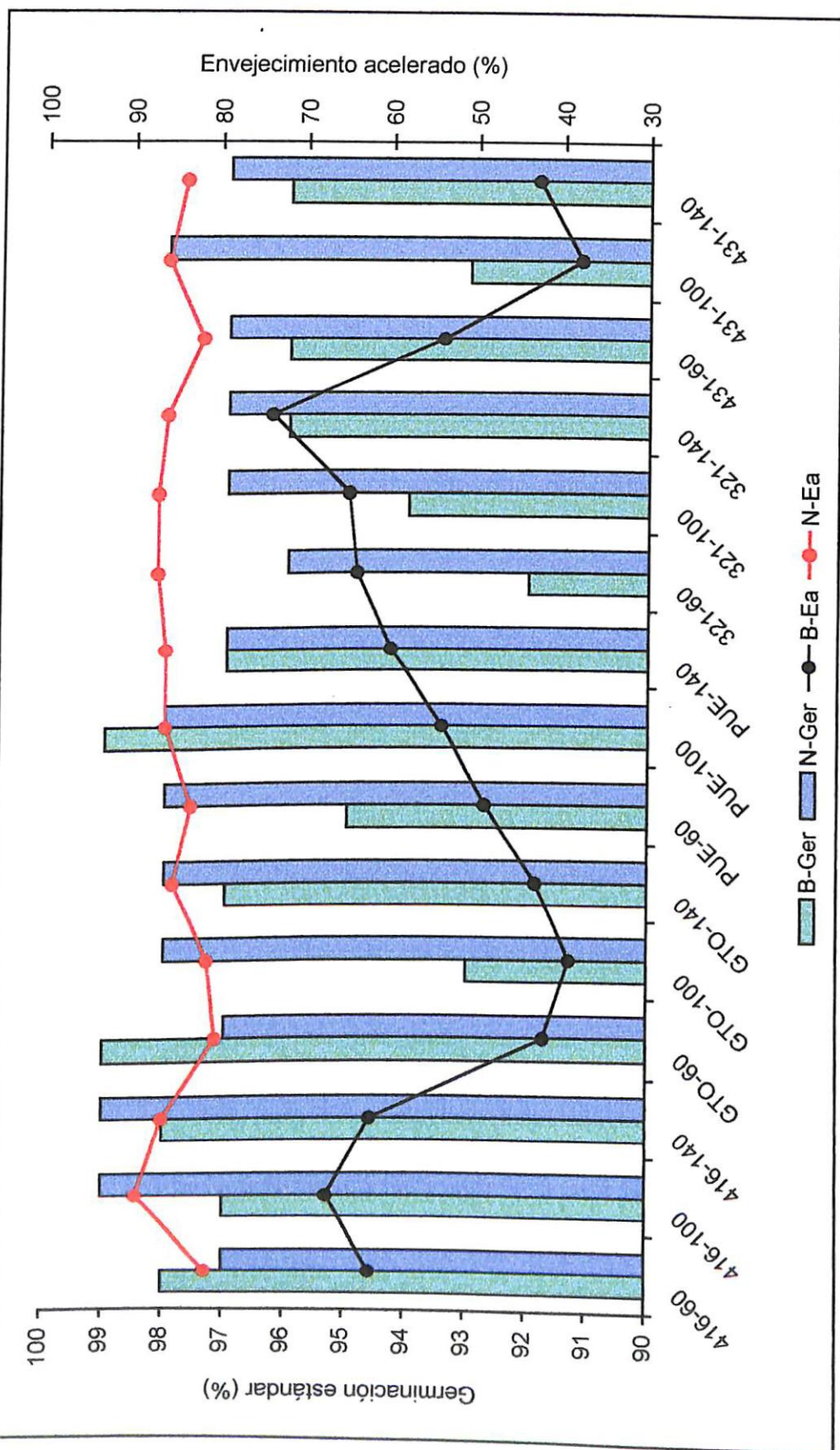


Figura 4.4. Germinación estándar y envejecimiento acelerado en Buenavista, Coah. (B-Ger y B-Ea) y en Navidad, N.L. (N-Ger y N-Ea).

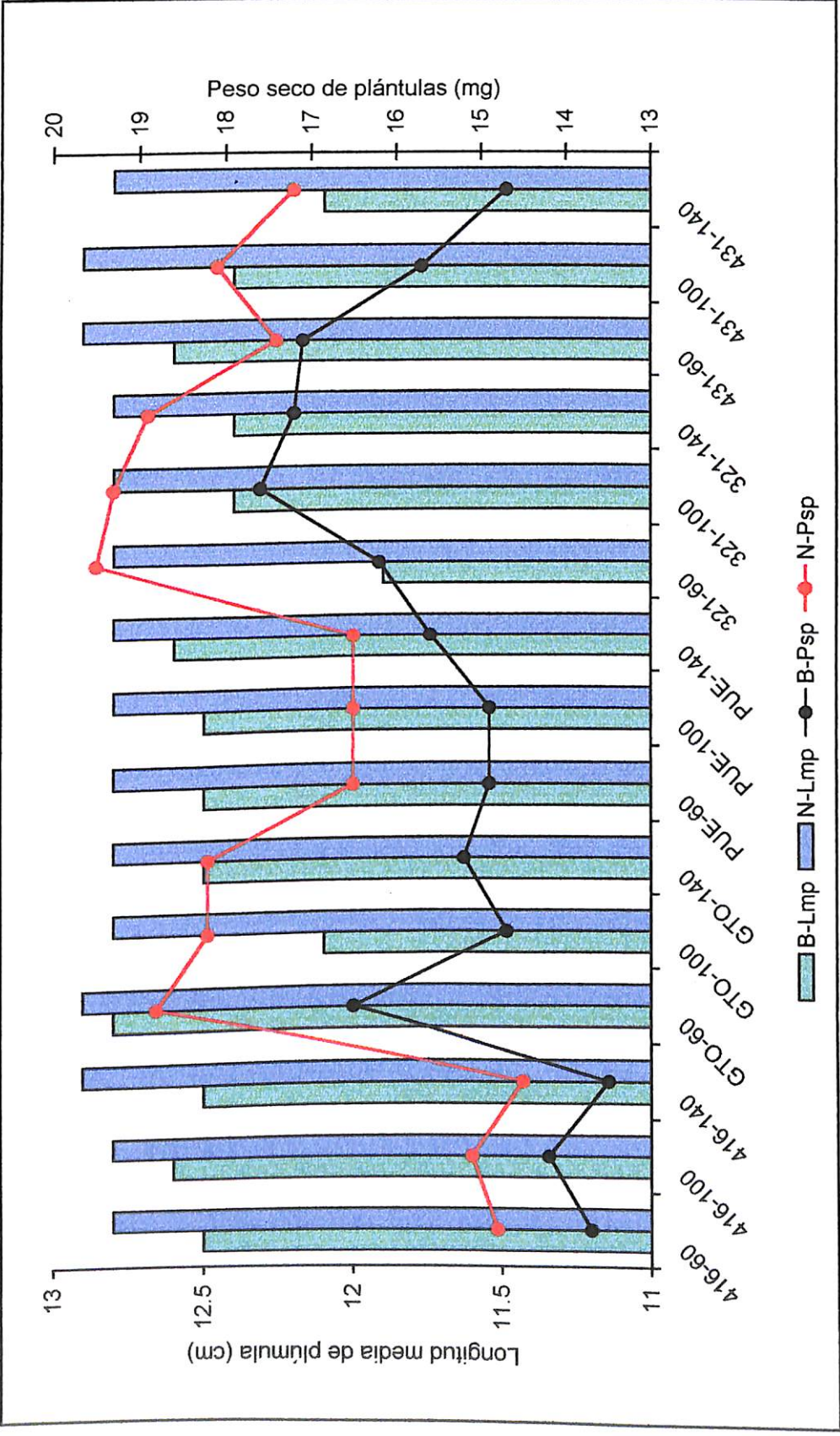


Figura 4.5. Longitud media de plúmula y peso seco de plántulas en Buenavista, Coah., (B-Lmp y B-Psp) y en Navidad, N.L. (N-Lmp y N-Psp).

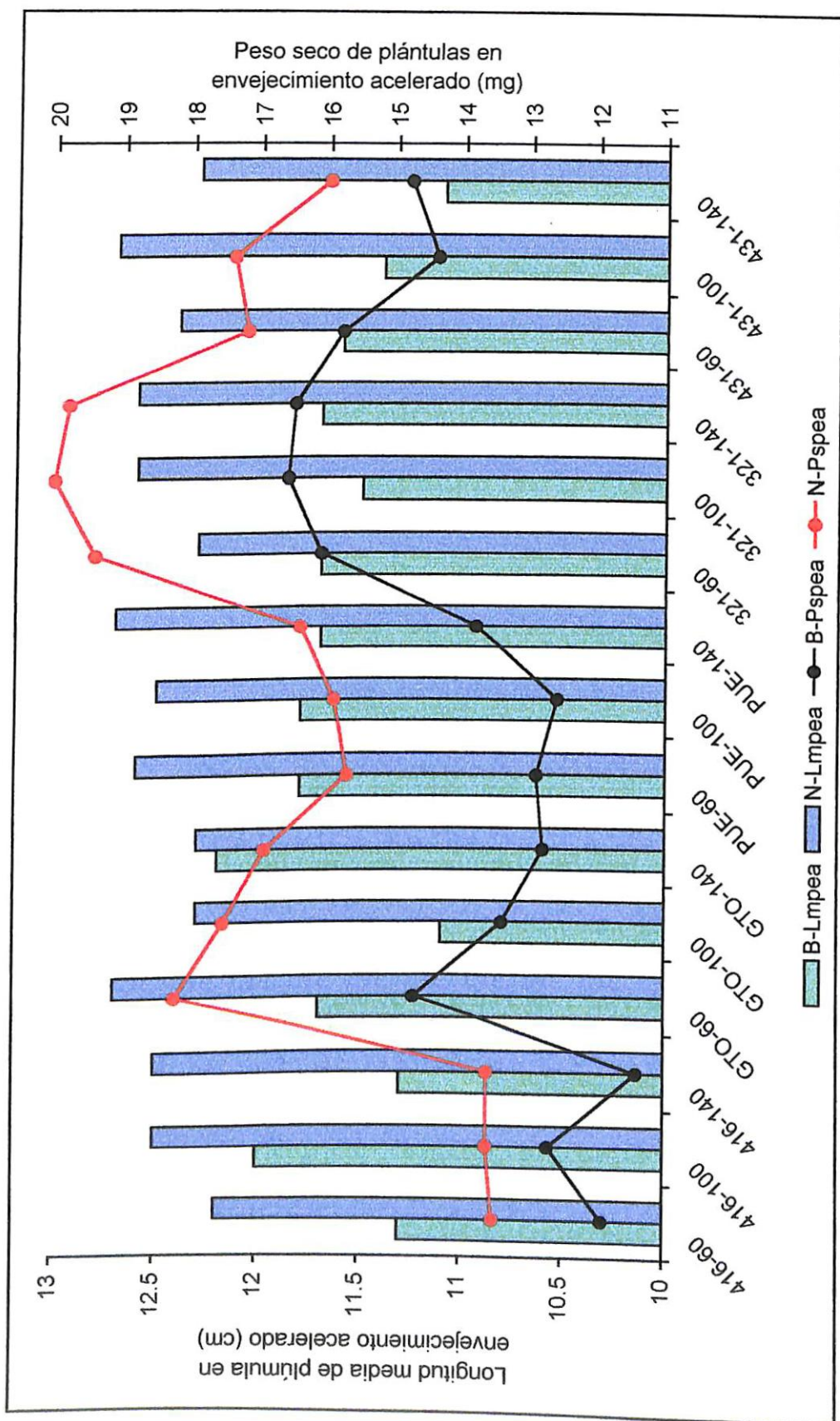


Figura 4.6. Relación entre longitud media de plúmula en envejecimiento acelerado y peso seco de plántulas en envejecimiento acelerado en Buenavista, Coah. (B-Lmpea y B-Pspea) y en Navidad, N.L. (N-Lmpea y N-Pspea).

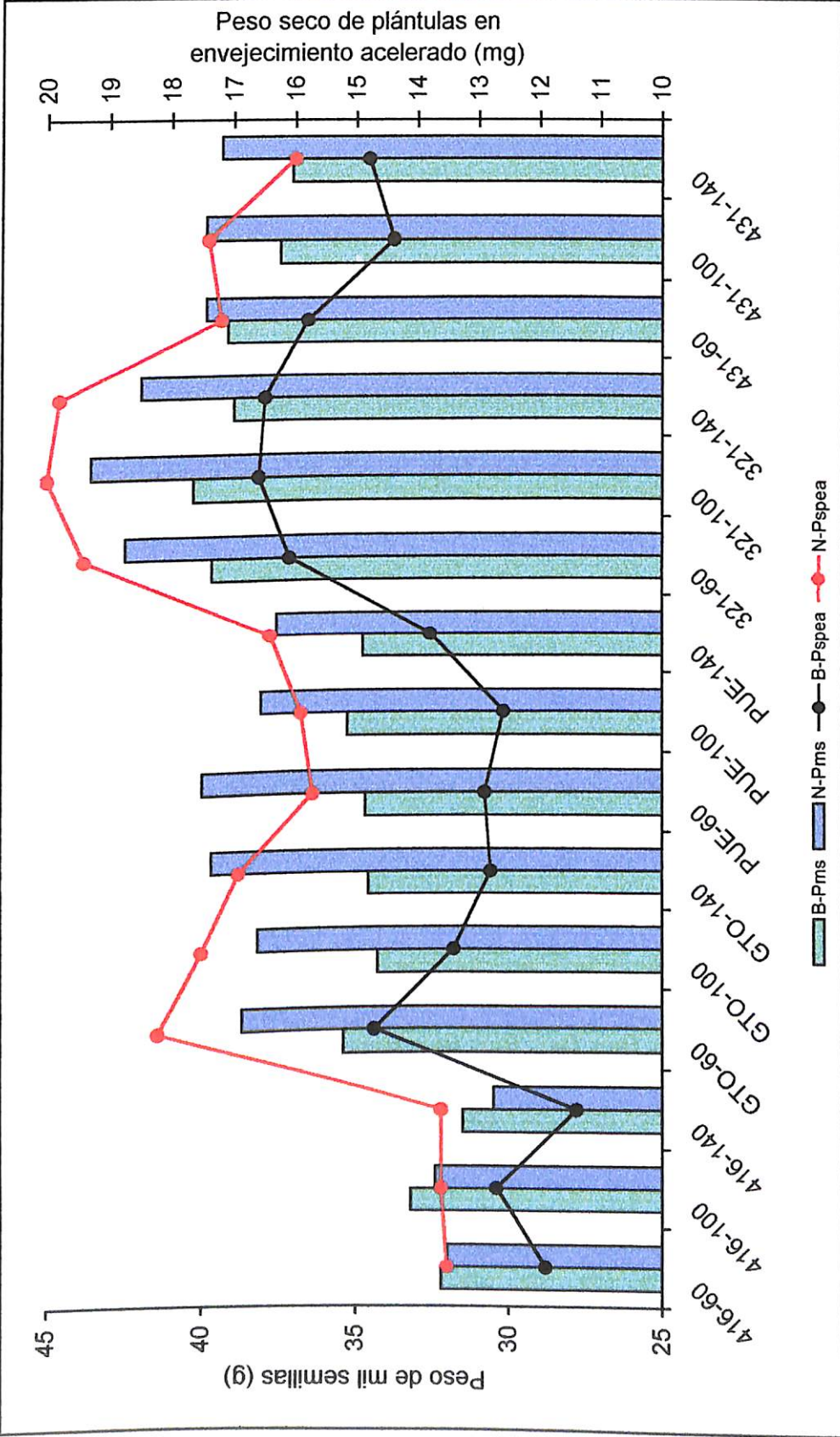


Figura 4.7. Relación entre peso de mil semillas y peso seco de plántulas en envejecimiento acelerado en Buenavista, Coah. (B-Pms y B-Psp) y en Navidad, N.L. (N-Pms y N-Psp).

V. DISCUSIÓN

Variables Agronómicas

La evaluación de DF y DPC indicó la precocidad de los genotipos, estas variables están implícitas en el genotipo, la interacción del genotipo por el medio ambiente tuvo influencia en estos, ya que en Navidad los tratamientos fueron más tardíos al presentarse mayor precipitación pluvial y temperaturas más bajas en el desarrollo del cultivo. El genotipo más precoz fue Puebla, seguida de CAN-416 y Guanajuato, los genotipos más tardíos fueron CAN-321 y CAN-431. Entre densidades de siembra no hubo diferencias.

El comportamiento de los genotipos, mostró que las variables agronómicas se manifestaron mejor en Navidad, probablemente debido al tipo de suelo, además de que en Navidad se realiza una rotación de cultivos e incorporan de manera constante materia orgánica, mientras que en Buenavista el terreno es heterogéneo, lo cual se observó por las diferencias encontradas en las repeticiones dentro del campo. Además de que en Navidad se utilizó riego por aspersión, y hubo mayor precipitación, lo cual fue más eficiente que el riego rodado utilizado en Buenavista.

CAN-416 fue el mejor genotipo en R y CAN-321 fue el mejor dentro del grupo de dos hileras en ambas localidades. El mayor R en genotipos de seis hileras se debió, a que la espiga tuvo más NGE que el mostrado en los de dos hileras. Esparza (1976) menciona que la productividad de una variedad depende de la interacción de amacollamiento, NGE y peso medio del grano.

La variedad Guanajuato (dos hileras) en ambas localidades produjo más MFP, lo cual concuerda con Olmos (1995), incrementándose NE. El aumento en MIP se dio en genotipos de dos hileras, similares resultados a los mostrados por Simmons *et al.* (1982). Por la característica de los genotipos de dos hileras, la producción de macollos fue mayor y por ende el NE aumentó, (Aloui *et al.*, 1988) al remover macollos, provocó una disminución en NE. La cantidad de MFP influyó en R, ya que al aumentar éstos también se incrementa el NE.

Los genotipos de dos hileras, desarrollaron espigas largas y aumentó el NEPE, sin embargo se produjeron menos granos, ya que sus espiguillas sólo produjeron un grano, esto concuerda con Olmos (1995), quien menciona que las variedades de dos hileras tienen una hilera de granos por espiguilla, mientras que las de seis hileras tienen tres. LE en los genotipos del mismo número de hileras, influyo sobre el R, ya que espigas más largas producen más NEPE y se pueden producir mayor NGE. El PGE en Navidad fue mayor en los genotipos de dos hileras, debido a que estos genotipos desarrollaron granos más grandes. Sin embargo, en Buenavista la respuesta de los genotipos de dos hileras fue diferente, la causa probable es que se produjeron espigas más

chicas, menos NEPE y como consecuencia menos NGE con relación a Navidad.

En cuanto a densidades, en ambas localidades se obtuvo el mejor R a densidades altas (100 y 140 kg ha⁻¹) lo que concuerda con Ciha (1983) quien evaluó densidades de 40, 75 y 110 kg ha⁻¹, obteniéndose el mejor R a 110 kg ha⁻¹. También Pageau (1991) obtuvo buenos R al aumentar la densidad de siembra. Las plantas fueron más altas a densidades mayores, debido a la competencia por luz, esto no concuerda con Dofing y Knight (1994) quienes encontraron que al aumentar la densidad disminuyó la altura por la competencia de recursos.

A la densidad más baja se produjeron más MFP y MIP, concordando con Davis y Simmons (1994), quienes mencionan que disminuyó el amacollamiento cuando aumentó la densidad. También a la densidad más baja aumentó la LE y el NEPE, debido a la baja competencia por recursos, lo anterior también lo observó Lafond (1994), Dofing y Knight (1994) y Conry y Hegarty (1992).

A mayor densidad aumentó el NE, a consecuencia de una mayor cantidad de plantas establecidas en el campo. Mismos resultados encontraron Dofing y Knight (1992), así como Conry y Hegarty (1992).

La fecha de cosecha influyó en el R, ya que en Buenavista disminuyó este en cosechas posteriores a MF, probablemente por la disminución de

humedad en las parcelas, cabe mencionar que en esta localidad al momento de acudir a realizar las cosechas posteriores a MF, se observaron espigas en el suelo. Mientras que en Navidad el R fue mejor hasta 14 días después de MF, coincidiendo con la madurez comercial del grano, y al retrasar la cosecha siete días más bajó el R, probablemente por desgrane de la espiga, como lo reporta Olmos (1995). Abd-Alla (1996) obtuvo mejores R en trigo entre 164 y 171 días después de siembra.

La altura a través de las fechas de cosecha fue menor por la senescencia natural de la planta. Los MFP, MIP, LE, NEPE y NGE en ambas localidades, no debieron tener diferencias a través de cosechas posteriores a MF, ya que su crecimiento y desarrollo finalizó en MF, considerándose error de muestreo. El PGE disminuyó por efecto de la temperatura ambiental al secarse el grano.

En las interacciones FCxG y FCxD las diferencias observadas entre fechas de cosecha se debieron a error de muestreo.

Para GxD, genotipos de seis hileras tuvieron R superiores a los de dos hileras, y al incrementarse la densidad subió el R. Pageau (1991) y Dofing y Knight (1994) observaron aumentos en R al incrementar la densidad de siembra. En ambas localidades, CAN-416 a 100 kg ha^{-1} fue el mejor tratamiento.

En MFP genotipos de dos hileras fueron mejores, concordando esto con Olmos (1995), quien menciona que las variedades de dos hileras producen más macollos. Jedel y Helm (1995), reportan que al incrementar la densidad aumentaron los MFP, en nuestro caso y de acuerdo a los resultados obtenidos ocurrió lo contrario, ya que en todos los genotipos disminuyó esta variable al incrementarse la densidad. El ambiente afectó los tratamientos, ya que en Navidad los promedios fueron superiores. Los MFP y MIP constituyen los macollos totales y su comportamiento es similar.

En genotipos de dos hileras hubo más NE por tener mayor cantidad de MFP, y a medida que aumentó la densidad hubo mayor número de plantas establecidas, estos resultados coinciden con Kirby (1967) y Lauer (1991). Los mejores tratamientos fueron Guanajuato a 60 y 100 kg ha⁻¹ en Buenavista y CAN-321 a 100 y 140 kg ha⁻¹ en Navidad. LE fue mayor en genotipos de dos hileras, y aumentos en densidad en todos los genotipos originó disminución en LE. El NGE se relacionó con NEPE, ya que las espiguillas en los genotipos de dos hileras solo produjeron un grano, y en los de seis hileras produjeron tres granos (Olmos, 1995). Los genotipos de dos hileras tienen igual o menor NGE, con respecto al NEPE, y los genotipos de seis hileras pueden alcanzar hasta el triple. Al aumentar la densidad, se tuvieron espigas cortas que produjeron menos NEPE, resultando en menos NGE. Respuestas similares la encontraron Pageau (1991) y Dofing y Knight (1994). El PGE, está influenciado por el NGE y por el llenado del grano.

El R es la variable agronómica más importante, y se comporta de acuerdo a la respuesta e interacción de los componentes del rendimiento. Así, al aumentar la densidad, disminuye MFP, esto provoca, desde el punto de vista de una planta individual, disminución en el número de espigas por planta, pero se compensa por la mayor cantidad de plantas establecidas en el campo, aumentándose el NE, y el R (Figura 4.1). Al aumentar la densidad se incrementó el NE, el NGE fue menor en genotipos de dos hileras, y en los de seis hileras la disminución fue menor ya que sus espiguillas produjeron tres granos y en los de dos hileras solo se produjo un solo grano (Figura 4.2). El NGE tuvo relación directa con el PGE (Figura 4.3).

Variables Físicas y Fisiológicas

Para genotipos, en la GE en ambas localidades todos los genotipos superaron los porcentajes mínimos para la certificación de semillas (SARH, 1980). En LMP se encontraron diferencias mínimas, por lo que considero que el genotipo no influyó en esta variable. Por su parte el PSP, PSPEA y PMS en ambas localidades, fue mayor en los genotipos de dos hileras, debido a que tienen semillas más grandes y pesadas. Las semillas grandes y pesadas desarrollan plántulas más vigorosas, como lo describe McDaniel (1969), por la mayor cantidad de reservas almacenadas y materia seca acumulada. Situación similar sucede con la semilla envejecida, solo que con valores menores debido a que esta prueba es de estrés. En cuanto al PV, se superaron los valores mínimos para la comercialización de cebada maltera (IASA, 1988).

Para densidades, la GE superó el valor mínimo de certificación, EA en Navidad y el PV en Buenavista, tuvieron diferencias muy pequeñas, por lo que considero no influyó la densidad de siembra en estas variables.

En FC en Navidad, la GE no mostró una tendencia definida, pero bajó un poco después de la segunda cosecha, esto concordó con uno de los preceptos del almacenamiento, el cual menciona que la calidad de la semilla es máxima cuando se alcanza el punto de MF y que disminuye posteriormente. Para EA, después de MF disminuyó el porcentaje, probablemente debido a la muerte de embriones provocado por el estrés a la cual fue sometida la semilla.

En LMP en ambas localidades y LMPEA en Navidad se presentaron diferencias muy pequeñas, por lo que la fecha de cosecha no influyó en estas variables. El PSP fue mejor después de MF en ambas localidades, con mejor respuesta en Navidad. De manera contraria, el PSPEA fue mejor en MF y disminuyó en cosechas posteriores.

El PV disminuyó cuando bajo el CH de la semilla, Brewer y Poehlman (1968), mencionan que el PV disminuye al bajar el CH de la semilla hasta cierto porcentaje, y posteriormente se mantiene constante. En cuanto a CH, la primer cosecha se realizó, conforme lo citan Copeland y Crookston (1985). El CH disminuyó y posteriormente aumento por la incidencia de precipitación pluvial, ocurrida entre MF+14 y MF+21 en Navidad.

Para FCxG en Navidad, el PSP fue mayor en materiales de dos hileras, y aumentó conforme se cosechó la semilla después de MF. En LMPEA, fue mejor en MF en los genotipos de dos hileras, porque la semilla de la cual provienen es más grande, concordando con McDaniel (1969).

Para FCxD en Buenavista en LMPEA, se observa una ligera tendencia a aumentar excepto en la semilla sembrada a 140 kg ha^{-1} .

En GxD en Buenavista, no se presentó una tendencia definida en GE, pero los valores superaron el valor mínimo para certificación. El EA es una prueba de vigor en la que la semilla se sometió a estrés, los resultados fueron más importantes, ya que las condiciones a las que se sometió la semilla pueden ser similares a las que la semilla puede encontrar en el campo (Figura 4.4). Al aumentar el PMS se aumentó el PSP.

En EA CAN-321 tuvo los mejores porcentajes, ya que pudo haber tenido influencia el mayor PMS. Comportamiento similar se dio en PSPEA. El PV en todos los tratamientos superó los valores mínimos establecidos en el caso de cebada maltera. En Navidad, la GE supero el valor mínimo de certificación (SARH, 1980) fue muy buena. El PSP fue mayor en los genotipos de dos hileras, y en la mayoría de los genotipos fue mejor cuando se sembraron a 100 kg ha^{-1} . Para EA, el mejor tratamiento fue CAN-416 sembrado a 100 kg ha^{-1} con 89 por ciento. El PSPEA en ambas localidades se relacionó con el PMS y fue mejor en genotipos de dos hileras.

VI. CONCLUSIÓN

Las líneas respondieron de manera diferente a la densidad de siembra, ya que CAN-321-94 y CAN-416-94 sembradas a 100 kg ha^{-1} obtuvieron el mejor rendimiento y calidad de semilla en ambas localidades. Por su parte en CAN-431-94 obtuvo el mejor rendimiento cuando se sembró a 60 y 140 kg ha^{-1} en Buenavista, Coah. y Navidad, N.L. La mejor calidad de esta última línea se obtuvo cuando se sembró a 100 kg ha^{-1} en ambas localidades.

Las líneas respondieron de la misma manera a la fecha de cosecha, ya que en Buenavista, Coah. el mejor rendimiento y calidad de semilla se obtuvo al cosecharse en madurez fisiológica. Mientras que en Navidad, N.L. el mejor rendimiento se obtuvo al cosecharse a 14 días después de madurez fisiológica y la mejor calidad se obtuvo al cosecharse en madurez fisiológica.

Para la definición del paquete tecnológico de las líneas evaluadas, es necesario tomar en consideración el rendimiento y la calidad de la semilla de manera conjunta. La mejor calidad de semilla se obtuvo en madurez fisiológica, al cosechar la semilla en esa etapa, el contenido de humedad sería alto, lo cual favorecería el desarrollo de microorganismos, siendo necesario secar la semilla para lo cual es necesario contar con instalaciones adecuadas y aumenta los

costos de producción. Por lo tanto, para la seguridad de la semilla la recomendación preliminar es realizar la cosecha 14 días después de madurez fisiológica, dependiendo de las condiciones ambientales prevalecientes en ese instante.

Parte del paquete tecnológico obtenido para la producción de semilla de las líneas evaluadas en forma preliminar sería el siguiente:

Localidad Buenavista, Saltillo, Coah: línea CAN-321-94 sembrada a densidad de 100 kg ha^{-1} y cosechada a 117 días después de siembra, línea CAN-416-94 sembrada a densidad de 100 kg ha^{-1} y cosechada a 115 días después de siembra y línea CAN-431-94 sembrada a densidad de 60 kg ha^{-1} y cosechada a 122 días después de siembra.

Localidad Navidad, N.L: línea CAN-321-94 sembrada a densidad de 100 kg ha^{-1} y cosechada a 125 días después de siembra, línea CAN-416-94 sembrada a densidad de 100 kg ha^{-1} y cosechada a 116 días después de siembra, y línea CAN-431-94 sembrada a densidad de 140 kg ha^{-1} y cosechada a 125 días después de siembra.

VII. RESUMEN

En México, la cebada se siembra en aproximadamente 160,000 ha. Actualmente no se produce la suficiente cantidad de semilla de calidad para cubrir toda la demanda, por lo que es importante generar continuamente nuevos genotipos que superen la calidad física, fisiológica, genética y sanitaria de las variedades existentes en el mercado.

Por lo anterior, se planteo el presente trabajo de investigación para conformar parte del paquete tecnológico para la producción de semilla de tres líneas avanzadas de cebada generadas por el Programa de Mejoramiento Genético de Cebada de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (U.A.A.A.N). Para efecto se procedió a evaluar el efecto de la densidad de siembra y de la fecha de cosecha en estos genotipos.

La investigación se realizó en dos etapas: la etapa de campo en las localidades de Buenavista, Coah. y Navidad, N.L. la cual comprendió desde la preparación del terreno hasta la cosecha. La de laboratorio se llevó a cabo en el Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas de la U.A.A.A.N.

Se evaluaron las líneas CAN-321-94 (dos hileras), CAN-416-94 y CAN-431-94 (seis hileras), comparándose contra las variedades comerciales Guanajuato (dos hileras) y Puebla (seis hileras). Los genotipos se sembraron a 60, 100 y 140 kg ha⁻¹. Se originaron 15 tratamientos con cuatro repeticiones, cada tratamiento se dividió en cuatro partes y se cosecharon en madurez fisiológica (MF), madurez fisiológica más siete días (MF+7), madurez fisiológica más 14 días (MF+14) y madurez fisiológica más 21 días (MF+21).

Las variables agronómicas evaluadas fueron: días a floración (DF), días a primer cosecha (DPC), macollos fértiles por planta (MFP), macollos infértiles por planta (MIP), altura de planta (A), número de espigas por metro cuadrado (NE), número de espiguillas por espiga (NEPE), longitud de espiga (LE), número de granos por espiga (NGE), peso de grano por espiga (PGE) y rendimiento (R); y las variables físicas y fisiológicas evaluadas fueron: contenido de humedad (CH), peso de mil semillas (PMS), peso volumétrico (PV), germinación estándar (GE), longitud media de plúmula (LMP), peso seco de plántulas (PSP), envejecimiento acelerado (EA), longitud media de plúmula en envejecimiento acelerado (LMPEA) y peso seco de plántulas en envejecimiento acelerado (PSPEA).

Las variables se analizaron por medio de un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial en parcelas divididas, siendo la parcela grande las fechas de cosecha y la parcela media las densidades. Las comparaciones de medias se hicieron mediante la prueba de DMS $P \leq 0.05$.

Los resultados indican que la línea CAN-416 fue el genotipo de seis hileras con mejor rendimiento, mientras que la línea CAN-321 fue el mejor genotipo de dos hileras. El rendimiento fue mejor en siembras a 100 y 140 kg ha⁻¹. En Buenavista, Coah. el rendimiento fue muy bajo y en Navidad, N.L. se obtuvo el mejor rendimiento cosechando a MF+14.

La línea CAN-321 obtuvo la mejor calidad de semilla, la densidad de siembra no influyó en la calidad de la semilla, en MF se obtuvo la mejor calidad de semilla en ambas localidades.

El paquete tecnológico recomendado para Buenavista, Coah. es: línea CAN-321-94 sembrada a densidad de 100 kg ha⁻¹ y cosechada a 117 días después de siembra, línea CAN-416-94 sembrada a densidad de 100 kg ha⁻¹ y cosechada a 115 días después de siembra y línea CAN-431-94 sembrada a densidad de 60 kg ha⁻¹ y cosechada a 122 días después de siembra.

El paquete tecnológico recomendado para Navidad, N.L. es: línea CAN-321-94 sembrada a densidad de 100 kg ha⁻¹ y cosechada a 125 días después de siembra, línea CAN-416-94 sembrada a densidad de 100 kg ha⁻¹ y cosechada a 116 días después de siembra, y línea CAN-431-94 sembrada a densidad de 140 kg ha⁻¹ y cosechada a 125 días después de siembra.

VIII. LITERATURA CITADA.

- Abd-Alla, M.M. 1996. Effect of different harvest dates on grain quality of wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell). *Annals of Agricultural Science*. 34(4): 1415-1429.
- Agro-Síntesis. Febrero 1998. Informe especial: cebada. Editorial Año Dos Mil S.A. México. p. 8, 10, 13.
- Alaoui, A.C., S.R. Simmons and R.K. Crookston. 1988. Effects of tiller removal on spring barley. *Crop Science*. 28(2): 305-307.
- Baker, R.J. and K.G. Briggs. 1982. Effects of plant density on the performance of 10 barley cultivars. *Crop Science*. 22 (6): 1164-1167.
- Brewer, D.H. and J.M. Poehlman. 1968. Grain yield and kernel quality of winter barley (*Hordeum vulgare* L.) harvested at different moisture levels. *Agronomy Journal*. 60(5): 472-474.
- Cannell, R.Q. 1969. The tillering pattern in barley varieties. *Journal of Agricultural Science*. 72: 405-422.
- Ciha, A.J. 1983. Seeding rate and seeding date effects on spring seeded small grain cultivars. *Agronomy Journal*. 75 (5): 795-799.
- Conry, M.J. and A. Hegarty. 1992. Effect of sowing date and seed rate on the grain yield and protein content of winter barley. *Journal of Agricultural Science*. 118: 279-287.
- Copeland, P.J. and R.K. Crookston. 1985. Visible indicators of physiological maturity in barley. *Crop Science*. 25 (5): 843-847.
- Davis, M.H. and S.R. Simmons. 1994. Tillering response of barley to shifts in light quality caused by neighboring plants. *Crop Science*. 34(6): 1604-1611.

- Dofing, S.M. and C.W. Knight. 1992. Heading synchrony and yield components of off barley grown in subarctic environments. *Crop Science*. 32 (6): 1377-1380.
- Dofing, S.M. and C.W. Knight. 1994. Yield component compensation in unicum barley lines. *Agronomy Journal*. 86 (2): 273-276.
- Esparza, M.J. 1976. Estudio de líneas avanzadas para la obtención de cebada forrajera. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México.
- Esparza, M.J y P.F. Ramírez. 1977. Tlaxcala, nueva variedad de cebada maltera para las zonas cebaderas de México. SARH-INIA. Folleto de divulgación No. 72. México.
- Filho, C.P. and R.H. Ellis. 1991a. The development of seed quality in spring barley in four environments. I. Germination and longevity. *Seed Science Research*. 2: 163-177.
- Filho, C.P. and R.H. Ellis. 1991b. The development of seed quality in spring barley in four environments. II. Field emergence and seedling size. *Seed Science Research*. 1: 179-185.
- García del Moral, L.F., J.M. Ramos and L. Recalde. 1984. Tillering dynamics of winter barley as influenced by cultivar and nitrogen fertilizer: a field study. *Crop Science*. 24 (1): 179-181.
- Impulsora Agrícola S.A. de C.V. (IASA) 1988. Manual de procedimientos de muestreo y análisis del grano de cebada maltera. p.34
- Jedel, P.E. and J.H. Helm. 1995. Agronomic response to seeding rate of two- and six-rowed barley cultivars in central Alberta. *Canadian Journal of Plant Science*. 75 (2): 315-320.
- Kirby, E.J.M. 1967. The effect of plant density upon the growth and yield of barley. *Journal of Agricultural Science*. 68(3): 317-324.
- Lafond, G.P. 1994. Effects of row spacing, seeding rate and nitrogen on yield of barley and wheat under zero-till management. *Canadian Journal of Plant Science*. 74 (4): 703-711.
- Lauer, J.G. 1991. Barley tiller response to plant density and ethephon. *Agronomy Journal*. 83 (6): 968-973.
- McDaniel, R.G. 1969. Relationships of seed weight, seedling vigor and mitochondrial metabolism in barley. *Crop Science*. 9(6): 823-827.

- McDonald, G.K. 1990. The growth and yield of unculm and tillered barley over a range of sowing rates. *Journal of Agricultural Research*. 41:449-461.
- Moreno, M.E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 3ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México. 393 p.
- Olmos, B.G. 2000. El cultivo de la cebada maltera de riego. Impulsora Agrícola S.A. de C.V. México. 40 p.
- Olmos, B.G. 1983. El cultivo de la cebada maltera de riego. Impulsora Agrícola S.A. de C.V. México. 68 p.
- 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. 42 p.
- Pageau, D. 1991. Row spacing and seeding rate effects on cadette spring barley. *Cereal Research Communications*. 19(3): 291-296.
- Pedersen, L.H., P.E. Jorgensen and I. Poulsen. 1993. Effects of seed vigour and dormancy on field emergence, development and grain yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter barley (*Hordeum vulgare* L.). *Seed Science and Technology*. 21: 159-178.
- Rasyad, A., D.A. VanSanford and D.M. Tekrony. 1990. Changes in seed viability and vigour during wheat seed maturation. *Seed Science and Technology*. 18: 259-267.
- Riojas, G.E. 1973. Variedades mexicanas de cebada. SAG-INIA. Folleto de divulgación No. 49. México.
- Riojas, G.E. y P.F. Ramírez. 1974. Puebla, nueva variedad mexicana de cebada maltera para cultivarse bajo riego o temporal. SAG-INIA-CIAMEC. Circular No. 49. México.
- Robles, S.R. 1985. Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa. España.
- Secretaria de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR). 1999. Boletín de variedades recomendadas de los principales cultivos con indicaciones para las épocas de siembra y cosecha ciclo otoño-invierno 1999/2000. México.
- Secretaria de Agricultura y Ganadería. 1975. Cebada: Cerroprieto y Centinela nuevas variedades mexicanas. SAG-INIA. Folleto de divulgación No. 55. México.

- Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1980. Normas para la certificación de semillas. México, D.F. 38p.
- Shands, H. L. D.C. Janisch and A.D. Dickson. 1967. Germination response of barley following different harvesting conditions and storage treatments. *Crop Science*. 7(5): 444-446.
- Simmons, S.R., D.C. Rasmusson and J.V. Wiersma. 1982. Tillering in barley: genotype, row spacing, and seeding rate effects. *Crop Science*. 22 (4): 801-805.
- Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). 1998. Departamento de agrometeorología estación clave EAP=01-B4. Buenavista Saltillo, Coah. México.

IX. APÉNDICE

Cuadro A.1. Variedades mejoradas de cebada desarrolladas en México y su uso.

Año de Liberación	Variedad	Uso
1963	Promesa	Maltera
1964	Porvenir	Maltera y forrajera
1965	Apizaco	Maltera y forrajera
1966	Apan, Chevalier †	Maltera
1970	Celaya	Maltera y forrajera
1970	Zoapila	Maltera
1974	Puebla	Maltera
1975	Cerroprieto	Maltera y forrajera
1976	Centinela	Maltera y forrajera
1977	América	Maltera
1980	Guanajuato †	Maltera
1989	Esperanza	Maltera
1992	Esmeralda	Maltera
1993	Gaviota †	Maltera

† Variedades de dos hileras

Fuente: Riojas (1973), Riojas y Ramírez (1974), SAG-INIA (1975), Esparza y Ramírez (1977), Agrosíntesis (1998).

Cuadro A.2. Condiciones climáticas de campo en Buenavista, Coah. y Navidad, N.L.

Mes	Precipitación pluvial (mm)		Temperatura media (°C)	
	Buenavista	Navidad	Buenavista	Navidad
Febrero	0.0	15.1	15.2	9.7
Marzo	12.1	0.0	16.5	12.7
Abril	0.0	35.0	21.5	14.8
Mayo	9.3	57.4	22.5	17.6
Junio	106.8	304.8	22.0	18.7

Fuente: UAAAN (1998) y datos obtenidos de Rancho Casa Blanca N.L.

Cuadro A.3. Características de los genotipos objeto de estudio.

Genotipo	Espiga		Grano		Ciclo	Altura
	Hileras	Tamaño	Forma	Tamaño	Días	Metros
Puebla	Seis	Medio	Ovoide	Regular	105-108	0.80-1.00
Guanajuato	Dos	Medio	Ovoide	Regular	120-135	1.00-1.10
CAN-321-94	Dos	Medio a Grande	Semiovoide	Regular	110	0.80
CAN-416-94	Seis	Medio	Semiovoide	Regular	111	0.78
CAN-431-94	Seis	Medio	Semiovoide	Regular	116	0.80

Fuente: Variedades Puebla y Guanajuato (Olmos, 2000), Líneas CAN-321, CAN-416 y CAN-431 (Departamento de cereales, U.A.A.A.N.)

Cuadro A.4. Tratamientos establecidos en campo en Buenavista, Coah. y Navidad, N.L.

Tratamiento	Genotipo	Densidad (kg ha ⁻¹)	Fechas de cosecha
1	CAN-416	60	MF, MF+7, MF+14, MF+21
2	CAN-416	100	MF, MF+7, MF+14, MF+21
3	CAN-416	140	MF, MF+7, MF+14, MF+21
4	Guanajuato	60	MF, MF+7, MF+14, MF+21
5	Guanajuato	100	MF, MF+7, MF+14, MF+21
6	Guanajuato	140	MF, MF+7, MF+14, MF+21
7	Puebla	60	MF, MF+7, MF+14, MF+21
8	Puebla	100	MF, MF+7, MF+14, MF+21
9	Puebla	140	MF, MF+7, MF+14, MF+21
10	CAN-321	60	MF, MF+7, MF+14, MF+21
11	CAN-321	100	MF, MF+7, MF+14, MF+21
12	CAN-321	140	MF, MF+7, MF+14, MF+21
13	CAN-431	60	MF, MF+7, MF+14, MF+21
14	CAN-431	100	MF, MF+7, MF+14, MF+21
15	CAN-431	140	MF, MF+7, MF+14, MF+21

MF= Madurez fisiológica; MF+7= Madurez fisiológica más siete días; MF+14= Madurez fisiológica más 14 días; MF+21= Madurez fisiológica más 21 días.

Cuadro A.5. Resultado de los cálculos de cantidad de semilla a utilizar.

Genotipo	DS (kg ha ⁻¹)	GE (%)	Semilla/ metro lineal (g)	Semilla/ metro lineal ajustada (g)	Semilla/ surco (g)
Guanajuato (Testigo dos hileras)	60	85	4.8	5.5	18.97
	100		8.0	9.2	31.70
	140		11.2	12.9	44.50
Puebla (Testigo seis hileras)	60	90	4.8	5.3	18.28
	100		8.0	8.8	30.36
	140		11.2	12.3	42.43
CAN-321	60	87	4.8	5.4	18.63
	100		8.0	9.0	31.05
	140		11.2	12.7	43.81
CAN-416	60	90	4.8	5.3	18.28
	100		8.0	8.8	30.36
	140		11.2	12.3	42.43
CAN-431	60	88	4.8	5.4	18.63
	100		8.0	9.0	31.05
	140		11.2	12.5	43.12

DS= Densidad de siembra; GE= Germinación estándar.

Cuadro A.6. Características de las unidades experimentales de campo en Buenavista, Coah. y Navidad, N.L.

Característica	Buenavista	Navidad
Barbecho	✓	✓
Rastreo	✓	✓
Trazado para siembra	Surcos	Líneas
No. Tratamientos	15	15
No. Repeticiones	4	4
Fecha Siembra	02-02-1999	18-02-1999
Surcos por unidad experimental	4	4
Surcos útiles	2	2
Distancia entre surcos	0.8 m	0.8 m
Longitud de surco	3.45 m	3.45 m
Área parcela útil	0.8 m ²	0.8 m ²
Fertilización	120-80-00	93-138-00
Sistema de riego	Rodado	Aspersión (Side roller)
Riegos	4	5
Control de malezas	✓	✓
Control de plagas	✓	✓
Período de cosecha	Mayo-Junio	Junio-Julio

✓ Actividad realizada

Cuadro A.7. Medias no significativas para la interacción genotipo por densidad en las variables agronómicas evaluadas en cebada en Buenavista, Coah. y Navidad, N.L.

Genotipo por densidad	Buenavista	Navidad					
	MFP (Nº)	R (kg ha ⁻¹)	A (cm)	MFP (Nº)	NE (Nº)	NEPE (Nº)	PGE (g)
CAN-416 x 60 kg ha ⁻¹	1.9	3250	74.5	2.5	410	16	9.5
CAN-416 x 100 kg ha ⁻¹	1.7	4000	78.3	2.3	470	17	10.0
CAN-416 x 140 kg ha ⁻¹	1.4	3626	78.4	2.4	462	17	10.1
Guanajuato x 60 kg ha ⁻¹	3.6	1911	71.2	2.4	426	20	12.6
Guanajuato x 100 kg ha ⁻¹	2.3	2083	73.1	2.4	490	19	12.4
Guanajuato x 140 kg ha ⁻¹	2.3	2312	73.5	2.4	528	19	12.1
Puebla x 60 kg ha ⁻¹	1.9	3511	77.5	2.4	392	14	10.9
Puebla x 100 kg ha ⁻¹	1.4	3450	80.5	2.5	406	14	10.6
Puebla x 140 kg ha ⁻¹	1.4	3378	81.4	2.3	416	13	10.9
CAN-321 x 60 kg ha ⁻¹	1.5	2610	75.4	2.6	437	23	13.2
CAN-321 x 100 kg ha ⁻¹	1.6	3635	82.2	2.5	538	22	12.8
CAN-321 x 140 kg ha ⁻¹	1.2	3096	82.1	2.2	533	23	12.7
CAN-431 x 60 kg ha ⁻¹	1.9	3224	74.8	2.0	317	17	10.7
CAN-431 x 100 kg ha ⁻¹	1.3	3367	78.7	2.1	333	17	10.6
CAN-431 x 140 kg/ha ⁻¹	1.2	3612	80.4	1.8	340	16	10.0

R= Rendimiento; A= Altura; MFP= Macollos fértiles por planta, NE= Número de espigas por metro cuadrado; NEPE= Número de espiguillas por espiga, PGE= Peso de grano por espiga

Cuadro A.8. Medias no significativas para la interacción genotipo por densidad en las variables físicas y fisiológicas de la semilla producida en Buenavista, Coah.

Genotipo por densidad	EA (%)	LMPEA (cm)	PSPEA (mg/plántula)	PV (kg hl ⁻¹)	PMS (g)
CAN-416 x 60 kg ha ⁻¹	62	11.3	11.9	59	32.2
CAN-416 x 100 kg ha ⁻¹	67	12.0	12.7	60	33.2
CAN-416 x 140 kg ha ⁻¹	62	11.3	11.4	59	31.5
Guanajuato x 60 kg ha ⁻¹	42	11.7	14.7	60	35.4
Guanajuato x 100 kg ha ⁻¹	39	11.1	13.4	61	34.3
Guanajuato x 140 kg ha ⁻¹	43	12.2	13.8	59	34.6
Puebla x 60 kg ha ⁻¹	49	11.8	12.9	60	34.7
Puebla x 100 kg ha ⁻¹	54	11.8	12.6	61	35.3
Puebla x 140 kg ha ⁻¹	60	11.7	13.8	61	34.8
CAN-321 x 60 kg ha ⁻¹	64	11.7	16.1	58	39.7
CAN-321 x 100 kg ha ⁻¹	65	11.5	16.6	62	40.3
CAN-321 x 140 kg ha ⁻¹	74	11.7	16.5	61	39.0
CAN-431 x 60 kg ha ⁻¹	54	11.6	15.8	59	39.2
CAN-431 x 100 kg ha ⁻¹	38	11.4	14.4	59	37.5
CAN-431 x 140 kg/ha ⁻¹	43	11.1	14.8	57	37.1

EA= Envejecimiento acelerado; LMPEA= Longitud media de plúmula en envejecimiento acelerado; PSPEA= Peso seco de plántulas en envejecimiento acelerado; PV= Peso volumétrico; PMS= Peso de mil semillas.

Cuadro A.9 Medias no significativas para la interacción genotipo por densidad en las variables físicas y fisiológicas de la semilla producida en Navidad, N.L.

Genotipo por densidad	GE (%)	LMP (cm)	PSP (mg/plántula)	EA (%)	PSPEA (mg/plántula)	PV (kg hl ⁻¹)	PMS (g)
CAN-416 x 60 kg ha ⁻¹	97	12.8	14.8	81	13.5	56	32.0
CAN-416 x 100 kg ha ⁻¹	99	12.8	15.1	89	13.6	60	32.4
CAN-416 x 140 kg ha ⁻¹	99	12.9	14.5	86	13.6	56	30.5
Guanajuato x 60 kg ha ⁻¹	97	12.9	18.8	80	18.2	60	38.7
Guanajuato x 100 kg ha ⁻¹	98	12.8	18.2	81	17.5	60	38.2
Guanajuato x 140 kg ha ⁻¹	98	12.8	18.2	85	16.9	61	39.7
Puebla x 60 kg ha ⁻¹	98	12.8	16.5	83	15.7	61	40.0
Puebla x 100 kg ha ⁻¹	98	12.8	16.5	86	15.9	60	38.1
Puebla x 140 kg ha ⁻¹	97	12.8	16.5	86	16.4	61	37.6
CAN-321 x 60 kg ha ⁻¹	96	12.8	19.5	87	19.4	61	42.5
CAN-321 x 100 kg ha ⁻¹	97	12.8	19.3	87	20.0	62	43.6
CAN-321 x 140 kg ha ⁻¹	97	12.8	18.9	86	19.8	62	42.0
CAN-431 x 60 kg ha ⁻¹	97	12.9	17.4	82	17.2	58	39.9
CAN-431 x 100 kg ha ⁻¹	98	12.9	18.1	86	17.4	58	39.9
CAN-431 x 140 kg/ha ⁻¹	97	12.8	17.2	84	16.0	59	39.4

GE= Germinación estándar; LMP= Longitud media de plúmula; PSP= Peso seco de plántulas; EA= Envejecimiento acelerado; PSPEA= Peso seco de plántulas en envejecimiento acelerado; PV= Peso volumétrico; PMS= Peso de mil semillas.