



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**DETERMINACIÓN DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA PARA
CUATRO MATERIALES DE CEBADA MALTERA (*Hordeum
vulgare* L.) CON SIEMBRA MECANIZADA EN LA ESTACIÓN
EXPERIMENTAL TUNSHI**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AGRONOMA

AUTORA: KATTY DANIELA SANI PAGUAY

DIRECTOR: ING. ALFONSO LEONEL SUÁREZ TAPIA, PHD.

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Katty Daniela Sani Paguay

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Katty Daniela Sani Paguay, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 14 de mayo de 2024.

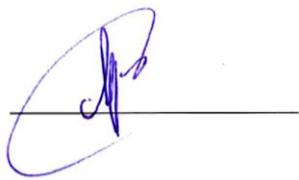
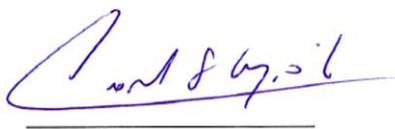


Katty Daniela Sani Paguay

060417818-6

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **DETERMINACIÓN DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA PARA CUATRO MATERIALES DE CEBADA MALTERA** (*Hordeum vulgare* L.) **CON SIEMBRA MECANIZADA EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI**, realizado por la señorita: **KATTY DANIELA SANI PAGUAY**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Rosa del Pilar Castro Gómez, Ph.D. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2024-05-14
Ing. Alfonso Leonel Suárez Tapia, Ph.D. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-05-14
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-05-14

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a Dios y a la virgen santísima, por darme salud, bendiciones, inteligencia y sabiduría para superar los desafíos diarios a lo largo de mi carrera. A mis padres, Alfredo Sani y María Paguay, y a mis abuelas María Luisa y Julia, quienes con sus sabios consejos, paciencia, comprensión y apoyo incondicional siempre estuvieron a mi lado. A mi abuelo Pedro, quien me ha protegido desde el cielo. A mi hermano Javier, tíos y primos, por extenderme su mano en los momentos más difíciles, inculcándome respeto, humildad y amor. Y a mis amigos y compañeros de la carrera, por ofrecerme su amistad, aprecio y lealtad a lo largo de mi vida estudiantil.

Daniela

AGRADECIMIENTO

A Dios por orientar mi camino de manera acertada, transformando cada obstáculo en un peldaño que ha fortalecido mi anhelo de superación y me ha permitido concluir exitosamente esta labor de investigación. A mi familia, por su apoyo incondicional durante toda mi carrera. A la Empresa Cervecería Nacional y al grupo de investigación Agro–Cervecería Nacional, así como a los ingenieros Xavier Mera y Adriana Cuji, por su enseñanza, apoyo y guía a lo largo del proceso. A mis amigos, especialmente a Adriana Gadvay, Cintia Narango, Dayana Lozada, Evelyn Manotoa, Johanna Manobanda, Mario Remache y Wladimir Quimbita, entre otros, por su apoyo incondicional y su constante presencia en mi formación académica y personal, en los buenos y malos momentos. Al Doctor Alfonso Suarez, director de tesis, y al ingeniero Carlos Carpio, asesor, por su apoyo, orientación y por compartir sus conocimientos y experiencias, lo que hizo posible la culminación de este trabajo, así como a la ingeniera María Peralta. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales y Escuela de Agronomía, por permitirme adquirir conocimientos esenciales para mi vida profesional.

Daniela

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1.	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1.	Planteamiento del Problema	2
1.2.	Objetivos	2
1.2.1.	<i>Objetivo General</i>	2
1.2.2.	<i>Objetivo Especifico</i>	3
1.3.	Justificación	3
1.4.	Hipótesis.....	4
1.4.1.	<i>Hipótesis Nula</i>	4
1.4.2.	<i>Hipótesis Alterna</i>	4

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO	5
2.1.	Densidades de siembra.....	5
2.1.1.	<i>Definición</i>	5
2.1.2.	<i>Relación con el rendimiento y calibre del grano</i>	5
2.2.	Siembra Mecanizada.....	6
2.2.1.	<i>Mecanización agrícola</i>	6
2.2.2.	<i>Importancia de la siembra mecanizada</i>	6
2.2.3.	<i>Maquinaria para la siembra de cebada</i>	7
2.2.3.1.	<i>Siembra tradicional al voleo</i>	8
2.2.3.2.	<i>Siembra en surcos a doble hilera con pileteo</i>	8
2.3.	Cultivo de cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.).....	9
2.3.1.	<i>Importancia del cultivo de cebada</i>	9

2.3.2.	<i>Características generales de la cebada</i>	10
2.3.2.1.	<i>Taxonomía</i>	10
2.3.2.2.	<i>Morfología</i>	10
2.3.2.3.	<i>Fases fenológicas</i>	11
2.3.3.	<i>Requerimientos edafoclimáticos</i>	12
2.3.4.	<i>Variedades de la cebada</i>	13
2.3.4.1.	<i>Morfología de la espiga</i>	13
2.3.4.2.	<i>Época de siembra</i>	13
2.3.4.3.	<i>Destino de la cosecha</i>	14
2.3.5.	<i>Densidad óptima de siembre de la cebada</i>	14
2.3.6.	<i>Manejo del cultivo</i>	15
2.3.6.1.	<i>Preparación del suelo</i>	15
2.3.6.2.	<i>Época de siembra</i>	15
2.3.6.3.	<i>Densidad y profundidad de siembra</i>	16
2.3.6.4.	<i>Fertilización</i>	16
2.3.6.5.	<i>Manejo de malezas</i>	17
2.3.6.6.	<i>Manejo de plagas y enfermedades</i>	17
2.3.6.7.	<i>Riego</i>	20
2.3.6.8.	<i>Cosecha y almacenamiento</i>	20

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	21
3.1.	Características del lugar	21
3.1.1.	<i>Ubicación</i>	21
3.1.2.	<i>Características geográficas</i>	21
3.1.3.	<i>Características climatológicas</i>	21
3.1.4.	<i>Características del sitio experimental</i>	21
3.2.	Materiales	22
3.2.1.	<i>Materiales experimentales</i>	22
3.2.2.	<i>Croquis de la implementación de cuadro materiales de cebada maltera (<i>Hordeum vulgare L.</i>)</i>	23
3.2.3.	<i>Materiales y Equipo de campo</i>	23
3.2.4.	<i>Insumos</i>	23
3.2.5.	<i>Materiales de oficina</i>	24
3.3.	Metodología de la investigación	24

3.3.1.	<i>Diseño experimental</i>	24
3.3.2.	<i>Características del ensayo</i>	24
3.3.3.	<i>Análisis estadístico</i>	25
3.4.	Método de evaluación y datos registrados	25
3.4.1.	<i>Rendimiento</i>	25
3.4.2.	<i>Calibre</i>	25
3.4.3.	<i>Peso de mil granos</i>	26
3.4.4.	<i>Peso hectolítrico</i>	26
3.4.5.	<i>Altura de planta</i>	26
3.4.6.	<i>Longitud de la espiga</i>	26
3.4.7.	<i>Número de granos por espiga</i>	26
3.4.8.	<i>Número de plantas vivas /m²</i>	26
3.4.9.	<i>Número de macollos/m²</i>	26
3.4.10.	<i>Número de espigas/m²</i>	27
3.4.11.	<i>Días al macollamiento</i>	27
3.4.12.	<i>Días al encañado</i>	27
3.4.13.	<i>Días al embuchamiento</i>	27
3.4.14.	<i>Días a espigamiento</i>	27
3.4.15.	<i>Días a la madurez fisiológica</i>	27
3.4.16.	<i>Monitoreo de enfermedades</i>	28
3.4.17.	<i>Análisis económico</i>	28
3.5.	Manejo del ensayo	29
3.5.1.	<i>Muestreo</i>	29
3.5.2.	<i>Preparación del suelo</i>	29
3.5.3.	<i>Trazado de la parcela</i>	29
3.5.4.	<i>Siembra</i>	29
3.5.5.	<i>Fertilización del ensayo</i>	29
3.5.6.	<i>Control de malezas y fitosanitario</i>	29
3.5.7.	<i>Cosecha</i>	30

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS	31
4.1.	Análisis e interpretación de los resultados	31
4.1.1.	<i>Rendimiento</i>	31
4.1.1.1.	<i>Rendimiento (t/ha) de Materia seca</i>	31

4.1.1.2.	<i>Rendimiento comercial (t/ha) al 12% de humedad</i>	32
4.1.1.3.	<i>Calibre</i>	33
4.1.1.4.	<i>Peso de mil granos (g)</i>	34
4.1.1.5.	<i>Peso hectolítrico (kg/hl)</i>	35
4.1.1.6.	<i>Altura de la planta (cm)</i>	36
4.1.1.7.	<i>Longitud de la espiga (cm)</i>	37
4.1.1.8.	<i>Número de granos por espiga</i>	38
4.1.2.	<i>Comportamiento agronómico</i>	39
4.1.2.1.	<i>Número de plantas vivas por metro cuadrado</i>	39
4.1.2.2.	<i>Número de macollos por metro cuadrado</i>	40
4.1.2.3.	<i>Número de espigas por metro cuadrado</i>	42
4.1.2.4.	<i>Días al macollamiento</i>	43
4.1.2.5.	<i>Días al encañado</i>	44
4.1.2.6.	<i>Días al embuchamiento</i>	45
4.1.2.7.	<i>Días al espigamiento</i>	46
4.1.2.8.	<i>Días a la floración</i>	47
4.1.2.9.	<i>Días al llenado de grano</i>	48
4.1.2.10.	<i>Días a la madurez fisiológica</i>	49
4.1.2.11.	<i>Monitoreo de enfermedades</i>	52
4.1.3.	<i>Análisis de correlación y Regresión</i>	52
4.1.3.1.	<i>Correlación y Regresión de ABI VOYAGER</i>	52
4.1.3.2.	<i>Correlación y Regresión 2IK116-0671</i>	56
4.1.3.3.	<i>Correlación y Regresión 2IK16-0710</i>	57
4.1.3.4.	<i>Correlación y Regresión 2IK16-0812</i>	58
4.1.4.	<i>Análisis económico</i>	59
5.	<i>Discusión</i>	60
5.1.	<i>Rendimiento</i>	60
5.1.1.	<i>Variedad ABI VOYAGER</i>	60
5.1.2.	<i>Líneas 2IK16-0671, 2IK16-0710 y 2IK16-0812</i>	61
5.2.	<i>Rendimiento t/ha en relación con el comportamiento agronómico</i>	61
5.3.	<i>Análisis económico</i>	63
 CAPÍTULO VI		
6.	<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>	64
6.1.	<i>Conclusiones</i>	64

6.2. Recomendaciones	65
GLOSARIO	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Taxonomía de la cebada	10
Tabla 2-2: Morfología de la cebada	10
Tabla 2-3: Plagas y enfermedades comunes en la cebada.....	18
Tabla 3-1: Características y especificaciones de las unidades experimentales	22
Tabla 3-2: Densidades de siembra con siembra mecanizada	22
Tabla 3-3: Materiales y Equipo de campo	23
Tabla 3-4: Materiales de oficina	24
Tabla 3-5: Características del ensayo.....	24
Tabla 3-6: Esquema de Análisis de Varianza	25
Tabla 4-1: Análisis de varianza para del rendimiento (t/ha) Materia seca.....	31
Tabla 4-2: Análisis de varianza para del rendimiento comercial (t/ha).	32
Tabla 4-3: Análisis de varianza para peso de mil granos (g).	34
Tabla 4-4: Análisis de varianza para el peso hectolítrico (kg/hl).....	35
Tabla 4-5: Análisis de varianza para la altura de la planta (cm).	36
Tabla 4-6: Análisis de varianza para de la longitud de espiga (cm).	37
Tabla 4-7: Análisis de varianza para el número de granos por espiga.	38
Tabla 4-8: Comparaciones ortogonales para el número de granos/espiga.	38
Tabla 4-9: Análisis de varianza para el número de plantas vivas por metro cuadrado.	39
Tabla 4-10: Comparaciones ortogonales para el número de plantas vivas/m ²	40
Tabla 4-11: Análisis de varianza para el número de macollos por metro cuadrado.	41
Tabla 4-12: Comparaciones ortogonales para el número de macollos/m ²	41
Tabla 4-13: Análisis de varianza para el número de espigas por metro cuadrado.	42
Tabla 4-14: Comparaciones ortogonales para el número de espigas/m ²	43
Tabla 4-15: Análisis de varianza de días al macollamiento.	44
Tabla 4-16: Análisis de varianza de días al encañado.....	45
Tabla 4-17: Análisis de varianza de días al embuchamiento.	45
Tabla 4-18: Análisis de varianza de días al espigamiento.	46
Tabla 4-19: Análisis de varianza de días a la floración.	47
Tabla 4-20: Análisis de varianza de días al llenado de grano.	48
Tabla 4-21: Análisis de varianza de días a la madurez fisiológica.	49
Tabla 4-22: Comportamiento agronómico de los tratamientos en el estudio.....	51
Tabla 4-23: Roya en hoja según la prueba del modelo estadístico no paramétrico de Friedman al 5%.	52

Tabla 4-24: Mancha en red (<i>Pyrenophora teres</i>) según la prueba del modelo estadístico no paramétrico de Friedman al 5%.	52
Tabla 4-25: Análisis de correlación y regresión lineal del rendimiento de ABI VOYAGER con las variables independientes.	53
Tabla 4-26: Análisis de correlación y regresión lineal del rendimiento de 2IK116-0671 con las variables independientes.	57
Tabla 4-27: Análisis de correlación y regresión lineal del rendimiento de 2IK16-0710 con las variables independientes.	58
Tabla 4-28: Análisis de correlación y regresión lineal del rendimiento de 2IK16-0812 con las variables independientes.	59
Tabla 4-29: Resumen del análisis económico.	60

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1: Sembradora al voleo y distribución de la semilla	8
Ilustración 2-2: Sembradora, fertilizadora y pileteadora. Distribución de la semilla y el fertilizante	9
Ilustración 2-3: Fenología del cultivo de cebada.....	11
Ilustración 2-4: Esquema teórico de la respuesta del rendimiento a la densidad de plantas en el cultivo de cebada.....	15
Ilustración 3-1: Distribución de tratamientos en campo.....	23
Ilustración 3-2: Escala de severidad para roya de la hoja	28
Ilustración 4-1: Rendimiento (t/ha) materia seca.	32
Ilustración 4-2: Rendimiento comercial (t/ha).	33
Ilustración 4-3: Calibre (g) según la prueba del modelo estadístico no paramétrico de Friedman al 5%.	34
Ilustración 4-4: Peso de mil granos (g)	35
Ilustración 4-5: Peso hectolítrico (kg/hl).....	36
Ilustración 4-6: Altura de la planta (cm)	37
Ilustración 4-7: Número de granos/espiga.....	39
Ilustración 4-8: Número de plantas vivas/m ²	40
Ilustración 4-9: Número de macollos /m ²	42
Ilustración 4-10: Número de espigas/m ²	43
Ilustración 4-11: Días al macollamiento.	44
Ilustración 4-12: Días al embuchamiento.....	46
Ilustración 4-13: Días al espigamiento.	47
Ilustración 4-14: Días a la floración.	48
Ilustración 4-15: Días al llenado de granos.	49
Ilustración 4-16: Días a la madurez fisiológica.....	50
Ilustración 4-17: Diagrama de dispersión y recta de regresión del rendimiento de ABI VOYAGER con los días al encañado.	54
Ilustración 4-18: Diagrama de dispersión y recta de regresión del rendimiento de ABI VOYAGER con altura de la planta (cm).	55
Ilustración 4-19: Diagrama de dispersión y recta de regresión del rendimiento de ABI VOYAGER con número de granos.....	56

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: ESTABLECIMIENTO DE LA PARCELA

ANEXO B: CONTEO DE PLANTAS

ANEXO C: APLICACIÓN DE HERBICIDA Y FUNGICIDA

ANEXO D: PESADO Y APLICACIÓN DE FERTILIZANTE

ANEXO E: DETERMINACIÓN DE LA SEVERIDAD

ANEXO F: PESADO DE LOS TRATAMIENTOS

ANEXO G: CONTEO Y PESADO DE MIL GRANOS

ANEXO H: DETERMINACIÓN DEL PESO HELECTROLÍTICO

ANEXO I: DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD

ANEXO J: DETERMINACIÓN DEL CALIBRE

ANEXO K: CLIMOGRAMA

ANEXO L: ANÁLISIS DE SUELO

ANEXO M: ANÁLISIS ECONÓMICO 75 KG/HA

ANEXO N: ANÁLISIS ECONÓMICO 100 KG/HA

ANEXO O: ANÁLISIS ECONÓMICO 125 KG/HA

RESUMEN

El objetivo fue determinar las tres densidades de siembra para cuatro materiales de cebada maltera (*Hordeum vulgare L.*) con siembra mecanizada en la Estación Experimental Tunshi. La metodología empleada tuvo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y un total de 36 unidades experimentales, donde se analizaron las variedades ABI Voyager, 2IK16-0671, 2IK16-0710 y 2IK16-0812 con las densidades de siembra mecanizada de 75, 100 y 125 kg/ha, se registraron datos de rendimiento por tratamiento, así como comportamiento agronómico y relación beneficio/costo, los datos se analizaron mediante pruebas estadísticas para determinar las diferencias significativas relevantes para el estudio. Se determinó que la variedad 2IK16-0812 en 100 kg/ha tuvo un mayor rendimiento con 4,68 t/ha, la variedad 2IK16-0671 con las densidades de 125, 100 y 75 kg/ha presentaron la menor cantidad de días a la madurez fisiológica con 115, 115 y 114 días y la variedad 2IK16-0812 en 100 kg/ha presentó una mayor relación B/C con un valor de 1,92. Se concluyó que estas diferencias se pueden deber a factores colectivos, tanto factores físicos como bióticos, por lo que se recomienda realizar nuevas investigaciones con análisis más detallados en relación con estos factores, así como la introducción de nuevos productos al cultivo y estudios económicos mucho más amplios que beneficien a los agroproductores nacionales.

Palabras clave: <CEBADA MALTERA (*Hordeum vulgare L.*)>, <SIEMBRA MECANIZADA>, <DENSIDAD DE SIEMBRA>, <RENDIMIENTO AGRONÓMICO>, <RENTABILIDAD>.

0612-DBRA-UPT-2024

04-06-2024



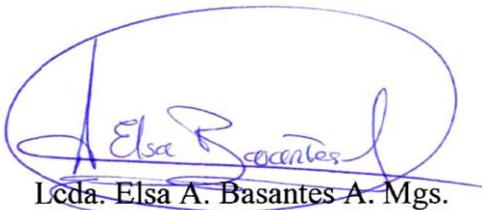
ABSTRACT

The aim was to determine the three sowing densities for four malting barley (*Hordeum vulgare L.*) materials with mechanized sowing at Tunshi Experimental Station. The methodology used was a randomized complete block design with three replications and a total of 36 experimental units, where the varieties ABI Voyager, 2IK16-0671, 2IK16-0710 and 2IK16-0812 were analyzed with mechanized sowing densities of 75, 100 and 125 kg/ha, yield data per treatment were recorded, as well as agronomic behavior and benefit/cost ratio, the data were analyzed by statistical tests to determine the significant differences relevant to the study. It was determined that variety 2IK16-0812 at 100 kg/ha had a higher yield with 4.68 t/ha, variety 2IK16-0671 with densities of 125, 100 and 75 kg/ha presented the lowest number of days to physiological maturity with 115, 115 and 114 days and variety 2IK16-0812 at 100 kg/ha presented a higher B/C ratio with a value of 1.92. It was concluded that these differences may be due to collective factors, both physical and biotic factors, so it is recommended to carry out further research with more detailed analysis in relation to these factors, as well as the introduction of new products to the crop and much broader economic studies that benefit national agro-producers.

Key words: <MALT BARLEY (*Hordeum vulgare L.*)>, <MECHANIZED SEEDING>, <SEEDING DENSITY>, <AGRONOMIC YIELD>, <PROFITABILITY>.

0612-DBRA-UPT-2024

04-06-2024



Lcda. Elsa A. Basantes A. Mgs.

C.C: 0603594409

INTRODUCCIÓN

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) emerge como un cultivo fundamental en la escena agrícola global, ocupando el cuarto puesto entre los cereales más destacados, después del trigo, el maíz y el arroz, su versatilidad ha llevado su producción a superar los 150 millones de toneladas anuales, cultivándose en aproximadamente 60 millones de hectáreas. Aunque en el pasado se destinaba principalmente al consumo humano, en la actualidad la cebada ha diversificado su uso, encontrándose en la alimentación animal, la producción de malta y como componente esencial en la dieta humana (Akar y Avci, 2004, pág. 3).

Este cultivo ha ganado una importancia considerable como organismo de estudio en diversas disciplinas científicas, desde fitomejoramiento y genética hasta patología y biotecnología, gracias a su idoneidad para la investigación en múltiples campos (Akar y Avci, 2004, pág. 10); además, la capacidad de la cebada para prosperar entornos climáticos y edáficos desafiantes la convierte en un cultivo de interés tanto agronómico como científico a nivel global (Ponce y Noroña, 2020, págs. 21-25).

En el panorama agrícola actual, la mecanización es un factor clave para aumentar la eficiencia y el rendimiento de la producción de cultivos al incorporar maquinaria y tecnologías que automaticen diversas tareas agrícolas, desde la siembra hasta la cosecha y el procesamiento. Esto contribuye al desarrollo sostenible al permitir prácticas agrícolas más eficientes y productivas (Puerta, 2007, pág. 19).

Dentro del marco de la cebada maltera, la densidad de siembra surge como un factor determinante, ejerciendo influencia tanto en el rendimiento como en el tamaño del grano cosechado, este parámetro, expresado en kilogramos de semilla por hectárea, es crucial para lograr un equilibrio óptimo entre la competencia de las plantas, ya que una densidad insuficiente o excesiva puede afectar negativamente el rendimiento final (Castañeda y López, 2019, pág. 289).

El estudio se enfoca en la determinación de tres densidades de siembra para cuatro materiales de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) utilizando siembra mecanizada en la Estación Experimental Tunshi. Esta investigación busca contribuir al conocimiento sobre la influencia de la densidad de siembra en el rendimiento y la calidad del grano de cebada maltera, destacando la importancia de encontrar un equilibrio óptimo entre líneas y densidades para maximizar la producción de cebada maltera.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

El número de semillas sembradas por unidad de área (densidad de siembra) es crucial en el cultivo de cebada maltera, ya que una densidad inapropiada puede afectar el rendimiento general, la calidad de los granos y las posibilidades de venta. Para las nuevas variedades de cebada maltera, es esencial identificar la densidad de siembra ideal para cada una, teniendo en cuenta sus antecedentes y los requisitos específicos de producción de malta (Rochón, 2021, pág. 14).

A menudo, la siembra más densa de cebada maltera conduce a rendimientos más bajos, incluso por debajo de aquellos obtenidos con densidades más bajas. Esto se debe a que, durante la polinización, la formación de polen es sensible al estrés, la falta de agua y las altas temperaturas. Esto puede reducir el número de granos formados y, en última instancia, disminuir los rendimientos. Es importante encontrar la densidad de siembra óptima que permita que las plantas crezcan adecuadamente sin competir con las malezas u otras plantas durante la polinización, al mismo tiempo que garantiza granos de alta calidad (Ponce y Noroña, 2019, pág. 18).

En Ecuador existe una baja mecanización en el cultivo de cebada por lo cual se pretende conocer cuál es la densidad óptima de siembra mecanizada de las nuevas líneas de cebada maltera para lograr maximizar el rendimiento, con el fin de que los diferentes materiales se adapten a las condiciones agroclimáticas del país.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Determinar las tres densidades de siembra para cuatro materiales de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) con siembra mecanizada en la Estación Experimental Tunshi.

1.2.2. Objetivo Especifico

- Determinar el rendimiento de los cuatro materiales de cebada maltera (ABI VOYAGER, 2IK16-0671, 2IK16-0710 y 2IK16-0812) con diferentes densidades de siembra (75 kg/ha, 100 kg/ha y 125 kg/ha).
- Evaluar el comportamiento agronómico de cuatro materiales de cebada maltera (ABI VOYAGER, 2IK16-0671, 2IK16-0710 y 2IK16-0812) con diferentes densidades de siembra (75 kg/ha, 100 kg/ha y 125 kg/ha).
- Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio.

1.3. Justificación

La densidad de siembra adecuada desempeña un papel crucial en diversos aspectos que afectan directamente al rendimiento del cultivo y a la calidad del grano utilizado en la producción de malta; en primer lugar, la optimización del espacio es esencial en la agricultura moderna, la densidad de siembra adecuada permite aprovechar al máximo el terreno disponible en el campo, asegurando una distribución uniforme de las semillas (Romero y Morales, 2020, pág. 36). Esto, a su vez, contribuye a lograr una cobertura homogénea del cultivo, maximizando la cantidad de plantas por área y potenciar el rendimiento del cultivo de cebada maltera (Bárcena y Roqueiro, 2022, pág. 24).

La densidad de siembra óptima desempeña un papel crucial en el control de malezas. Un cultivo de cebada maltera con una cobertura densa y uniforme evita que las malezas invadan y compitan por los recursos esenciales para el crecimiento. Además, la sombra proporcionada por el follaje de la cebada maltera también reduce la germinación y el crecimiento de las malezas, lo que contribuye a mantener un entorno más saludable y productivo para el cultivo (Jorajuría, 2019, pág. 40).

La influencia de la densidad de siembra en la salud de las plantas también es un aspecto crucial para considerar, una densidad de siembra adecuada ayuda a evitar la competencia excesiva entre las plantas por recursos como la luz solar, nutrientes y agua, esto no solo favorece el crecimiento y desarrollo óptimos de las plantas de cebada maltera, sino que también reduce el riesgo de enfermedades al limitar la exposición y propagación de patógenos (Vera, 2019, pág.18).

En el ámbito de la calidad del grano, la densidad de siembra óptima desempeña un papel significativo, ya que un adecuado espaciamiento entre las plantas contribuye al desarrollo uniforme de los granos, generando granos más grandes y consistentes, esta uniformidad en el tamaño y desarrollo de los granos puede tener un impacto positivo directo en la calidad del grano utilizado para la producción de malta, asegurando una malta más consistente y de alta calidad (Deza, 2018, pág. 63).

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis Nula

Las dosis de densidad de siembra mecanizada no influyen en el desempeño agronómico por cada material de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.).

1.4.2. Hipótesis Alternativa

Al menos una de las densidades de siembra mecanizada influye en el desempeño agronómico por cada material de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.).

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Densidades de siembra

2.1.1. Definición

La densidad de siembra se refiere al número de semillas de un cultivo que se coloca en una unidad de superficie determinada durante el proceso de siembra, esta medida es esencial para lograr una distribución óptima de las plantas en el campo y afecta directamente el rendimiento del cultivo, la densidad de siembra se expresa comúnmente como el número de semillas por metro cuadrado o hectárea, y su determinación precisa es crucial para alcanzar un equilibrio adecuado entre el espacio disponible, los recursos disponibles y la maximización del rendimiento potencial de la cosecha (Rocha, 2022, pág. 37).

La densidad de siembra óptima para un cultivo determinado depende de varios factores, como tipo de cultivo, clima, tipo de suelo, objetivos de producción. Ajustar con precisión la densidad de siembra puede influir significativamente en aspectos clave del cultivo, tales como la competencia entre las plantas, el desarrollo del sistema radicular, la calidad del grano y la eficiencia en la utilización de los recursos (Ruiz, 2022, págs. 16-19).

2.1.2. Relación con el rendimiento y calibre del grano

La distancia entre las plantas es importante para que crezcan bien, ya que el espacio adecuado entre las plantas les permite tener suficiente luz solar, nutrientes y agua. Cuando las plantas están demasiado juntas, tienen que competir por estos recursos, lo que hace que crezcan desigualmente y se vuelvan más pequeñas (Cedeño y Guzmán, 2020, pág. 484).

El número de plantas plantadas en un área (densidad de siembra) impacta en el tamaño de los granos de cebada debido a que, si no se plantan suficientes plantas, las espigas pueden ser pequeñas o deformes, lo que lleva a granos más pequeños y dispares. Sin embargo, plantar la cantidad correcta de plantas crea más espacio, asegurando el correcto desarrollo de las espigas y dando como resultado granos más grandes y uniformes (Levacov, 2019, pág. 50).

La densidad de siembra también desempeña un papel en el control de malezas y enfermedades, puesto que una densidad adecuada permite una cobertura adecuada del suelo, esto ayuda a prevenir el crecimiento de malezas al competir por la luz solar y reducir la humedad del suelo, por ende, disminuyen las condiciones propicias para enfermedades (Simón y Golik, 2018, pág. 42).

2.2. Siembra Mecanizada

2.2.1. Mecanización agrícola

La mecanización agrícola consiste en utilizar máquinas y tecnología en tareas agrícolas para mejorar su rendimiento, eficiencia y rentabilidad, esto implica el empleo de equipos especializados como tractores, cosechadoras, sembradoras y pulverizadores para automatizar tareas que antes se hacían manualmente o con animales. Este enfoque permite a los agricultores optimizar sus operaciones de producción de cultivos y alimentos, aumentando su productividad y reduciendo costos (Elverdin y Piñeiro, 2018, págs. 9-13).

La automatización de las tareas agrícolas tiene como objetivo mejorar la eficiencia y rapidez de procesos como la preparación del suelo, la plantación, el cultivo, la recolección, el transporte y el almacenamiento. Esto reduce la necesidad de mano de obra humana, lo que hace que las operaciones agrícolas sean más productivas y económicas; además, puede ayudar a proteger el suelo, ahorrar recursos, reducir los gastos y mejorar las condiciones de trabajo en la agricultura. Este enfoque innovador ha sido esencial para modernizar las prácticas agrícolas, permitiendo a la industria agrícola satisfacer las crecientes demandas alimentarias de una población en expansión (Salgado, 2019, págs. 10-12).

2.2.2. Importancia de la siembra mecanizada.

Casi un tercio de los costos de producción agrícola se destinan a la utilización de maquinaria para la preparación del suelo, el cuidado de los cultivos, la cosecha y el transporte; siendo la mano de obra el costo mayor de la producción agrícola. Así pues, el uso de herramientas mecánicas reduce el trabajo humano, incrementa la productividad, reduce las demandas laborales y optimiza el tiempo y el espacio en las operaciones agrícolas (Salgado, 2019, págs. 10-30).

Según Salgado (2019, págs. 10-30), la importancia de la siembra mecanizada se puede describir de la siguiente manera:

- **Eficiencia en el tiempo:** Utilizando maquinaria para sembrar, las tareas se completan de forma veloz y eficiente en comparación con los métodos manuales. El equipo moderno puede cubrir grandes áreas rápidamente, lo que es crucial para aprovechar los momentos ideales para la siembra.
- **Precisión y consistencia:** Las sembradoras mecánicas ayudan a sembrar las semillas de manera uniforme y precisa en el suelo. Esto asegura que las plantas tengan el espacio adecuado entre sí, lo que permite un uso óptimo del suelo y aumenta la producción por área de terreno.
- **Optimización de recursos:** La mecanización de la siembra mejora la administración de recursos como semillas, fertilizantes y agua. Los sistemas modernos de siembra están diseñados para usar estos recursos con mayor precisión, reduciendo el desperdicio y aumentando la productividad de los cultivos.
- **Escalabilidad:** Los tractores y otros equipos agrícolas permiten que los agricultores cultiven áreas más grandes, lo que es crucial para alimentar a la población mundial en aumento. La siembra automatizada les ayuda a administrar vastas extensiones de tierra de manera eficiente, asegurando la disponibilidad de alimentos para todos.
- **Menor dependencia de la mano de obra:** La mecanización de la siembra disminuye la necesidad de mano de obra humana, lo cual es esencial en zonas donde escasean los trabajadores agrícolas. Además, ayuda a solventar la escasez temporal de mano de obra durante los periodos de siembra más exigentes.
- **Mejora de condiciones laborales:** Al utilizar máquinas para automatizar tareas que requieren mucho esfuerzo, se pueden mejorar las condiciones laborales de los agricultores. Esto ayuda a disminuir el cansancio físico, aumentando la seguridad y la comodidad en las actividades agrícolas.
- **Mayor precisión en las prácticas agrícolas:** Las modernas técnicas agrícolas incorporan sistemas GPS y sensores en la siembra mecanizada, lo que permite una aplicación precisa de prácticas como la siembra. Esto mejora la eficiencia y la administración de recursos al optimizar el uso de insumos (Salgado, 2019, págs. 10-30).

2.2.3. Maquinaria para la siembra de cebada

En el cultivo moderno de cebada, las técnicas de labranza cero o de conservación son un avance significativo, estas tienen como objetivo minimizar la alteración del suelo durante la siembra, reteniendo nutrientes vitales del suelo. Este enfoque es crucial para abordar el agotamiento de la materia orgánica en tierras agrícolas con exceso de trabajo, un desafío frecuente en las prácticas agrícolas contemporáneas (Chacón y Gutman, 2022, págs. 2-4).

La agricultura sin labranza no sólo protege el suelo de la erosión con el tiempo, sino que también da como resultado una disminución sustancial en el uso de fertilizantes químicos y la necesidad de períodos de barbecho. Además, ayuda a minimizar el consumo de combustible y disminuye el impacto ambiental asociado con las técnicas agrícolas convencionales (Baigorria y Alvarez, 2019, pág. 356).

La elección de la sembradora es crucial y depende de varios factores: tipo de suelo, variedad de cebada, tamaño de las semillas para ajustar la dosificación, época de siembra, peso y potencia del tractor. Adicionalmente, esta debe ajustarse a estas especificaciones para una siembra eficiente, con funciones que incluyan: eliminar malezas y distribuir las semillas con precisión (Ramírez, 2019, pág. 14).

2.2.3.1. *Siembra tradicional al voleo*

La siembra al voleo implica esparcir las semillas de manera uniforme sobre la superficie del suelo utilizando un esparcidor de semillas o una sembradora de semillas de cereales sin las mangueras. Posteriormente se reparte también el abono de la misma forma, y tanto las semillas como el abono se cubren mediante rastra (Ilustración 2-1) (Cabañas y Galindo, 2004, págs. 4-5).



Ilustración 2-1: Sembradora al voleo y distribución de la semilla

Fuente: Cabañas y Galindo, 2004.

2.2.3.2. *Siembra en surcos a doble hilera con pileteo*

En el cultivo de cebada maltera en tierras secas, este sistema de siembra recomendado difiere del método tradicional al voleo, para ello las semillas se siembran en hileras en la cresta del surco. Se necesita una sembradora para sembrar semillas de cebada en surcos separados por 76 cm, con dos hileras en el caballón (similares a los frijoles y el maíz) separadas por 20 cm (Ilustración 2-2) (Cabañas y Galindo, 2004, págs. 7-8).



Ilustración 2-2: Sembradora, fertilizadora y pileteadora. Distribución de la semilla y el fertilizante

Fuente: Cabañas y Galindo, 2004.

2.3. Cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.)

2.3.1. Importancia del cultivo de cebada

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) emerge como el cuarto cultivo de cereales más destacado a nivel mundial, posicionándose estratégicamente después del trigo, el maíz y el arroz. Con una producción global que supera los 150 millones de toneladas distribuidas en aproximadamente 60 millones de hectáreas, la cebada desempeña un papel multifacético en la seguridad alimentaria y en diversos sectores industriales (Ponce y Noroña, 2020, pág. 3).

Históricamente la cebada ha sido cultivada para el consumo humano, sin embargo, ha experimentado una transición significativa, siendo actualmente un componente esencial en la alimentación animal, elaboración de productos de malta y alimentos humanos. Su versatilidad la posiciona como un cultivo clave en la investigación agrícola, sirviendo como un modelo para estudios en fitomejoramiento, genética, citogenética, patología, virología y biotecnología (Garófalo y Ponce, 2021, pág. 85).

La cebada destaca por su capacidad de adaptarse a condiciones climáticas y de suelo desfavorables en diversas regiones del mundo, pudiendo crecer dentro del círculo polar ártico en Finlandia, en la zona tropical de la India a una altura de 500 m s.n.m. y en la sierra ecuatoriana por encima de 3000 m s.n.m. Se reconoce que la Medialuna Fértil del Medio Oriente, que comprende Turquía, Irán, Irak y Líbano, es el área original de cultivo y probable origen de la cebada, el cultivo de cereales más antiguo fue domesticada en el valle del río Nilo en Egipto hace al menos 17000 años, según hallazgos arqueológicos, este legado cultural e histórico se suma a su importancia actual en la producción agrícola global (Ponce y Noroña, 2020, pág. 6).

2.3.2. Características generales de la cebada

2.3.2.1. Taxonomía

De acuerdo con el sitio web Tropicos (2023, párr. 2) del Jardín Botánico de Missouri, la clasificación taxonómica de la cebada es:

Tabla 2-1: Taxonomía de la cebada

Taxonomía	Nombre
Clase:	Equisetopsida
Subclase:	Magnoliidae
Superorden:	Lilianae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Género:	<i>Hordeum</i>
Especie:	<i>Hordeum vulgare</i>

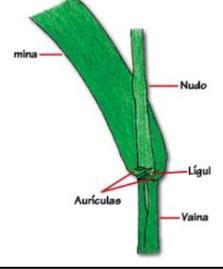
Fuente: Tropicos (2023, párr. 2)

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

2.3.2.2. Morfología

Tabla 2-2: Morfología de la cebada

<p>Raíz: Son típicamente cinco raíces: la radícula y dos pares laterales, sirven para que las raíces puedan anclarse al suelo, extraer agua y nutrientes durante las primeras semanas de su vida. En la etapa de planta adulta, las raíces primarias o seminales se marchitan o desaparecen y las raíces adventicias o principales crecen en número y longitud no determinada.</p>	
<p>Tallo: La estructura cilíndrica erecta formada por 6 u 8 entrenudos. La planta presenta un tallo principal y macollos o también conocidos como hijuelos, según las variedades pueden medir desde 0,50 m hasta 1 m de altura.</p>	

<p>Hojas: Cada hoja puede tener de 5 a 10 folíolos de diferentes tamaños y formas, que están conectados por una vaina basal y una lígula truncada. Las hojas también tienen largas extensiones membranosas que las rodean llamadas aurículas.</p>	
<p>Inflorescencia: La espiga presenta un raquis compuesto por entrenudos, que se caracteriza por tener espiguillas unifloras provistas de raquilla. La espiguilla central carece de pedicelo, cada espiguilla consta de dos glumillas, llamadas lemma y palea, que envuelven los órganos sexuales (tres anteras, un pistilo con óvulo único y un estigma pubescente). La lemma puede terminar en una arista más o menos larga.</p>	
<p>Fruto y semilla: El grano de cebada es un fruto denominado cariósido, que se divide estructuralmente en tres partes: las cubiertas (lema y pálea), el endospermo o tejido de repuesto y el embrión. .</p>	

Fuente: Pinedo y Rojas, 2020.

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

2.3.2.3. Fases fenológicas

De acuerdo con Pinedo y Rojas (2020, pág. 14), la cebada comprende tres fases fenológicas las cuales son vegetativa, reproductiva y de llenado de grano (Ilustración 2-3).

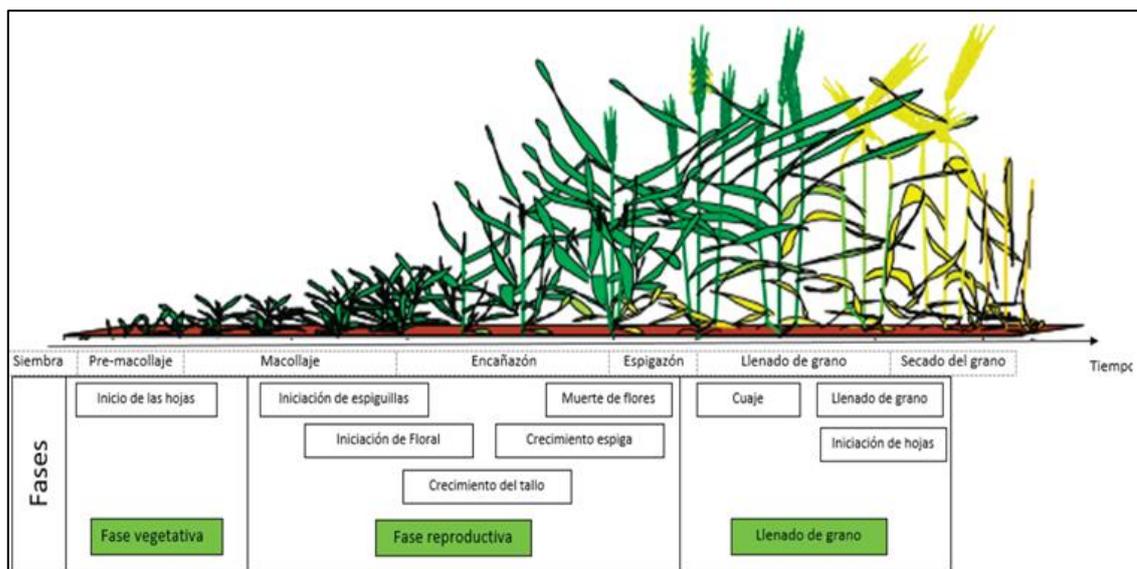


Ilustración 2-3: Fenología del cultivo de cebada

Fuente: Pinedo y Rojas, 2020.

2.3.3. *Requerimientos edafoclimáticos*

Los requerimientos edafoclimáticos para el cultivo de cebada según Garófalo (2012, pág. 6) son fundamentales para asegurar un desarrollo óptimo y un rendimiento productivo, de los que se pueden destacar los siguientes aspectos:

- **Estructura granular del suelo:** Un suelo con apariencia granular es beneficioso para la cebada porque permite que el aire circule fácilmente, proporcionando oxígeno a las raíces. Facilita el movimiento del agua, asegurando una hidratación adecuada. Estas condiciones promueven un sistema radicular saludable y la absorción de nutrientes vitales, lo que es crucial para el crecimiento óptimo de la cebada.
- **Profundidad del suelo:** Para garantizar un desarrollo óptimo de las raíces y el anclaje de las plantas, se sugiere preparar un lecho de suelo de unos 30 cm de profundidad en el área cultivada. Esta profundidad permite que las raíces penetren más profundamente en el suelo, donde pueden acceder a un mayor suministro de agua y nutrientes.
- **Contenido de materia orgánica:** La materia orgánica del suelo es esencial porque mejora la fertilidad del suelo proporcionando nutrientes para el crecimiento de las plantas, aumenta la capacidad del suelo para retener la humedad, evitando la pérdida de agua. Además, apoya una población saludable de microorganismos beneficiosos que contribuyen a la salud del suelo.
- **pH del suelo:** La cebada prospera mejor en suelos con un rango de pH entre 7 y 8. Mantener este equilibrio de pH es crucial para garantizar la disponibilidad de nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de la planta.
- **Tipo de suelo:** Los suelos preferidos para el cultivo de cebada son aquellos profundos, bien drenados y preferiblemente francos. La estructura arcillosa (barro, arcilla y arena) es particularmente deseable para proporcionar un entorno favorable para el desarrollo radicular.
- **Altitud y clima:** La cebada es altamente adaptable al clima y al suelo en altitudes que oscilan entre 2500 y 3500 m s.n.m. Este rango altitudinal indica la versatilidad del cultivo en diversas condiciones climáticas.
- **Tolerancia al agua:** La cebada prefiere condiciones de déficit hídrico en comparación con el exceso de agua. Se consideran adecuadas precipitaciones entre 400 y 600 mm durante el ciclo de crecimiento. Es esencial evitar el encharcamiento, ya que la cebada no tolera altos niveles de salinidad.

2.3.4. Variedades de la cebada

Las variedades de cebada desempeñan un papel crucial en la agricultura contemporánea, y su elección se basa en diversos criterios que abarcan aspectos morfológicos, temporales y de uso final; así que, la diversidad de opciones disponibles en el mercado, provenientes de diversas casas comerciales, proporcionan a los agricultores la flexibilidad para adaptar sus elecciones a las condiciones específicas de cultivo y a los objetivos de producción. A continuación, se detallan las principales categorías de variedades de cebada, según tres criterios fundamentales (Calvo, 2020, párr. 3-5):

2.3.4.1. Morfología de la espiga

- **Cebada de 6 carreras:** Caracterizada por espigas con seis líneas de granos, aunque representa aproximadamente el 11% de la producción de cebada en España, su cultivo es menos frecuente en comparación con la variedad de 2 carreras.
- **Cebada de 2 carreras:** Esta cebada presenta solo dos líneas laterales de granos fértiles, dejando las otras cuatro líneas en forma de espiguilla estéril visible, la eliminación de las espiguillas infértiles en algunas variedades más recientes ha mejorado su eficacia.

2.3.4.2. Época de siembra

En zonas de cuatro estaciones, como España, se destacan dos variedades de cultivares de cebada, los cuales son:

- **Cebada de invierno:** Tradicionalmente sembrada en otoño, esta variedad requiere una parada invernal para espigar correctamente, aunque algunas zonas continúan optando por esta opción, la mejora varietal ha permitido la introducción de variedades de ciclo corto de cebada de invierno.
- **Cebada de primavera:** No requiere temporada de invierno ni horas de frío para espigar, estas variedades son de ciclo corto, las cuales son sembradas generalmente entre diciembre y marzo, presentan mejoras varietales que las hacen competitivas con las variedades de ciclo largo.

2.3.4.3. *Destino de la cosecha*

- **Cebada para pienso:** La mayoría de la cebada producida se destina a la alimentación animal, las variedades seleccionadas se centran en maximizar el rendimiento sin enfocarse necesariamente en la calidad, siendo ideales para este mercado.
- **Cebada maltera:** Diseñada específicamente para la producción de malta y cerveza, esta variedad suele ser de 2 carreras y ciclo corto, teniendo que, la baja concentración de proteínas en los granos es esencial, ya que se busca un alto contenido de azúcares para la malta; es importante destacar que, aunque algunas áreas siembran variedades malteras, gran parte de la cosecha se destina a la alimentación animal, reservando la producción maltera para regiones cercanas a las malterías (Calvo, 2020, párr. 3-5).

2.3.5. *Densidad óptima de siembra de la cebada*

Investigaciones de INTA y la Red Nacional de Cebada Cervecera encontraron que la mejor densidad es entre 220 y 250 plantas por metro cuadrado. Pero esto puede cambiar según el clima, la fecha de siembra, el agua, los nutrientes disponibles, así como el tipo de cebada que se use (Da Silva y Dietz, 2022, pág. 338). La fecha de siembra, como determinante del ambiente explorado por el cultivo, incide significativamente en la densidad recomendada, retrasos en la siembra, particularmente en la etapa de macollaje, pueden resultar en una disminución del número de espigas, afectando negativamente el rendimiento. Ante demoras en la fecha de siembra, la estrategia sugerida es aumentar la densidad de siembra para compensar estos efectos adversos (Da Silva y Dietz, 2022, pág. 338).

Condiciones de déficit hídrico o escasez de nutrientes también impactan en la densidad óptima, ya que la oferta de recursos es menor. Ross (2012; citado en Da Silva y Dietz, 2022, pág. 338) sugiere que, en ambientes con limitantes ambientales, es aconsejable utilizar densidades medias a bajas (180-220 plantas/m²) según la fecha de siembra, esto indica que la densidad de siembra afecta el peso de mil granos y el calibre, siendo una densidad menor la óptima para esas condiciones específicas.

La densidad óptima es aquella que produce el mayor rendimiento (y) con el menor número de plantas (x) (Ilustración 2-4), es decir que el agregado de plantas adicionales no produce incrementos del rendimiento.

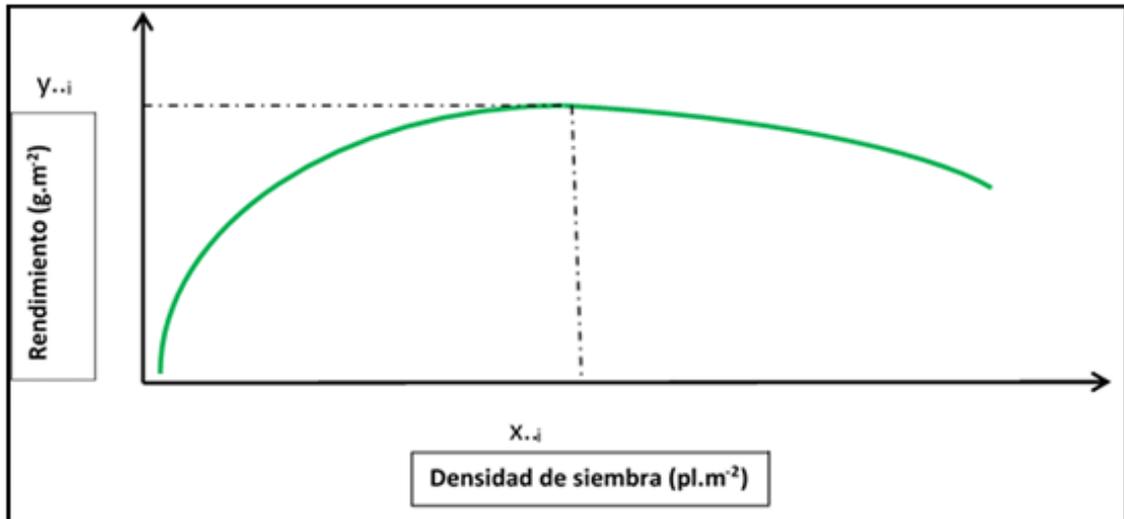


Ilustración 2-4: Esquema teórico de la respuesta del rendimiento a la densidad de plantas en el cultivo de cebada

Fuente: Da Silva y Dietz, 2022.

2.3.6. Manejo del cultivo

2.3.6.1. Preparación del suelo

Las condiciones óptimas para el cultivo de cebada requieren suelos que favorezcan una germinación rápida, uniforme y una emergencia temprana, un suelo de textura media fina pero compacta potencia el contacto de las semillas con la humedad del suelo, lo cual asegura una germinación uniforme y rápida; por el contrario, la compactación o el laboreo excesivo de los campos agotan la humedad superficial del suelo y contribuyen a la formación de costras (Ponce y Noroña, 2020, pág. 21).

2.3.6.2. Época de siembra

En el contexto nacional, el cultivo de cebada demanda una temperatura mínima del suelo de 4°C, preferiblemente se mantiene en un rango de 12 a 24°C, el periodo más propicio para la siembra fluctúa de acuerdo con la ubicación y las condiciones climáticas del año en cuestión; pero, típicamente se inicia la siembra durante la temporada de lluvias o al comienzo del invierno, con la cosecha programada para llevarse a cabo durante la temporada seca (Ponce y Noroña, 2020, pág. 21).

2.3.6.3. *Densidad y profundidad de siembra*

La siembra de cebada se realiza con semillas de alta calidad, a una densidad de siembra que oscila entre 135 y 180 kg por hectárea, la variación en la densidad está influenciada por el porcentaje de germinación; además, para lograr una germinación y emergencia óptimas, se recomienda sembrar las semillas de cebada a una profundidad que varíe entre 2,5 y 4,0 cm (Ponce y Noroña, 2020, pág. 21).

2.3.6.4. *Fertilización*

La fertilización de la cebada cervecera es diferente a la fertilización de la cebada normal. Si bien comparten algunos principios básicos, existen diferencias importantes que deben tenerse en cuenta para obtener un grano de alta calidad para la elaboración de cerveza. Por ejemplo, la cebada para malta requiere un contenido de proteínas menor que la cebada normal, el exceso de nitrógeno puede aumentar el contenido de proteínas, lo que afectará negativamente a la calidad de la malta y de la cerveza. (Almache, 2020, pág. 19).

El fósforo es fundamental para el desarrollo del sistema radicular y la maduración del grano, requiere un aporte adecuado de fósforo para asegurar un buen rendimiento y calidad. El potasio es importante para la síntesis de proteínas y la formación de almidón, tiene una mayor necesidad de potasio que la cebada normal. También requiere micronutrientes como el zinc, el cobre y el boro para un desarrollo óptimo (Almache, 2020, pág. 19).

Si los niveles de nutrientes resultan deficientes, tanto la producción como la calidad final de la cebada se verán comprometidas; teniendo así que, las pautas generales para la fertilización sugieren aplicar 80 kg/ha de N, 60 kg/ha de P_2O_5 y 40 kg/ha de K_2O , siguiendo estas recomendaciones, es posible alcanzar un rendimiento potencial de hasta 3 toneladas/ha; además, se conoce que la extracción de nutrientes por cada tonelada de grano de cebada se requieren 26 kg de nitrógeno, 9 kg de fósforo y 21 kg de potasio (Garófalo, 2012, pág. 12).

Un estudio realizado en la Estación Experimental Tunshi, donde se probaron tres niveles de fertilización con N, de 0 kg/ha, 75 kg/ha y 150 kg/ha, se encontró que la mayor dosis presentó rendimientos de hasta 10,14 t/ha considerándose como la mejor dosis de fertilización nitrogenada. (Acan, 2022, págs. 6-70).

El Nitrógeno es el macroelemento más importante para el cultivo de cebada cervecera, es el constituyente básico de proteínas, clorofila, fitohormonas que participan en el crecimiento de la

planta y formación de espigas, así como el ADN para la transmisión genética (Saynes y Fernández, 2017, pág. 85). Además, se conoce que su aplicación es mucho más efectiva al momento de la siembra, en lugar de hacerlo en etapas finales, esto ayuda a mejorar el rendimiento final del cultivo.

2.3.6.5. Manejo de malezas

En áreas que han sido dejadas en reposo o trabajadas (tras la cosecha de papas), es posible que se presente una baja densidad de malezas que pueda afectar la producción si el suelo fue preparado con maquinaria agrícola, en este escenario, se aconseja llevar a cabo desmalezado manual antes de la siembra y durante la segunda fertilización. En casos de una presencia significativa de malezas, se recomienda la aplicación de herbicidas de hoja ancha (Pinedo y Rojas, 2020, pág. 26).

2.3.6.6. Manejo de plagas y enfermedades

La cebada presenta varias plagas y enfermedades que afectan a su desarrollo y rendimiento, entre las que se destacan:

Tabla 2-3: Plagas y enfermedades comunes en la cebada

Plaga/ Enfermedad	Característica	Control	Causante (Nombre científico)	Imagen
Pulgones	Los áfidos o pulgones generan perjuicio directo al debilitar la planta al extraer la savia de hojas y tallos, lo cual conduce a la exudación de azúcares por parte de la planta. Esta secreción puede propiciar el desarrollo del hongo de la fumagina, ocasionando una disminución en la superficie foliar. Como consecuencia, los pulgones tienen la capacidad de reducir el rendimiento en más del 20%. Además de este daño directo, los áfidos también pueden actuar como vectores, transmitiendo el virus del enanismo de la cebada (BYDV), lo que constituye un daño indirecto adicional.	<p>Control biológico:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Parasitoides: <i>Aphidius colemani</i>, <i>A. matricariae</i>, <i>A. ervi</i>, <i>Lysiphlebus testaceipes</i>, <i>Trioixis angelicae</i>, <i>Aphelinus</i> sp. - Depredadores: <i>Aphidoletes aphidimyza</i>, coccinélidos (<i>Coccinella septempunctata</i>, <i>Adalia bipunctata</i>, <i>Scymnus</i> spp.), <i>Chrysoperla carnea</i>, chinches miridos (<i>Macrolophus caliginosus</i>) y antocóridos (<i>Orius</i> spp.), coleópteros cantáridos (comunes en frutales) - Hongos entomopatógenos: <i>Verticillium lecanii</i> y <i>Beauveria bassiana</i>. <p>Control químico: pirimicarb, imidacloprid, pymetrozina, acetamiprid, tiametoxam, tiacloprid, flornicamid.</p>	<p><i>Metolophium dirhodum</i> <i>Sitobion avenae</i> <i>Rhopalosiphum padi</i> <i>Rhopalosiphum maidis</i> <i>Schizaphis graminum</i></p>	
Carbón desnudo	Es una de las afecciones más significativas que impactan el cultivo de cebada. Se propaga a través de las semillas, donde el hongo infecta el embrión del grano de cebada en su fase micelial. Las semillas afectadas no muestran síntomas o signos externos evidentes.	Para reducir la propagación en los campos de cultivo, es necesario emplear semilla certificada, llevar a cabo la rotación de cultivos y realizar la eliminación de plantas que presenten señales de carbón en las espigas. La desinfección de la semilla antes de la siembra mediante un fungicida eficaz se establece como el método más eficiente para controlar la enfermedad, incluso cuando se utiliza semilla certificada.	<i>Ustilago nuda</i>	
Carbón vestido	Los signos evidentes se manifiestan en las espigas, las cuales se colman de una sustancia pulverulenta, amorfa y de color negro que queda cubierta por las glumas. La denominación común "Carbón" hace referencia a la masa negra pulverulenta de esporas que transforma los granos, permaneciendo contenida dentro de las glumillas. Cabe destacar que el hongo no tiene impacto en las glumas, lo que da la apariencia de granos normales.	Para el manejo de esta enfermedad, es esencial centrar las medidas en la obtención de semillas de campos libres de enfermedades y priorizar el uso de semillas saludables para reducir al mínimo los posibles daños. En situaciones en las que se empleen semillas procedentes de campos afectados, es necesario recurrir a métodos "curativos", que se basan en la desinfección de las semillas. Afortunadamente, existen productos altamente eficaces para este propósito, que contribuyen significativamente a controlar este grupo de enfermedades.	<i>Ustilago hordei</i>	

Roya parda	Las hojas que han sido afectadas por la roya muestran pequeñas protuberancias de tonalidad pardo anaranjado, las cuales posteriormente adquieren un color negro, liberando una fina capa de polvo de color similar.	Se recomienda el empleo de variedades resistentes y un abonado bien equilibrado, sin exceso de nitrógeno, para luchar contra ambas enfermedades.	<i>Puccinia anomala</i>	
Roya amarilla	La presencia de la enfermedad se observa pústulas amarillentas dispuestas en líneas paralelas en las hojas y vainas, luego estas pústulas se tornan negras.		<i>Puccinia glumarum</i>	
Escaldadura	Ataca a todos los órganos de la planta; se presenta como manchas aisladas o agrupadas, de forma romboidal y de color verde oliváceo claro a verde grisáceo. Esta enfermedad se puede transmitir por la semilla y por el rastrojo infectado que queda en el campo.	Para combatirlo hay que usar variedades resistentes y semilla de calidad desinfectada.	<i>Rhynchosporium secalis</i>	
Virus del enanismo amarillo de la cebada	Esta enfermedad es causada por un virus que es diseminado mediante un vector, como los pulgones de varias especies; este virus puede producir enanismo ya que afecta la elongación de los entrenudos, y causar la pérdida de color de las hojas, desde el ápice, por los márgenes hacia la base. La presencia o no de enanismo, depende de la época de inoculación del virus en relación con el desarrollo de la planta y de la variedad.	Se debe usar variedades resistentes para combatir a este patógeno.	Género <i>Luteovirus</i> : <i>Barley yellow dwarf virus</i> (BYDV) Género <i>Poleuvirus</i> : <i>Cereal yellow dwarf virus</i> (CYDV)	

Fuente: Pinedo y Rojas, 2020; Ponce y Noroña, 2020; González y Vergara, 2015; Intagri, 2015.

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

2.3.6.7. *Riego*

El cultivo de cebada requiere alrededor de 450 litros de agua para producir un kilogramo de materia seca. En la sierra, el cultivo de cebada se realiza en secano, en donde, el riego depende de la frecuencia y cantidad de lluvia; también, se aconseja evitar la siembra en áreas propensas a encharcamientos y problemas de drenaje, ya que un riego excesivo puede ocasionar la pudrición de las raíces y la aparición de manchas foliares causadas por hongos (Ruiz, 2010, págs. 55-60).

En campos donde es necesario el riego, se recomienda realizar la siembra en líneas para facilitar la conducción del agua, además, a lo largo del ciclo de cultivo, se necesita entre cinco y seis riegos, ajustando la cantidad según las condiciones climáticas y la humedad del suelo. Es crucial aplicar el riego de manera oportuna, desde la etapa de germinación hasta el inicio del grano lechoso (formación del grano de cebada) (Ruiz, 2010, págs. 55-60).

Debido a que las raíces de la cebada se concentran en los primeros centímetros del suelo (25 a 30 cm), se aconseja utilizar riegos de bajo caudal; además, controlar el volumen y la velocidad de la aplicación del agua, con el objetivo de evitar la pérdida de fertilizantes nitrogenados, como la Urea y el Nitrato de amonio, por lixiviación o lavado (Ruiz, 2010, págs. 55-60).

2.3.6.8. *Cosecha y almacenamiento*

La cebada debe ser cosechada antes de que se quiebre o se desarrolle en la espiga, pero al mismo tiempo, debe encontrarse suficientemente seca para garantizar un almacenamiento seguro, con una humedad por debajo del 15%, si el contenido de humedad en los granos supera el 13%, es necesario realizar un proceso de secado antes del almacenamiento (Calvo, 2020, párr. 7-9).

Es crucial calibrar las trilladoras de manera adecuada con el fin de minimizar las pérdidas de rendimiento y prevenir el pelado o agrietamiento de los granos, aquellos granos que han sido despojados de su cáscara o que se encuentran partidos son propensos a la germinación prematura y más susceptibles al moho y al daño causado por insectos. Las instalaciones destinadas al almacenamiento de granos deben mantenerse en condiciones de sequedad y buena ventilación, y las bolsas utilizadas para el almacenamiento deben mantenerse limpias (Calvo, 2020, párr. 7-9).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Características del lugar

3.1.1. Ubicación

El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental Tunshi, parte de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, situada en la Parroquia Chambo, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo.

3.1.2. Características geográficas

Altitud: 2725 m s.n.m.

Latitud: -1,748803

Longitud: -78,627650

3.1.3. Características climatológicas

Temperatura promedio: 14,2 °C

Precipitación media anual: 256 mm

3.1.4. Características del sitio experimental

Los ensayos de validación cumplieron con las siguientes especificaciones:

Tabla 3-1: Características y especificaciones de las unidades experimentales

Características	Ensayo
Diseño experimental:	DBCA
Número de surcos:	6
Distancia entre surco:	0,15 cm
Tipo de siembra	Mecanizada
Largo:	4 m
Ancho:	1 m
Área unidad experimental:	4 m ²
Tratamientos	12
Repeticiones:	3
Unidades experimentales:	36

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

3.2. Materiales

3.2.1. Materiales experimentales

Semilla de cuadro materiales de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.)

Tabla 3-2: Densidades de siembra con siembra mecanizada

Tratamiento	Materiales	Densidad	Código
T1	ABI V0YAGER	75 kg/ha	L1D1
T2	ABI V0YAGER	100 kg/ha	L1D2
T3	ABI V0YAGER	125 kg/ha	L1D3
T4	2IK16-0671	75 kg/ha	L2D1
T5	2IK16-0671	100 kg/ha	L2D2
T6	2IK16-0671	125 kg/ha	L2D3
T7	2IK16- 0710	75 kg/ha	L3D1
T8	2IK16- 0710	100 kg/ha	L3D2
T9	2IK16- 0710	125 kg/ha	L3D3
T10	2IK16- 0812	75 kg/ha	L4D1
T11	2IK16- 0812	100 kg/ha	L4D2
T12	2IK16- 0812	125 kg/ha	L4D3

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

3.2.2. Croquis de la implementación de cuadro materiales de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.)

L2D3	L4D1	L1D2	L4D2
L3D3	L4D3	L2D2	L3D1
L2D1	L1D3	L1D1	L3D2
L2D3	L3D2	L4D1	L2D2
L3D1	L1D1	L1D3	L3D3
L4D3	L2D1	L1D2	L4D2
L3D2	L2D1	L4D3	L2D2
L4D1	L3D1	L4D2	L1D3
L3D3	L1D2	L1D1	L2D3

Ilustración 3-1: Distribución de tratamientos en campo

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

3.2.3. Materiales y Equipo de campo

Tabla 3-3: Materiales y Equipo de campo

Tractor	GPS	Estacas	Cinta métrica	Piola	Azadones
Rastrillos	Hoz	Sacos	Martillo	Tamiz	lápices
Martillo	Trilladora	Esferos	Cámara digital	Semilla de cebada	Libreta de campo
Recipientes de plástico	Balanza analítica	Medidor de humedad de granos	Estacas de 50 cm	Bomba de fumigación	Equipos de protección
Letreros de identificación			Recipientes herméticos		

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

3.2.4. Insumos

Yaramila Rafos 42 kg/ha

Yaramila Abotek 50 kg/ha
 Yaramila Nitromag 100 kg/ha
 Yaramila Nitrox 35 kg/ha
 Metsulfuron methyl sobre de 30 g
 Propiconazole 1 litro

3.2.5. *Materiales de oficina*

Tabla 3-4: Materiales de oficina

Computadora	Calculadora	Papel adhesivo	Papel Bond
Flash memory	Impresora	Internet	

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

3.3. Metodología de la investigación

3.3.1. *Diseño experimental*

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones, dando un total de 36 unidades experimentales.

3.3.2. *Características del ensayo*

Tabla 3-5: Características del ensayo

Características	Ensayo
Diseño experimental:	DBCA
Número de surcos:	6
Distancia entre surco:	0,15 cm
Tipo de siembra	Mecanizada
Largo:	4
Ancho:	1
Área unidad experimental:	4 m ²
Tratamientos	12
Repeticiones:	3
Unidades experimentales:	36

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

3.3.3. Análisis estadístico

Se aplicó un diseño de bloques completos a alzar (DBCA) con estructura bifactorial, en el cual se encontraron los factores: materiales de cebada ABI VOYAGER, 2IK16-0671, 2IK16-0710 y 2IK16-0812, densidad de siembra de 75, 100 y 125 kg/ha.

Los resultados de las evaluaciones se ingresaron en una hoja de cálculo de Excel, para posteriormente utilizarlos con el programa estadístico INFOSTAT (software).

Se realizó la prueba de normalidad y homocedasticidad para determinar la distribución de datos, para aquellos datos que siguieron una distribución normal se empleó la prueba paramétrica de ANOVA (Tukey al 5%) para separación de medias; mientras que, para los datos no paramétricos utilizó la prueba de Friedman al 5%.

Tabla 3-6: Esquema de Análisis de Varianza

Fuente de variación	Formula	Grados de libertad (gl)
Total	$a*b*c-1$	35
Bloque	$c-1$	2
Líneas	$a-1$	3
Densidad	$b-1$	2
Líneas*Densidad	$(a-1) * (b-1)$	6
Error	$(a-1) * (b-1) * (c-1)$	22

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

3.4. Método de evaluación y datos registrados

3.4.1. Rendimiento

Se pesó cada unidad experimental en gramos por metro cuadrado y se registró su humedad. Posteriormente, se calculó el rendimiento en toneladas por hectárea ajustando la humedad al 12 %, con el propósito de estandarizar los datos finales.

3.4.2. Calibre

Durante la cosecha, se seleccionó al azar una muestra de 100 gramos de cada unidad experimental para someterla a un tamizado a través de una malla de 2,5 mm. Luego, se registró el peso en gramos de la muestra resultante.

3.4.3. Peso de mil granos

Durante la cosecha, se seleccionaron aleatoriamente tres muestras de 1000 granos de cada unidad experimental y se registró su peso en gramos.

3.4.4. Peso hectolítrico

El peso hectolítrico representa el peso en kilogramos de un hectolítro (100 litros) de grano, este valor indicó que tan sano se encontraba el grano, ya que cuanto más sano sea este, mayor será el contenido de almidón en el grano. El peso hectolitrito se determinó utilizando la balanza volumétrica; es la relación peso/volumen del grano de cebada expresados en kg/hl.

3.4.5. Altura de planta

Se midió la distancia desde el suelo hasta la punta de la espiga, sin incluir las aristas (barbas), de 10 plantas seleccionadas al azar. Cada lectura se registró en centímetros (cm).

3.4.6. Longitud de la espiga

Se tomó la medida de la distancia desde la base hasta la punta de la espiga en 10 espigas de cada unidad experimental. Los datos se registraron en centímetros (cm).

3.4.7. Número de granos por espiga

Se contaron los granos de 10 espigas seleccionadas al azar en cada unidad experimental.

3.4.8. Número de plantas vivas /m²

Se contó el número de plantas emergidas en un tramo de 0,50 metros en dos surcos seleccionados al azar. Luego, se calculó el promedio de las plantas emergidas por metro lineal.

3.4.9. Número de macollos/m²

Se contó el número total de macollos en el mismo espacio donde se determinó el número de plantas establecidas. Luego, se relacionó el número total de macollos con el número de plantas establecidas.

$$\text{Número de macollos/m}^2 = \frac{\text{macollos por metro lineal} * 100}{\text{distancia de siembra (cm)}}$$

3.4.10. Número de espigas/m²

Se registró el número de espigas en el mismo espacio donde se determinó el total de macollos por cada unidad experimental.

$$\text{Espigas/m}^2 = \frac{\text{espigas por metro lineal} * 100}{\text{distancia de siembra (cm)}}$$

3.4.11. Días al macollamiento

Para registrar el momento del macollamiento, se contabilizaron los días transcurridos desde la siembra hasta que alcanzó del ochenta por ciento (80%) de las plantas de cada unidad experimental presentaron macollados visibles.

3.4.12. Días al encañado

Se anotó la cantidad de días desde la siembra hasta el momento en que cada unidad experimental alcanzó un ochenta por ciento (80%) de encañado.

3.4.13. Días al embuchamiento

Se registró el número de días desde la siembra hasta la fecha en que cada unidad experimental alcanzó un ochenta por ciento (80%) de embuchamiento.

3.4.14. Días a espigamiento

Se anotó el transcurso de tiempo desde la siembra hasta el momento en que cada unidad experimental alcanzó un ochenta por ciento (80%) de plantas con espiga.

3.4.15. Días a la madurez fisiológica

Se anotó el período de tiempo desde la siembra hasta el punto en el cual el ochenta por ciento (80%) del endospermo de los granos de la espiga perdieron su tonalidad verdosa por completo.

3.4.16. Monitoreo de enfermedades

Se registró el valor de severidad de roya en 5 puntos de cada unidad experimental por semana, según la escala determinada por el CIMMYT (1986, p. 11) para la hoja como se observa en la siguiente ilustración, donde los valores de 5 a 100 corresponden a los porcentajes o niveles de severidad.

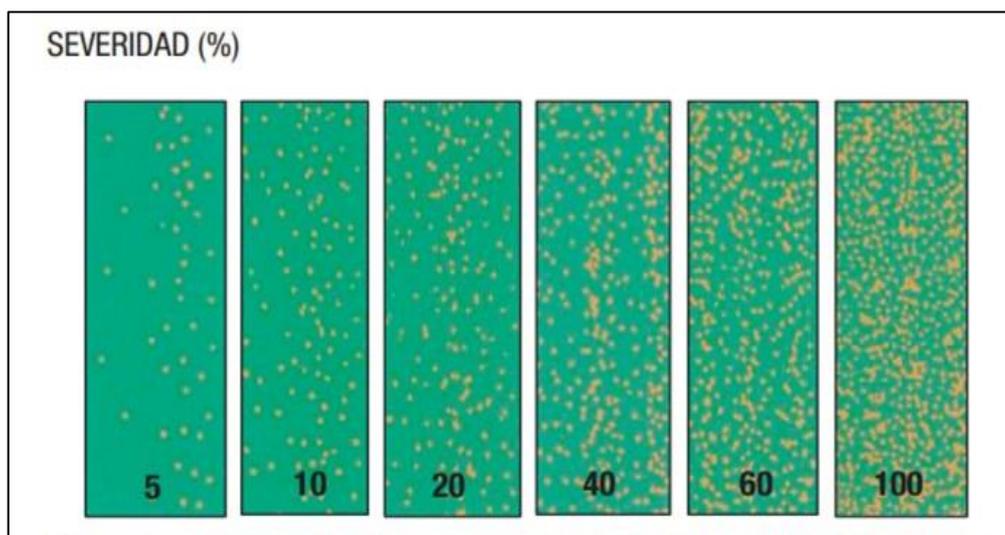


Ilustración 3-2: Escala de severidad para roya de la hoja

Fuente: CIMMYT, 1986.

3.4.17. Análisis económico

Se realizó mediante el análisis Beneficio-Costo, en este proceso se recopilaron y relacionaron todos los gastos asociados al cultivo de cebada maltera, abarcando tanto los costos directos como los indirectos. Estos gastos comprendieron la adquisición de semillas, insumos agrícolas, maquinaria, mano de obra, entre otros aspectos relevantes para el desarrollo de la siembra mecanizada en la Estación Experimental Tunshi.

Mientras se identificaron y cuantificaron los beneficios de la producción de cebada maltera, considerando el rendimiento del cultivo, la calidad del producto final y los ingresos por venta. Estos beneficios se evaluaron económicamente para obtener una comprensión completa del retorno de la inversión en el cultivo.

El uso de una plantilla de Microsoft Excel permitió estructurar y desglosar los datos recopilados. Esto facilitó el cálculo del Beneficio-Costo, un indicador crucial para evaluar la viabilidad

financiera del proyecto. El indicador compara las ganancias netas con los costos totales de cultivar cebada maltera, analizando diferentes densidades de siembra y cuatro materiales distintos.

3.5. Manejo del ensayo

3.5.1. Muestreo

Para recolectar muestras de suelo, se empleó el método del zigzag en la parcela. Las muestras se tomaron a una profundidad de 20 cm. Posteriormente, se llevaron al laboratorio para realizar análisis químicos con el fin de determinar los niveles de nutrientes en el suelo.

3.5.2. Preparación del suelo

Se utilizó equipo mecanizado para preparar el suelo, romper los terrones, eliminar las malezas, nivelar el suelo. Esto permitió obtener un suelo uniforme y libre de malezas, para la siembra.

3.5.3. Trazado de la parcela

Se realizó con ayuda de estacas y piolas, siguiendo las especificaciones de la parcela Tabla 3-5.

3.5.4. Siembra

La siembra se realizó con la sembradora en líneas reparadas de 15 cm.

3.5.5. Fertilización del ensayo

En el ensayo, se realizaron dos aplicaciones de fertilizantes. La primera, al momento de la siembra, con Yaramila Rafos. La segunda, a los 46 días después de la siembra, con Yaramila Abotek, Yaramila Nitromag y Yaramila Nitrax.

3.5.6. Control de malezas y fitosanitario

Se realizaron dos aplicaciones de productos químicos para controlar malezas y plagas y enfermedades. La primera aplicación, con Metsulfuron methyl, se realizó a los 30 días después de la siembra. La segunda aplicación, con Propiconazole, se realizó a los 40 días después de la siembra.

3.5.7. Cosecha

La cosecha se realizó de manera manual y la trilla se realizó con ayuda de la maquinaria es decir con la trilladora.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de los resultados

4.1.1. Rendimiento

4.1.1.1. Rendimiento (t/ha) de Materia seca

De acuerdo con la Tabla 4-1, del ANOVA en rendimiento t/ha de la materia seca presentó un p-valor de <0,0001 esto indica que existen diferencias altamente significativas entre las líneas evaluadas en estudio, mientras que en densidad de siembra e interacción no se encontró diferencias significativas.

Tabla 4-1: Análisis de varianza para del rendimiento (t/ha) Materia seca.

Fuente de variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	13	0,0045	
Líneas	3	<0,0001	**
Densidad	2	0,4137	ns
Bloque	2	0,9216	ns
Líneas*Densidad	6	0,7654	ns
Error	22		
Total	35		

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

En la Ilustración 4-1, se observó que las medias de las líneas comparten los grupos A, B y C siendo la línea 2IK16-0812 con una media de 4,35 t/ha que sobresale entre estos grupos, por presentar el rendimiento más alto, por otro lado, la línea 2IK16-0710 presentó un rendimiento más bajo con 2,39 t/ha.

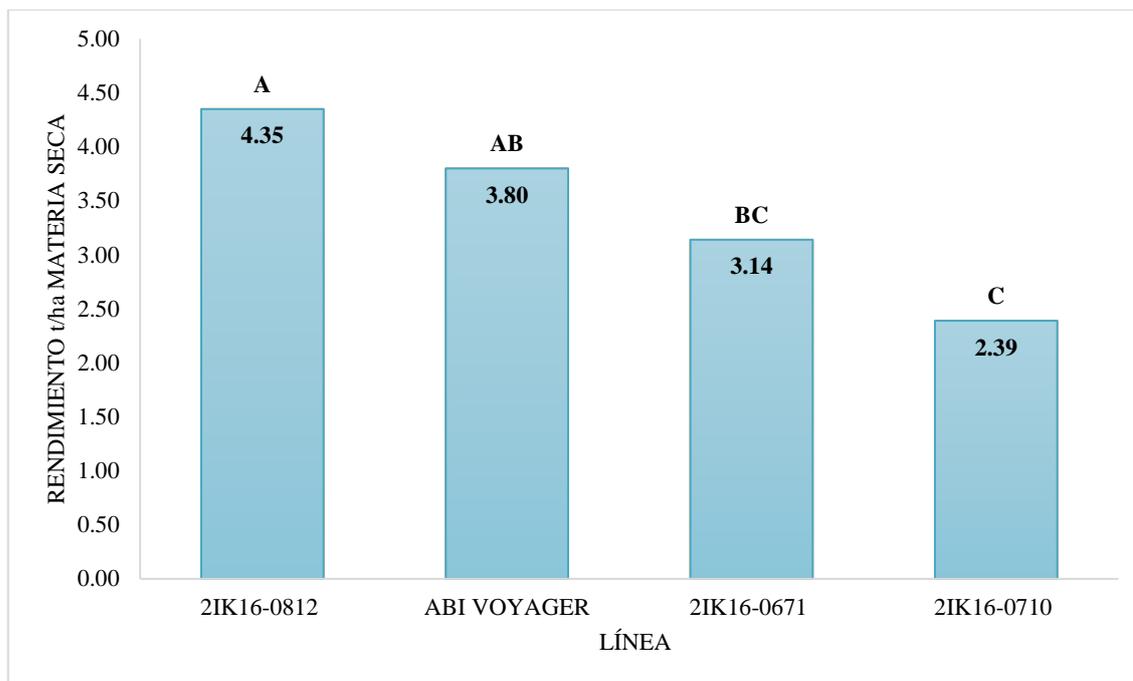


Ilustración 4-1: Rendimiento (t/ha) materia seca.

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

4.1.1.2. Rendimiento comercial (t/ha) al 12% de humedad

De acuerdo con la Tabla 4-2, del ANOVA en rendimiento comercial t/ha presentó un p-valor de $<0,0001$ esto indica que existen diferencias altamente significativas entre las líneas evaluadas en el estudio, mientras que en densidad de siembra e interacción no se encontró diferencias significativas.

Tabla 4-2: Análisis de varianza para del rendimiento comercial (t/ha).

Fuente de variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	13	0,005	
Líneas	3	$<0,0001$	**
Densidad	2	0,5203	ns
Bloque	2	0,9203	ns
Líneas*Densidad	6	0,8164	ns
Error	22		
Total	35		

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

En la Ilustración 4-2, se observó que las medias de las líneas comparten los grupos A, B y C siendo la línea 2IK16-0812 con una media de 4,45 t/ha que sobresale entre estos grupos, por presentar el rendimiento más alto, por otro lado, la línea 2IK16-0710 presentó un rendimiento más bajo con 2,45 t/ha.

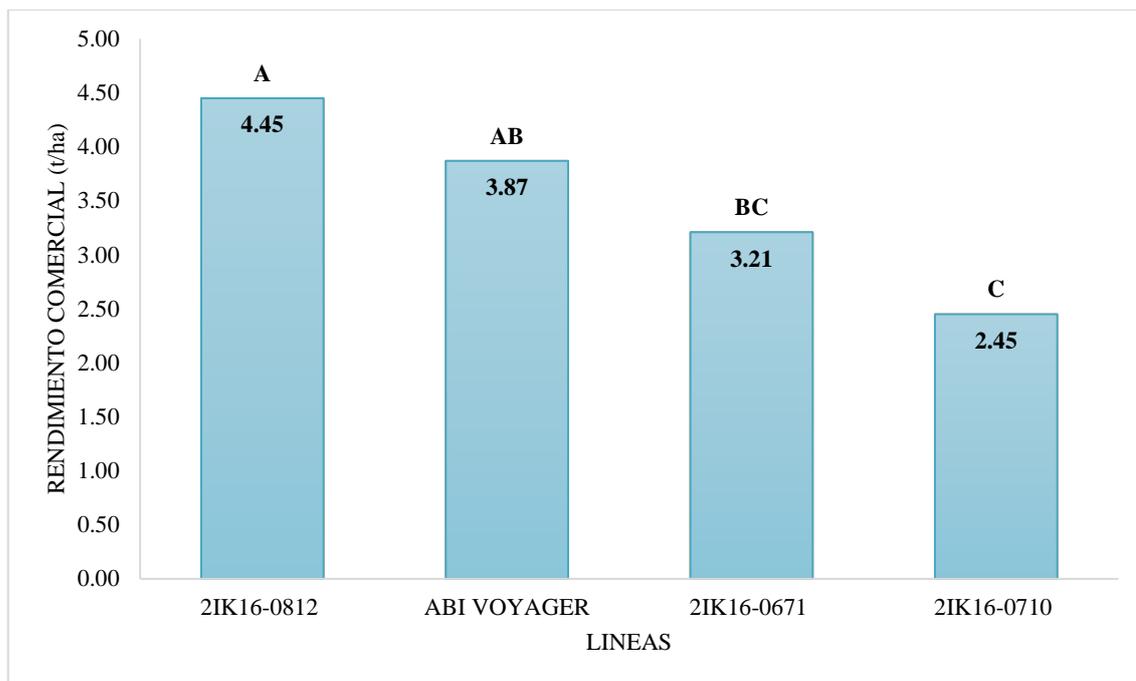


Ilustración 4-2: Rendimiento comercial (t/ha).

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

4.1.1.3. Calibre

Se obtuvo el calibre (%) del grano de la cebada maltera, de acuerdo con la prueba no paramétrica de Friedman al 5%, mostró diferencias significativas con un p-valor de 0,0007 lo que sugiere que las líneas y densidades de siembra influyeron de manera conjunta en el calibre del grano.

De acuerdo con la ilustración 4-3, se observó que las medias entre tratamientos comparten los grupos A, B, C, D, y E siendo la variedad ABI VOYAGER con densidad de siembra de 125 kg/ha la que sobresale entre los grupos al presentar una media de 97,74 %, por otro lado, la línea 2IK16-0710 con densidad de siembra de 125 kg/ha presentó un menor calibre de 92,57 %.

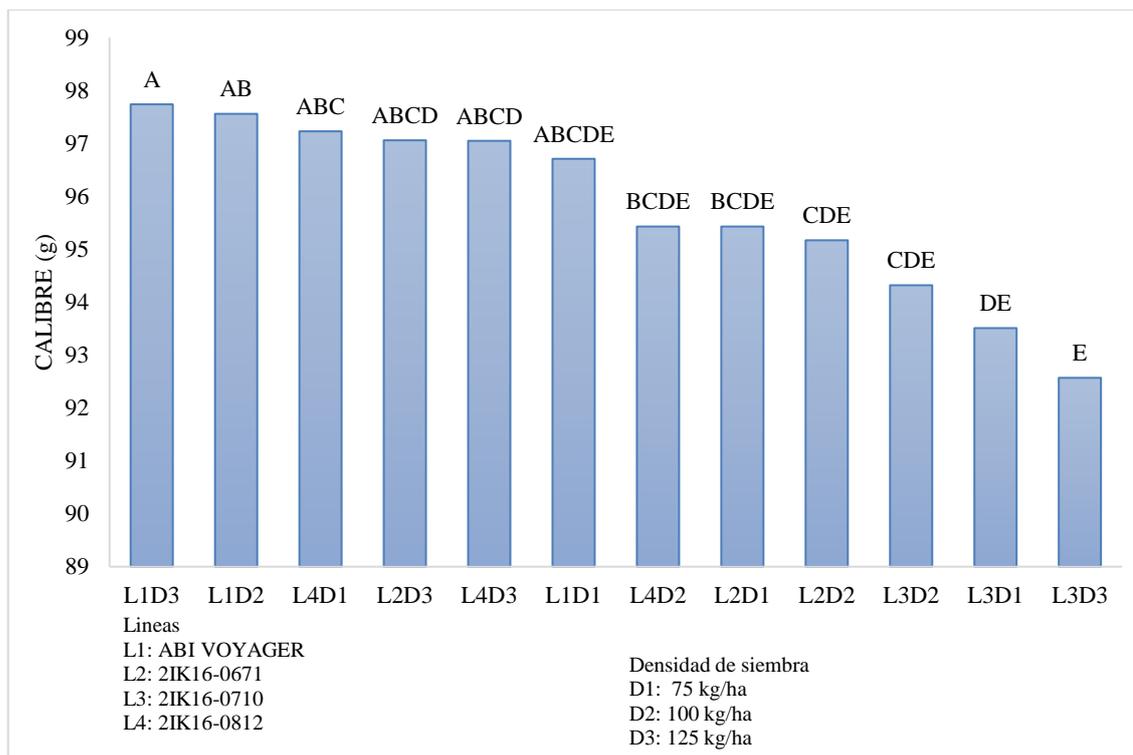


Ilustración 4-3: Calibre (g) según la prueba del modelo estadístico no paramétrico de Friedman al 5%.

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

4.1.1.4. Peso de mil granos (g)

De acuerdo con la Tabla 4-3, del ANOVA del peso de mil granos (g) presentó un p-valor de 0,0009 esto indica que existen diferencias altamente significativas entre las líneas evaluadas en el estudio, mientras que en densidad de siembra e interacción no se encontró diferencias significativas.

Tabla 4-3: Análisis de varianza para peso de mil granos (g).

Fuente de variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	13	0,0363	
Líneas	3	0,0009	**
Densidad	2	0,7708	ns
Bloque	2	0,2549	ns
Líneas *Densidad	6	0,7248	ns
Error	22		
Total	35		

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

En la Ilustración 4-4, se evidenció que las medias de las líneas comparten los grupos A y B siendo la línea 2IK16-0671 la que sobresale entre estos grupos al presentar una media de 53,12 g, por otro lado, la línea 2IK16-0710 presentó un peso más bajo, con una media de 44,68 g.

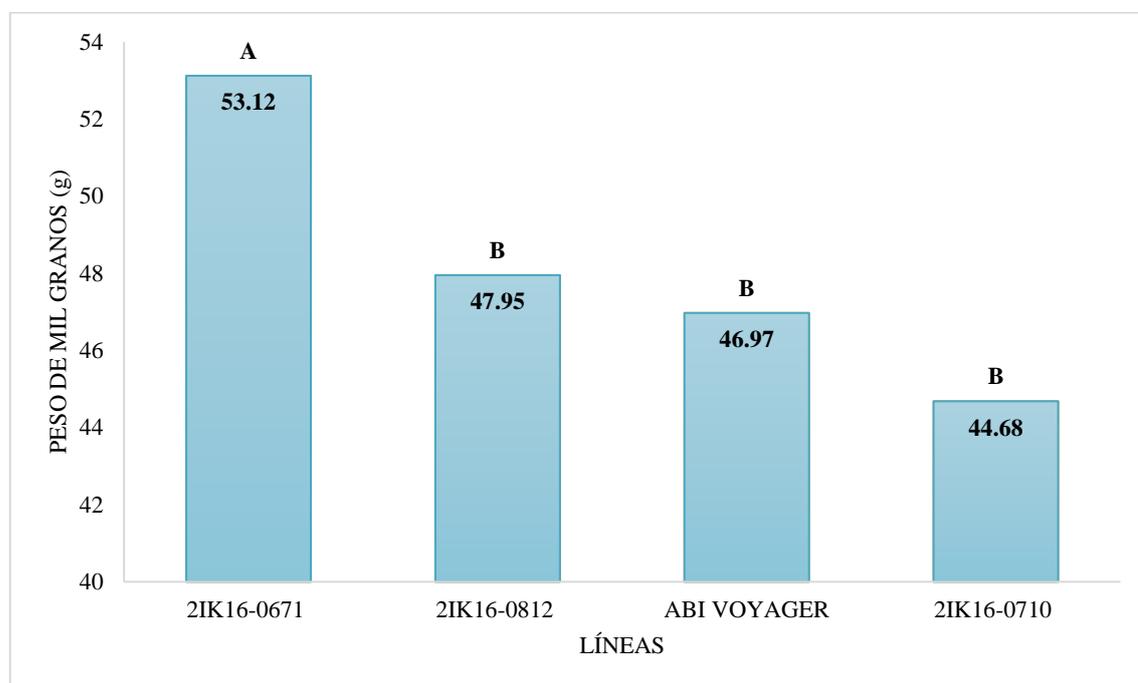


Ilustración 4-4: Peso de mil granos (g)

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

4.1.1.5. *Peso hectolítrico (kg/hl)*

De acuerdo con la Tabla 4-4, del ANOVA del peso hectolítrico (kg/hl) presentó un p-valor de <0,0001 esto indica que existen diferencias altamente significativas entre las líneas evaluadas en el estudio, mientras que en densidad de siembra e interacción no se encontró diferencias significativas.

Tabla 4-4: Análisis de varianza para el peso hectolítrico (kg/hl).

Fuente de variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	13	<0,0001	
Líneas	3	<0,0001	**
Densidad	2	0,3813	ns
Bloque	2	0,0001	**
Líneas*Densidad	6	0,242	ns
Error	22		
Total	35		

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

De acuerdo con la Ilustración 4-5, se evidenció que las medias de las líneas comparten los grupos entre A y C siendo la línea 2IK16-0710 con un peso hectolítrico (kg/hl) con un promedio de 63,58 kg/hl, que sobresale entre estos grupos, por otro lado, la variedad ABI VOYAGER presentó un peso hectolítrico más bajo con una media de 59,56 kg/hl.

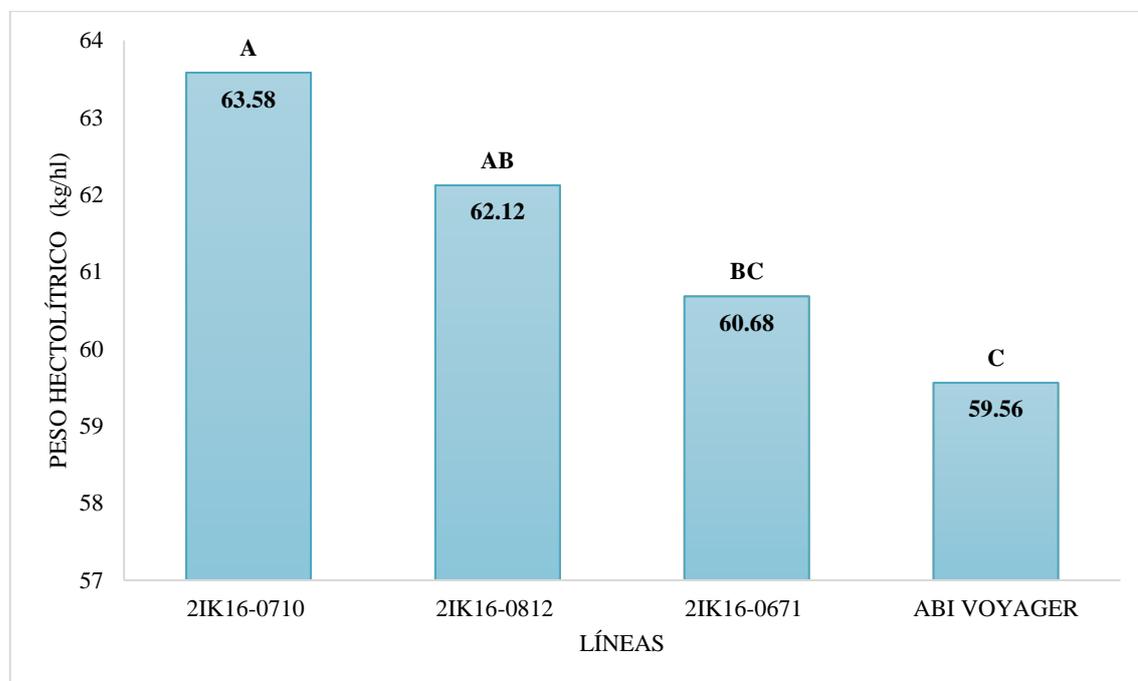


Ilustración 4-5: Peso hectolítrico (kg/hl)

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

4.1.1.6. Altura de la planta (cm)

De acuerdo con la Tabla 4-5, del ANOVA de la altura de la planta presentó un p-valor de 0,0315 esto indica que existen diferencia significativa entre las líneas evaluadas en el estudio, mientras que en densidad de siembra e interacción no se encontró diferencias significativas.

Tabla 4-5: Análisis de varianza para la altura de la planta (cm).

Fuente de variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	13	0,3596	
Líneas	3	0,0315	*
Densidad	2	0,8284	ns
Bloque	2	0,9173	ns
Líneas*Densidad	6	0,669	ns
Error	22		
Total	35		

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

En la Ilustración 4-6, se evidenció que las medias de las líneas comparten los grupos A y B siendo la línea 2IK16-0812 con una altura de la planta con un promedio de 69,04 cm, que sobresale entre estos grupos, por otro lado, la línea 2IK16-0710 presentó una altura de la planta más bajo con una media de 57,28 cm.

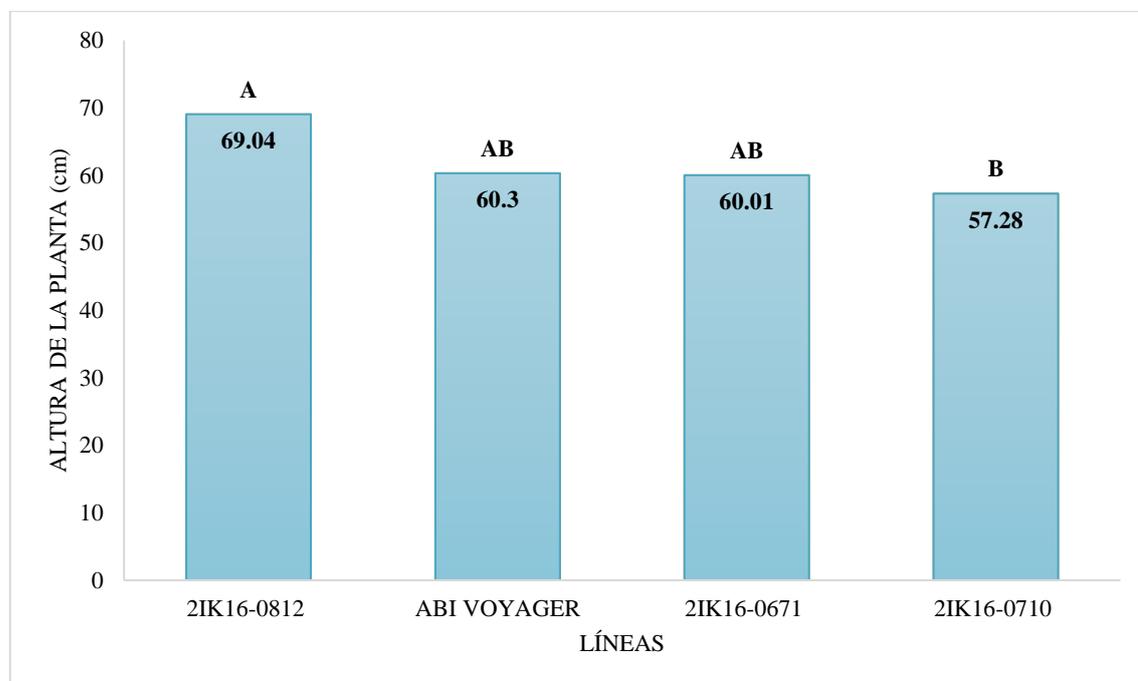


Ilustración 4-6: Altura de la planta (cm)

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

4.1.1.7. Longitud de la espiga (cm)

De acuerdo con la Tabla 4-6, del ANOVA de la longitud de espiga no presento diferencias significativas entre las líneas, densidades e interacción, teniendo un promedio de 7,90 cm en la altura de la espiga.

Tabla 4-6: Análisis de varianza para de la longitud de espiga (cm).

Fuente de variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	13	0,3085	
Líneas	3	0,2902	ns
Densidad	2	0,8934	ns
Bloque	2	0,0232	*
Líneas*Densidad	6	0,7856	ns
Error	22		
Total	35		

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

4.1.1.8. Número de granos por espiga

De acuerdo con la Tabla 4-7, del ANOVA del número de granos presentó un p-valor de 0,0222 esto indica que existen diferencias significativas entre las densidades de siembra.

Tabla 4-7: Análisis de varianza para el número de granos por espiga.

Fuente de variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	13	0,1659	
Líneas	3	0,1875	ns
Densidad	2	0,0222	*
Bloque	2	0,6511	ns
Líneas*Densidad	6	0,5163	ns
Error	22		
Total	35		

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

En la Tabla 4-8 se presenta las comparaciones ortogonales para el número de granos por espiga, las cuales presentan diferencias significativas para el efecto cuadrático.

Tabla 4-8: Comparaciones ortogonales para el número de granos/espiga.

Efecto	gl	p-valor	Significancia
Lineal	1	0,0454	*
Cuadrática	1	0,0434	*
Total	2	0,0222	

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

En la Ilustración 4-7 se observó que a una densidad de siembra de 75 kg/ha se obtuvo el mayor número de granos/espiga con un promedio de 25 granos/espiga en el grupo A. Por otro lado, a una densidad de 125 kg/ha, se registró un menor número de granos/espiga, con una media de 23 granos. Esto indica que, a menor densidad de siembra, se observa un incremento en la cantidad de granos/espiga. Por lo tanto, la densidad óptima de siembra debería ser inferior a 75 kg/ha.

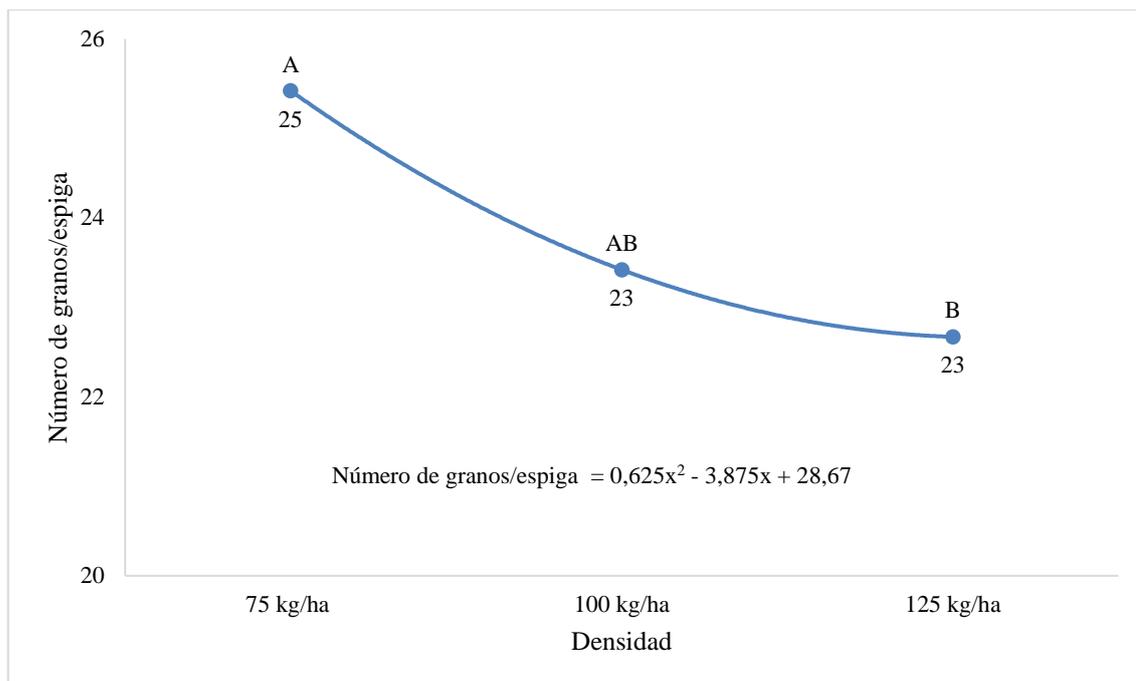


Ilustración 4-7: Número de granos/espiga.

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

4.1.2. Comportamiento agronómico

4.1.2.1. Número de plantas vivas por metro cuadrado

De acuerdo con la Tabla 4-9, del ANOVA el número de plantas vivas por metro cuadrado presentó un p-valor de 0,0001 esto indica que existen diferencias altamente significativas entre las densidades de siembra.

Tabla 4-9: Análisis de varianza para el número de plantas vivas por metro cuadrado.

Fuente de variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	13	0,0034	
Líneas	3	0,0257	*
Densidad	2	0,0001	**
Bloque	2	0,6683	ns
Líneas*Densidad	6	0,6208	ns
Error	22		
Total	35		

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

En la Tabla 4-10 se presenta las comparaciones ortogonales para el número plantas vivas/m², las cuales presentan diferencias altamente significativas para el efecto cuadrático.

Tabla 4-10: Comparaciones ortogonales para el número de plantas vivas/m².

Efecto	gl	p-valor	Significancia
Lineal	1	0,0037	**
Cuadrática	1	0,0001	**
Total	2	0,0001	

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

En la Ilustración 4-8 se observó que a una densidad de siembra de 125 kg/ha se obtuvo el mayor número de plantas vivas/m² con un promedio de 216 en el grupo B. Por otro lado, a una densidad de 75 kg/ha, se registró un menor número de plantas vivas /m², con una media de 119. Esto indica que, a mayor densidad de siembra, se observa un incremento la cantidad de número de plantas vivas /m². Por lo tanto, la densidad óptima de siembra debería ser inferior a 125 kg/ha.

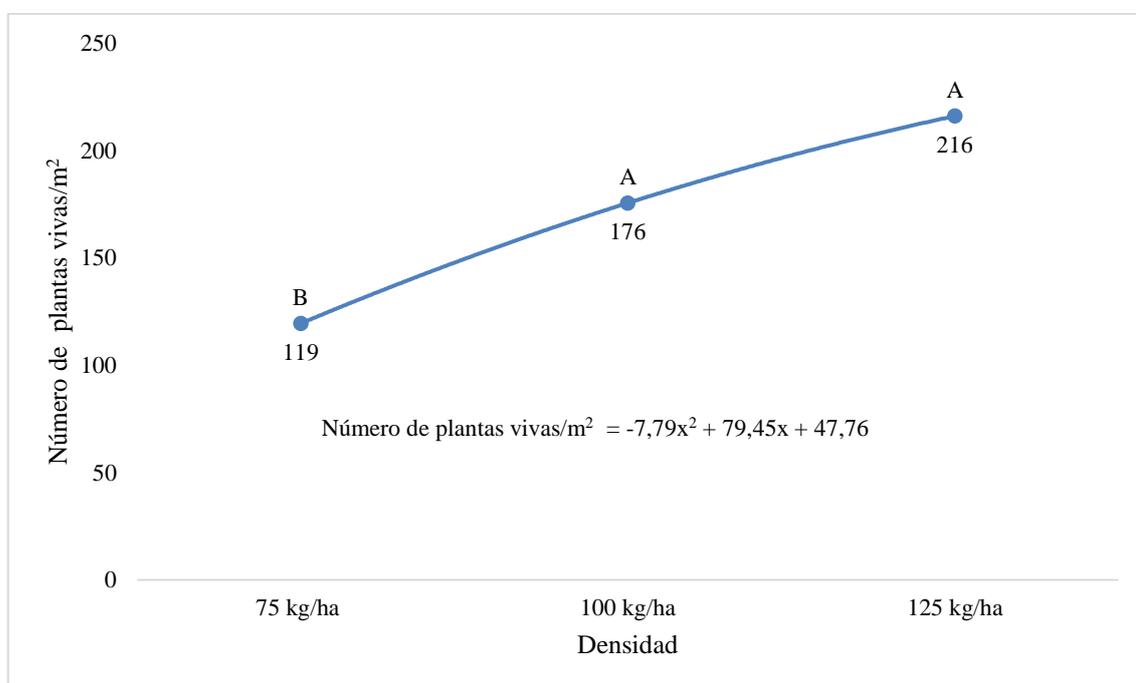


Ilustración 4-8: Número de plantas vivas/m².

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

4.1.2.2. Número de macollos por metro cuadrado

De acuerdo con la Tabla 4-11, del ANOVA del número macollos establecidas por metro cuadrado presentó un p-valor de <0,0001 esto indica que existen diferencias altamente significativas entre las densidades de siembra.

Tabla 4-11: Análisis de varianza para el número de macollos por metro cuadrado.

Fuente de variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	13	0,0027	
Líneas	3	0,0282	*
Densidad	2	<0,0001	**
Bloque	2	0,9297	ns
Líneas*Densidad	6	0,5089	ns
Error	22		
Total	35		

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

En la Tabla 4-12 se presenta las comparaciones ortogonales para el número de macollos establecidas por m², las cuales presentan diferencias altamente significativas para el efecto cuadrático.

Tabla 4-12: Comparaciones ortogonales para el número de macollos/m².

Efecto	gl	p-valor	Significancia
Lineal	1	0,0014	**
Cuadrática	1	0,0002	**
Total	2	<0,0001	

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

En la Ilustración 4-9 se observó que a una densidad de siembra de 125 kg/ha se obtuvo el mayor número de macollos/m² con un promedio de 632 en el grupo B. Por otro lado, a una densidad de 75 kg/ha, se registró un menor número de macollos/m², con una media de 358. Esto indica que, a mayor densidad de siembra, se observa un incremento la cantidad de número de macollos/m². Por lo tanto, la densidad óptima de siembra debería ser inferior a 125 kg/ha.

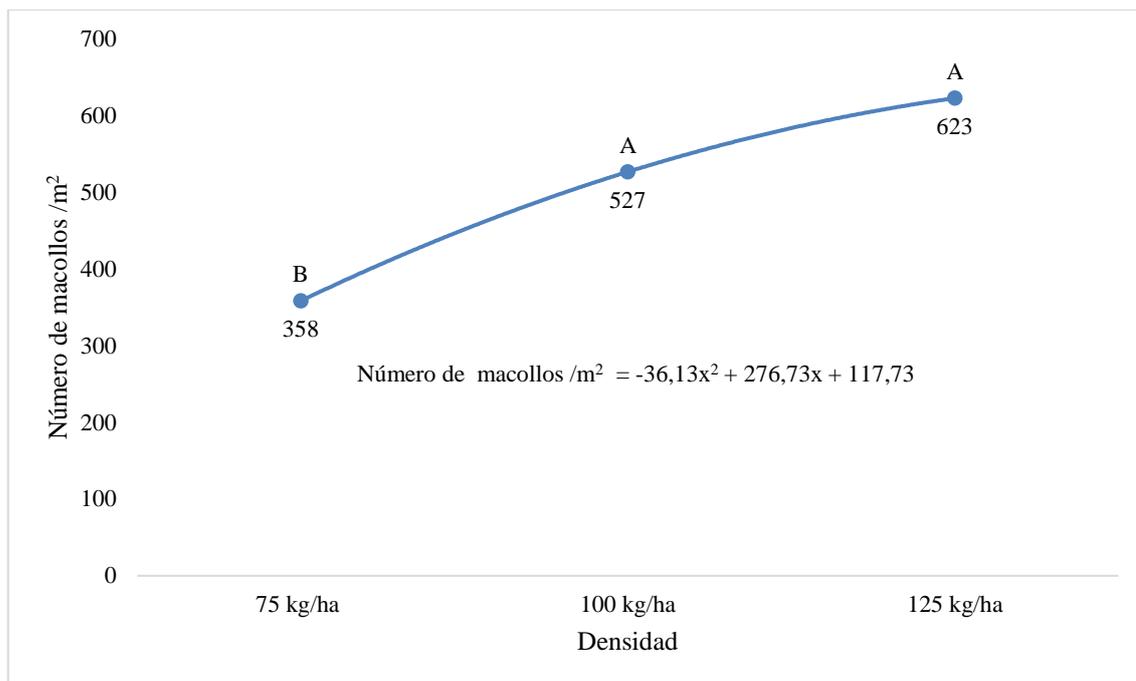


Ilustración 4-9: Número de macollos /m².

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

4.1.2.3. Número de espigas por metro cuadrado

De acuerdo con la Tabla 4-13, del ANOVA del número de espigas efectivas por metro cuadrado presentó un p-valor de <0,0001 esto indica que existen diferencias altamente significativas entre las densidades de siembra.

Tabla 4-13: Análisis de varianza para el número de espigas por metro cuadrado.

Fuente de variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	13	0,0027	
Líneas	3	0,0282	*
Densidad	2	<0,0001	**
Bloque	2	0,9297	ns
Líneas*Densidad	6	0,5089	ns
Error	22		
Total	35		

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

En la Tabla 4-14 se presenta las comparaciones ortogonales para el número de espigas establecidas por m², las cuales presentan diferencias altamente significativas para el efecto cuadrático.

Tabla 4-14: Comparaciones ortogonales para el número de espigas/m².

Efecto	gl	p-valor	Significancia
Lineal	1	0,0014	**
Cuadrática	1	0,0002	**
Total	2	<0,0001	

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

La Ilustración 4-10 mostró que al emplear una densidad de siembra de 125 kg/ha produjo el mayor número de espigas por metro cuadrado (570 en el grupo A). Por el contrario, una densidad de siembra a 75 kg/ha resultó en menos espigas por metro cuadrado (305). Esto sugiere que aumentar la densidad de siembra aumenta el número de espigas. Por lo tanto, la densidad óptima de siembra debe ser menor que 125 kg/ha.

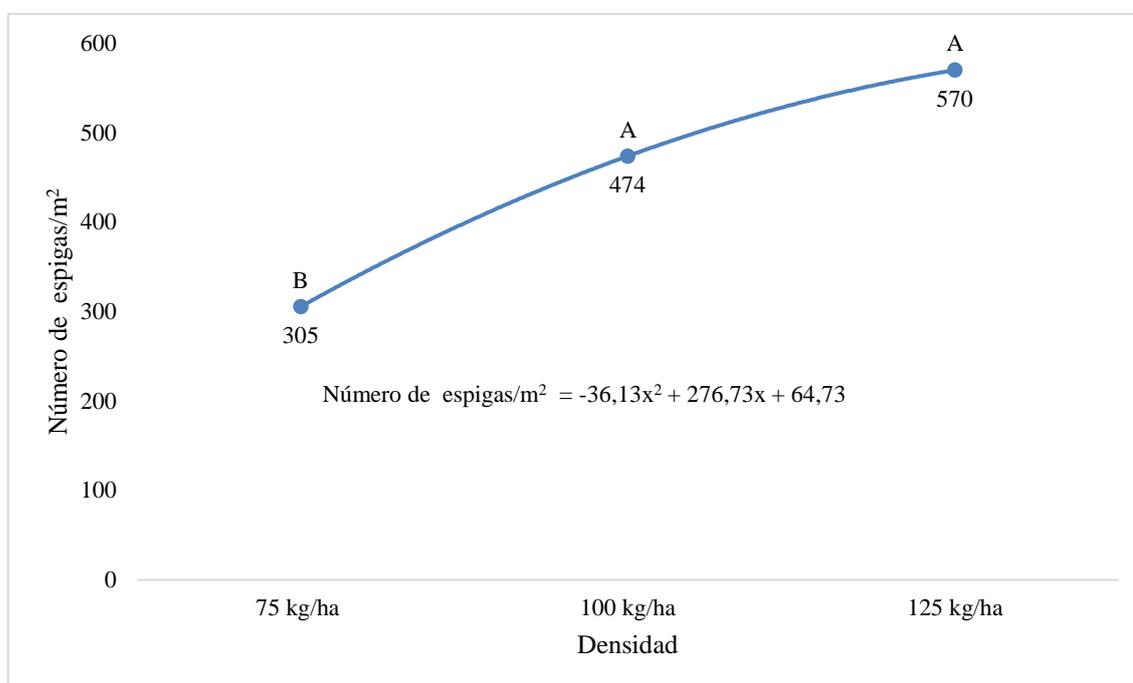


Ilustración 4-10: Número de espigas/m².

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

4.1.2.4. Días al macollamiento

De acuerdo con la Tabla 4-15, del ANOVA de los días al macollamiento presentó un p-valor de <0,0001 esto indica que existen diferencias altamente significativas entre las líneas evaluadas en el estudio, mientras que en densidad de siembra e interacción no se encontró diferencias significativas.

Tabla 4-15: Análisis de varianza de días al macollamiento.

Fuente de variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	13	<0,0001	
Líneas	3	<0,0001	**
Densidad	2	0,5052	ns
Bloque	2	0,1585	ns
Líneas*Densidad	6	0,3737	ns
Error	22		
Total	35		

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

De acuerdo con la Ilustración 4-11, se evidenció que las medias las líneas comparten entre los grupos A y C siendo la línea 2IK16-0710 días al macollamiento con un promedio de 30 días, que sobresale entre estos grupos, por otro lado, la variedad ABI VOYAGER presentó los días al macollamiento más bajo con una media 26 días.

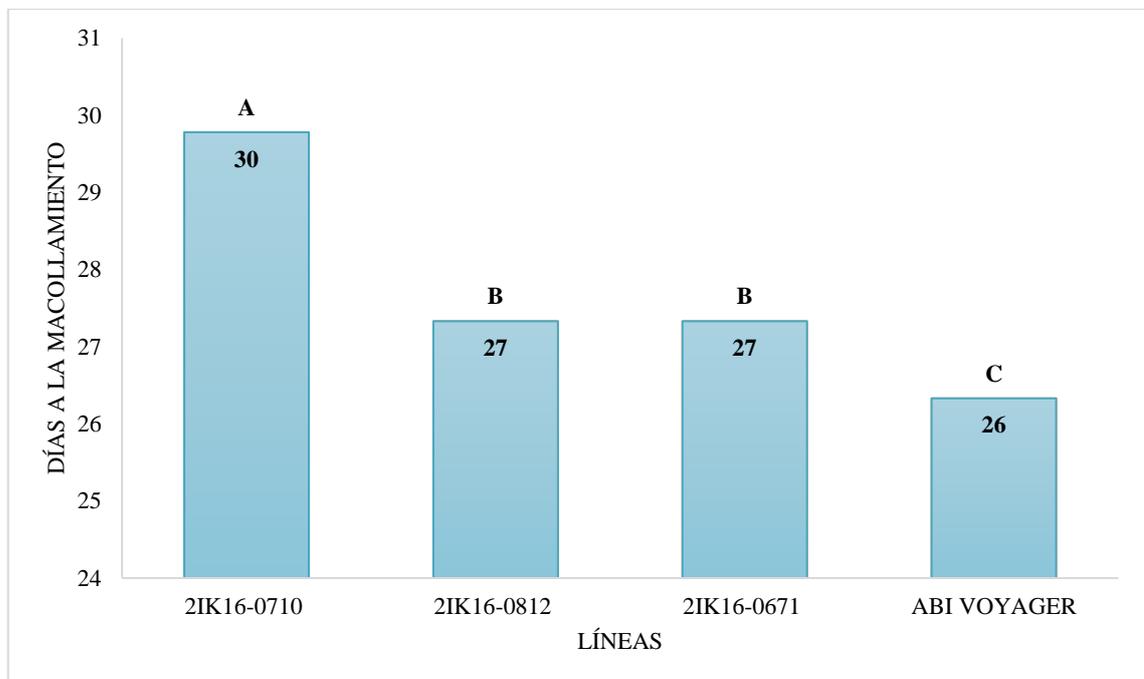


Ilustración 4-11: Días al macollamiento.

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

4.1.2.5. Días al encañado

De acuerdo con la Tabla 4-16, del ANOVA de los días al encañado no presento diferencias significativas entre las líneas, densidades e interacción, teniendo un promedio de 45 días al encañado.

Tabla 4-16: Análisis de varianza de días al encañado.

Fuente de variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	13	0,9822	
Líneas	3	0,6938	ns
Densidad	2	0,8263	ns
Bloque	2	0,9853	ns
Líneas*Densidad	6	0,89	
Error	22		
Total	35		

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

4.1.2.6. Días al embuchamiento

De acuerdo con la Tabla 4-17, del ANOVA de días al embuchamiento, se presentó un p-valor de 0,0289 esto indica que existen diferencias significativas entre las líneas evaluadas en el estudio, mientras que en densidad de siembra e interacción no se encontró diferencias significativas.

Tabla 4-17: Análisis de varianza de días al embuchamiento.

Fuente de variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	13	0,104	
Líneas	3	0,0289	*
Densidad	2	0,2633	ns
Bloque	2	0,2329	ns
Líneas*Densidad	6	0,3729	ns
Error	22		
Total	35		

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

De acuerdo con la Ilustración 4-12, se evidenció que las medias las líneas comparten entre los grupos A y B siendo la línea 2IK16-0710 días al embuchamiento con un promedio de 54 días, que sobresale entre estos grupos, por otro lado, la variedad ABI VOYAGER presentó los días al embuchamiento más bajo con una media 52 días.

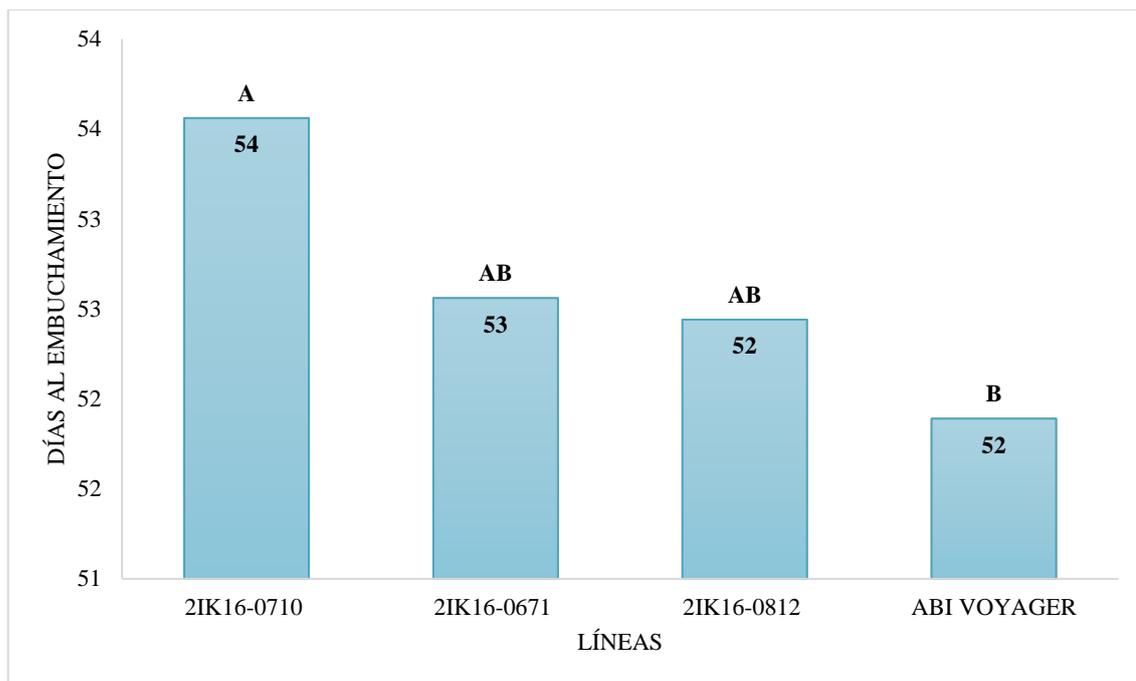


Ilustración 4-12: Días al embuchamiento.

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

4.1.2.7. Días al espigamiento

De acuerdo con la Tabla 4-18, del ANOVA de los días al espigamiento presentó un p-valor de <0,0001 esto indica que existen diferencias altamente significativas entre las líneas evaluadas en el estudio, mientras que en densidad de siembra e interacción no se encontró diferencias significativas.

Tabla 4-18: Análisis de varianza de días al espigamiento.

Fuente de variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	13	0,0038	
Líneas	3	<0,0001	**
Densidad	2	0,7882	ns
Bloque	2	0,1908	ns
Líneas*Densidad	6	0,9873	ns
Error	22		
Total	35		

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

De acuerdo con la Ilustración 4-13, se evidenció que las medias entre las líneas comparten entre los grupos A y B siendo la línea 2IK16-0812 con días al espigamiento con un promedio de 65 días, que sobresale entre estos grupos, por otro lado, la variedad ABI VOYAGER presentó los días al espigamiento más bajo con una media 63 días.

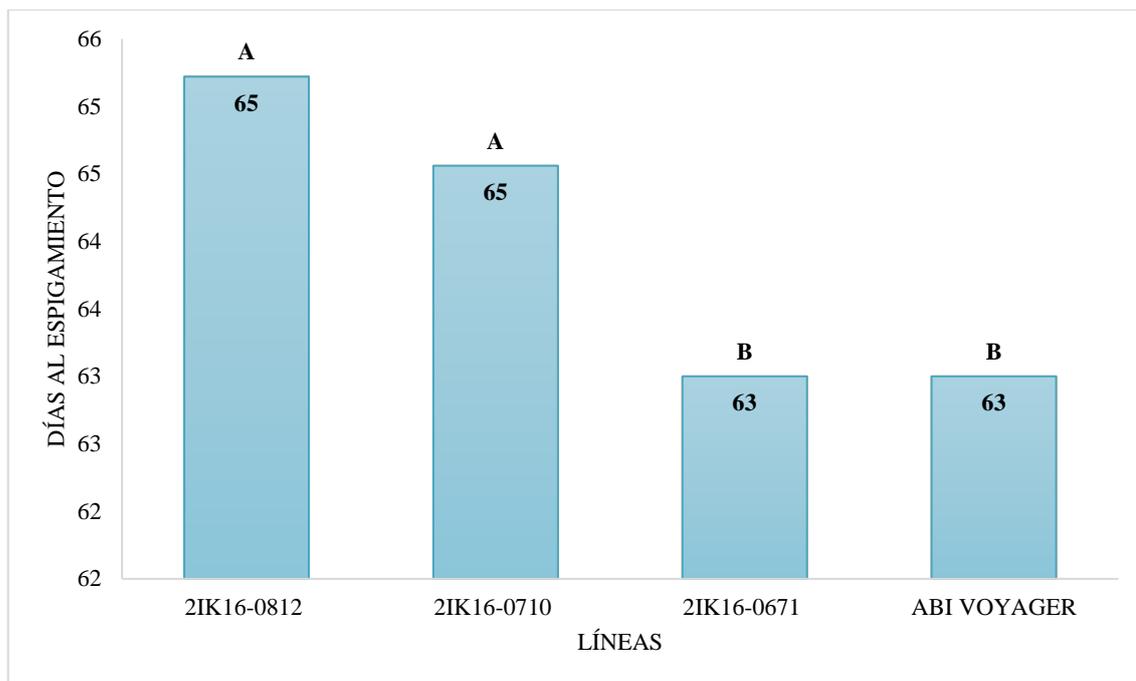


Ilustración 4-13: Días al espigamiento.

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

4.1.2.8. Días a la floración

De acuerdo con la Tabla 4-19, del ANOVA de días a la floración, se presentó un p-valor de $<0,0001$ esto indica que existen diferencias altamente significativas entre las líneas evaluadas en el estudio, mientras que en densidad de siembra e interacción no se encontró diferencias significativas.

Tabla 4-19: Análisis de varianza de días a la floración.

Fuente de variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	13	0,0001	
Líneas	3	$<0,0001$	**
Densidad	2	0,0729	ns
Bloque	2	0,4501	ns
Líneas*Densidad	6	0,6551	ns
Error	22		
Total	35		

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

De acuerdo con la Ilustración 4-14, se evidenció que las medias de las líneas comparten entre los grupos A y C siendo la línea 2IK16-0812 con días a la floración un promedio de 80 días, que sobresale entre estos grupos, por otro lado, la línea 2IK16-0671 presentó los días a la floración más bajo con una media 77 días.

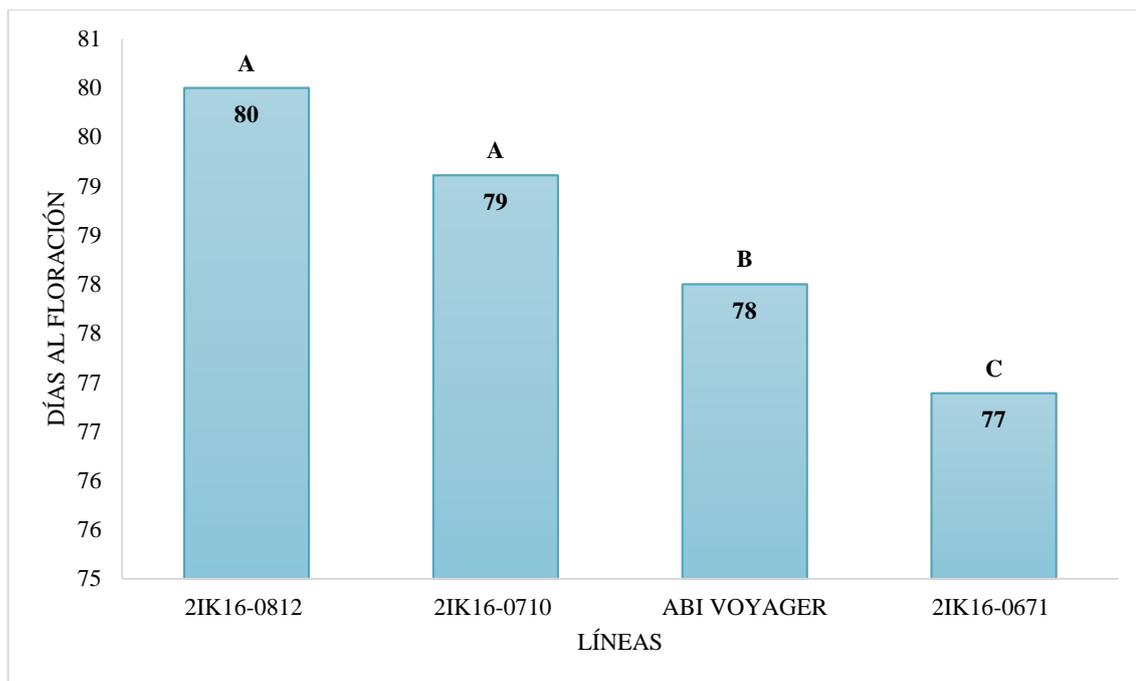


Ilustración 4-14: Días a la floración.

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

4.1.2.9. Días al llenado de grano

De acuerdo con la Tabla 4-20, del ANOVA de los días al llenado de grano presentó un p-valor de $<0,0001$ entre tratamientos esto indica que existen diferencias altamente significativas entre las líneas evaluadas en el estudio, mientras que en densidad de siembra e interacción no se encontró diferencias significativas.

Tabla 4-20: Análisis de varianza de días al llenado de grano.

Fuente de variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	13	$<0,0001$	
Líneas	3	$<0,0001$	**
Densidad	2	0,481	ns
Bloque	2	0,9734	ns
Líneas*Densidad	6	0,5854	ns
Error	22		
Total	35		

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

De acuerdo con la Ilustración 4-15, se evidenció que las medias de las líneas comparten los grupos A y C siendo la línea 2IK16-0812 con días al llenado del grano con un promedio de 102 días, que sobresalen entre grupos, por otro lado, la línea 2IK16-0671 presentó los días al llenado de grano más bajo con una media 93 días.

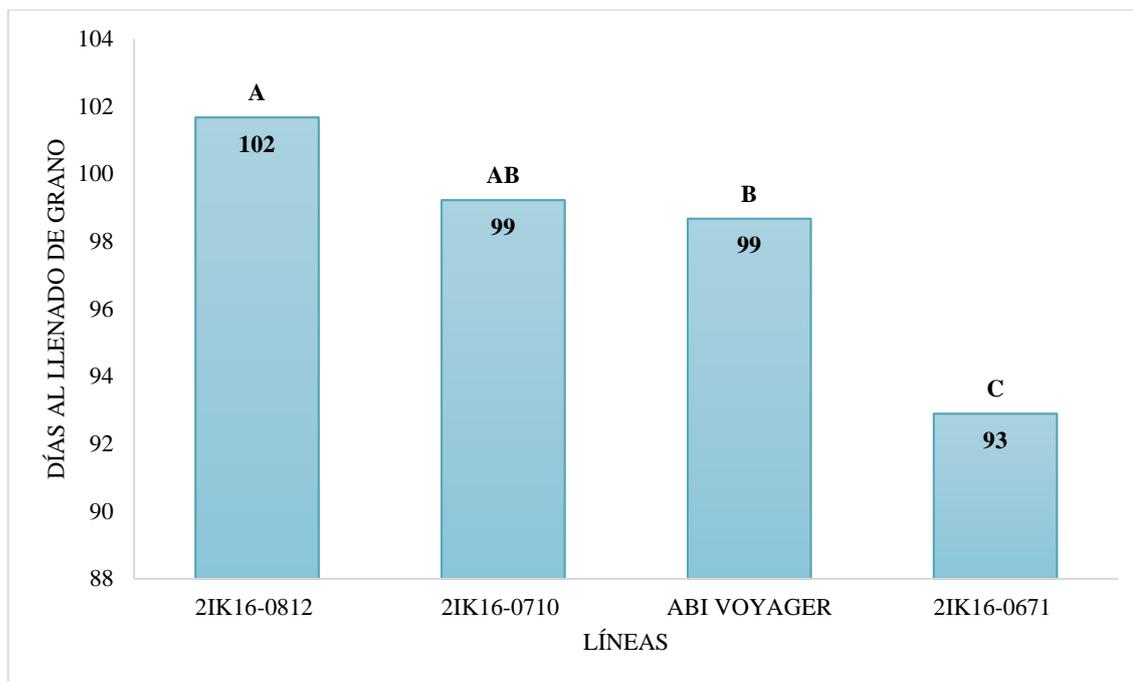


Ilustración 4-15: Días al llenado de granos.

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

4.1.2.10. Días a la madurez fisiológica

De acuerdo con la Tabla 4-21, del ANOVA de los días a la madurez fisiológica presentó un p-valor de $<0,0001$ esto indica que existen diferencias significativas entre las líneas evaluadas en el estudio, mientras que en densidad de siembra e interacción no se encontró diferencias significativas.

Tabla 4-21: Análisis de varianza de días a la madurez fisiológica.

Fuente de variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	13	0,0018	
Líneas	3	$<0,0001$	**
Densidad	2	0,6557	ns
Bloque	2	0,8838	ns
Líneas*Densidad	6	0,5867	ns
Error	22		
Total	35		

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

De acuerdo con la Ilustración 4-16, se evidenció que las medias entre las líneas comparten los grupos A y B siendo la línea 2IK16-0812 con días a la madurez fisiológica con un promedio de 123 días, que sobresalen entre grupos, la línea 2IK16-0671 presentó los días a la madurez fisiológica más bajo con una media 115 días.

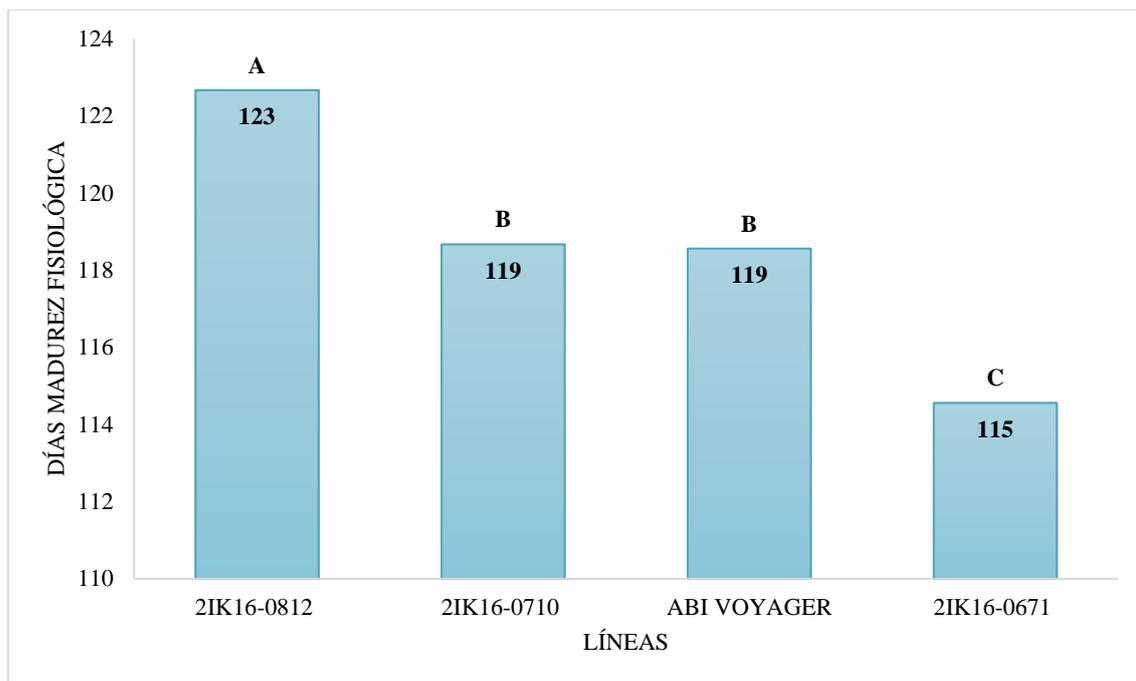


Ilustración 4-16: Días a la madurez fisiológica.

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

En la Tabla 4-22, se presenta un gráfico resumen del comportamiento agronómico de las variables en estudio donde se indica que la línea precoz fue 2IK16-0671 con 75 kg/ha, mientras que la línea 2IK16-0812 con 100 kg/ha y 125 kg/ha es una línea tardía.

Tabla 4-22: Comportamiento agronómico de los tratamientos en el estudio

Tratamientos	Comportamiento agronómico							
	Rendimiento (t/ha)	Días a la macollamiento	Días al encañado	Días al embuchamiento	Días al Espigamiento	Días a la floración	Días al llenado de gano	Días madurez fisiológica
ABI VOYAGER +75 kg/ha	3,57	27	45	52	63	78	98	120
ABI VOYAGER + 100 kg/ha	4,04	26	45	52	63	78	97	116
ABI VOYAGER + 125 kg/ha	3,99	26	44	51	63	78	101	120
2IK16-0671 + 75 kg/ha	3,01	27	46	52	63	77	92	114
2IK16-0671 + 100 kg/ha	3,5	27	45	52	63	77	94	115
2IK16-0671 + 125 kg/ha	3,13	27	46	53	63	77	93	115
2IK16-0710 + 75 kg/ha	2,45	29	45	54	65	80	99	119
2IK16-0710 + 100 kg/ha	2,06	30	46	53	65	79	99	119
2IK16-0710 + 125 kg/ha	2,84	30	45	51	64	79	99	118
2IK16-0812 + 75 kg/ha	4,19	28	45	53	65	81	102	122
2IK16-0812 + 100 kg/ha	4,68	27	45	52	65	80	102	123
2IK16-0812 + 125 kg/ha	4,49	27	46	53	65	79	102	123
PROMEDIO	3	28	45	52	64	79	98	119
DESVIACION ESTANDAR	0,82	1,37	0,61	0,91	1,03	1,31	3,48	3,17

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

4.1.2.11. Monitoreo de enfermedades

4.1.2.11.1. Roya en hoja

De acuerdo con la Tabla 4-23, de la prueba de Friedman al 5% en roya en hoja, se presentó un p-valor de 0,1174 esto indica que no existe una diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo un promedio de 35% de severidad en Roya.

Tabla 4-23: Roya en hoja según la prueba del modelo estadístico no paramétrico de Friedman al 5%.

Fuente de variación	gl	p-valor	Significancia
Roya en hoja	35	0,1174	ns

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

4.1.2.11.2. Mancha en red (*Pyrenophora teres*)

De acuerdo con la Tabla 4-24, de la prueba de Friedman al 5% en la Mancha en red (*Pyrenophora teres*), se presentó un p-valor de 0,8570 esto indica que no existe una diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo un promedio de 44% de severidad en la Mancha en red (*Pyrenophora teres*).

Tabla 4-24: Mancha en red (*Pyrenophora teres*) según la prueba del modelo estadístico no paramétrico de Friedman al 5%.

Fuente de variación	gl	p-valor	Significancia
Mancha en red	35	0,8570	ns

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

4.1.3. Análisis de correlación y Regresión

4.1.3.1. Correlación y Regresión de ABI VOYAGER

De acuerdo con la Tabla 4-25, el rendimiento (t/ha) de la variedad de cebada maltera ABI VOYAGER se observó afectado por los días al encañado, teniendo una diferencia estadísticamente significativa. Las demás variables independientes en estudio no presentaron diferencias significativas.

Tabla 4-25: Análisis de correlación y regresión lineal del rendimiento de ABI VOYAGER con las variables independientes.

VARIABLES INDEPENDIENTES	Coeficiente de determinación (R²)	Coeficiente de correlación (r)	Coeficiente de regresión (b) p-valor	Sig.
Días a la macollamiento	0,13	-0,36	0,3409	ns
Días al encañado	0,65	-0,80	0,0091	**
Días al embuchamiento	0,04	-0,19	0,6192	ns
Días al espigamiento	0,15	0,38	0,3079	ns
Días a la floración	0,09	0,29	0,4432	ns
Días al llenado de gano	0,01	0,09	0,8225	ns
Días madurez fisiológica	0,07	-0,27	0,4784	ns
Peso de mil granos (gr)	0,23	0,48	0,1930	ns
Peso hectolítrico	0,09	0,30	0,4302	ns
Altura de la planta	0,34	-0,59	0,0975	ns
Longitud de la espiga	0,01	-0,11	0,7815	ns
Número de granos/espigas	0,26	-0,51	0,1595	ns
Número de Plantas vivas/m ²	0,14	0,38	0,3148	ns
Número de macollos/m ²	0,07	0,27	0,4769	ns
Número de espigas/m ²	0,07	0,27	0,4769	ns

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

De acuerdo con la Ilustración 4-17, se observó que el rendimiento de la variedad ABI VOYAGER muestra una correlación negativa moderada. La pendiente de la línea muestra que el rendimiento (t/ha) disminuye notablemente a medida que aumentan los días al encañado.

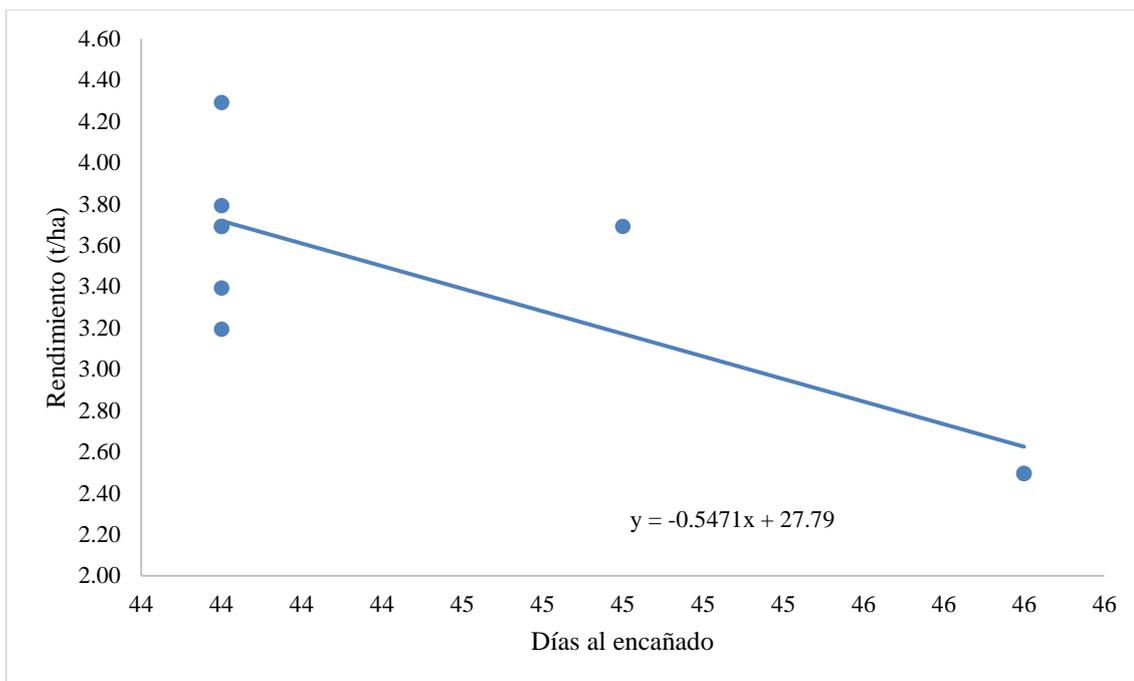


Ilustración 4-17: Diagrama de dispersión y recta de regresión del rendimiento de ABI VOYAGER con los días al encañado.

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

Según la Tabla 4-25 y la Ilustración 4-18, se encontró una correlación negativa significativa de -0,59 entre la altura de las plantas y el rendimiento en t/ha de la variedad ABI VOYAGER, a pesar de que, la prueba de significancia de la regresión no se observó diferencias significativas.

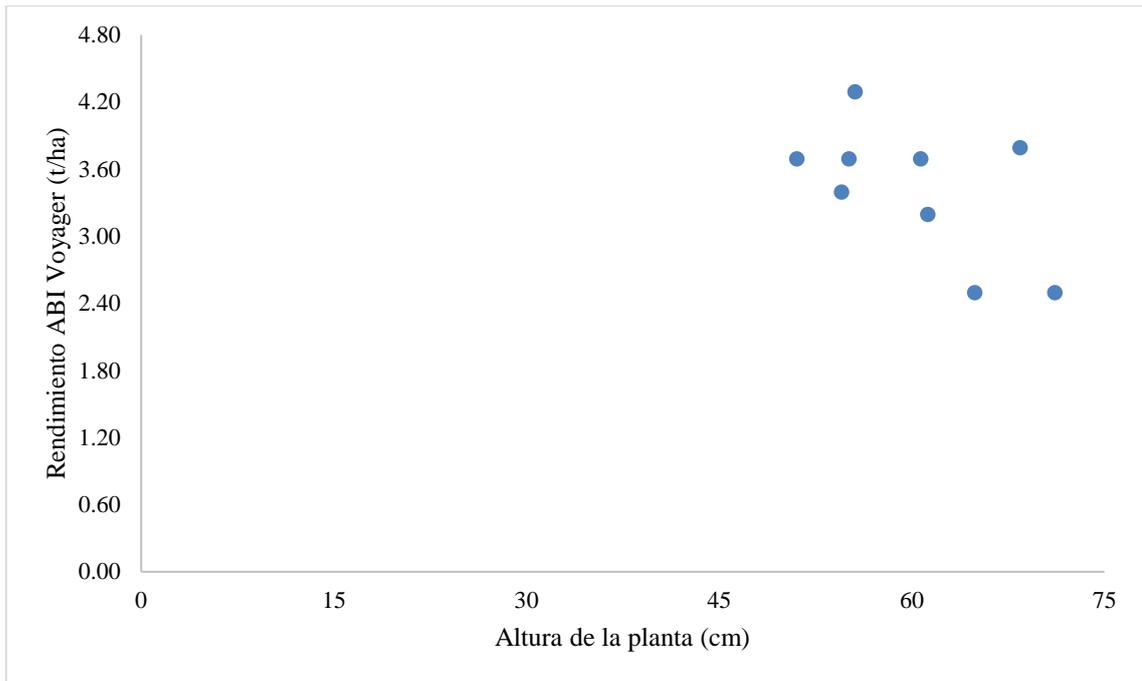


Ilustración 4-18: Diagrama de dispersión y recta de regresión del rendimiento de ABI VOYAGER con altura de la planta (cm).

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

Según la Tabla 4-25 y la Ilustración 4-19, se encontró una correlación negativa significativa de -0,51 entre la altura de las plantas y el rendimiento en toneladas por hectárea de la variedad ABI VOYAGER, a pesar de que, la prueba de significancia de la regresión no se observó diferencias significativas.

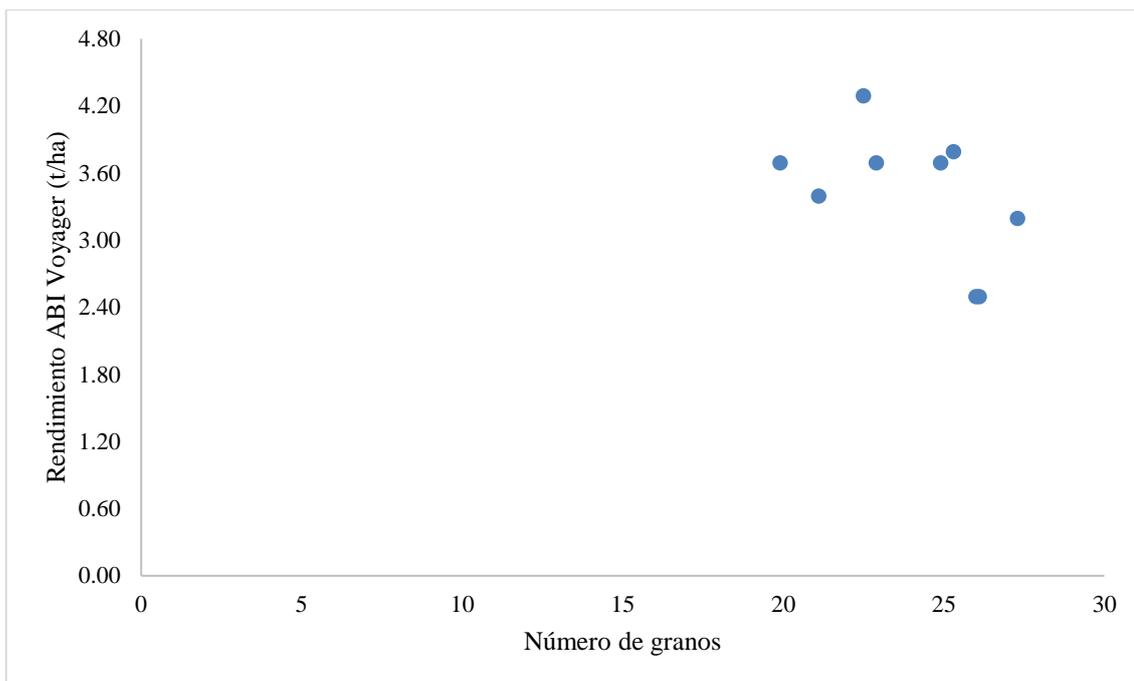


Ilustración 4-19: Diagrama de dispersión y recta de regresión del rendimiento de ABI VOYAGER con número de granos.

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

4.1.3.2. *Correlación y Regresión 2IK116-0671*

De acuerdo con la Tabla 4-26, el rendimiento de la línea de cebada maltera 2IK116-0671 no presenta correlación útil significativas entre las variables en estudio.

Tabla 4-26: Análisis de correlación y regresión lineal del rendimiento de 2IK116-0671 con las variables independientes.

VARIABLES INDEPENDIENTES	Coeficiente de determinación (R ²)	Coeficiente de correlación (r)	Coeficiente de regresión (b) p-valor	Sig.
Días a la macollamiento	2,50E-04	-0,02	0,9681	ns
Días al encañado	0,01	-0,11	0,7851	ns
Días al embuchamiento	2,20E-03	0,05	0,9052	ns
Días al espigamiento	1,60E-03	0,04	0,9180	ns
Días a la floración	0,21	0,46	0,2157	ns
Días al llenado de gano	2,10E-04	-0,01	0,9702	ns
Días madurez fisiológica	2,10E-03	0,05	0,9073	ns
Peso de mil granos (gr)	0,07	-0,26	0,4917	ns
Peso hectolítrico	0,02	0,13	0,7417	ns
Altura de la planta	0,01	-0,11	0,7745	ns
Longitud de la espiga	0,01	0,10	0,8026	ns
Número de granos	0,06	0,25	0,5117	ns
Número de Plantas/m ²	0,01	0,1	0,7952	ns
Número de macollos/m ²	0,01	0,1	0,7988	ns
Número de espigas/m ²	0,01	0,1	0,7988	ns

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

4.1.3.3. Correlación y Regresión 2IK16-0710

De acuerdo con la Tabla 4-27, el rendimiento de la línea de cebada maltera 2IK16-0710 no presenta correlación útil significativas entre las variables en estudio.

Tabla 4-27: Análisis de correlación y regresión lineal del rendimiento de 2IK16-0710 con las variables independientes.

Variables independientes	Coefficiente de determinación (R²)	Coefficiente de correlación (r)	Coefficiente de regresión (b) p-valor	Sig.
Días a la macollamiento	4,00E-02	0,21	0,5944	ns
Días al encañado	0,04	-0,20	0,6112	ns
Días al embuchamiento	7,50E-04	-0,03	0,9442	ns
Días al espigamiento	1,80E-01	0,42	0,2556	ns
Días a la floración	0,14	0,37	0,3215	ns
Días al llenado de gano	4,00E-02	-0,19	0,6168	ns
Días madurez fisiológica	2,90E-01	0,54	0,1365	ns
Peso de mil granos (gr)	4,70E-03	0,07	0,8614	ns
Peso hectolítrico	0,01	-0,11	0,7792	ns
Altura de la planta	0,03	0,17	0,6622	ns
Longitud de la espiga	0,03	0,16	0,6785	ns
Número de granos	0,14	0,37	0,3243	ns
Número de Plantas/m ²	0,01	-0,12	0,7590	ns
Número de macollos/m ²	0,01	-0,12	0,7575	ns
Número de espigas/m ²	0,01	-0,12	0,7575	ns

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

4.1.3.4. Correlación y Regresión 2IK16-0812

De acuerdo con la Tabla 4-28, el rendimiento de la línea de cebada maltera 2IK16-0812 no presenta correlación útil significativas entre las variables en estudio.

Tabla 4-28: Análisis de correlación y regresión lineal del rendimiento de 2IK16-0812 con las variables independientes.

VARIABLES INDEPENDIENTES	Coeficiente de determinación (R ²)	Coeficiente de correlación (r)	Coeficiente de regresión (b) p-valor	Sig.
Días a la macollamiento	5,00E-02	-0,21	0,5830	ns
Días al encañado	0,18	-0,43	0,2519	ns
Días al embuchamiento	2,00E-02	-0,14	0,7126	ns
Días al espigamiento	4,50E-06	-2,10E-03	0,9957	ns
Días a la floración	0,05	0,22	0,5719	ns
Días al llenado de gano	3,10E-01	-0,55	0,1228	ns
Días madurez fisiológica	7,00E-02	-0,26	0,4942	ns
Peso de mil granos (gr)	1,30E-01	0,36	0,3450	ns
Peso hectolítrico	0,34	-0,58	0,1020	ns
Altura de la planta	0,27	0,52	0,1503	ns
Longitud de la espiga	0,04	-0,20	0,6142	ns
Número de granos	0,14	0,37	0,3267	ns
Número de Plantas/m ²	0,01	-0,11	0,7828	ns
Número de macollos/m ²	0,02	-0,15	0,6945	ns
Número de espigas/m ²	0,02	-0,15	0,6945	ns

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

4.1.4. Análisis económico

En la Tabla 4-29 se muestra el resumen del análisis económico, en el cual el mejor beneficio/costo con 1,75 presentó el tratamiento que corresponde a la línea 2IK16-0812 con una densidad de siembra de 100 kg/ha. Esto implica que, por cada dólar invertido se recupera 75 centavos de dólar. Por el contrario, la línea 2IK16-0710 con una densidad de 100 kg/ha obtuvo un beneficio/costo de 0,91, lo que quiere decir que, por cada dólar invertido, se pierde 9 centavos de dólar.

Tabla 4-29: Resumen del análisis económico

TRATAMIENTO	Rendimiento (t/ha)	B/C	RENTABILIDAD
2IK16-0812+100 kg/ha	4,68	1,75	75,14
2IK16-0812+125 kg/ha	4,49	1,67	67,41
2IK16-0812+75 kg/ha	4,19	1,65	64,64
ABI VOYAGER+100 kg/ha	4,04	1,58	57,65
ABI VOYAGER+125 kg/ha	3,99	1,50	50,23
ABI VOYAGER+75 kg/ha	3,57	1,46	46,11
2IK16-0671+100 kg/ha	3,5	1,42	57,37
2IK16-0671+125 kg/ha	3,13	1,28	38,71
2IK16-0671+75 kg/ha	3,01	1,29	44,09
2IK16-0710+125 kg/ha	2,84	1,19	30,49
2IK16-0710+75 kg/ha	2,45	1,08	24,22
2IK16-0710+100 kg/ha	2,06	0,91	5,63

Realizado por: Sani, Daniela, 2024.

5. Discusión

5.1. Rendimiento

5.1.1. Variedad ABI VOYAGER

En la variedad de cebada maltera ABI VOYAGER existe una correlación negativa con las variables días al encañado, altura de la planta y número de granos, lo que significa que el rendimiento en t/ha aumenta mientras más bajos fueron los valores de las variables mencionadas. Según Lema et al. (2017, pág. 99), la etapa de encañado es uno de los más importantes debido a que si se realiza una buena fertilización esto aumentaría la calidad del grano y el nivel de producción. Por lo que, se puede interpretar que la variedad ABI VOYAGER de esta investigación presentó una mejor absorción de nutrientes durante los pocos días al encañado, lo que le permitió un mayor rendimiento.

Por otra parte, en cuanto a la altura de la planta, Mei et al. (2014, págs. 1-2) mencionan que es necesario mejorar las características genéticas de las plantas de cebada para mejorar el rendimiento de este cultivo; así que, conseguir variedades de cebada con un gen enano que no afecte en gran medida el rendimiento del cultivo permite un mejor aprovechamiento de los

recursos. Este hecho permite a la variedad ABI VOYAGER sobresalir al presentar un mayor rendimiento con su baja altura de planta.

Según Kennedy et al. (2017, pág. 61), la relación entre el número de granos por espiga difiere de lo observado en este estudio, donde un mayor número de granos conduce a un rendimiento superior. No obstante, señalan que, bajo condiciones de cultivo menos favorables para la cebada, podría haber una competencia por nutrientes entre los períodos de formación de espigas y la formación de granos por espiga. Por consiguiente, es probable que esta competencia haya influido en la cantidad de granos por espiga, reduciéndola, pero aumentando su tamaño, lo que resultaría en un rendimiento global superior.

5.1.2. Líneas 2IK16-0671, 2IK16-0710 y 2IK16-0812

En las líneas de estudio no se observó correlación fuerte entre las variables en estudio (Tabla 4-26, Tabla 4-27 y Tabla 4-28) con relación al rendimiento t/ha, así mismo, no se detectó una regresión significativa en ninguna de las interacciones analizadas. Según Lema et al. (2017, pág. 99), la fase de encañado emerge como un factor crucial, ya que una adecuada fertilización durante esta etapa puede incrementar tanto la calidad del grano como la producción total. Además, Kennedy et al. (2017, pág. 61) señalan que un mayor número de granos por espiga conlleva a un mayor rendimiento. Sin embargo, también destacan que, en condiciones desfavorables para el cultivo de cebada, puede surgir una competencia por nutrientes entre los períodos de formación de espigas y la formación de granos.

5.2. Rendimiento t/ha en relación con el comportamiento agronómico

El mayor rendimiento se observó en la línea 2IK16-0812, con una media de 4,45 t/ha, independientemente de la densidad. Además, se registró un peso hectolítrico de 65,50 kg/hl. Según Rogers et al. (2022, pág. 1461), este tipo de cebada puede alcanzar un rendimiento de hasta 6,439 t/ha, e incluso proyectaron que podría llegar a las 6,886 t/ha con una dosis aproximada de 56 kg/ha de nitrógeno. A pesar de que en este estudio se aplicaron 60 kg/ha de nitrógeno, los resultados no alcanzaron estas proyecciones, lo que podría deberse a las condiciones edafoclimáticas de la zona de estudio. Según la Norma Mexicana para Cebada Maltera (NMX-FF-043-SCFI-2003), el peso hectolítrico mínimo de la cebada maltera es de 58 kg/hl en variedades de dos hileras. De acuerdo con los datos encontrados, se puede deducir que el peso hectolítrico alcanzado en esta línea se encuentra dentro del mínimo establecido por dicha norma.

En un estudio realizado por Tadesse et al. (2021, pág. 2) mencionan que estas diferencias de rendimiento se pueden deber a efectos colectivos físicos y bióticos, incluidos los monocultivos, el agotamiento de la fertilidad del suelo, la acidez del suelo, la incidencia de enfermedades, la sequía y el uso mínimo de insumos agrícolas. Lo que podría determinar las diferencias de los rendimientos en el cultivo de cebada.

La línea 2IK16-0710 produjo 2,45 toneladas por hectárea (t/ha), mientras que la variedad ABI VOYAGER rindió 3,87 t/ha, independientemente de la cantidad de semillas sembradas. Un estudio de Chalacán (2023, pág. 78) encontró que la línea 2IK16-0710 produjo 4,71 t/ha, mientras que ABI VOYAGER alcanzó 6,2 t/ha con poca fertilización. Por lo tanto, es posible que la línea 2IK16-0710 requiera diferentes cantidades de fertilizante que la variedad ABI VOYAGER.

En cuanto al calibre de los granos, la variedad ABI VOYAGER, con una densidad de siembra de 125 kg/ha, mostró un mayor tamaño. El 97,74% de los granos superó los 2,5 mm del tamizador. Según Beillouin et al. (2018, pág. 237), en Francia, para optimizar el proceso de malteado y la calidad de los productos, al menos el 90% de los granos deben superar los 2,5 mm. Este estudio demostró que la variedad ABI VOYAGER cumplió con este estándar de tamaño, a pesar de que su rendimiento en términos de t/ha no fue el más alto.

Mientras que, la línea 2IK16-0812 presentó un calibre de 95% y 97% del total de granos superiores a los 2,5 mm, estos datos superaron a los obtenidos por Sánchez (2023, pág. 32), en el cual determinó que las variedades y líneas con mayor calibre fueron: INIAP-Alfa, 2IK16-0671, 2IK16-1324, 2IK16-0812 y 2IK16-0899, con un porcentaje que varía entre el 80% y el 86,3%. Estas líneas se evaluaron con diferentes dosis de fungicidas, lo que mejoró su calibre, aunque no alcanzaron los valores observados en este estudio.

En lo que respecta a la maduración fisiológica, se observó que la línea 2IK16-0671 alcanzó este estado a los 115 días, considerada la más temprana, mientras que la variedad ABI VOYAGER lo logró a los 119 días. Sin embargo, según Sánchez (2023, pág. 32), la línea 2IK16-0671 se clasifica como tardía, madurando a los 102 días, en comparación con la variedad ABI VOYAGER, que maduró a los 99 días y se considera precoz. Estos resultados sugieren que la calidad de la semilla y las condiciones específicas de la zona de estudio son factores significativos en el tiempo requerido para la maduración fisiológica.

5.3. Análisis económico

En el análisis económico, se identificó que la línea más rentable fue la 2IK16-0812, utilizando una densidad de siembra de 100 kg/ha con un índice B/C de 1,75. Esto significa que por cada dólar invertido generó 75 centavos de ganancia. Sin embargo, según Sánchez (2023, pág. 32), menciona que la misma línea, cultivada en Ibarra, alcanzó una relación B/C de 1,09, lo que implica un margen de ganancia menor. Esto indica que, en este estudio esta línea generó mayores ganancias de 0,66 centavos, esta variación podría atribuirse a las condiciones específicas del mercado local.

La línea 2IK16-0812 sembrada a una densidad de 100 kg/ha, presento rendimientos de 4,68 t/ha, a comparación de la variedad ABI VOYAGER que alcanzó 4,04 t/ha. Además, la línea 2IK16-0812 presento un beneficio/costo de \$1,92, un peso hectolítrico de 65,50 kg/hl y un calibre donde el 95% de los granos superaron los 2,5 mm. Destacó, igualmente, por su mayor altura de planta de cebada. En consecuencia, se sugiere la siembra de la línea 2KI16-0812 en esta región como una alternativa a la variedad ABI VOYAGER.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

La línea de cebada maltera 2IK16-0812 alcanzó el rendimiento más alto, con 4,45 (t/ha). Por lo tanto, puede considerarse como una alternativa viable a la variedad Abi Voyager, ya que demostró un mejor rendimiento y a su vez resistencia al hongo roya parda o amarilla. Además, los resultados indican que esta línea se encuentra dentro de los parámetros de calibre establecidos por Beillouin y del peso hectolítrico según la Norma Mexicana para Cebada Maltera. Esto se puede deber a varios efectos colectivos, tanto de factores físicos como bióticos los que determinaron que cada línea presenta diferentes características en cuanto a las variables que determinan el rendimiento.

La densidad de siembra de 125 kg/ha presentó mayor cantidad de plantas vivas/m² con 216 plantas/m², un promedio de 623 macollos/m², con 570 espigas efectivas/m². Sobresale esta densidad de siembra debido a las competencias intraespecíficas. La línea 2IK16-0671 con una densidad de siembra de 75kg/ha presentó la menor cantidad de días a la madurez fisiológica 115 días. Al igual que con el rendimiento, esto se pudo deber a factores físicos y bióticos en conjunto, así como las características edafoclimáticas de la zona de estudio.

El análisis económico determinó que la línea 2IK16-0812 con una densidad de siembra de 100 kg/ha, fue la que presentó un mayor beneficio respecto a sus costos totales, con una relación B/C de 1,75, es decir por cada dólar invertido se recupera 75 centavos. Esto se debió a que, a pesar de tener los costos más altos a la vez produjo un mayor rendimiento, lo que permite que tenga una mayor rentabilidad.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda cultivar la línea 2KI16-0812 con una densidad de siembra de 100 kg/ha con siembra mecanizada, debido a que presentó mejores rendimientos (4,68 t/ha) y a su vez un mejor beneficio/costo (\$1,75).

Realizar una investigación con las mismas líneas de cebada maltera, densidades de siembra y programas de fertilización, con un análisis más completo de posibles factores que afectan el comportamiento agronómico, entre estos factores se puede analizar: composición del suelo, calidad de agua de riego, agotamiento de la fertilidad del suelo por monocultivos, drenaje y otros insumos adicionales que se puedan aplicar.

GLOSARIO

Calibre de grano: Medida del diámetro o tamaño de los granos de cereales, utilizada para clasificarlos en diferentes categorías según los estándares de comercialización (Ruiz et al., 2018, pág. 53).

Embuchamiento: Etapa del desarrollo de los cereales en la cual la espiga o panoja se encuentra completamente envuelta por la vaina foliar superior, justo antes de emerger (Cadena, 2024, pág. 8).

Encañamiento: Fase del crecimiento de los cereales en la que el tallo principal se alarga y endurece, formando un tubo hueco conocido como “caña” (Cadena, 2024, pág. 8).

Espigamiento: Etapa del ciclo de desarrollo de los cereales en la que la espiga o panoja emerge de la vaina foliar superior, marcando el inicio de la formación del grano (Cadena, 2024, pág. 8).

Macollamiento: Proceso de producción de tallos secundarios o “hijos” a partir del tallo principal en las gramíneas, como el trigo y la cebada, lo que aumenta el número potencial de espigas por planta (Cadena, 2024, pág. 8).

Madurez fisiológica: Etapa final del desarrollo de los cereales, en la cual el grano alcanza su máximo peso seco y se detiene la acumulación de materia seca, indicando que la planta está lista para ser cosechada (Martínez et al., 2017, p. 4077).

Monocultivo: Sistema de cultivo en el que se siembra y cosecha una sola especie vegetal en un área determinada durante un ciclo de producción (EOS, 2021, párr. 2).

Trilla: Proceso de separación de los granos de cereales como trigo, cebada, avena, centeno, arroz, entre otros, de sus espigas o panojas después de la cosecha. Consiste en golpear o frotar las espigas o panojas maduras para hacer que los granos se desprendan de las glumas y raquis que los contienen (BeOrigen, 2023, párr. 1).

Trilladora: Máquina agrícola utilizada para separar los granos de cereales de las espigas o panojas después de la cosecha, mediante el proceso de trilla (Toledo, 2023, pág. 21).

BIBLIOGRAFÍA

1. **ACAN, Cristian.** Evaluación de tres dosis de nitrógeno en el rendimiento de tres variedades de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.), en la Estación Experimental Tunshi [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Carrera Agronomía. Riobamba-Ecuador. 2022, págs. 6-70. [Consulta: 13 noviembre 2023]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/17456/1/13T01024.pdf>.
2. **AKAR, Taner, AVCI, Muzaffer & DUSUNCELI, Fazil.** *Barley: Post-harvest Operations* [en línea]. Ankara-Turquía: FAO, 2004, págs. 3-10. [Consulta: 05 septiembre 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/au997e/au997e.pdf>.
3. **ALMACHE, Alicia.** Efecto de la fertilización en cuatro variedades de cebada maltera *Hordeum vulgare* L. sobre los índices de calidad del grano [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad de las Fuerzas Armadas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería Agronómica. Quito-Ecuador. 2020, pág. 19. [Consulta: 13 noviembre 2023]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/24781>.
4. **BAIGORRIA, Tomás, ALVAREZ, Cristian, CAZORLA, Cristian, BELLUCCINI, Pablo, AIMETTA, Bethania, PEGORARO, Vanesa, BOCCOLINI, Monica CONDE, Belén, FAGGIOLI, Valeria, ORTIZ, Jimena & TUESCA, Daniel.** “Impacto ambiental y rolado de cultivos de cobertura en producción de soja bajo siembra directa”. *Ciencia del suelo* [en línea], 2019, (Argentina) vol. 37 (2), págs. 355-366. [Consulta: 06 octubre 2023]. ISSN: 1850-2067. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-20672019000200013&script=sci_arttext.
5. **BÁRCENA, Nadia, ROQUEIRO, Gonzalo & GUILLÉN, Lucas.** *Cultivo de quinua bajo dos sistemas y densidades de siembra* [en línea]. Buenos Aires-Argentina: INTA, 2022, pág. 24. [Consulta: 06 septiembre 2023]. Disponible en: https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/13323/INTA_CRMendoza-SanJuan_EEASanJuan_Barcelona_N_Cultivo_quinua_diferente_%20sistemas_densidad_siembra.pdf?sequence=1.
6. **BEILLOUIN, Damien, LECLÈRE, Margot, BARBU, Corentin, BÉNÉZIT, Maud, TRÉPOS, Ronan, GAUFFRETEAU, Arnaud & JEUFFROY, Marie.** “Azodyn-Barley,

a winter-barley crop model for predicting and ranking genotypic yield, grain protein and grain size in contrasting pedoclimatic conditions”. *Agricultural and Forest Meteorology* [en línea], 2018, (Francia) vol. 262, págs. 237-248. [Consulta: 13 marzo 2024]. ISSN: 0168-1923. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.06.002>.

7. **CABAÑAS, Bertoldo, GALINDO, Guillermo, MENA, Jaime & MEDIN, Guillermo.** *La siembra en surcos y corrugaciones con pileteo en cebada maltera de temporal en Zacatecas* [en línea]. Zacatecas-México: INIFAP, 2004, págs. 4-21. [Consulta: 10 octubre 2023]. Disponible en: http://zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/LA_SIEMBRA_EN_SURCOS_Y_CORRUGACIONES_CON_PILETEO.pdf.
8. **CALVO, Adriana.** *Guía rápida para el cultivo de cebada* [blog]. Agroptima, 2020. [Consulta: 25 octubre 2023]. Disponible en: <https://www.agroptima.com/es/blog/guia-rapida-para-el-cultivo-de-cebada/>.
9. **CASTAÑEDA, María, LÓPEZ, Cándido, COLINAS, María, MOLINA, Juan & HERNÁNDEZ, Adrián.** “Rendimiento y calidad de la semilla de cebada y trigo en campo e invernadero”. *Interciencia* [en línea], 2019, (México) vol. 24 (4), págs. 286-292. [Consulta: 06 septiembre 2023]. ISSN: 0378-1844. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009000400013.
10. **CEDEÑO, Galo, GUZMÁN, Ángel, ZAMBRANO, Héctor, VERA, Leonardo, VALDIVIESO, Cristian & LÓPEZ, Geoconda.** “Efecto de la densidad de siembra y riego complementario en la morfo-fenología, rendimiento, rentabilidad y eficiencia de la fertilización del plátano”. *Scientia Agropecuaria* [en línea], 2020, (Ecuador) vol. 11 (4), págs. 483-492. [Consulta: 19 octubre 2023]. ISSN: 2077-9917. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v11n4/2077-9917-agro-11-04-483.pdf>.
11. **CHACÓN, Kattia & GUTMAN, Daniel.** *Siembra Directa: Principios Generales de la Agricultura de Conservación* [en línea]. San José-Costa Rica: IICA, 2022, págs. 2-4. [Consulta: 06 octubre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/21252/BVE22108500e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

12. **CHALACÁN, Anderson.** Respuesta agronómica del manejo fitosanitario de 18 líneas de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) en la comunidad San Pedro, cantón Montúfar-Carchi [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingenierías en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carrera de Agropecuaria. Ibarra-Ecuador. 2023, pág. 78. [Consulta: 24 enero 2024]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/15127/7/03%20AGP%20387%20Tesis.pdf>.
13. **CIMMYT.** *Instructivo para el manejo y registro de resultados de los ensayos internacionales del Programa de Trigo del CIMMYT* [en línea]. Ciudad de México-México: CIMMYT, 1986, pág. 10-11. [Consulta: 13 noviembre 2023]. Disponible en: <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/3908/3039.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
14. **DA SILVA, Laura & DIETZ, Juan.** *Cereales de invierno* [en línea]. La Plata-Argentina: Universidad Nacional de La Plata, 2022, págs. 337-338. [Consulta: 17 octubre 2023]. ISBN: 978-950-34-2203-8. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/156557/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
15. **DEZA, Denisse.** Rendimiento y calidad de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) con dos densidades de siembra y dos sistemas de fertilización en condiciones de la molina [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Agronomía. Lima-Perú. 2018, pág. 63. [Consulta: 08 septiembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3222/deza-montoya-denisse-patricia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
16. **ELVERDIN, Pablo, PIÑEIRO, Valeria & ROBLES, Miguel.** *La Mecanización Agrícola en América Latina* [en línea]. Washington D.C.-Estados Unidos: IFPRI, 2018, págs. 9-13. [Consulta: 05 octubre 2023]. Disponible en: <https://books.google.es/books?id=rrVoDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>.
17. **GARÓFALO, Javier, PONCE, Luis, NOROÑA, Patricio, CAMPAÑA, Diego, CUESTA, Xavier, RIVADENEIRA, Jorge, MONTEROS, Cecilia, RACINE, Marcelo, CORONEL, Jorge & JIMÉNEZ, Carlos.** *Ecuador: fitomejoramiento de cultivos de*

- seguridad alimentaria, cebada y papa* [en línea]. Quito-Ecuador: INIAP, 2021, pág. 85. [Consulta: 21 octubre 2023]. ISBN: 978-607-736-684-3. Disponible en: https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5798/1/Cap%c3%adtulo_5_Ecuador_mutationes_cebada_papa.pdf.
18. **GARÓFALO, Javier.** *Extracción de nutrientes por el cultivo de cebada* [en línea]. (Trabajo de titulación) (Especialización). Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Instituto de Investigación y Postgrado. Quito-Ecuador. 2012, págs. 6-12. [Consulta: 22 octubre 2023]. Disponible en: <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/89560fe5-06a2-40dd-9d3c-4cfd82082366/content>.
19. **GONZÁLEZ, Luis, VERGARA, Francisco, GRABOWSKI, Cristhian, GONZÁLEZ, Rebeca, ARIAS, Osmar & AYALA, Silvestre.** “Incidencia del virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV) en cultivos de trigo (*Triticum* spp) en la región sur del Paraguay”. *Investigación Agraria* [en línea], 2015, (Paraguay) vol. 17 (1), págs. 60-64. [Consulta: 11 noviembre 2023]. ISSN: 2305-0683. Disponible en: <http://scielo.iics.una.py/pdf/ia/v17n1/v17n1a08.pdf>.
20. **IGARTUA, Ernesto, CIUDAD, Francisco, GRACIA, María & CASAS, Ana.** *¿Cebadas de invierno, de primavera, o hay otras?* [en línea]. Madrid-España: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2015, págs. 1-2. [Consulta: 13 noviembre 2023]. Disponible en: https://digital.csic.es/bitstream/10261/109713/1/IgartuaE_Interempresas_2015.pdf.
21. **INTAGRI.** *Daños y Control del Pulgón (Myzus persicae) en la Zorzamora* [en línea]. Ciudad de México-México: Intagri S.C., 2015. [Consulta: 11 noviembre 2023]. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/da%3%B1os-control-del-pulgón-en-la-zorzamora>.
22. **JORAJURÍA, Natalia.** Efecto de la densidad de avena (*Avena strigosa*) y el rolado como método de desecación sobre el control de malezas y el rendimiento de soja [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad de la República, Facultad de Agronomía. Montevideo-Uruguay. 2019, pág. 40. [Consulta: 06 septiembre 2023]. Disponible en: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/29495/1/Jorajur%c3%adaNoyaNataliaPamela.pdf>.

23. **KENNEDY, S., BINGHAM, I. & SPINK, J.** “Determinants of spring barley yield in a high-yield potential environment”. *Journal of Agricultural Science* [en línea], 2017, (Irlanda) vol. 155 (1), pp. 60–80. [Consulta: 24 marzo 2024]. ISSN: 2225-5176. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/S0021859616000289>.
24. **LEMA, Andrea, BASANTES, Emilio & PANTOJA, José.** “Producción de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con urea normal y polimerizada en Pintag, Quito, Ecuador”. *Agronomía Mesoamericana* [en línea], 2017, (Ecuador) vol. 28 (1), págs. 97-102. [Consulta: 24 marzo 2024]. ISSN: 2215-3608. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v28n1/43748637007.pdf>.
25. **LEVACOV, Nicolás.** Efectos de la densidad de siembra sobre el rendimiento y sus componentes, para un cultivo de cebada cervecera (*Hordeum vulgare* L.) en Luján, Buenos Aires [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Nacional de Luján, Ingeniería Agronómica. Luján-Argentina. 2019, pág. 50. [Consulta: 19 octubre 2023]. Disponible en: <https://ri.unlu.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/rediunlu/1163/Ing.%20Agronomica-%20LEVACOV%20-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
26. **MEI, Jun, MING, Jiang, JIA, Qiaojun, SHANG, Yi, WEIHUA & ZHOU, Meixue.** “A New QTL for Plant Height in Barley (*Hordeum vulgare* L.) Showing No Negative Effects on Grain Yield”. *PLOS ONE* [en línea], 2014, (China) vol. 9 (2), págs. 1-8. [Consulta: 24 marzo 2024]. ISSN: 1932-6203. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0090144&type=printable>.
27. **NMX-FF-043-SCFI-2003.** *Productos alimenticios no industrializados para consumo humano - cereal - cebada maltera - (Hordeum vulgare L. y Hordeum distichum L) - especificaciones y métodos de prueba.*
28. **PINEDO, Rember, ROJAS, Fidel & BAUTISTA, Max.** *Cultivo de cebada* [en línea]. Lima-Perú: Universidad La Molina, 2020, págs. 8-26. [Consulta: 13 octubre 2023]. Disponible en: https://proyeccion.lamolina.edu.pe/manuales/Manual_Cultivo_Cebada.pdf.
29. **PONCE, Luis, NOROÑA, Patricio, CAMPAÑA, Diego, GARÓFALO, Javier, CORONEL, Jorge, JIMÉNEZ, Carlos & CRUZ, Edwin.** *La cebada (Hordeum vulgare*

- L.*): *Generalidades y variedades mejoradas para la Sierra ecuatoriana* [en línea]. Quito-Ecuador: INIAP, 2020, págs. 3-25. [Consulta: 06 septiembre 2023]. ISBN: 978-9942-22-491-0. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5587/2/Manual%20116%20La%20cebada.pdf>.
30. **PUERTA, Manuel.** *Maquinaria y Mecanización Agrícola* [en línea]. Bogotá-Colombia: UNAD, 2007, pág. 19. [Consulta: 06 septiembre 2023]. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/13262868/maquinaria-y-mecanizacion-agricola>.
31. **RAMÍREZ, William.** Diseño de una maquina semiautomática sembradora de maíz para optimizar el tiempo de sembrado [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica. Chiclayo-Perú. 2019, pág. 14. [Consulta: 07 octubre 2023]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/69987/Ram%c3%adrez_FW-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
32. **ROCHA, Florentino.** “Densidad de siembra del cultivo de la Alfalfa”. *Revista Científica Pies* [en línea], 2022, (Bolivia) vol. 1 (1), págs. 35-41. [Consulta: 16 octubre 2023]. Disponible en: <https://revistacientifica.difuciencia.com/index.php/pies/article/view/14/30>.
33. **ROCHÓN, Franco.** Calidad fisiológica de semillas de canola (*Brassica napus* L.) y su relación con el comportamiento del cultivo a campo [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad de la República, Facultad de Agronomía. Montevideo-Uruguay. 2021, pág. 14. [Consulta: 07 septiembre 2023]. Disponible en: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/39888/1/Rocho%cc%81nFrancopdf>.
34. **ROGERS, Christopher, DARI, Biswanath, NEIBLING, Howard & WALLING, Jason.** “Barley yield and malt characteristics as affected by nitrogenand final irrigation timing”. *Agronomy Journal* [en línea], 2022, (Estados Unidos) vol. 114 (2), págs. 1461-1474. [Consulta: 24 enero 2024]. ISSN: 1435-0645. Disponible en: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/agj2.21036>.

35. **ROMERO, Jorge, MORALES, José & PÉREZ, Shirley.** *Manual técnico para producción de semilla de arroz regional (Oryza sativa) en la subregión de La Mojana* [en línea]. Mosquera-Colombia: AGROSAVIA, 2020, pág. 36. [Consulta: 06 septiembre 2023]. ISBN: 978-958-740-336-7. Disponible en: <https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/35786/ver%20documento%2035786.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.
36. **RUIZ, José.** *Guía para la siembra y aprovechamiento de pastos cultivados y mejorados en zonas altoandinas* [en línea]. Huaraz-Perú: DIEM-INAIGEM, 2022, págs. 16-19. [Consulta: 19 octubre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.inaigem.gob.pe/bitstreams/ba8f5a58-d689-45f9-90d2-a2ee61e16e7b/download>.
37. **RUIZ, Norma.** *Nuevas tecnologías en la producción de granos y semillas* [en línea]. Coahuila-México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 2010, págs. 55-60. [Consulta: 30 octubre 2023]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Norma-Ruiz-Torres/publication/256455595_Nuevas_tecnologias_en_la_produccion_de_granos_y_semillas/links/0deec522bc319111a0000000/Nuevas-tecnologias-en-la-produccion-de-granos-y-semillas.pdf.
38. **SALGADO, Gustavo.** *Mecanización agrícola* [en línea]. Toluca-México: Universidad Autónoma del Estado de México, 2019, págs. 10-12. [Consulta: 05 octubre 2023]. Disponible en: http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/103455/secme-23012_1.pdf?sequence=1.
39. **SÁNCHEZ, Ronnie.** Respuesta agronómica de 18 líneas de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) con manejo fitosanitario en la Granja Experimental “La Pradera”, Chaltura-Imbabura [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carrera de Agropecuaria. Ibarra-Ecuador. 2023, pág. 35. [Consulta: 24 enero 2024]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/15115/2/03%20AGP%20389%20TRABAJO%20GRADO.pdf>.
40. **SAYNES, Vinisa, FERNÁNDEZ, Fabián & ORTIZ, José.** *Uso Eficiente de Nitrógeno en la Agricultura* [en línea]. Ciudad de México-México: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N., 2017, pág. 85. [Consulta: 19 diciembre 2023]. ISBN: 978-607-9023-

64-5. Disponible en:
<https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/22100/65400.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

41. **SIMÓN, María & GOLIK, Silvina.** *Cereales de verano* [en línea]. La Plata-Argentina: Universidad Nacional de La Plata, 2018, pág. 42. [Consulta: 19 octubre 2023]. ISBN: 978-950-34-1658-7. Disponible en:
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/68613/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
42. **TADESSE Kassu, HABTE Dawit, ADMASU Wubengeda, ADMASU Almaz, ABDULKADIR Birhan, TADESSE Amare & MEKONNEN Asrat, DEBEBE Anbessie.** “Effects of preceding crops and nitrogen fertilizer on the productivity and quality of malting barley in tropical environment”. *Heliyon* [en línea], 2021, (Etiopía) vol. 7 (5), págs. 1-11. [Consulta: 24 enero 2024]. ISSN: 2405-8440. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8167224/pdf/main.pdf>.
43. **TROPICOS.** *Hordeum vulgare L.* [en línea]. San Luis-Estados Unidos: Jardín Botánico de Missouri, 2023. [Consulta: 10 octubre 2023]. Disponible en:
<http://legacy.tropicos.org/Name/25509707>.
44. **VERA, Flavio.** Alternativas agroecológicas para el manejo de arvenses en competencia específica con maíz (*Zea mays* L.) [en línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica. Babahoyo-Ecuador. 2019, pág. 18. [Consulta: 06 septiembre 2023]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6023/E-UTB-FACIAGING%20AGRON-000137.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

ANEXOS

ANEXO A: ESTABLECIMIENTO DE LA PARCELA



ANEXO B: CONTEO DE PLANTAS



ANEXO C: APLICACIÓN DE HERBICIDA Y FUNGICIDA



ANEXO D: PESADO Y APLICACIÓN DE FERTILIZANTE



ANEXO E: DETERMINACIÓN DE LA SEVERIDAD



ANEXO F: PESADO DE LOS TRATAMIENTOS



ANEXO G: CONTEO Y PESADO DE MIL GRANOS



ANEXO H: DETERMINACIÓN DEL PESO HELECTROLÍTICO



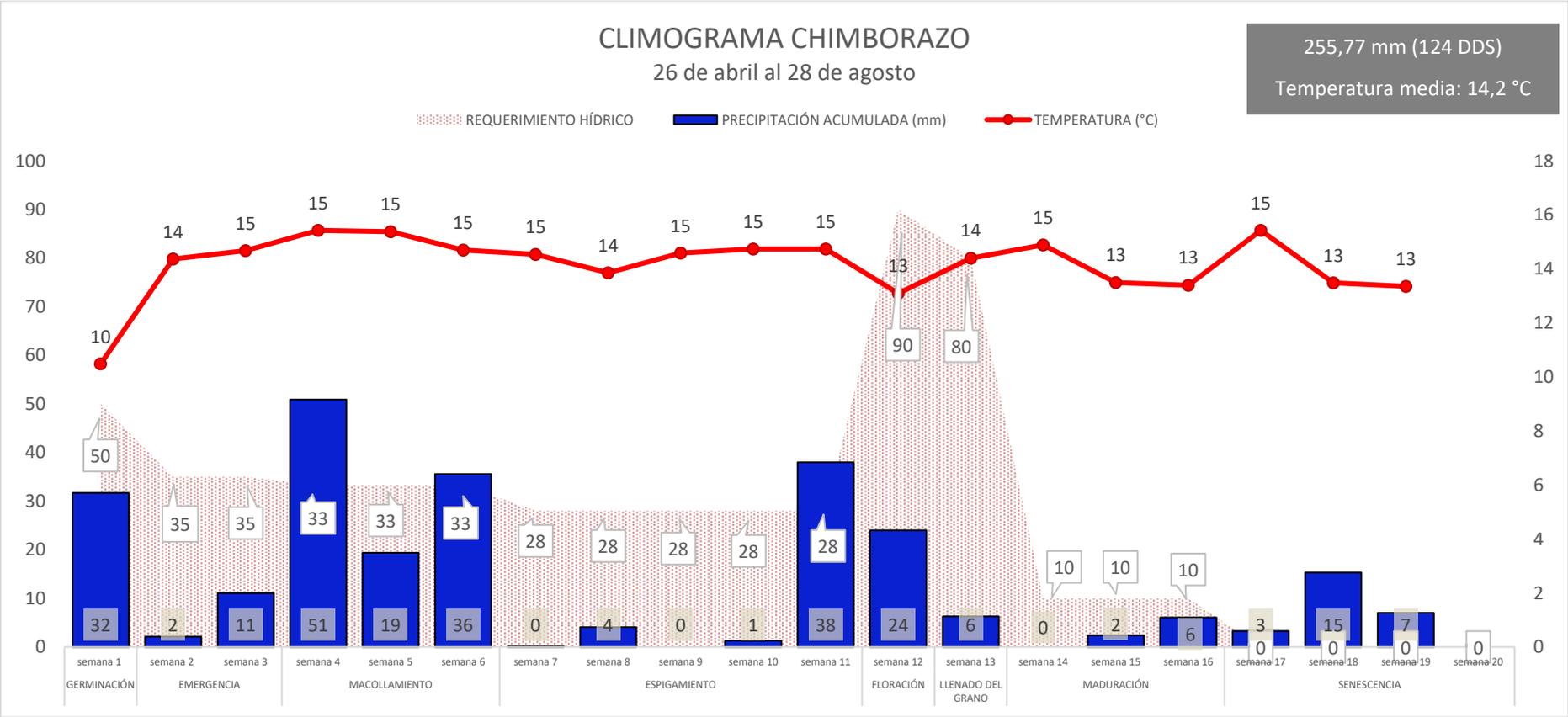
ANEXO I: DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD



ANEXO J: DETERMINACIÓN DEL CALIBRE



ANEXO K: CLIMOGRAMA



ANEXO M: ANÁLISIS ECONÓMICO 75 KG/HA

COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTAREA DE CEBADA CON SIEMBRA MECANIZADA				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. (USD)	P. TOTAL (USD)
<i>COSTOS DIRECTOS</i>				
<i>Preparación del suelo</i>				
Arada	Pase	2	25,00	50,00
Rastra	Pase	2	25,00	50,00
Análisis de suelo	Análisis	1	25,00	25,00
Fumigadora	Pase	1	20,00	20,00
SUBTOTAL				145,00
<i>Siembra</i>				
Semilla	kg	75	0,79	59,25
Sembradora	Pase	3	20,00	60,00
movilización sembradora	Unidad	1	50,00	50,00
SUBTOTAL				169,25
<i>Fertilización</i>				
Yaramila Rafos	kg	150	1,03	154,50
Yaramila Abotek	kg	50	0,90	45,00
Yaramila Nitromag	kg	35	0,71	24,85
Yarabela Nitrax	kg	100	0,89	89,00
SUBTOTAL				313,35
<i>Control Fitosanitarios</i>				
Metsulfuron methyl	Frasco de 15 gr	2	3,50	7,00
Propiconazole	Frasco de 500 cc	2	35,00	70,00
Correcto pH + Coadyuvante	Unidad	2	2,00	4,00
SUBTOTAL				81,00
<i>Mano de obra</i>				
Jornales varias labores	Jornales	6	18,00	108,00
SUBTOTAL				108,00
<i>Cosecha y postcosecha</i>				
Transporte combinado	Unidad	1	40,00	40,00
Cosechadora combinada	qq	92	2,50	230,00
SUBTOTAL				270,00
<i>Postcosecha</i>				
Transporte hacia centro de acopio	Tonelada	1	20,00	20,00
Sacos	Unidad	92	0,25	23,00
Acondicionamiento	Alquiler/saco	92	1,00	92,00
SUBTOTAL				135,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				1221,60
INGRESO BRUTO				
ABI Voyager	kg	4190,00	0,48	2011,20
TOTAL, INGRESO BRUTO				2011,20
BENEFICIO COSTO				
INGRESO TOTAL		2.011,20		
COSTO TOTAL		1.221,60		
BENEFICIO/COSTO		1,65		
RENTABILIDAD		64,64	%	

ANEXO N: ANÁLISIS ECONÓMICO 100 KG/HA

COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTAREA DE CEBADA CON SIEMBRA MECANIZADA				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. (USD)	P. TOTAL (USD)
<i>COSTOS DIRECTOS</i>				
<i>Preparación del suelo</i>				
Arada	Pase	2	25,00	50,00
Rastra	Pase	2	25,00	50,00
Análisis de suelo	Análisis	1	25,00	25,00
Fumigadora	Pase	1	20,00	20,00
SUBTOTAL				145,00
<i>Siembra</i>				
Semilla	kg	100	0,79	79,00
Sembradora	Pase	3	20,00	60,00
movilización sembradora	Unidad	1	50,00	50,00
SUBTOTAL				189,00
<i>Fertilización</i>				
Yaramila Rafos	kg	150	1,03	154,50
Yaramila Abotek	kg	50	0,90	45,00
Yaramila Nitromag	kg	35	0,71	24,85
Yarabela Nitrax	kg	100	0,89	89,00
SUBTOTAL				313,35
<i>Control Fitosanitarios</i>				
Metsulfuron methyl	Frasco de 15 gr	2	3,50	7,00
Propiconazole	Frasco de 500 cc	2	35,00	70,00
Correcto pH + Coadyuvante	Unidad	2	2,00	4,00
SUBTOTAL				81,00
<i>Mano de obra</i>				
Jornales varias labores	Jornales	6	18,00	108,00
SUBTOTAL				108,00
<i>Cosecha y postcosecha</i>				
Transporte combinado	Unidad	1	40,00	40,00
Cosechadora combinada	qq	103	2,50	257,50
SUBTOTAL				297,50
<i>Postcosecha</i>				
Transporte hacia centro de acopio	Tonelada	1	20,00	20,00
Sacos	Unidad	103	0,25	25,75
Acondicionamiento	Alquiler/saco	103	1,00	103,00
SUBTOTAL				148,75
TOTAL COSTOS DIRECTOS				1282,60
INGRESO BRUTO				
ABI Voyager	kg	4680,00	0,48	2246,40
TOTAL, INGRESO BRUTO				2246,40
BENEFICIO COSTO				
INGRESO TOTAL		2.246,40		
COSTO TOTAL		1.282,60		
BENEFICIO/COSTO		1,75		
RENTABILIDAD		75,14	%	

ANEXO O: ANÁLISIS ECONÓMICO 125 KG/HA

COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTAREA DE CEBADA CON SIEMBRA MECANIZADA				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. (USD)	P. TOTAL (USD)
<i>COSTOS DIRECTOS</i>				
<i>Preparación del suelo</i>				
Arada	Pase	2	25,00	50,00
Rastra	Pase	2	25,00	50,00
Análisis de suelo	Análisis	1	25,00	25,00
Fumigadora	Pase	1	20,00	20,00
SUBTOTAL				145,00
<i>Siembra</i>				
Semilla	kg	125	0,79	98,75
Sembradora	Pase	3	20,00	60,00
movilización sembradora	Unidad	1	50,00	50,00
SUBTOTAL				208,75
<i>Fertilización</i>				
Yaramila Rafos	kg	150	1,03	154,50
Yaramila Abotek	kg	50	0,90	45,00
Yaramila Nitromag	kg	35	0,71	24,85
Yarabela Nitrax	kg	100	0,89	89,00
SUBTOTAL				313,35
<i>Control Fitosanitarios</i>				
Metsulfuron methyl	Frasco de 15 gr	2	3,50	7,00
Propiconazole	Frasco de 500 cc	2	35,00	70,00
Correcto pH + Coadyuvante	Unidad	2	2,00	4,00
SUBTOTAL				81,00
<i>Mano de obra</i>				
Jornales varias labores	Jornales	6	18,00	108,00
SUBTOTAL				108,00
<i>Cosecha y postcosecha</i>				
Transporte combinado	Unidad	1	40,00	40,00
Cosechadora combinada	qq	99	2,50	247,50
SUBTOTAL				287,50
<i>Postcosecha</i>				
Transporte hacia centro de acopio	Tonelada	1	20,00	20,00
Sacos	Unidad	99	0,25	24,75
Acondicionamiento	Alquiler/saco	99	1,00	99,00
SUBTOTAL				143,75
TOTAL COSTOS DIRECTOS				1287,35
INGRESO BRUTO				
ABI Voyager	kg	4490,00	0,48	2155,20
TOTAL, INGRESO BRUTO				2155,20
BENEFICIO COSTO				
INGRESO TOTAL		2.155,20		
COSTO TOTAL		1.287,35		
BENEFICIO/COSTO		1,67		
RENTABILIDAD		67,41	%	



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 04 / 06 / 2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: Katty Daniela Sani Paguay
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Agronomía
Título a optar: Ingeniera Agrónoma
 Dr. Alfonso Leonel Suárez Tapia, PhD. Director del Trabajo de Integración Curricular
 Ing. Carlos Francisco Carpio Coba Asesor del Trabajo de Integración Curricular