



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

**DETERMINACIÓN DE LA DOSIS ÓPTIMA DE NITRÓGENO  
PARA CUATRO MATERIALES DE CEBADA MALTERA (*Hordeum  
vulgare L.*), EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI,  
RIOBAMBA, CHIMBORAZO.**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**AUTORA:**

**JESSICA PATRICIA CURAY MORETA**

Riobamba – Ecuador

2024



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

**DETERMINACIÓN DE LA DOSIS ÓPTIMA DE NITRÓGENO  
PARA CUATRO MATERIALES DE CEBADA MALTERA (*Hordeum  
vulgare L.*), EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI,  
RIOBAMBA, CHIMBORAZO.**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**AUTORA:** JESSICA PATRICIA CURAY MORETA

**DIRECTOR:** ING. ALFONSO LEONEL SUAREZ TAPIA PhD.

Riobamba – Ecuador

2024

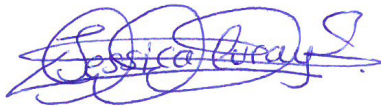
© 2024, Jessica Patricia Curay Moreta

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, Jessica Patricia Curay Moreta, 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



**JESSICA PATRICIA CURAY MORETA**

**CI: 180406327-7**

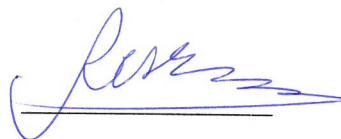
**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **DETERMINACIÓN DE LA DOSIS ÓPTIMA DE NITRÓGENO PARA CUATRO MATERIALES DE CEBADA MALTERA (*Hordeum vulgare L.*), EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI, RIOBAMBA, CHIMBORAZO**, realizado por la señorita: **JESSICA PATRICIA CURAY MORETA**, 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**



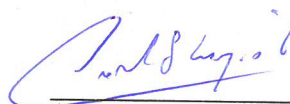
2024-05-14

Ing. Alfonso Leonel Suárez Tapia Ph.D  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE  
INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2024-05-14

Ing. Carlos Francisco Carpio Coba Ms.C  
**ASESOR DEL TRABAJO DE  
INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2024-05-14

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de titulación con todo mi amor y gratitud a mi familia , quienes con sus consejos y motivación me han ayudado a perseguir mis sueños , especialmente a mi madre que es una mujer excepcional , comprensible y su fe inquebrantable y sacrificios constantes me han dado la fuerza para lograr mi objetivo . Y a mi compañero de vida , por su amor incondicional y su apoyo incesante, por ser mi refugio y mi inspiración diaria.

**JESSICA**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco principalmente a Dios por su infinita sabiduría y fortaleza, que me han guiado y sostenido en cada paso de este trayecto de vida , A mi director de trabajo de titulación , el Ing. Alfonso Suárez y Asesor ,el Ing. Carlos Carpio , quienes les extiendo mi más profundo agradecimiento por su incansable dedicación, paciencia y valiosa orientación. Además, agradezco a la empresa “Cervecería Nacional” especialmente Ing Xavier Mera , y a su grupo del área de investigación por brindarme la oportunidad de realizar las prácticas y el trabajo de integración curricular. También, quiero expresar mi gratitud a mis amigos, Katty, Jonathan, Jefferson por su amistad verdadera , paciencia , fortaleza y consejos durante los momentos más desafiantes de mi vida estudiantil .

JESSICA

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xx
RESUMEN.....	xxi
SUMMARY / ABSTRACT.....	xxii
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 <i>Objetivo general</i> .....	3
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	3
1.3 Justificación.....	4
1.4 Hipótesis.....	4
1.4.1 <i>Nula</i> .....	4
1.4.2 <i>Alternante</i> .....	5

### CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Cultivo de cebada maltera.....	6
2.1.1 Cebada Maltera.....	6
2.1.2 <i>Descripción taxonómica</i> .....	6
2.1.3 <i>Descripción botánica</i> .....	6



2.1.3.1	<i>Sistema Radicular</i> .....	6
2.1.3.2	<i>Tallo</i> .....	7
2.1.3.3	<i>Hojas</i> .....	7
2.1.3.4	<i>Inflorescencia</i> .....	7
2.1.3.5	<i>Grano</i> .....	7
<b>2.1.4</b>	<b><i>Requerimientos edafoclimáticos</i></b> .....	<b>8</b>
2.1.4.1	<i>Clima</i> .....	8
2.1.4.2	<i>Altitud</i> .....	8
2.1.4.3	<i>Temperatura</i> .....	8
2.1.4.4	<i>Precipitación</i> .....	9
2.1.4.5	<i>Suelo</i> .....	9
<b>2.1.5</b>	<b><i>Fenología del cultivo</i></b> .....	<b>9</b>
2.1.5.1	<i>Estados fenológicos de la cebada maltera</i> .....	10
<b>2.1.6</b>	<b><i>Manejo del cultivo de cebada maltera</i></b> .....	<b>12</b>
2.1.6.1	<i>Preparación del suelo</i> .....	12
2.1.6.2	<i>Siembra</i> .....	12
2.1.6.3	<i>Fertilización</i> .....	13
2.1.6.4	<i>Riego</i> .....	13
2.1.6.5	<i>Control de malezas</i> .....	14
2.1.6.6	<i>Plagas y enfermedades</i> .....	14
2.1.6.7	<i>Cosecha</i> .....	15
<b>2.1.7</b>	<b><i>Manejo en postcosecha</i></b> .....	<b>16</b>
2.1.7.1	<i>Secado</i> .....	16
2.1.7.2	<i>Limpieza y clasificación</i> .....	16
2.1.7.3	<i>Almacenamiento</i> .....	16
<b>2.1.8</b>	<b><i>Rendimiento de cebada maltera</i></b> .....	<b>16</b>
<b>2.1.9</b>	<b><i>Características de la cebada maltera para la industria cervecera</i></b> .....	<b>17</b>
<b>2.1.10</b>	<b><i>Materiales malteras</i></b> .....	<b>18</b>
<b>2.2</b>	<b><i>Fertilización en cebada maltera</i></b> .....	<b>18</b>

<b>2.2.1</b>	<b><i>Fertilización</i></b> .....	<b>18</b>
<b>2.2.2</b>	<b><i>Fertilizantes y su papel esencial en los cultivos de alto rendimiento</i></b> .....	<b>19</b>
<b>2.2.3</b>	<b><i>Fuentes de fertilización en cebada maltera</i></b> .....	<b>19</b>
2.2.3.1	<i>Fuentes de fertilizantes nitrogenados del cultivo de cebada maltera</i> .....	21
2.2.3.2	<i>Efectos de la fertilización nitrogenada en el crecimiento y desarrollo de la cebada maltera</i> .....	23
2.2.3.3	<i>Factores que afectan la eficiencia de la fertilización nitrogenada en la cebada maltera</i> .....	23

### **CAPÍTULO III**

<b>3.</b>	<b>Marco metodológico</b> .....	<b>25</b>
<b>3.1</b>	<b>Materiales y métodos</b> .....	<b>25</b>
3.1.1	<i>Localización</i> .....	25
3.1.2	<i>Características geográficas</i> .....	25
3.1.3	<i>Características climáticas</i> .....	25
<b>3.2</b>	<b>Materiales</b> .....	<b>25</b>
3.2.1	<i>Material experimental</i> .....	25
3.2.1.1	<i>Material vegetativo de cebada maltera</i> .....	25
3.2.1.2	<i>Fertilizantes nitrogenados</i> .....	25
3.2.2	<i>Materiales y equipos de campo</i> .....	25
3.2.3	<i>Materiales y equipos de oficina</i> .....	26
<b>3.3</b>	<b>Metodología</b> .....	<b>26</b>
3.3.1	<i>Diseño experimental</i> .....	26
3.3.1.1	<i>Análisis estadístico</i> .....	26
3.3.1.2	<i>Tipo de diseño experimental</i> .....	26
3.3.1.3	<i>Campo experimental</i> .....	27
3.3.2	<i>Tratamientos</i> .....	27
3.3.2.1	<i>Croquis del ensayo</i> .....	28

3.3.3	<b>Análisis funcional</b> .....	29
3.4	<b>Metodología de la investigación</b> .....	29
3.4.1	<b>Evaluar la respuesta agronómica</b> .....	29
3.4.1.1	Número de plantas establecidas / m <sup>2</sup> .....	29
3.4.1.2	Días al macollamiento.....	29
3.4.1.3	Días al encañado.....	29
3.4.1.4	Días al embuchamiento.....	29
3.4.1.5	Días al espigamiento.....	30
3.4.1.6	Días a la floración.....	30
3.4.1.7	Días a Llenado de grano.....	30
3.4.1.8	Días a madurez fisiológica.....	30
3.4.1.9	Altura de planta.....	30
3.4.1.10	Longitud de la espiga.....	30
3.4.1.11	Número de granos por espiga.....	30
3.4.1.12	Número de espigas por m <sup>2</sup> .....	31
3.4.1.13	Número de macollos por m <sup>2</sup> .....	31
3.4.1.14	Rendimiento.....	31
3.4.1.15	Calibre del grano.....	31
3.4.1.16	Peso de mil granos.....	31
3.4.1.17	Peso hectolítrico.....	32
3.4.2	<b>Evaluación de enfermedades</b> .....	32
3.4.2.1	Monitoreo de la severidad de enfermedades.....	32
3.4.3	<b>Análisis del Beneficio-Costo</b> .....	32
3.5	<b>Manejo Agronómico del ensayo</b> .....	32
3.5.1	<b>Preparación del terreno</b> .....	32
3.5.2	<b>Parcelación de las unidades experimentales</b> .....	32
3.5.3	<b>Siembra</b> .....	33
3.5.4	<b>Fertilización</b> .....	33
3.5.5	<b>Control de malezas</b> .....	33

3.5.6	<i>Control de enfermedades</i> .....	33
3.5.7	<i>Cosecha</i> .....	33
3.5.8	<i>Limpieza</i> .....	34
3.5.9	<i>Secado y Almacenamiento</i> .....	34

## CAPÍTULO IV

4.	<b>Marco de análisis e interpretación de resultados</b> .....	35
4.1	<b>Análisis del rendimiento</b> .....	35
4.1.1	<i>Rendimiento (kg/ha)de materia Seca</i> .....	35
4.1.2	<i>Rendimiento (kg/ha)</i> .....	37
4.1.3	<i>Óptimo agrícola grano comercial kg/ha</i> .....	39
4.1.4	<i>Peso de mil granos</i> .....	40
4.1.5	<i>Peso hectolítrico</i> .....	41
4.1.6	<i>Calibre (%)</i> .....	42
4.2	<b>Análisis de la severidad de las enfermedades</b> .....	44
4.2.1	<i>Roya común (Puccinia hordei )</i> .....	44
4.2.2	<i>Mancha en red</i> .....	45
4.2.3	<i>Roya lineal</i> .....	48
4.3	<b>Comportamiento agronómico</b> .....	49
4.3.1	<i>Número de plantas establecidas</i> .....	49
4.3.2	<i>Número de macollos /m<sup>2</sup></i> .....	49
4.3.3	<i>Número de espigas/m<sup>2</sup></i> .....	51
4.3.4	<i>Número de granos por espigas</i> .....	53
4.3.5	<i>Longitud de la espiga (cm)</i> .....	54
4.3.6	<i>Altura de la planta(cm)</i> .....	56
4.3.7	<i>Días al macollamiento</i> .....	57
4.3.8	<i>Días al encañado</i> .....	59
4.3.9	<i>Días al embuchamiento</i> .....	61

4.3.10	<i>Días al espigamiento</i> .....	63
4.3.11	<i>Días a la floración</i> .....	64
4.3.12	<i>Días al llenado del grano</i> .....	65
4.3.13	<i>Días a la madurez fisiológica</i> .....	67
4.4	<b>Relación del rendimiento con cebada maltera</b> .....	69
4.4.1	<i>ABI-Voyager</i> .....	69
4.4.2	<i>2IK16-0671</i> .....	72
4.4.3	<i>2IK16-0710</i> .....	74
4.4.4	<i>2IK16-0812</i> .....	77
4.5	<b>Análisis del Beneficio-Costo</b> .....	83
4.5.1	<i>Flujo de Caja</i> .....	83
4.5.1.1	<i>Costos</i> .....	83
4.5.1.2	<i>Ingresos de la producción de cebada</i> .....	84
4.5.2	<b>Relación Beneficio-Costo</b> .....	85
4.6	<b>Discusión</b> .....	86
4.6.1	<b><i>Correlación y regresión del rendimiento kg/ha en relación a características agronómicas</i></b> .....	86
4.6.1.1	<i>Línea 2IK16-0671</i> .....	86
4.6.1.2	<i>Variedad ABI-Voyager</i> .....	86
4.6.1.3	<i>Línea 2IK16-0710</i> .....	87
4.6.1.4	<i>Línea 2IK16-0812</i> .....	87
4.6.2	<b><i>Materiales de cebada maltera en relación a características de rendimiento</i></b> . ....	87
4.6.3	<b><i>Rendimiento (kg/ha) en relación con las características agronómicas</i></b> .....	88
4.6.3.1	<i>Número de macollos/m<sup>2</sup> y número de espigas /m<sup>2</sup></i> .....	88
4.6.3.2	<i>Peso de 1000 granos</i> .....	88
4.6.3.3	<i>Calibre del grano</i> .....	88
4.6.3.4	<i>Días a madurez fisiológica</i> .....	89
4.6.3.5	<i>Mancha en red</i> .....	89
4.6.3.6	<i>Costo /Beneficio</i> .....	89

## **CAPÍTULO V**

<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>90</b>
<b>5.1</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>90</b>
<b>5.2</b>	<b>Recomendación.....</b>	<b>90</b>

## **GLOSARIO**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b>	Clasificación taxonómica de la cebada ( <i>Hordeum vulgare L.</i> ).....	6
<b>Tabla 2-2:</b>	Plagas y enfermedades del cultivo de cebada ( <i>Hordeum vulgare L.</i> ).....	14
<b>Tabla 2-3:</b>	Productos y composición utilizados en cebada maltera. (%).....	22
<b>Tabla 3-1:</b>	ANOVA para un diseño de bloques completos al azar .....	27
<b>Tabla 3-2:</b>	Niveles de los factores combinados para formar los tratamientos .....	27
<b>Tabla 4-1:</b>	Análisis de varianza para el rendimiento kg/ha de materia seca. ....	35
<b>Tabla 4-2:</b>	Comparación de medias del rendimiento de materia seca, según la prueba de Tukey al 0,05 de significancia para la interacción entre Cebada maltera y Dosis de N. .	36
<b>Tabla 4-3:</b>	Análisis de varianza para el rendimiento ajustado al 12% de humedad.....	37
<b>Tabla 4-4:</b>	Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0,05 de significancia para la interacción entre Cebada maltera y Dosis de N. ....	38
<b>Tabla 4-5:</b>	Dosis de nitrógeno y rendimiento optimo del cultivo de cebada maltera .....	40
<b>Tabla 4-6:</b>	Análisis de varianza para el peso de mil granos .....	40
<b>Tabla 4-7:</b>	Análisis de varianza para el peso hectolítrico.....	41
<b>Tabla 4-8:</b>	Prueba de Friedman al 0,05 de significancia para el % de calibre-de los granos de cebada maltera.....	42
<b>Tabla 4-9:</b>	Comparación de medianas , según la Friedman al 0,05 de significancia para la interacción entre Cebada maltera y Dosis de N. ....	43
<b>Tabla 4-10:</b>	Test de Friedman, con chi cuadrado al 0,05 de significancia para la primera evaluación , de severidad en roya común ( <i>Puccinia hordei</i> ).....	44
<b>Tabla 4-11:</b>	Test de Friedman, con chi cuadrado al 0,05 de significancia, para la severidad de roya en la segunda evaluación .....	45
<b>Tabla 4-12:</b>	Test de Friedman, con chi cuadrado al 0.05 de significancia, para la severidad de roya en la tercera evaluación. ....	45
<b>Tabla 4-13:</b>	Test de Friedman, con chi cuadrado al 0,05 de significancia, para la severidad de mancha en red en la primera evaluación.....	45
<b>Tabla 4-14:</b>	Test de Friedman, con chi cuadrado al 0,05 de significancia, para la severidad de mancha en red .,primera evaluación. ....	46
<b>Tabla 4-15:</b>	Test de Friedman, con chi cuadrado al 0,05 de significancia, para la severidad de mancha en red en la segunda evaluación. ....	47
<b>Tabla 4-16:</b>	Test de Friedman, con chi cuadrado al 0,05 de significancia, para la severidad de mancha en red en la tercera evaluación . ....	48

<b>Tabla 4-17:</b>	Test de Friedman, con chi cuadrado al 0,05 de significancia, para la severidad de roya lineal ,única evaluación .	49
<b>Tabla 4-18:</b>	Análisis de varianza para el número de plantas establecidas	49
<b>Tabla 4-19:</b>	Análisis de varianza para el número de macollos /m <sup>2</sup> .	50
<b>Tabla 4-20:</b>	Análisis ortogonal para el número de macollos /m <sup>2</sup> .	51
<b>Tabla 4-21:</b>	Análisis de varianza para el número de espigas /m <sup>2</sup>	52
<b>Tabla 4-22:</b>	Análisis ortogonal para el número de espigas /m <sup>2</sup>	53
<b>Tabla 4-23:</b>	Análisis de varianza para el número de granos por espigas	54
<b>Tabla 4-24:</b>	Análisis de varianza para la longitud de la espiga	55
<b>Tabla 4-25:</b>	Análisis ortogonal para longitud de la espiga	56
<b>Tabla 4-26:</b>	Análisis de varianza para la altura de la planta.	56
<b>Tabla 4-27:</b>	Análisis de varianza para los días al macollamiento	57
<b>Tabla 4-28:</b>	Análisis ortogonal para días al macollamiento	59
<b>Tabla 4-29:</b>	Análisis de varianza para los días al encañado	59
<b>Tabla 4-30:</b>	Análisis ortogonal para días al encañado	61
<b>Tabla 4-31:</b>	Análisis de varianza para los días al embuchamiento	61
<b>Tabla 4-32:</b>	Prueba de comparación de medias para los tratamientos, de los días al embuchamiento, según la prueba de Tukey al 0,05% de confianza	62
<b>Tabla 4-33:</b>	Análisis de varianza para los días al espigamiento.	63
<b>Tabla 4-34:</b>	Prueba de comparación de medias para los tratamientos, de los días al espigamiento, según la prueba de Tukey al 0,05% de confianza	64
<b>Tabla 4-35:</b>	Análisis de varianza para los días a la floración	64
<b>Tabla 4-36:</b>	Análisis ortogonal para días a la floración.	65
<b>Tabla 4-37:</b>	Análisis de varianza para los días al llenado del grano	66
<b>Tabla 4-38:</b>	Análisis ortogonal para días al llenado de grano.	67
<b>Tabla 4-39:</b>	Análisis de varianza para los días a la madurez fisiológica	68
<b>Tabla 4-40:</b>	Prueba de comparación de medias para los tratamientos, de los días a la madurez fisiológica, según la prueba Tukey al 0,05% de confianza.	68
<b>Tabla 4-41:</b>	Regresión y correlación de las variables en estudio, relacionados con el rendimiento del grano de cebada maltera ABI-Voyager	69
<b>Tabla 4-42:</b>	Regresión y correlación de las variables en estudio, relacionados con el rendimiento de cebada maltera 2IK16-0671.	72
<b>Tabla 4-43:</b>	Regresión y correlación de las variables en estudio, relacionados con el rendimiento para el material de Cebada maltera 2IK16-0710.	75
<b>Tabla 4-44:</b>	Regresión y correlación de las variables en estudio, relacionados con el rendimiento del grano del material de cebada maltera 2IK16-0812.	78



<b>Tabla 4-45:</b> Comportamiento agronómico por tratamientos .....	82
<b>Tabla 4-46:</b> Costos de producción o egresos por tratamientos.....	83
<b>Tabla 4-47:</b> Ingresos por tratamientos de cebada maltera.....	84
<b>Tabla 4-48:</b> Costos de producción para para la diferente dosis óptima de nitrógeno en cuatro materiales de cebada maltera .....	85

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 2-1:</b>	Ciclo fenológico de la cebada maltera.....	10
<b>Ilustración 3-1:</b>	Distribución de los tratamientos de la parcela experimental.....	28
<b>Ilustración 4-1:</b>	Interacción del rendimiento de materia seca (kg/ha) , según la prueba de Tukey al 0,05 de significancia .....	37
<b>Ilustración 4-2:</b>	Interacción de Cebada por dosis de N y rendimiento (kg/ha) , según la prueba de Tukey al 0,05.....	39
<b>Ilustración 4-3:</b>	Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0,05 de significancia para Cebada maltera en relación con el peso de mil granos.....	41
<b>Ilustración 4-4:</b>	Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0,05 de significancia .....	42
<b>Ilustración 4-5:</b>	Interacción Cebada maltera por Dosis de N , según la prueba de Friedman al 0,05 de significancia para el calibre % . .....	44
<b>Ilustración 4-6:</b>	Interacción cebada maltera por Dosis de N , según la prueba de Friedman al 0,05 de significancia para % severidad en mancha en red , primera evaluación. ....	47
<b>Ilustración 4-7:</b>	Severidad de mancha en red en la segunda evaluación ,según la prueba de Friedman al 0,05 de significancia, para los tratamientos .....	48
<b>Ilustración 4-8:</b>	Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0.05 de significancia para Cebada maltera , en relación con el número de macollos/m <sup>2</sup> .....	50
<b>Ilustración 4-9:</b>	Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0.05 de significancia para la Dosis de N , en relación con el número de macollos/m <sup>2</sup> .....	51
<b>Ilustración 4-10:</b>	Número de espigas /m <sup>2</sup> , según la prueba de Tukey al 0,05 de significancia, para Cebada maltera. ....	52
<b>Ilustración 4-11:</b>	Número de espigas/m <sup>2</sup> , según la prueba de Tukey al 0,05 de significancia, para Dosis de N. ....	53
<b>Ilustración 4-12:</b>	Número de granos por espiga; según la prueba de Tukey al 0.05 de significancia para Cebada maltera. ....	54
<b>Ilustración 4-13:</b>	Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0.05 de significancia para la Dosis de N, en relación con la longitud de la espiga. ....	55
<b>Ilustración 4-14:</b>	Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0.05 de significancia para Cebada maltera, en relación con la altura de la planta. ....	57
<b>Ilustración 4-15:</b>	Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0.05 de significancia para Cebada maltera, en relación con los días al macollamiento. ....	58

<b>Ilustración 4-16:</b>	Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0.05 de significancia para las Dosis de N , en relación a los días al macollamiento.....	58
<b>Ilustración 4-17:</b>	Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0.05 de significancia para Cebada maltera, en relación con los días al encañado. ....	60
<b>Ilustración 4-18:</b>	Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0.05 de significancia para las Dosis de N , en relación con los días al encañado. ....	60
<b>Ilustración 4-19:</b>	Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0.05 de significancia para Cebada maltera , en relación con los días al embuchamiento. ....	62
<b>Ilustración 4-20:</b>	Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0.05 de significancia para las dosis de N, en relación con los días a la floración. ....	65
<b>Ilustración 4-21:</b>	Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0.05 de significancia para Cebada maltera, en relación con los días al llenado del grano. ....	66
<b>Ilustración 4-22:</b>	Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0,05 de significancia para las Dosis de N , en relación con los días al llenado del grano.....	67
<b>Ilustración 4-23:</b>	Interacción del rendimiento y número de macollos /m <sup>2</sup> , variedad ABI-Voyager.....	70
<b>Ilustración 4-24:</b>	Interacción del rendimiento y número de espigas /m <sup>2</sup> , variedad ABI-Voyager.....	70
<b>Ilustración 4-25:</b>	Interacción entre el rendimiento y días al llenado de grano , en la variedad ABI-Voyager.....	71
<b>Ilustración 4-26</b>	Interacción entre el rendimiento y días a madurez fisiológica en la variedad ABI-Voyager.....	71
<b>Ilustración 4-27:</b>	Interacción entre rendimiento y número de macollos /m <sup>2</sup> , para 2IK16-0671. ....	73
<b>Ilustración 4-28:</b>	Interacción entre el rendimiento y número de espigas/m <sup>2</sup> , para el material de Cebada maltera 2IK16-0671.....	73
<b>Ilustración 4-29:</b>	Interacción entre el rendimiento y los días a la madurez fisiológica en el material de Cebada maltera 2IK16-0671.....	74
<b>Ilustración 4-30:</b>	Interacción entre el rendimiento y número de macollos /m <sup>2</sup> , para el material de cebada 2IK16-0710. ....	75
<b>Ilustración 4-31:</b>	Interacción entre el rendimiento y número de espigas /m <sup>2</sup> , para el material de cebada maltera 2IK16-0710.....	76
<b>Ilustración 4-32:</b>	Interacción entre el rendimiento y días a madurez fisiológica , para el material de cebada maltera 2IK16-0710.....	77
<b>Ilustración 4-33:</b>	Interacción entre el rendimiento y número de macollos /m <sup>2</sup> , en el material de cebada maltera 2IK16-0812.....	78

<b>Ilustración 4-34:</b>	Interacción entre el rendimiento y número de espigas /m <sup>2</sup> , en el material de cebada maltera 2IK16-0812. ....	79
<b>Ilustración 4-35:</b>	Interacción entre el rendimiento y longitud de espigas , del material de cebada maltera 2IK16-0812. ....	79
<b>Ilustración 4-36:</b>	Interacción entre el rendimiento y días al llenado de grano , en el material de cebada maltera 2IK16-0812. ....	80
<b>Ilustración 4-37:</b>	Interacción entre el rendimiento y días a madurez fisiológica , en el material de cebada maltera 2IK16-0812.....	81

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO A:</b> COSTOS DE PRODUCCIÓN (\$) POR HECTÁREA (DOSIS DE 0 KG/HA).....	1
<b>ANEXO B:</b> COSTOS DE PRODUCCIÓN (\$) POR HECTÁREA (DOSIS DE 30 KG/HA)....	3
<b>ANEXO C:</b> COSTOS DE PRODUCCIÓN (\$) POR HECTÁREA (DOSIS DE 60 KG/HA) ...	5
<b>ANEXO D:</b> COSTOS DE PRODUCCIÓN (\$) POR HECTÁREA (DOSIS DE 90 KG/HA) ...	7
<b>ANEXO E:</b> COSTOS DE PRODUCCIÓN (\$) POR HECTÁREA (DOSIS DE 120 KG/HA)..	9
<b>ANEXO F:</b> FERTILIZACIÓN NITROGENADA .....	1
<b>ANEXO G:</b> ANÁLISIS DE SUELO .....	1
<b>ANEXO H:</b> PREPARACIÓN DEL SUELO .....	2
<b>ANEXO I:</b> PARCELACIÓN.....	2
<b>ANEXO J:</b> SIEMBRA Y FERTILIZACIÓN .....	2
<b>ANEXO K:</b> DELIMITACIÓN DE CADA UNIDAD EXPERIMENTAL .....	3
<b>ANEXO L:</b> APLICACIÓN DE HERBICIDA (MATANCHA) .....	3
<b>ANEXO M:</b> FERTILIZACIÓN COMPLEMENTARIA .....	3
<b>ANEXO N:</b> APLICACIÓN DE FUNGICIDA .....	4
<b>ANEXO O:</b> REGISTRO DE ENFERMEDADES.....	4
<b>ANEXO P:</b> LLENADO DE GRANO.....	4
<b>ANEXO Q:</b> MADUREZ FISIOLÓGICA.....	5
<b>ANEXO R:</b> COSECHA DE CADA TRATAMIENTO .....	5
<b>ANEXO S:</b> % CALIBRE .....	5
<b>ANEXO T:</b> PESO HECTOLITRICO.....	6
<b>ANEXO U:</b> ETIQUETADO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE GERMOPLASMA.....	6

## RESUMEN

En Ecuador y a nivel mundial, se enfrenta la falta de reposición de nutrientes en el cultivo de cebada, lo que conlleva a una disminución continua de la disponibilidad de nutrientes en el suelo, siendo el más limitante el nitrógeno debido a su alto requerimiento en la producción de este cereal, por tanto, el objetivo de la presente investigación fue determinar la dosis óptima de nitrógeno en cuatro materiales de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.), ubicada en la estación experimental Tunshi. La metodología implementada fue un diseño de Bloques Completos al Azar con estructura bifactorial con 3 repeticiones; siendo el factor A materiales de cebada maltera (2IK16-0812 , 2IK16-0710, 2IK16-0671 , ABI-Voyager) y el factor B dosis de fertilización nitrogenada (0,30,60,90,120 kg N.ha-1) aplicado de forma fraccionada en la siembra el ;30% y en el macollamiento: el 70 %. Para el análisis estadístico se utilizó la prueba de Tukey al 5%. Se evaluó el rendimiento, número de macollos.m<sup>2</sup>-1 y número de espigas. m<sup>2</sup>-1, % de calibre, % severidad de mancha en red, longitud de la espiga, días al macollamiento, días al encañado, días al espigamiento, días a la floración, días al llenado de grano, días a madurez fisiológica, peso de mil granos, peso hectolítrico, número de granos por espiga y altura de la planta. Los resultados indicaron que un suministro de nitrógeno incrementan los rendimientos hasta alcanzar su óptimo agrícola, siendo el material de cebada 2IK16-0671 con dosis de 90 kg N.ha-1, la que alcanzó los mejores rendimientos con 6159,76 kg.ha-1, presentó mayor número de macollos.m<sup>2</sup>-1 (821), número de espigas.m<sup>2</sup>-1 (713), calibre (97,53 %), una relación beneficio-costo superior (\$ 2,26) y un menor número de días para alcanzar su madurez fisiológica (118 días) . Por lo tanto, se recomienda utilizar cebada de la línea 2IK16-0671 con dosis de 90 kg N. ha-1 para obtener los mejores rendimientos y calidad para la industria cervecera.

**Palabras clave:** <CEBADA-MALTERA>, <FERTILIZACIÓN-NITROGENADA>, <CEBADA-2IK16-0671>, <CEBADA-2IK16-0812>, <CEBADA-2IK16-0710>, <CEBADA-ABI-VOYAGER>.

0570-DBRA-UPT-2024

29-05-2024



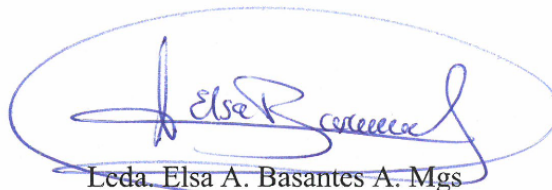
## SUMMARY / ABSTRACT

The aim of this research was to determine the optimum dose of nitrogen in four malting barley materials (*Hordeum vulgare L.*), located at Tunshi experimental station. The methodology implemented was a Randomized Complete Block design with a bifactorial structure with 3 replications; factor A being malting barley materials (2IK16-0812 , 2IK16-0710, 2IK16-0671 , ABI-Voyager) and factor B nitrogen fertilization dose (0,30,60,90,120 kg N.ha-1) applied fractionally at sowing ;30% and at thinning: 70%. The 5% Tukey test was used for statistical analysis. Yield, number of tillers.m<sup>2</sup>-1 and number of ears.m<sup>2</sup>-1, % caliper, % severity of net blotch, ear length, days to thinning, days to heading, days to flowering, days to grain filling, days to physiological maturity, thousand grain weight, hectoliter weight, number of grains per ear and plant height were evaluated. The results indicated that a supply of nitrogen increases yields until reaching their agricultural optimum, being the barley material 2IK16-0671 with a dose of 90 kg N.ha-1, the one that reached the best yields with 6159.76 kg. ha-1, presented a higher number of tillers.m<sup>2</sup>-1 (821), number of ears.m<sup>2</sup>-1 (713), caliber (97.53 %), a higher benefit-cost ratio (\$ 2.26) and a lower number of days to reach physiological maturity (118 days). Therefore, it is suggested to use barley line 2IK16-0671 with doses of 90 kg N. ha-1 to obtain the best yields and quality for the brewing industry.

**Keywords:** <BALTED BARLEY (*Hordeum vulgare L.*)>, <FERTILIZATION NITROGEN>, < BARLEY-2IK16-0671>, < BARLEY-2IK16-0812>, <BARLEY-2IK16- 0710>, < BARLEY-ABI-VOYAGER>.

0570-DBRA-UPT-2024

29-05-2024



Leda Elsa A. Basantes A. Mgs

C.C: 0603594409

## INTRODUCCIÓN

El nitrógeno es el nutriente más limitante para la producción de cultivos, por esta razón se considera la utilización de buenas prácticas agrícolas para realizar un manejo adecuado de este nutriente que es indispensable para obtener mayor rendimiento y mejorar la economía de los agricultores .

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) pertenece a la familia de las Poáceas, actualmente es utilizado como forrajera o alimentaria , ocupando el cuarto cereal más importante a nivel mundial , debido a su adaptabilidad , se convierte en el principal ingrediente para la producción de malta para lo cual los granos utilizados deben cumplir estándares de calidad , según el SIPA en el año 2020 el área de cebada maltera cultivada fue de 11 155 ha con una productividad de 1,4 t ha<sup>-1</sup> (Ponce et al., 2024 , pág.6) , distribuidos especialmente en las provincias de la Sierra siendo las más importantes Imbabura , Chimborazo , Cotopaxi , debido a que en estas zonas se caracterizan por encontrarse a una altitud comprendida entre los 2 200 y 3 400 m.s.n.m , con una precipitación entre 400 - 600 mm , suelos franco-arenosos , drenados, y con pH entre 6,5 - 7,5. Además requieren un contenido adecuado de nutrientes específicamente de nitrógeno para elevar la calidad (Mercado et al., 2001, pág. 97).

Según el programa siembra por contrato de (CERVECERÍA NACIONAL ,2018), menciona que, en el año 2017 se beneficiaron alrededor de 1.400 agricultores. En una superficie de 2.100 ha de cebada, el cual 1.420 ha para alimentación y 680 ha para la producción de cebada maltera, obteniendo un rendimiento medio de 2,0 t/ha.

En cuanto se refiere al nitrógeno es un macronutriente importante ya que contribuye a la acumulación de biomasa, participa en la síntesis de proteínas y por ello es vital para toda la actividad metabólica de la planta, participa en el balance nutricional de la planta porque asimila y facilita la absorción de otros nutrientes, importante en las etapas de ahijado y encañado, recordemos que una disponibilidad adecuada de nitrógeno incrementa la calidad del grano , manteniendo el contenido de proteína óptimo 10-12 % , calibre superior a 2,5 mm, granos libres de impurezas, con un contenido de humedad del 12-13 % (Lema et al , 2017 pág.2)

La deficiencia de nitrógeno induce a la disminución en el desarrollo del cultivo, básicamente una menor tasa de crecimiento y menor área foliar que pueden reducir la captación de luz solar, por esta razón se evidenciará clorosis (amarillamiento) de las hojas (Lema, et al , 2017 pág.3)



El trabajo investigativo se situó en la Estación Experimental Tunshi del cantón Riobamba perteneciente a la provincia de Chimborazo con el tema determinación de la dosis óptima de nitrógeno para cuatro materiales de cebada maltera, con el objetivo de encontrar cuales son los materiales que tengan las mejores respuestas agronómicas al aplicar dosis crecientes de nitrógeno y como estas influyen significativamente en el rendimiento, y resistencia a enfermedades.

Para lograr una buena producción de cebada maltera, es necesario realizar prácticas de manejo adecuados que respalden un crecimiento temprano para obtener altos rendimientos de granos y rasgos deseados calidad (Holm et al., 2018, pág. 234).

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Planteamiento del problema

En el Ecuador y a nivel mundial nos enfrentamos históricamente a la falta de reposición de los nutrientes, esto conlleva a una disminución continua de la disponibilidad de nutrientes del suelo. El nitrógeno (N) es el nutriente más limitante para la producción de cultivos de cereales, debido a su alto requerimiento por parte de las plantas y su susceptibilidad a pérdidas (Prystupa et al., 2019, págs.228-235). Por eso la fertilización con N se ha convertido cada vez más en un tema importante en el manejo de cultivos (Lema-Aguirre et al., 2017, pág. 12). En la actualidad INIAP ha desarrollado nuevos materiales de cebada maltera, de los cuales existe desconocimiento de la dosis óptima de nitrógeno, su desconocimiento puede afectar la calidad del grano, el rendimiento del cultivo y la rentabilidad para los agricultores. Además, una fertilización inadecuada puede tener impactos negativos en el medio ambiente, como la contaminación del agua y la emisión de gases de efecto invernadero, y disminución de la calidad maltera.

#### 1.2 Objetivos

##### 1.2.1 *Objetivo general*

- Determinar la dosis óptima de nitrógeno en cuatro materiales de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.), en la estación experimental Tunshi, Riobamba, Chimborazo.

##### 1.2.2 *Objetivos específicos*

- Evaluar la respuesta agronómica de distintos materiales de cebada maltera a cinco niveles de fertilización nitrogenada.
- Evaluar la severidad de las enfermedades en los 4 materiales de cebada maltera a cinco niveles de fertilización nitrogenada.
- Analizar el beneficio-costo utilizando dosis de nitrógeno (0, 30, 60, 90, 120) kg/ ha en los materiales de cebada maltera.

### **1.3 Justificación**

La cebada maltera es el principal ingrediente para la producción de cerveza, razón por el cual su producción actualmente es importante ya que la industria cervecera requiere que se cumpla con los estándares de calidad para obtener este resultado se debe realizar labores adecuadas de manejo en campo como un adecuado laboreo , fertilización inicial y complementario ,siembra adecuada , riego ,control de plagas y enfermedades, al tener en cuenta todas las labores mencionadas se obtendrá un alto rendimiento y calidad.

Al no contar con adecuada información de la dosis optima de fertilización de los materiales nuevos, su comportamiento también será desconocido, la aplicación adecuada estará encaminada a obtener alto retorno económico y calidad, pero también se logrará mermer la contaminación de aguas superficiales o profundas, de la atmósfera, para conocer su dosis se contará con el apoyo de Cervecería Nacional que brindara ayuda económica y capacitaciones a investigadores para realizar ensayos en campo que fortalecerán nuestro conocimiento.

Además, Cervecería Nacional cuenta con un programa “Siembra por Contrato “que eleva todo el potencial agrícola ecuatoriana, debido a que se enfocan positivamente en el desarrollo de medianos y pequeños agricultores , dentro del beneficio de formar parte de este programa incluye el acceso a equipos como tractores , sembradores , cosechadoras ,y otro beneficio seria plantear soluciones a través de capacitaciones , entrega de insumos agrícolas a los agricultores, con estas nuevas maquinarias permitirá mejorar procesos y costos hasta 25%, mejorando su productividad y minimizando pérdidas del cultivo de cebada , maximizando sus rendimientos, calidad y obtener un alto retorno económico mejorando así la calidad de vida de los agricultores.

Por tal razón, la presente investigación se realizó en la estación experimental Tunshi, con el fin de determinar la dosis óptima de nitrógeno para cuatro materiales de cebada. Estudio que servirá para generar información adecuada a los agricultores y puedan convertirlo en un cultivo rentable para alcanzar altos rendimientos.

### **1.4 Hipótesis**

#### ***1.4.1 Nula***

La dosis de nitrógeno por cada material no influye en el rendimiento y calidad del grano en el cultivo de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.).

#### ***1.4.2 Alternante***

Al menos una dosis de nitrógeno por cada material influye en el rendimiento y calidad del grano en el cultivo de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.).

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Cultivo de cebada maltera

##### 2.1.1 Cebada Maltera

La cebada (*Hordeum, vulgare* L.) es una planta anual monocotiledónea que pertenece a la familia de las (gramíneas- poaceae) es un grano comestible, se considera un cereal de importancia por su contenido nutricional. Dentro del género *Hordeum*, existen aproximadamente 32 especies (Tehulie & Eskezia, 2021, pág.1).

##### 2.1.2 Descripción taxonómica

A continuación, se presenta su clasificación:

**Tabla 2-1:** Clasificación taxonómica de la cebada (*Hordeum vulgare* L).

<b>Clasificación taxonómica</b>	
<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Liliosida
<b>Orden</b>	Poales
<b>Familia</b>	Poaceae
<b>Género</b>	Hodeum
<b>Especie</b>	<i>vulgare</i> L.

Fuente: (Jacobsen, 2012, pág. 24).

##### 2.1.3 Descripción botánica

###### 2.1.3.1 Sistema Radicular

El sistema radicular de la cebada maltera es fasciculado fibroso es decir sus raíces son ramificadas, pueden alcanzar poca profundidad en comparación de otros cereales, estas pueden extenderse de 30 centímetros hasta alcanzar diversas profundidades, llegando hasta aproximadamente 120 centímetros, esto dependerá de factores como textura, humedad, temperatura y estructura del suelo. Este sistema radicular se divide en raíces primarias (llamadas

raíces seminales) y raíces secundarias (llamadas raíces adventicias) (Ponce-Molina et al., 2022, págs 1-26).

#### *2.1.3.2 Tallo*

Según Pinedo et al. (2020, pág. 22) mencionan que, el tallo de la cebada es un componente fundamental de la planta. Tiene la particularidad de estar formado por segmentos llamados entrenudos y su altura puede variar de 0.50 cm - 100 cm, dependiendo de la variedad de cebada. Además, los entrenudos se disponen en forma de caña hueca, y generalmente hay alrededor de siete a ocho de ellos, en la parte central es un poco más anchas que los extremos donde se unen los nudos, que son áreas más gruesas en el tallo.

#### *2.1.3.3 Hojas*

Las hojas de la cebada, al igual que otros cereales, constan de dos partes principales: la vaina y el limbo. La vaina es aquella parte que rodea el tallo desde el nudo donde se origina hasta donde comienza la parte libre de la hoja, que es el limbo. Mientras que el limbo presenta color verde claro con nervios paralelos, en la base se extienden las aurículas, que abrazan el tallo. Justo en la transición entre la vaina y el limbo, hay una pequeña expansión membranosa de color blanquecino llamada lígula (Pinedo et al., 2020, págs. 10-34).

#### *2.1.3.4 Inflorescencia*

La cebada tiene inflorescencias en forma de espigas compactas, en algunos casos barbadas, compuestas por estructuras llamadas espiguillas dispuestas en tres filas. Las flores se agrupan en conjuntos de 2 a 12 y aparecen después de 3 a 5 meses. Cada espiga tiene un raquis, con nudos en zigzag, cada nudo se encuentra una espiguilla con flores hermafroditas protegidas por palea y lemma. Estas flores hermafroditas tienen órganos reproductores masculinos como femeninos en la misma flor, tienen tres estambres, que son los órganos masculinos productores de polen, y un ovario con un estigma doble encargado de recibir el polen para la fertilización. La presencia de ambos tipos de órganos en la misma flor permite que la cebada se autofecunde, facilitando así la reproducción cuando las condiciones de polinización pueden ser limitadas (Soriano & Golik, 2022, pág. 23).

#### *2.1.3.5 Grano*

El principal componente del grano es el almidón siendo la principal fuente de carbohidratos (energía) con aproximadamente el 60% de su materia seca como almidón y 22% como fibra dietética, su tamaño y peso del grano está relacionado con la cantidad de almidón que se ha logrado acumular durante todo el desarrollo del grano, también depende de las condiciones ambientales en las que se desarrolló el cultivo, además el grano contiene poca proteína entre 10 al 12% de la materia seca ha comparación con semillas de leguminosas (Jacobsen 2012, pág.33).

#### **2.1.4** Requerimientos edafoclimáticos.

##### **2.1.4.1** *Clima.*

Debido a su amplia dispersión geográfica puede adaptarse a diversos climas, aunque se adapta preferiblemente a climas templados con las estaciones frías entre temperaturas y moderadamente secas, mientras no tolera climas húmedos con altas temperaturas porque afectan negativamente los rendimientos y calidad del grano (Soriano & Golik, 2022, pág.10).

Cuando las temperaturas son altas y existan deficiencias hídricas provocan acortamiento de la duración de la etapa de llenado del grano presentara consecuencias negativas como menor tamaño y bajo peso de los granos y senescencia anticipada, por lo tanto puede existir niveles elevados de proteína (Lauric et al., 2018, pág. 2).

##### **2.1.4.2** *Altitud*

La cebada se desarrolla a altitudes que se encuentran entre el rango de 2400 msnm a 3400 msnm, sin embargo, si se excede esta altitud puede alargarse su ciclo fenológico. (Ponce-Molina et al., 2022, pág. 10).

##### **2.1.4.3** *Temperatura*

La temperatura varía según su etapa fenológica, la temperatura óptima para la etapa de germinación va de 6 °C, puede florecer a una temperatura de 16°C y logra madurar a una temperatura de 20°C. La cebada maltera, puede tolerar las bajas temperaturas, llegando a soportar hasta una temperatura de -10°C, pero su rendimiento si se ve afectado (Soriano & Golik, 2022, pág.11).

El cultivo de cebada requiere una temperatura promedio de 10-20 °C para un buen desarrollo, bajo este rango de temperaturas las semillas de cebada pueden lograr una mejor germinación y un buen desarrollo de raíces, obteniendo; así, espigas y granos de mayor tamaño y de calidad para la producción de cebada (Lauric et al., 2018). Sin embargo, las temperaturas bajas y muy bajas produce

la muerte de flores y por ende habrá menor número de granos por espigas provocando menor rendimiento (Grijalva et al., 2016, pág. 51).

#### **2.1.4.4 Precipitación**

La precipitación anual adecuada por todo ciclo fenológico de la cebada es aproximadamente de 400 mm a 700 mm para el desarrollo y crecimiento adecuado del cultivo en la región Andina del Ecuador (Ponce-Molina et al., 2022, pág. 22).

Generalmente el exceso de la precipitación para el periodo final, es decir en la etapa de maduración, provoca decoloración del grano, llegando de una tonalidad amarilla intensa o coloración negra. Esta coloración puede ser debido a la presencia de hongos que perjudica la germinación (Andrade, 2020, pág. 45).

#### **2.1.4.5 Suelo.**

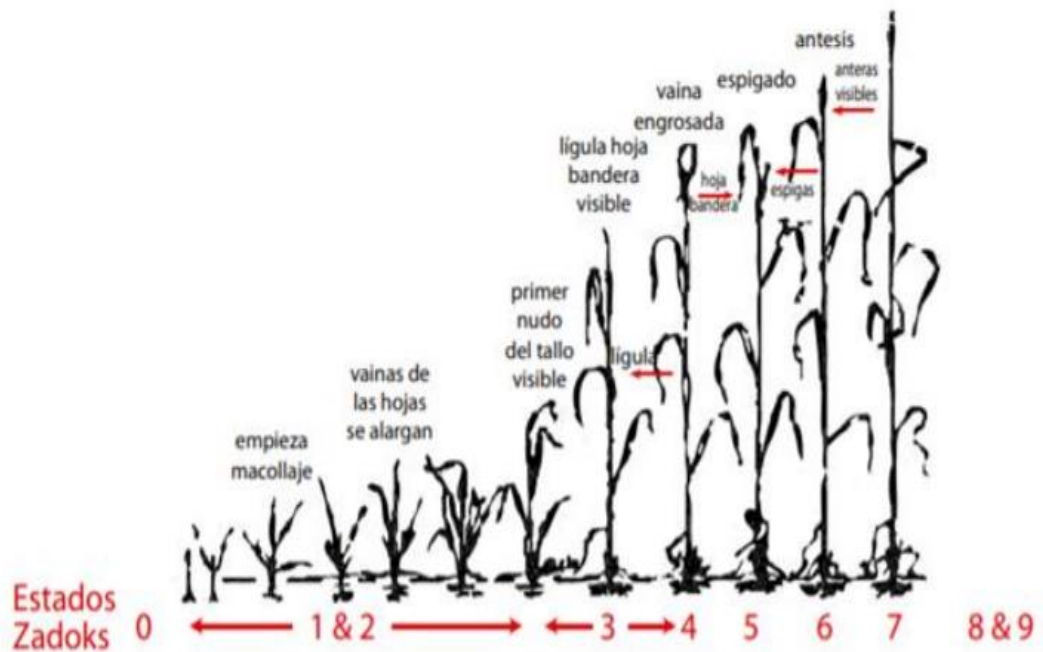
Generalmente se adapta a diversos tipos de suelo, pero prefiere suelos franco o arcillosos, ligeros, bien drenados, y buena fertilidad, profundos, además es tolerante a suelos salinos, alcalinos, calizos y no tolera suelos ácidos, prefiere suelos con pH de intervalo es de pH 6-7, evitar suelos encharcados ya que puede llegar a compactarse así se dificulta su germinación y desarrollo de raíces (Soriano & Golik, 2022, págs 9-10).

#### **2.1.5 Fenología del cultivo**

Durante todo el ciclo del cultivo de la cebada maltera se observaron cambios morfológicos externos, para describir adecuadamente las diferentes etapas o estados de desarrollo se utilizó la escala de Zadoks.

A continuación, se presenta una imagen del ciclo fenológico de la cebada maltera.





**Ilustración 2-1:**Ciclo fenológico de la cebada maltera

#### 2.1.5.1 Estados fenológicos de la cebada maltera .

Los estados fenológicos considerados para este cultivo en la sierra ecuatoriana se detallan a continuación .

- Germinación (Z00 – Z07).

Ocurre cuando la transformación de las reservas nutritivas del embrión, y requiere condiciones adecuadas para su germinación como : humedad, temperatura y oxígeno adecuado (Álvarez et al. 2006., pág.182).

- Emergencia (Z08-Z09)

Ocurre cuando haya transcurrido 5- 10 días después de la germinación, dependiendo de la humedad y temperatura el suelo. En este estado ya emergió el coleóptilo del suelo permitiendo el paso a la primera hoja (Álvarez et al., 2006 , págs. 183-184).

- Hojas y tallo principal (Z10-Z19)

Su desarrollo comienza desde la primera que atraviesa el coleóptilo hasta las 9 o más hojas desplegadas, su tallo principal procede del coleóptilo (Ponce-Molina et al., 2022, pág. 17).

- Macollamiento (Z20-Z29)

Esta etapa ocurre cuando en el tallo principal se originan los tallos secundarios, su número de macollos dependerán de la variedad, línea o material genético, densidad de siembra, y de las condiciones climáticas de la zona en la que se desarrolla. El macollamiento es importante ya que determinan el número de espigas y por lo tanto el rendimiento (Álvarez et al., 2006, págs. 183-185).

- Encañado (Z30-Z39)

El encañado ocurre con la aparición del primer nudo, además se puede visualizar la futura espiga que estará ubicada sobre el nudo, presentando un tamaño aproximado de 4-6 mm, en promedio 5 mm (Pinedo et al., 2020, pág. 28).

- Embuchamiento (Z40-Z49)

Ocurre cuando existe un engrosamiento del tallo en su parte superior, es un signo característico de crecimiento de la espiga, pero antes de su emergencia (Ponce-Molina et al., 2022, pág.17).

- Espigamiento (Z50 -Z59)

Ocurre cuando se observa la emergencia de las aristas hasta que la espiga sea totalmente expuesta, cuando poseen un número bajo de espigas tendrá un potencial bajo de rendimiento (Ponce-Molina et al., 2022, pág. 18).

- Floración (Z60-Z69)

La floración se completa en dos días, ocurre cuando aparece el primer estambre días después de que la espiga este afuera (Ponce-Molina et al., 2022, pág. 18).

- Formación y llenado de grano(Z70-77)

Ocurre a los 30 días cuando haya culminado la acumulación de carbohidratos, proteínas, aunque dependerá de su manejo, específicamente del contenido hídrico ya que contiene el máximo de agua de su capacidad y empieza con el aumento de materia seca (Pinedo et al., 2020, pág. 18).

- **Maduración (Z80-Z89)**

Cuando la humedad del grano en la espiga haya disminuido cerca de 30 a 40%, y no se acumula más materia seca, el grano se empieza a secar, se encoje y se endurece. Un indicador en campo es cuando existe el 90 % de la pérdida del color verde tanto de las glumas como el pedúnculo (Álvarez et al., 2006, pág. 187).

- **Senescencia (Z90-Z99)**

Madurez total, se seca hasta el último entrenudo, sus granos son duros y se puede iniciar la cosecha (Álvarez et al., 2006, pág. 189).

## **2.1.6 Manejo del cultivo de cebada maltera .**

### **2.1.6.1 Preparación del suelo**

La preparación del suelo para el cultivo de cebada maltera consiste en iniciar este proceso al comienzo de la temporada de lluvias (Febrero), puede ser arada de forma manual o mecánica, con al menos 2 meses de anticipación antes de la siembra para que la maleza pueda seguir descomponiéndose, se utiliza una rastra de discos, para desmenuzar el suelo y garantizar que esté suelto y libre de terrones antes de la siembra, lo que crea condiciones óptimas para el crecimiento de la cebada (Coronel & Jiménez, 2011, pág. 5).

Además, se recomienda nivelar el terreno que se utilizará para la siembra para lograr asegurar una mejor germinación de la semilla de cebada (INIFA, 2011, pág. 41).

### **2.1.6.2 Siembra**

Para la siembra se debe realizar una planificación adecuada al inicio de la época de lluvias, una adecuada humedad del suelo garantizara una mejor germinación, su siembra común es al voleo, aunque se recomienda siembra mecanizada , siendo mejor método de siembra , la siembra no debe ser muy profunda de hasta 5 cm. La semilla debe ser de calidad registrada y certificada, recomendable seleccionar y desinfectar adecuadamente la semilla evitando enfermedades (Coronel & Jiménez, 2011, pág. 18).

La cantidad de la semilla para la siembra esta específicamente determinado por factores como fecha de siembra, método de siembra, germinación, número de semillas por kilo, tipo de suelo, rendimiento, entre otros (Díaz et al., 2017, pág.32).

### 2.1.6.3 Fertilización

La fertilización media general recomendada se encuentra entre : ( 60, 60, 40, 20 kg ha<sup>-1</sup>) de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> , K<sub>2</sub>O y S respectivamente , con esta recomendación se lograría alcanzar un rendimiento potencial de aproximadamente 3 t/ha; ya que la extracción de nutrientes por tonelada de grano de cebada producida es de ( 26 kg de N, 9 kg de P, 21 kg de K).,Se recomienda aplicar el 20% del nitrógeno más el 100% de fósforo, potasio, azufre y microelementos, y aplicar el 80% del N en forma complementaria (Ponce-Molina et al., 2022, pág. 15).

En un estudio realizado en el sur de Alberta, Bole y Pittman recomendaron utilizar tasas de N superiores (100 kg de N/ha) cuando el agua disponible en el suelo sea mayor de 150 mm, y aplicar (20 a 50 kg de N/ha) cuando el agua disponible en el suelo sea inferior a 100 mm debido a las concentraciones excesivas de proteína, La calidad maltera puede mejorarse con la adición de fertilizante de P por lo cual se recomienda utilizar tasas bajas (6.5 a 13 kg de P/ha) ya que proporciona beneficio económico en el rendimiento de la cebada , Los niveles de (K) intercambiable en el suelo suelen ser superiores a 500 kg/ha, las bajas tasas de aplicación de (KCl) (14 y 28 kg de K/ha) pueden aumentar ligeramente el rendimiento de grano de cebada maltera (O'Donovan et al., 2011, págs. 709-716)

### 2.1.6.4 Riego

La cebada tiene más exigencia del agua al principio de su desarrollo que al final, mientras que, su aplicación en la etapa cercana a la madurez fisiológica puede aumentar la removilización de N al grano (Pinedo et al., 2020, pág. 31).

Mediante un estudio realizado han demostrado que al eliminar el riego en cebada antes de la floración puede disminuir la acumulación de (MS) materia seca en las hojas y reduce su producción ya que existe disminución de hojas, densidad de población y el número de granos por planta (Núñez et al., 2002, pág.61).

### 2.1.6.5 Control de malezas

Para el control de malezas existen dos opciones como es el control manual y químico, en el control manual se eliminan las malezas de mayor tamaño pero se realiza con precaución para no maltratar el cultivo y después de la etapa de macollamiento que se encuentra entre los 45-60 días después de su siembra, mientras que el control químico se aplica un herbicida de hoja ancha como es el metsulfurón -metil (matancha) aplicado a inicios del macollamiento a una dosis de 15 g /ha (Coronel & Jiménez, 2011, págs. 1-11).

### 2.1.6.6 Plagas y enfermedades

Existen algunas plagas y enfermedades que afectan al cultivo de cebada, las principales se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 2-2:** Plagas y enfermedades del cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.)

Plagas y enfermedades	Descripción	Daño	Control
Áfidos o pulgones ( <i>Rhopalosiphum spp.</i> )	Son insectos vectores del virus conocido como enanismo amarillo, cuando existe una población de 30 áfidos por espiga se debe realizar su control, se desarrolla cuando existe altas temperaturas y menor precipitación	Su daño es indirecto, sufre enanismo amarillo (BYDV), ocasionando una decoloración amarillenta en las puntas y luego se extenderá por toda la hoja en forma de estrías, al pasar el tiempo tornaran color violeta, morados u oscuros	Aplicar al follaje (Azadirachtina) 100 - 120 ml en 200 Litros de agua al momento de detectar esta la plaga, con una frecuencia de aplicación de cada 15 días.
La roya de la hoja ( <i>Puccinia hordei</i> )	Enfermedad de mayor importancia, causa en variedades susceptibles una disminución del rendimiento de grano entre 50 a 80 %, para su desarrollo requiere alta humedad y temperaturas elevadas	Se presenta principalmente en la parte superior de las hojas unas pústulas pequeñas con coloración naranja-marrón de forma oval, y en la vaina de forma desordenada, y al final	Realizar aplicaciones foliares con Pyraclostrobin (1 L/ha), propiconazole (50 cc /20 L), Tebuconazole (50cc/20L), azoxystrobin (6 g/20

del ciclo de cultivo L), oxicarboxin (75 observa como puntos gr /20 L) negros sobre la hoja.

Roya amarilla ( <i>Puccinia striiformis</i> )	Su desarrollo es favorecido cuando presenta temperaturas de 10 a 15 °C, HR mayor a 80%, causa una disminución hasta del 53 % del rendimiento, es transmitida por el viento	Están dispuestas en las hojas de forma lineal paralelas a las nervaduras de color amarillo, también se presentan en vainas, glumas y aristas	Realizar aplicaciones foliares con propiconazole (50 cc /20 L), Tebuconazole (50cc/20L), azoxystrobin (6 g/20 L)
Mancha reticular ( <i>Pyrenophora teres</i> )	Esta en la mayoría de las áreas productoras de cebada, se desarrolla a temperaturas entre 15-25 °C y HR mayor al 90 %, cuando se presenta en etapas iniciales causan pérdidas considerables	Afecta a las hojas tiene la apariencia de red de un café oscuro con bordes indefinidos, si la variedad es susceptible a la enfermedad estas hojas se necrosarán y se secarán	Realizar aplicaciones con triazoles sistémicos, cuando el área foliar este afectada entre el 5 a 10%
El carbón desnudo ( <i>Ustilago nuda</i> )	Enfermedad de la semilla, causa pérdidas del 25 a 30 % del rendimiento, su incidencia es mayor en ambientes frescos y húmedos	Presenta masas de esporas de color café oscuro a negro, invadiendo las espigas, las espigas que tienen carbón emergen rápido, se dispersan rápidamente por el viento	Desinfectar semilla con captan + carboxin (100 gr/qq de semilla)

**Fuentes:** (García et al., 2022, págs. 6-23) ; (Díaz et al., 2017, págs. 8-21).; (Coronel & Jiménez, 2011, págs. 13-30). (Ponce-Molina et al., 2022, pág. 12-18). (Falconi et al., 2010, pág. 10)

### 2.1.6.7 Cosecha

Se realiza cuando la planta haya alcanzado su madurez completa, puede ser de forma manual con una hoz o de forma mecanizada con cosechadora, se recomienda cosechar en época seca para que

el grano no absorba la humedad generalmente se debe encontrar de (14% a 16%), y sea almacenado en óptimas condiciones evitando pérdida (Deme et al., 2020, pág. 25).

La cosecha se debe realizar lo más pronto posible con la finalidad de evitar pérdidas de las espigas caídas y al cosechar los granos con la humedad adecuada para evitar que el grano se quiebre (Díaz et al., 2017, págs. 1453).

### **2.1.7 Manejo en postcosecha**

#### **2.1.7.1 Secado**

Según (Falconi et al., 2010, pág.11) mencionan que, después de la cosecha debe ser secada hasta obtener una humedad adecuada del grano que se encuentra entre el 12 -13%.

#### **2.1.7.2 Limpieza y clasificación**

La limpieza de la semilla consiste en eliminar todas las impurezas como rastrojos que disminuyen la calidad del grano y su clasificación consiste en la obtención de granos de primera calidad con un tamaño de 2,5 –2,8 mm, los granos de tamaño de 2,2- 2,5 mm son de segunda calidad y los de tamaño menores a 2,2 mm se venden como forraje, los granos que poseen mayor tamaño son deseados por la industria maltera pues producen maltas homogéneas, también reducen pérdidas en su procesamiento (González et al. 2016, págs. 32-36).

#### **2.1.7.3 Almacenamiento**

Se recomienda almacenar en un lugar seco, fresco, libre de humedad y ventilación, almacenado sobre una estructura adecuada evitando contacto directo con el suelo y paredes ya que absorben la humedad y disminuyen la calidad del grano (Falconi et al., 2010, pág.12).

### **2.1.8 Rendimiento de cebada maltera**

En Ecuador, la producción anual de grano de cebada se limita a unas 21,154 toneladas, logrando una productividad promedio de alrededor de 0.60 toneladas por hectárea. Además, los costos de producción pueden llegar a alcanzar los 700,00 dólares por hectárea, según un estudio realizado por (Lema-Aguirre, et al., 2017, pág. 98).

### **2.1.9 Características de la cebada maltera para la industria cervecera.**

El destino principal de la producción de cebada cervecera es la fabricación de malta para abastecer la industria cervecera local (artesanal o industrial) y la exportación. La cerveza contiene vitaminas del complejo B, minerales (Ca, K y Mg) y polifenoles que tienen efectos de protección contra enfermedades cardiovasculares, esta es la razón por la cual los cerveceros están motivados a mejorar la calidad de la cerveza (González et al. 2016, págs. 32-36).

Mencionan Andrade (2020, págs. 45-60) que, para que un genotipo o material de cebada sea considerada una variedad maltera, tiene que ser tolerante a enfermedades y satisfacer parámetros de calidad (porcentaje de proteína < 12%) y excelente rendimiento. Las características de calidad maltera son cuantitativas; es decir, que por lo que no solo depende de su genotipo sino también está influenciado por factores del ambiente y su interacción del genotipo con el ambiente, siendo así su herencia más compleja (González et al. 2016, pág. 161).

Para el control calidad encontramos características físicas y químicas, entre las características físicas de los granos más importantes son: índice de llenado, peso hectolitrico, forma, color, calibre, porcentaje de humedad del grano. Mientras que en las características químicas encontramos contenido de proteína (%), todas las características son necesarios para seleccionar las variedades (Andrade, 2020, págs. 45-65).

Además, O'Donovan et al. (2011, pág. 709) mencionan que, la calidad de la cebada maltera es influenciada por la tasa de siembra, tasa de nitrógeno; es decir, por las prácticas de manejo brindadas durante todo el ciclo del cultivo, entre los requisitos de calidad también incluyen granos libres de enfermedades, sin daños causados por el clima, y proteínas relativamente bajas (<125 g kg<sup>-1</sup>), granos de tamaño uniforme que resultaran en un malteado más homogéneo.

Elevado porcentaje de granos grandes (calibre alto), un porcentaje de germinación superior al 98 % y un porcentaje óptimo de proteína aproximadamente del 10 y 11%, con una tolerancia hasta un 12 %. Las semillas deben presentar una coloración amarillo pajizo, con brillo, con olor característico de cebada (INIFA 2011, pág. 28).

Los granos rotos se deben eliminar; así, como los granos de menores de 2,2 mm de ancho que pueden utilizarse como alimento para animales (forrajera). El grano de cebada debe ser de color amarillo claro o crema, con un contenido de humedad del 12-13%, impurezas 2%, cuando no se cumple con los parámetros requeridos por la industria maltera la calidad y el precio pueden verse afectados (Ponce-Molina et al. 2022, pág. 21).



El contenido de humedad promedio aceptable de los granos de cebada maltera recomendado para almacenamiento durante largos periodos de tiempo es de 12 % (Lema-Aguirre et al. 2017, págs. 1-17).

### **2.1.10 *Materiales malteras***

En un estudio realizado en Australia, se ha presentado que, en la manipulación de genes, se ha obtenido resultados del desarrollo de variedades de alto rendimiento que estas pueden tolerar altas aplicaciones de nitrógeno mientras mantienen los niveles de proteínas dentro de límites que deben ser aceptables para la industria cervecera (O'Donovan et al., 2011, pág. 714). Para ello es considerable conocer que las cebadas se subdividen de acuerdo al arreglo de los granos en la espiga, presenta cebadas de 2 hileras y 6 hileras

Las cebadas de dos hileras son considerados los más antiguos y son preferidas para la producción de cerveza debido a su calidad cervecera superior, aunque existen cebadas de dos hileras que no poseen calidad industrial requerida. Sin embargo, solo el 12% de la cosecha se destina a este propósito. Tanto los materiales de 2 hileras y de 6 hileras poseen capacidad de fermentación, ya que contienen un promedio entre el 60 y 65% de almidón y un 10% de proteína, pero el de 2 hileras presenta mayor rendimiento en almidones es decir un alto contenido de alcohol (Falconi et al., 2010. pág. 15).

Ademas la cebada de dos hileras tiene florecillas centrales que producen granos y florecillas laterales que suelen ser estériles, posee un mayor contenido de azúcar y se utiliza más comúnmente para la producción de malta (Tehulie & Eskezia 2021, pág. 1).

La cebada de seis hileras su espiga dentada en lados opuestos, con 3 espigas en cada muesca y conteniendo una pequeña florecilla que desarrolla un grano, tiene mayor contenido de proteínas y es más adecuada para la alimentación animal (Tehulie y Eskezia 2021, pág. 4), además posee una cáscara grande y menos carbohidratos, lo que resulta granos de mala calidad para la malteación. (Cantero-Martínez et al., 2003, pág. 344).

## **2.2 Fertilización en cebada maltera.**

### **2.2.1 *Fertilización***

Según (González et al. 2016, pág. 36) mencionan que, los fertilizantes llamado también abonos son aquellos materiales que pueden ser orgánicos e inorgánicos, en el cual cuya función es

proporcionar los elementos nutricionales a las plantas, que son capaces de mejorar su crecimiento, aumentando la producción y calidad de la cosecha.

Todas las plantas necesitan cantidades suficientes de nutrientes minerales en un equilibrio correcto para llevar a cabo procesos fisiológicos básicos como la fotosíntesis y promover un rápido crecimiento y desarrollo. Sin brindar una adecuada de nutrientes minerales, el crecimiento se ralentiza y el vigor de las plantas se debilita. Por lo tanto, las plantas deben depender de la absorción de nutrientes del sustrato a través de las raíces. Si se proporcionan suficientes nutrientes en el momento adecuado, las plantas pueden alcanzar tasas de crecimiento óptimas (Jacobsen , 2012, págs. 23-35).

### **2.2.2 Fertilizantes y su papel esencial en los cultivos de alto rendimiento**

Un tema en debate de los altos rendimientos es el nivel de fertilización (N) y sus impactos en los suelos agrícolas. Frente a una población creciente, se requiere mayor cantidad de alimentos y nuevas tecnologías para intensificar la producción con mínimos impactos ambientales. Pero en los últimos años se ha empleado indiscriminadamente los fertilizantes agrícolas, por ello es importante verificar los riesgos del uso de fertilizantes en la producción agrícola a frente a los beneficios para aumentar el rendimiento. (Ponce-Molina et al., 2022, pág. 6).

Un estudio realizado en España sobre la evaluación de crecimiento, rendimiento y productividad hídrica de la cebada (*Hordeum vulgare L.*) afectados por el laboreo y la fertilización nitrogenada evidencia un incremento del rendimiento pero hasta un nivel dado (Cantero-Martínez et al., 2003, págs. 342-345).

### **2.2.3 Fuentes de fertilización en cebada maltera**

Las fuentes de fertilización se consideran importantes para lograr un buen rendimiento y así cumplir con los requisitos de calidad, teniendo en cuenta que, al no administrar los niveles adecuados de nutrientes, tanto la producción como calidad de la cebada maltera se verán afectados (Lauric et al., 2018).

La fertilización en cebada maltera es importante para asegurar un buen rendimiento y calidad del grano que se utilizará en la producción de malta para la fabricación de cerveza u otros productos , además la fertilización del cultivo puede variar según la región y condiciones del suelo, tener en cuenta que el equilibrio adecuado entre estos nutrientes para obtener un crecimiento saludable de la cebada y una alta calidad del grano. La fertilización excesiva o desequilibrada puede afectar

negativamente la calidad de la malta y, en última instancia, la calidad de la cerveza producida (Holm et al., 2018, pág. 241).

Las fuentes de fertilización en cebada maltera incluyen los siguientes elementos:

- Nitrógeno (N): es un nutriente esencial para la producción, ya que está relacionado con la producción de macollos, su requerimiento dependerá de la variedad o línea de cebada, se dice que cuanto a mayor cantidad de nitrógeno mayor será la cantidad de macollos, impactando positivamente al rendimiento, solo hasta un máximo, este nutriente se debe aplicar de forma fraccionada; es decir, al momento de la siembra y en la etapa de macollamiento. Su aplicación en etapas después del espigamiento aumenta la proteína del grano a más de 12,5 %, altas cantidades provoca también acame y por ende menor rendimiento (Díaz et al., 2017, pág.1450 ). Los nutrientes como N y P, influyen en la síntesis de proteínas y ácidos nucleicos (Holm et al., 2018, pág. 238).
- Fosforo (P): Presente en procesos fisiológicos como la transferencia de energía para el desarrollo de raíces y un rápido crecimiento, importante también en la formación del grano de la cebada maltera, se recomienda aplicar al momento de la siembra debido a su lenta movilidad en el suelo (Díaz et al., 2017, pág.1453).
- Potasio (K): Nutriente que influye en la síntesis de proteínas, activación de las enzimas, osmorregulación y crecimiento de las raíces (Holm et al., 2018, pág. 236), además su aplicación mejora en cierta medida la tolerancia al acame y enfermedades mejorando las estructuras de las plantas. En cebada será el que estimula el llenado del grano, además protege en momentos de estrés a sequías o heladas, se dice que a mayor cantidad de potasio habrá menor acame ya que sus tallos estarán más gruesos y fuertes, también proporciona un peso mayor del grano (Díaz et al., 2017, págs. 1451-1453).
- Calcio (Ca): Aumenta el crecimiento de las raíces, así como turgencia celular porque el Ca es parte principalmente de las paredes celulares, regulan los procesos de flujo interno de otros nutrientes y también actúa como barrera ante fitopatógenos, la deficiencia se puede detectar cuando la hoja bandera se tuerce o curva (Lema-Aguirre et al. 2017, págs. 1-17).
- Magnesio (Mg): Presente en los procesos de (fotosíntesis) ayudando a una alta eficiencia, además ayuda al transporte de la energía para mejor aprovechamiento por parte del cultivo. Su deficiencia afecta el metabolismo y transporte de los carbohidratos de las hojas a otras partes de la planta, lo que provocaría bajo rendimiento (Díaz et al., 2017, págs. 1449-1454).

- Azufre (S): Ocasiona la supervivencia de los macollos y por ende aumenta el número de espigas, compuesto por el 0,18 % de una planta de cebada maltera, que activa y estimula los anticuerpos de la planta, minimizando el estrés por calor y sequía, protegiendo internamente las células por frío ya que participa en la formación de la clorofila y síntesis de vitaminas y aminoácidos esenciales ayudando al aumento de proteína del grano, además es un biocida que se utiliza como fungicida. Con la fertilización de azufre en suelos con deficiencia de este nutriente incrementa el peso de los granos y actividad enzimática de la malta (Mckenzie et al., 2005, pág. 605).
- Boro (B): Ayuda al reforzamiento de las paredes de las células, protegiendo así a las raíces de las enfermedades, además estimula una diferenciación adecuada de los órganos en las etapas de la floración y el llenado de grano (Lema-Aguirre et al. 2017, págs. 1-17).
- Cobre (Cu): En cebada maltera ayuda a un engrosamiento del tallo minimizando el acame, reduce el estrés ayudando para que en todas las etapas se encuentre desarrolladas adecuadamente conservándolas saludables e incrementando su rendimiento (Díaz et al., 2017, pág. 1452).
- Manganeso (Mn): Tiene importancia en la germinación y la madurez fisiológica del grano, participa en procesos fisiológicos como en la producción de la clorofila, aminoácidos, vitaminas, y asimilación de otros nutrientes esenciales para la cebada maltera (Mckenzie et al., 2005, pág. 610).
- Molibdeno (Mo): Ayuda a la absorción del nitrógeno y fósforo (Díaz et al., 2017, págs. 1449-1454).
- Zinc (Zn): Participa en los procesos como fotosíntesis, estabiliza las membranas celulares mitigando el estrés causado por golpes de sol, sequías, enfermedades como escaldadura y roya (Lema-Aguirre et al. 2017, págs. 5-17).

#### 2.2.3.1 Fuentes de fertilizantes nitrogenados del cultivo de cebada maltera.

La fertilización nitrogenada es adecuada y de importancia para lograr obtener los mejores resultados tanto en calidad del grano como altos rendimientos, mientras que su exceso provoca que el cultivo de cebada maltera sean menos desarrolladas, y susceptibles al vuelco y enfermedades, además afecta específicamente a sus 3 componentes del rendimiento que son :

espigas por hectáreas, granos por espiga y peso de grano, % de proteína, este a su vez es determinante en la calidad (Grijalva-Contreras et al., 2016, pág. 53 ).

Por esta razón es recomendable aplicar la dosis adecuada de N, además de tomar en cuenta el momento de la fertilización ya que son las herramientas para producir un alto rendimiento/ hectárea, y esta fertilización de nitrógeno va a depender de las condiciones como : clima, suelo, ubicación y variedad (Tehulie & Eskezia 2021, pág. 2).

Según (O'Donovan et al., 2011, pág. 711), puede ser complicado pronosticar cantidades óptimas de fertilizantes de nitrógeno para lograr obtener una mejor producción y alta calidad de cebada maltera , ya que se debería estimar con mayor precisión la cantidad de nitrógeno que se encuentra disponible en el suelo y en la planta.

La aplicación de nitrógeno, puede tener efectos positivos como : aumentar la altura de la planta, la longitud de la espiga y el número de macollos, y este aumento conduce a una producción mayor de materia seca y rendimiento de grano (Tehulie & Eskezia 2021, pág. 5), aunque, también puede tener efectos negativos como la reducción de la densidad de plantas, mayor tiempo para la madurez, menor plenitud de semillas, menor uniformidad de las semillas y mayor concentración de proteínas superior a 12 %. Por lo tanto, su aplicación de N debería ser limitada (entre el 60-70% de la recomendación de análisis de suelo) para lograr mitigar efectos negativos , aunque el rendimiento será reducido pero podría existir un retorno económico superior , siempre y cuando sea aceptada por la industria cervecera (Lema-Aguirre, et al., 2017, pág. 16).

En una investigación se demostró que las tasas altas de nitrógeno puede afectar adversamente el rendimiento y calidad de la cebada y aumentar la contaminación por micotoxinas (O'Donovan et al., 2011, pág. 712).

**Tabla 2-3:** Productos y composición utilizados en cebada maltera. (%)

Producto	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	S	Zn	B	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	N UREICO
Rafos	12	24	12	0	2	1	0,02	0,04	9	3	0
Nitromag	21	0	0	11	8	0	0,00	0,00	10,5	10,5	0
Nitrax	28	4	0	0	0	6	0,00	0,00	18	11	0
Abotek	15	4	23	0	4	2	0,10	0,10	8	7	0
Sulpomag	0	0	22	0	17	13	0,00	0,00	0	0	0

Fuente: (Curay J., 2024 ).

### 2.2.3.2 *Efectos de la fertilización nitrogenada en el crecimiento y desarrollo de la cebada maltera.*

En un estudio realizado en Rothamsted, Inglaterra, demostraron que cuando la dosis de fertilización N se aplicó en las etapas tempranas del ciclo de desarrollo de la planta, como es en el momento de la siembra o después de la emergencia, pueden promover el crecimiento y su desarrollo vegetativo (Núñez et al., 2002, pág. 58). El nitrógeno juega un papel importante en el crecimiento vegetal y desarrollo, ya que es un factor importante en la resistencia a ciertos patógenos y enfermedades (Lema-Aguirre, et al, 2017, pág.98).

El nitrógeno es uno de los nutrientes esenciales, importantes y limitantes, que puede contribuir en la acumulación de biomasa, además puede formar moléculas de clorofila, participa en el balance nutricional del cultivo, así facilita la absorción y la asimilación de nutrientes específicamente como el (K<sup>+</sup>) (Lema-Aguirre, Basantes-Morales y Pantoja-Guamán 2017, pág. 90).

Es decir que su desarrollo y crecimiento, está relacionado con la aplicación de N ya que, al aumentar mayor cantidad de N, también aumenta su cantidad de macollos impactando así positivamente al rendimiento (Lema-Aguirre, et al., 2017, pág. 94).

El número de macollos causa incremento del área foliar y por ende incremento fotosintético, aumentando el tamaño y el número de espigas y granos (Lauric et al., 2018, pág. 31).

### 2.2.3.3 *Factores que afectan la eficiencia de la fertilización nitrogenada en la cebada maltera.*

La eficiencia de la fertilización nitrogenada puede verse influenciada por varios factores determinantes en el cultivo de cebada maltera como son; el tipo de suelo, variedad, clima, precipitación, época de aplicación de N, fuente de nitrógeno que deben ser considerados para optimizar la aplicación de nitrógeno y maximizar el rendimiento y la calidad del grano (Landriscini et al., 2020, pág. 358).

Los factores que afectan la eficiencia de la fertilización nitrogenada en la cebada maltera:

- **Tipo de Suelo:** Al aplicar la fertilización nitrogenada en el momento de la siembra en las zonas áridas y semiáridas no es lo recomendable, porque favorece el desarrollo de malezas afectando el crecimiento del cultivo (Lema-Aguirre et al., 2017, págs. 98-101). Cada suelo posee diferentes texturas y estructuras debido a que depende de su ubicación, y las condiciones tanto de humedad y temperatura del suelo pueden afectar a la absorción de nitrógeno por parte de planta ya que no se puede estimar cuánto del N se mineralizará y contribuirá a las necesidades durante el llenado de granos (Grijalva-Contreras et al., 2016, pág. 53).

- Las variedades o materiales de la cebada maltera :Cada variedad puede mostrar diferentes respuestas con dosis altas o bajas de fertilización nitrogenada, esto es debido a que algunos materiales requieren mayor N que otras, y se obtendrá tanto respuestas positivas o negativas sobre su rendimiento (Landriscini et al., 2020, pág. 350).
- Clima y Precipitación: Estos factores climáticos pueden afectar a la cebada maltera ya que pueden afectar su disponibilidad y absorción del N, se dice que cuando está limitado a un clima con altas temperaturas o estrés hídrico, puede ocasionar granos con altos contenidos de proteína y reducen la eficiencia de fertilización (Landriscini et al., 2020, pág. 1252). Cuando existe un incremento en el periodo de lluvias, puede ocasionar el lavado del nitrógeno fuera del perfil del suelo ocasionando contaminación y uso ineficiente de este nutriente por la planta (Grijalva-Contreras et al., 2016, pág. 52).
- Época de aplicación: Un estudio realizado ha demostrado que al aplicar fertilizante nitrogenado durante la elongación o crecimiento del tallo ocasiona una alta concentración de N en el grano , lo que conlleva a translocar cantidades excesivas de N desde los órganos vegetativos hacia los grano , provocando un alto contenido de proteínas ,un excesivo número de tallos y número de espigas ocasionando granos de menor tamaño y baja calidad maltera (Baethgen et al., 2015, págs. 87-99).
- Fuente de Nitrógeno: La elección de la fuente de N utilizado en la fertilización de la cebada maltera puede influir, como en el caso de la urea convencional que al incrementar su dosis puede aumentar su peso volumétrico y el contenido de proteína afectando la calidad maltera (Vargas & Beltran 2023, págs. 145-149).
- Plagas y Enfermedades: Un estudio agronómico relacionado al cultivo, muestra que al reducir o disminuir la fertilización nitrogenada puede agravar algunas enfermedades que son causadas por los hongos y susceptibles a ciertos patógenos (INIFA, 2011, págs. 23-45)..
- Inadecuado manejo de Malezas: Puede afectar la eficiencia adecuada del N ya que pueden competir por los nutrientes, el agua y reduce así su producción y calidad (Soriano & Golik , 2020, pág. 30).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Materiales y métodos

##### 3.1.1 Localización

El lugar en el cual fue llevado a cabo el experimento corresponde a la ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, el cual se encuentra en la parroquia Licto, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

##### 3.1.2 Características geográficas

La estación experimental Tunshi, se encuentra a una altitud de 2725 m.s.n.m. latitud 1°44'49.2"S y longitud de 78°37'40.8"W

##### 3.1.3 Características climáticas

Según la Estación meteorológica TUNSHI -ESPOCH , el clima puede superar los 12 °C, hasta los 20°C, con una humedad relativa de 71% y una precipitación promedio anual sobre los 491,3 mm

#### 3.2 Materiales

##### 3.2.1 Material experimental

###### 3.2.1.1 Material vegetativo de cebada maltera

- Variedad ABI-Voyager, 2IK16-0671, 2IK16-0710, 2IK16-0812
- 

###### 3.2.1.2 Fertilizantes nitrogenados

- 0,30,60,90,120.

##### 3.2.2 Materiales y equipos de campo

- Tractor con aperos para la preparación del suelo



- Cinta métrica, estacas, piola, para delimitar el área o parcela experimental
- Cal y fertilizantes orgánicos y minerales
- GPS para delimitar la zona
- Herramientas manuales como azadón y rastrillo para la limpieza del área
- Equipos para riego tales como: manguera, aspersores y baldes.
- Bomba de mochila y equipo de protección para la aplicación de productos fitosanitarios
- Balanza digital para la evaluación de las variables.
- Medidor de humedad de granos.
- Cámara digital.
- Etiquetas de identificación.
- Trilladora de granos.
- Sacos, tamices y bolsas herméticas

### **3.2.3 *Materiales y equipos de oficina***

- Libreta de campo,
- Impresora y computador
- Papelería en general
- Roturadores y cinta adhesiva

## **3.3 Metodología**

### **3.3.1 *Diseño experimental***

#### **3.3.1.1 *Análisis estadístico***

#### **3.3.1.2 *Tipo de diseño experimental***

Fue llevado a cabo un diseño de bloques completamente al azar o DBCA, cuyos factores en número de dos formaron los tratamientos de cada variable evaluada. Los niveles de cada factor estuvieron compuestos por cuatro variedades de cebada maltera (Factor A) y cinco dosis de fuente nitrogenada aplicada a cada material de cebada (Factor B)

**Tabla 3-1:** ANOVA para un diseño de bloques completos al azar .

Fuente de variación	Fórmula	Grados de libertad
Bloque	$r-1$	2
Factor A (Cebada)	$a-1$	3
Factor B (Dosis)	$b-1$	4
Factor A*B (Cebada*Dosis)	$(a.1)(b-1)$	12
Error	$a(b-1)(r-1)$	38
Total		

Realizado por: Curay J., 2024.

### 3.3.1.3 Campo experimental

- Tratamientos: 20
- Bloques: 3
- Unidades experimentales: 60
- Área de cada unidad experimental: 4 m<sup>2</sup>

### 3.3.2 Tratamientos

Combinación de niveles de cada factor que formó los tratamientos, descritos en la Tabla 3-2:

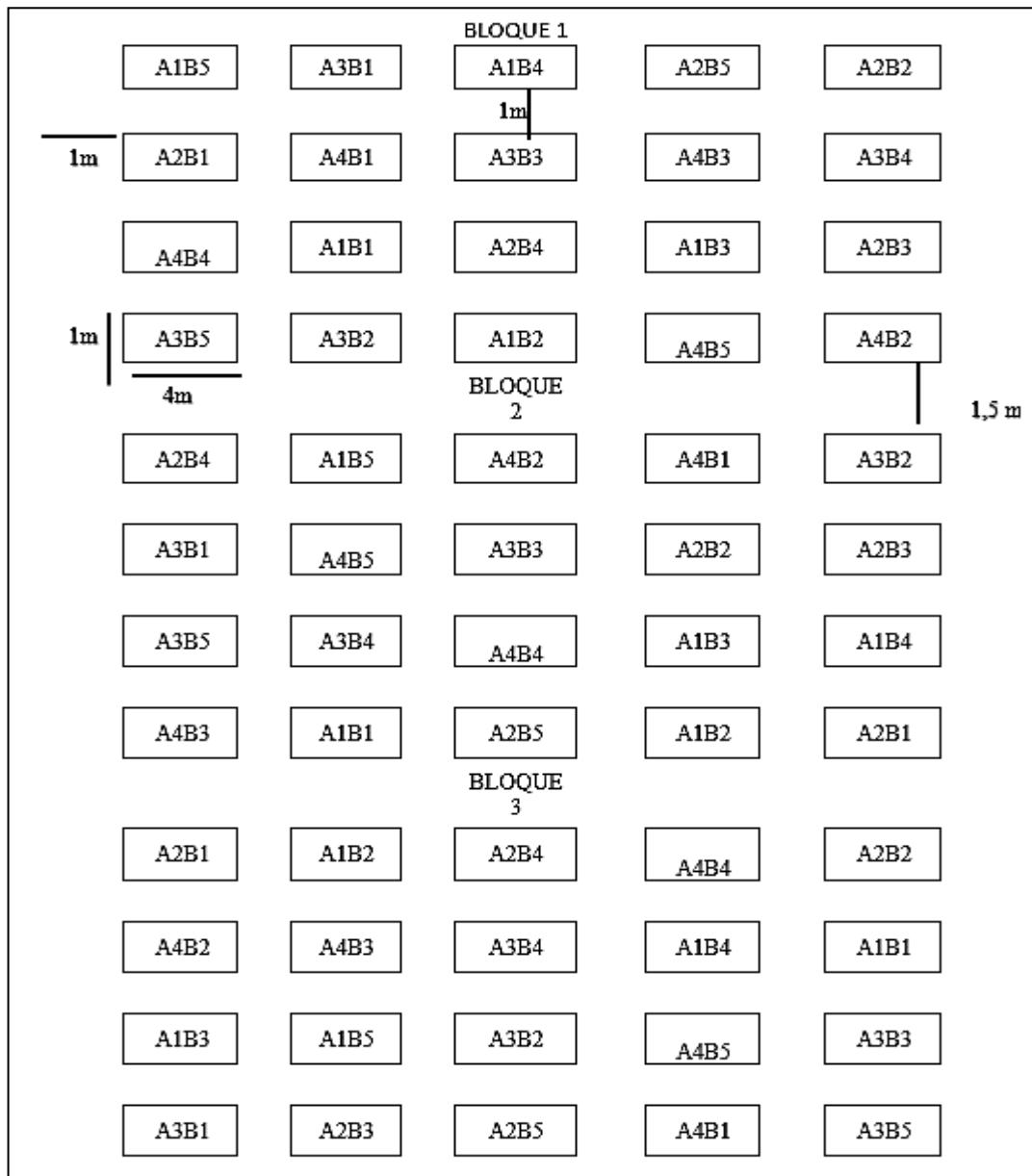
**Tabla 3-2:** Niveles de los factores combinados para formar los tratamientos

Tratamientos	Material de cebada *Dosis de N	Factor A	Factor B
A1B1	ABI-Voyager x0 kg N/ha	ABI-Voyager	0 kg N/ha
A1B2	ABI-Voyager x30 kg N/ha	ABI-Voyager	30 kg N/ha
A1B3	ABI-Voyager x60 kg N/ha	ABI-Voyager	60 kg N/ha
A1B4	ABI-Voyager x90 kg N/ha	ABI-Voyager	90 kg N/ha
A1B5	ABI-Voyager x120 kg N/ha	ABI-Voyager	120 kg N/ha
A2B1	2IK16-0671 x 0 kg N/ha	2IK16-0671	0 kg N/ha
A2B2	2IK16-0671 x 30 kg N/ha	2IK16-0671	30 kg N/ha
A2B3	2IK16-0671 x 60 kg N/ha	2IK16-0671	60 kg N/ha
A2B4	2IK16-0671 x 90 kg N/ha	2IK16-0671	90 kg N/ha
A2B5	2IK16-0671 x 120 kg N/ha	2IK16-0671	120 kg N/ha
A3B1	2IK16-0710 x 0 kg N/ha	2IK16-0710	0 kg N/ha
A3B2	2IK16-0710 x 30 kg N/ha	2IK16-0710	30 kg N/ha
A3B3	2IK16-0710 x 60 kg N/ha	2IK16-0710	60 kg N/ha
A3B4	2IK16-0710 x 90 kg N/ha	2IK16-0710	90 kg N/ha
A3B5	2IK16-0710 x 120 kg N/ha	2IK16-0710	120 kg N/ha
A4B1	2IK16-0812 x 0 kg N/ha	2IK16-0812	0 kg N/ha
A4B2	2IK16-0812 x 30 kg N/ha	2IK16-0812	30 kg N/ha
A4B3	2IK16-0812 x 60 kg N/ha	2IK16-0812	60 kg N/ha
A4B4	2IK16-0812 x 90 kg N/ha	2IK16-0812	90 kg N/ha
A4B5	2IK16-0812 x 120 kg N/ha	2IK16-0812	120 kg N/ha

Realizado por: Curay J., 2024

### 3.3.2.1 Croquis del ensayo

Los tratamientos están distribuidos en cada una de las tres repeticiones, por tanto, cada parcela corresponde a una unidad experimental. Cada unidad experimental posee un área de 4 m<sup>2</sup>, separadas una de otra por una distancia de un metro. Las repeticiones o bloque están separadas por 1.5 m (Ilustración 3-1).



**Ilustración 3-1:** Distribución de los tratamientos de la parcela experimental

Realizado por: Curay J., 2024

### 3.3.3 *Análisis funcional*

Se utilizó la prueba de Tukey al 5 % en aquellos resultados que posean respuesta significativa , se analizó en el software Minitab .

## 3.4 **Metodología de la investigación**

### 3.4.1 *Evaluar la respuesta agronómica*

#### 3.4.1.1 *Número de plantas establecidas / m<sup>2</sup>*

Fueron contabilizadas el número de plantas dentro de la parcela utilizando rectángulos de dimensión conocida (0.5 m x 0.15m), al menos, dos veces por cada tratamiento siguiendo el siguiente planteamiento:

$$\text{Plantas establecidas}/(\text{m}^2) = \left( \frac{\text{plantas por metro lineal} * 100}{\text{distancia de siembra}} \right)$$

#### 3.4.1.2 *Días al macollamiento*

Fue contabilizado desde el momento de la siembra hasta que al menos el 80% de las plantas hayan alcanzado el macollamiento.

#### 3.4.1.3 *Días al encañado*

Fue contabilizado desde el momento de la siembra hasta que al menos el 80% de las plantas de cada unidad experimental hayan alcanzado el encañado.

#### 3.4.1.4 *Días al embuchamiento*

Se contabilizó los días desde el momento de la siembra hasta que al menos el 80% de las plantas de cada unidad experimental hayan alcanzado la presencia de embuchamiento .

#### *3.4.1.5 Días al espigamiento*

Se contabilizó los días desde la siembra hasta la que al menos el 80 % de las plantas por cada unidad experimental hayan alcanzado la presencia de espigas.

#### *3.4.1.6 Días a la floración*

Fue contabilizado los días desde la siembra, hasta que al menos el 80 % de las plantas de cada unidad experimental haya alcanzado la formación de los estambres.

#### *3.4.1.7 Días a Llenado de grano*

Se registró los días que han transcurridos desde la siembra hasta que aproximadamente el 80% de las plantas de cada unidad experimental haya alcanzado el llenado del grano.

#### *3.4.1.8 Días a madurez fisiológica*

Se registró los días que han transcurrido desde la siembra hasta el momento en que el 80% de las plantas de cada unidad experimental el endospermo del grano , haya perdido la coloración verdosa.

#### *3.4.1.9 Altura de planta.*

Cuando haya alcanzado su madurez fisiológica se procedió a medir la altura de 10 plantas al azar de cada unidad experimental utilizando una cinta métrica ya que se medirá en cm , la forma correcta se realizó desde la superficie del suelo hasta llegar a su ápice sin medir las aristas .

#### *3.4.1.10 Longitud de la espiga.*

Para medir la longitud de la espiga se utiliza de igual manera una cinta métrica ya que este registro se encontrará en cm , su medición fue de 10 espigas por cada unidad experimental , midiendo desde la base de la espiga hasta su ápice excluyendo las aristas .

#### *3.4.1.11 Número de granos por espiga*

Se contabilizo en cada unidad experimental el número de granos de las 10 espigas que fueron seleccionados al azar.

#### *3.4.1.12 Número de espigas por m<sup>2</sup>*

Para el número de espigas efectivas se seleccionó las 2 áreas de 0,5m \* 0,15 m que se encuentra dentro de la parcela neta , cortándolas con una hoz y se procedió a contabilizar las espigas que presenten granos formados.

#### *3.4.1.13 Número de macollos por m<sup>2</sup>*

Para el número de macollos se contabilizó en el mismo espacio donde se contabilizo las plantas establecidas y se relacionará con el número total de macollos para el número de plantas establecidas.

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

#### *3.4.1.14 Rendimiento*

Para el rendimiento de cebada maltera se realizó el peso en gramos de cada una de las unidades experimentales registrando el % de la humedad, finalmente se procedió a transformar el rendimiento a kg/ha .

#### *3.4.1.15 Calibre del grano*

Para obtener el dato de esta variable se realizó el pesó de los granos cosechados de cada unidad experimental procurando que su peso sea 100 g , luego se coloca en un tamiz calibrado (2,5 mm) realizando movimiento adecuados para que las semillas de un menor tamaño y restos de residuos se eliminen, y por último se registra el peso de los granos que se quedaron sobre el tamiz ya que tienen el calibre adecuado propio de la industria cervecera .

#### *3.4.1.16 Peso de mil granos*

Se realizó el conteo de los 1000 granos de cada unidad experimental y su peso se registró en gramos .

#### *3.4.1.17 Peso hectolítrico*

El peso hectolitrico se realizó con una balanza específica , en el cual se procedió a llenar los granos de cebada sobre el envase de medida de 1/4 litro, el peso obtenido se registró en gramos

#### *3.4.2 Evaluación de enfermedades*

##### *3.4.2.1 Monitoreo de la severidad de enfermedades*

Se registró el valor de severidad de las enfermedades en % , mediante la utilización de una escala , los datos se tomaron en cinco lugares diferentes q se encuentran dentro de cada unidad experimental , la primera lectura se realizó a los 15 días después de haber aplicado el fungicida, se utilizará la escala del CIMMYT. (Gilchrist, et al , 1995, pág.27).

#### *3.4.3 Análisis del Beneficio-Costo*

En este estudio se realizó el análisis del Beneficio-Costo (B/C para la producción de cuatro materiales de cebada maltera a cinco niveles de fertilización nitrogenada. Este análisis de B/C permite visualizar de forma más simple y clara la viabilidad de la producción agrícola del cultivo de cebada maltera. Para este apartado se consideró los siguientes pasos:

- 1) Determinación de los costos directos e indirectos de cada tratamiento y se recalculó para una hectárea,
- 2) Calculó de los ingresos considerado la venta de la producción de cebada.
- 3) Determinación de B/C.

### **3.5 Manejo Agronómico del ensayo**

#### *3.5.1 Preparación del terreno*

Esta actividad se realizó a los 15 días antes de la siembra , con la utilización de arado y rastra para aflojar el suelo , mejorar la aireación , romper terrones esto facilitaría una adecuada siembra .

#### *3.5.2 Parcelación de las unidades experimentales*

Su delimitación se realizó con la utilización de un croquis proporcionado por Cervecería Nacional , se utilizó una cinta métrica y piola en el cual se le fue marcando con estacas en cada extremo, siendo 60 un total de 60 unidades experimentales .

### **3.5.3 Siembra**

La siembra se realizó a chorrillo continuo, mantenido la distancia entre surcos , por cada unidad experimental se utilizó la cantidad de 100 kg semilla/ha , luego de su siembra se procedió a tapar la semilla con la ayuda de rastrillos .

### **3.5.4 Fertilización**

La primera fertilización se realizó al momento de la siembra aplicando un 30 % en dosis de acuerdo a los tratamientos de forma al voleo y la fertilización complementaria fue en la etapa de macollamiento aplicando un 70% en dosis de acuerdo a los tratamientos establecidos , los productos utilizados fueron YaraMila Rafos en siembra y YaraBela Nitromag , Nitrax, Abotek en el macollamiento .

### **3.5.5 Control de malezas**

Se aplicó un herbicida químico Metsulfuron Methyl, cuyo nombre comercial es Matancha , apropiado para malezas de hoja ancha , se aplicó a los 30 días después de la siembra a una dosis de 15 gr /ha .

### **3.5.6 Control de enfermedades**

Para el control de las enfermedades se aplicó Propiconazole a una dosis de 0,5 l/ha .cuando se observó incidencia de roya en el cultivo de cebada .

### **3.5.7 Cosecha**

Se cosechó cuando la planta alcanzó la madures fisiológica de cada unidad experimental se cortó con una hoz cada rectángulo de (0,50m\*0,15 m) para realizar el conteo de número de tallos y espigas efectivas , finalmente se corta el resto del cultivo con la ayuda de una guadaña y se almacena en un saco con su respectiva etiqueta para procederlo a trillar .



### **3.5.8 Limpieza**

Su limpieza se realizó de manera manual utilizando un tamiz de 2,5 mm, retirando residuos y granos pequeños , partidos , procurando no mezclar el material de germoplasma manteniendo su etiqueta respectiva .

### **3.5.9 Secado y Almacenamiento**

Con la utilización de un determinador de humedad se procuró que la muestra se encuentre un 12 % de humedad óptimo para almacenamiento con su respectiva etiqueta.

## CAPÍTULO IV

### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Análisis del rendimiento

##### 4.1.1 Rendimiento (kg/ha) de materia Seca .

En la Tabla 4-1 ,en el análisis de varianza para el rendimiento (kg/ha) de materia seca , evidencia que Cebada y su interacción Cebada x Dosis de N presentaron una alta significancia ( $p \leq 0,01$ ), mientras que Dosis de N presentó significancia ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabla 4-1:** Análisis de varianza para el rendimiento kg/ha de materia seca.

FV	GL	Valor F	Sig	Valor p
Bloques	2	1,96	ns	0,1550
Cebada maltera	3	217,23	**	0,0001
Dosis de N	4	5,56	*	0,035
Cebada maltera x Dosis de N	12	3,08	**	0,0040
Error	38			
Total	59			
Media	4036			
Coefficiente de variación %	25,07			

**Realizado por:** Curay J., 2024

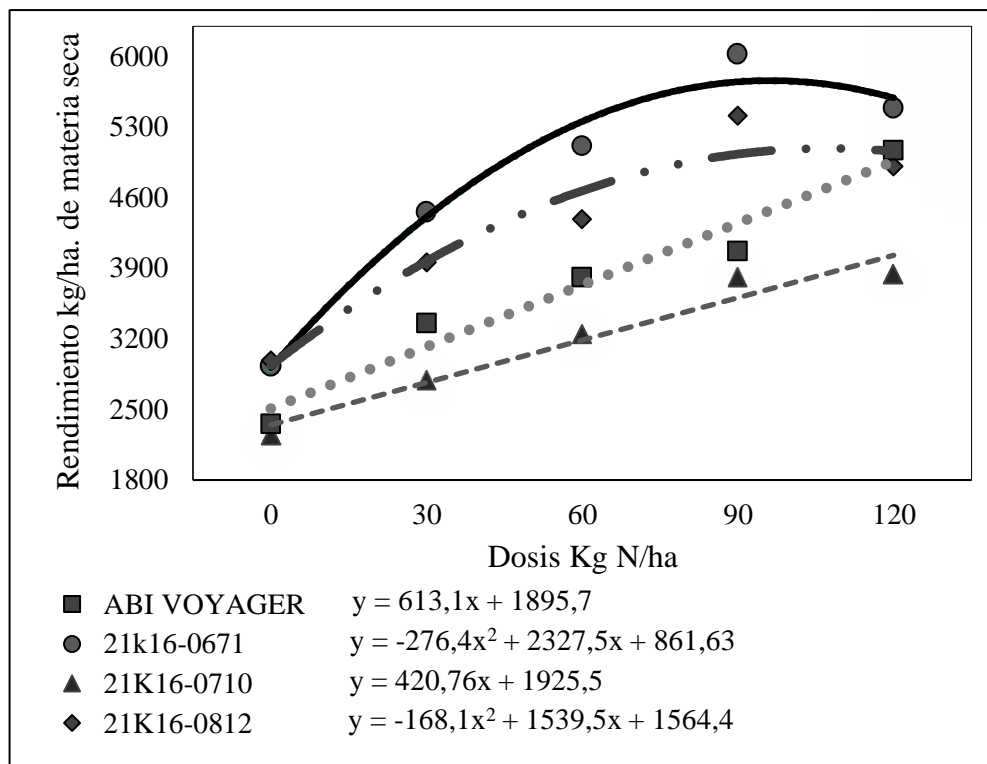
En la Tabla 4-2 ,presenta la comparación de medias del rendimiento kg/ha de materia seca , entre Cebada x Dosis de N y su respectivo grupo mediante letras para diferenciarlos entre sí , se evidencia mayor rendimiento de materia seca ; 2IK16-0671 , con aportación de 90 kg N /ha que con una media de 6022,88 kg/ha y con bajo rendimiento de materia seca corresponde a la línea 2IK16-0710 con aportación de 0 kg N/ha , con una media de 2247,35 kg/ha

**Tabla 4-2:** Comparación de medias del rendimiento de materia seca, según la prueba de Tukey al 0,05 de significancia para la interacción entre Cebada maltera y Dosis de N.

Tratamiento	Código	Media	Grupo
2IK16-0671 x 90 kg N/ha	A2B4	6022,88	A
2IK16-0671 x 120 kg N/ha	A2B5	5492,63	A B
2IK16-0812 x 90 kg N/ha	A4B4	5416,99	A B
2IK16-0671 x 60 kg N/ha	A2B3	5114,40	B C
ABI-Voyager x 120 kg N/ha	A1B5	5070,49	B C D
2IK16-0812 x 120 kg N/ha	A4B5	4913,91	C D E
2IK16-0671 x 30 kg N/ha	A2B2	4460,24	D E F
2IK16-0812 x 60 kg N/ha	A4B3	4389,95	D E F
ABI-Voyager x 90 kg N/ha	A1B4	4071,74	E F G
2IK16-0812 x 30 kg N/ha	A4B2	3960,11	E F G
2IK16-0710 x 120 kg N/ha	A3B5	3844,79	E F G H
ABI-Voyager x 60 kg N/ha	A1B3	3811,83	E F G H
2IK16-0710 x 90 kg N/ha	A3B4	3806,96	F G H I
ABI-Voyager x 30 kg N/ha	A1B2	3360,08	G H I
2IK16-0710 x 60 kg N/ha	A3B3	3245,48	H I J
2IK16-0812 x 0 kg N/ha	A4B1	2987,92	H I J
2IK16-0671 x 0 kg N/ha	A2B1	2928,50	H I J
2IK16-0710 x 30 kg N/ha	A3B2	2794,26	I J K
ABI-Voyager x 0 kg N/ha	A1B1	2360,83	J K
2IK16-0710 x 0 kg N/ha	A3B1	2247,35	K

Realizado por: Curay J., 2024.

En la Ilustración 4-1 ,presenta la interacción de los rendimientos (kg/ha) de materia seca , para materiales de Cebada maltera (ABI-Voyager ; 2IK16- 0671 ; 2IK16- 0710 ; 2IK16-0812) y dosis de N (0,30,60,90,120) ,con su respectiva función cuadrática y lineal.



**Ilustración 4-1:** Interacción del rendimiento de materia seca (kg/ha) , según la prueba de Tukey al 0,05 de significancia .

#### 4.1.2 Rendimiento (kg/ha)

En la Tabla 4-3 ,en el análisis de varianza para el rendimiento (kg/ha) , evidencia que los materiales de Cebada y su interacción Cebada por Dosis de N presentaron alta significancia ( $p \leq 0,01$ ), mientras que Dosis de N presentó significancia ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabla 4-3:** Análisis de varianza para el rendimiento ajustado al 12% de humedad.

FV	GL	Valor F	Sig	Valor p
Bloques	2	1,96	ns	0,155
Cebada maltera	3	217,23	**	0,0001
Dosis de N	4	5,56	*	0,035
Cebada maltera x Dosis de N	12	3,08	**	0,004
Error	38			
Media	4128			
Coeficiente de variación %	25,07			

Realizado por: Curay J., 2024.

En la Tabla 4-4 ,presenta la comparación de medias entre Cebada por Dosis de N y su respectivo grupo mediante letras para diferenciarlos entre sí , se evidencia la línea 2IK16-0671 , con

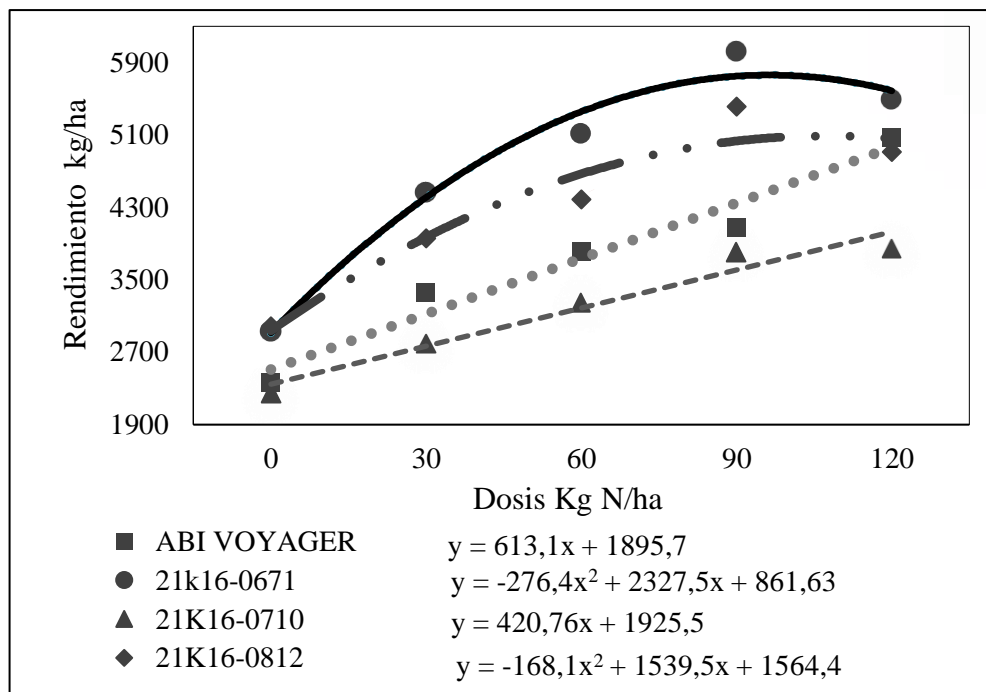
aportación de 90 kg N /ha que posee un alto rendimiento con una media de 6159,76 kg/ha y un bajo rendimiento que corresponde a la línea 2IK16-0710 con aportación de 0 kg N/ha, con una media de 2300,01 kg/ha.

**Tabla 4-4:** Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0,05 de significancia para la interacción entre Cebada maltera y Dosis de N.

Tratamiento	Código	Media	Grupo
2IK16-0671 x 90 kg N/ha	A2B4	6159,76	A
2IK16-0671 x 120 kg N/ha	A2B5	5617,46	A B
2IK16-0812 x 90 kg N/ha	A4B4	5540,10	A B
2IK16-0671 x 60 kg N/ha	A2B3	5230,64	B C
ABI-Voyager x 120 kg N/ha	A1B5	5185,28	B C D
2IK16-0812 x 120 kg N/ha	A4B5	5015,80	C D E
2IK16-0671 x 30 kg N/ha	A2B2	4560,01	D E F
2IK16-0812 x 60 kg N/ha	A4B3	4489,44	D E F
ABI-Voyager x 90 kg N/ha	A1B4	4164,28	E F G
2IK16-0812 x 30 kg N/ha	A4B2	4050,11	E F G
2IK16-0710 x 120 kg N/ha	A3B5	3932,38	E F G H
ABI-Voyager x 60 kg N/ha	A1B3	3897,60	E F G H
2IK16-0710 x 90 kg N/ha	A3B4	3891,21	F G H I
ABI-Voyager x 30 kg N/ha	A1B2	3442,24	G H I
2IK16-0710 x 60 kg N/ha	A3B3	3317,53	H I J
2IK16-0812 x 0 kg N/ha	A4B1	3059,75	H I J
2IK16-0671 x 0 kg N/ha	A2B1	3000,01	H I J
2IK16-0710 x 30 kg N/ha	A3B2	2862,49	I J K
ABI-Voyager x 0 kg N/ha	A1B1	2420,10	J K
2IK16-0710 x 0 kg N/ha	A3B1	2300,01	K

Realizado por: Curay J., 2024

En la Ilustración 4-2, se observa el rendimiento ajustado kg/ha para Cebada maltera (ABI-Voyager; 2IK16-0671; 2IK16-0710; 2IK16-0812) y Dosis de N (0,30,60,90,120), se evidencia rendimientos (kg/ha) máximos y mínimos, resultados



**Ilustración 4-2:** Interacción de Cebada por dosis de N y rendimiento (kg/ha) , según la prueba de Tukey al 0,05.

#### 4.1.3 Óptimo agrícola grano comercial kg/ha

El análisis del rendimiento para las diferentes dosis nitrogenadas generó tendencias cuadráticas para dos materiales de cebada maltera ; es decir, la aplicación de diferentes niveles de Nitrógeno en la producción de cebada maltera no fue constante, por el contrario, sigue un patrón que es explicado por ecuaciones (Tabla 4-5). La determinación de los puntos óptimos evidencia que el material 21K16-0671 presentó el mejor rendimiento (6159,76 kg/ha) bajo la fertilización de 94, 2 kgN/ha se obtendrá 7266.64 kg/ha , mientras que 21K16-0812 con rendimiento de 5540 10 kg/ha, bajo la fertilización de 94, 6 kgN/ha se obtendrá un rendimiento de 7415.34 kg/ha , y tanto la línea 21K16-0710 ya alcanzó un rendimiento de 3932,38 , con aporte de 120 kg N/ha , y ABI-Voyager ya alcanzó un rendimiento de 5185,28 con el mismo aporte de 120 kg N/ha.

**Tabla 4-5:** Dosis de nitrógeno y rendimiento optimo del cultivo de cebada maltera .

Materiales de cebada	Ecuación de la función	Dosis de nitrógeno en kg/ha	Rendimiento en kg/ha
2IK16-0812	$f'(x) = 2*(-168,1x) + 1539,5$ $y = (-168,1)(4,58)^2 + 1539,5(4,58) + 1564,4$	94,6	7415,34
2IK16-0671	$f'(x) = 2*(-276,4x) + 2327,5$ $y = (-276,4)(4,21)^2 + 2327,5(4,21) + 861,63$	94,2	7266,64
ABI-VOYAGER	$y = 613,1x + 1895,7$	120	5185,28
2IK16-0710	$y = 420,76x + 1925,5$	120	3932,38

Realizado por: Curay J., 2024.

#### 4.1.4 Peso de mil granos

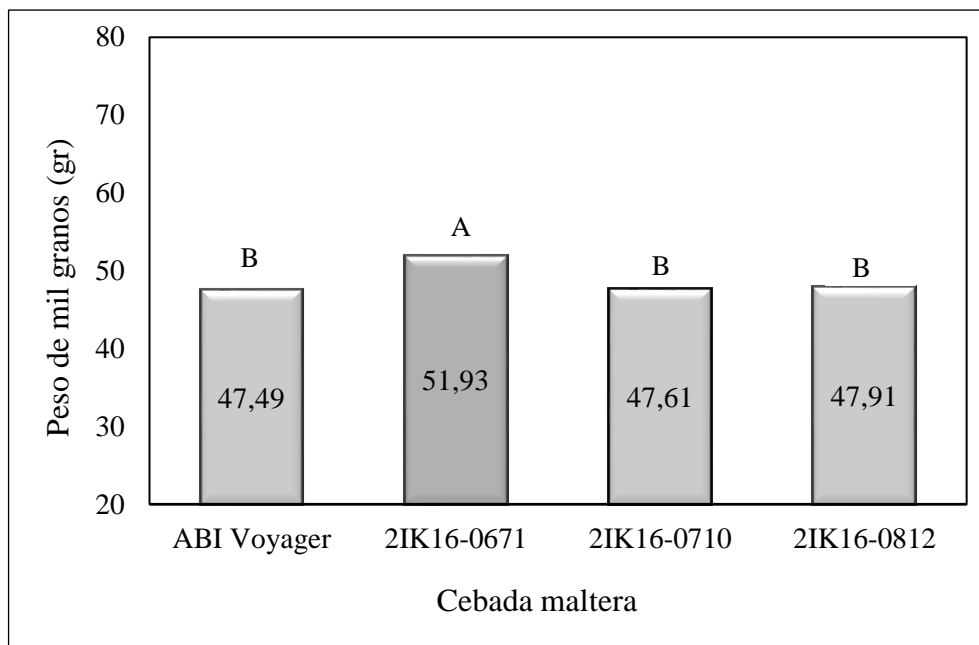
En la Tabla 4-6, presenta el análisis de varianza para el peso de mil granos ,evidencia que Cebada maltera y repeticiones presentaron una alta significancia ( $p \leq 0,01$ ). Sin embargo, Dosis de N y su interacción Cebada maltera por Dosis de N no presentaron significancia.

**Tabla 4-6:** Análisis de varianza para el peso de mil granos

FV	GL	Valor F	Sig	Valor p
Bloques	2	9,2	**	0,001
Cebada maltera	3	31,89	**	0,001
Dosis de N	4	1,890	ns	0,133
Cebada maltera x Dosis de N	12	1,050	ns	0,426
Error	38			
Total	59			
Media	48,74			
Coeficiente de variación %	5,146			

Realizado por: Curay J., 2024.

La prueba de Tukey al 0,05% de confianza para peso de mil granos y Cebada maltera (Ilustración 5-4) , presenta dos grupos: en el grupo A formado por material 2IK16-0671 con una media de 51,93 gr ; mientras que el grupo B formado por tres materiales de germoplasma ABI-Voyager , 2IK16-0710 y 2IK16-0812 con medias de 47,49 ; 47,91 y 47,61gr respectivamente .



**Ilustración 4-3:** Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0,05 de significancia para Cebada maltera en relación con el peso de mil granos.

#### 4.1.5 *Peso hectolítrico*

En la Tabla 4-7, en el análisis de varianza, el peso hectolítrico evidencia que Cebada maltera, presentó una alta significancia ( $p \leq 0,01$ ); así, como una significancia ( $p \leq 0,05$ ) para repeticiones. Sin embargo, Dosis de N e interacción Cebada maltera por Dosis de N no presentaron significancia.

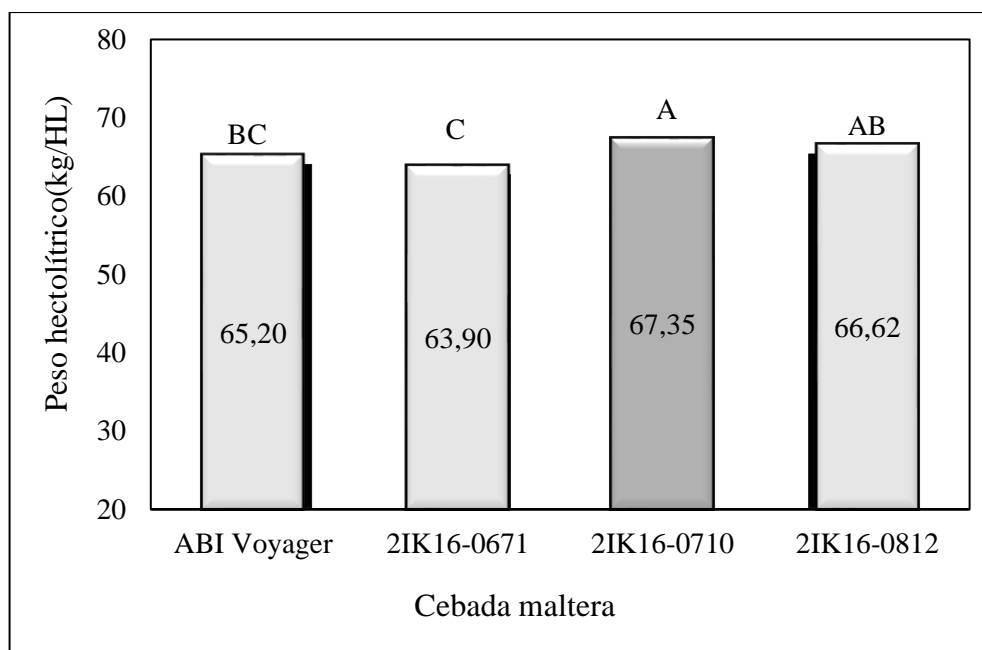
**Tabla 4-7:** Análisis de varianza para el peso hectolítrico.

FV	GL	Valor F	Sig	Valor p
Bloques	2	3,130	*	0,055
Cebada maltera	3	8,970	**	0,0001
Dosis de N	4	1,520	ns	0,215
Cebada maltera x Dosis de N	12	0,760	ns	0,687
Error	38			
Total	59			
Media	65,77			
Coefficiente de variación %	3,648			

Realizado por: Curay J., 2024



En la prueba de Tukey al 5% en la (Ilustración 4-4) , en peso hectolítrico se observa cuatro grupos, en el grupo A ; 2IK16-0710 con una media de 67,35 kg/HL , grupo AB ; 2IK16-0812 con media de 66,62 kg/HL y grupo BC ; ABI-Voyager con una media de 65,20 gr y grupo C ; 2IK16-0671 con media de 63,90 kg/HL.



**Ilustración 4-4:** Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0,05 de significancia para Cebada maltera , en relación con el peso hectolítrico.

#### 4.1.6 Calibre (%)

En la Tabla 4-8 , presenta la prueba de Friedman al 0,05 de significancia evidencia que cebada maltera y su interacción Cebada maltera por Dosis de N, presenta una alta significancia ( $p \leq 0,01$ ).

**Tabla 4-8:** Prueba de Friedman al 0,05 de significancia para el % de calibre-de los granos de cebada maltera.

Fuente	GL	Chi cuadrado	Sig	Valor p
Cebada maltera	3	27,86	**	0,0001
Dosis de N	4	4,800	ns	0,308
Cebada x Dosis de N	19	39,01	**	0,004

Realizado por: Curay J., 2024

En la Tabla 4-9 se observa datos de las medianas obtenidas con la prueba de Friedman , se evidencia 20 tratamientos (Cebada maltera por Dosis de N) ,además se encuentran distribuidos entre letras para diferenciarlos entre sí , siendo la línea 2IK16-0671 con aportación de 60 kg

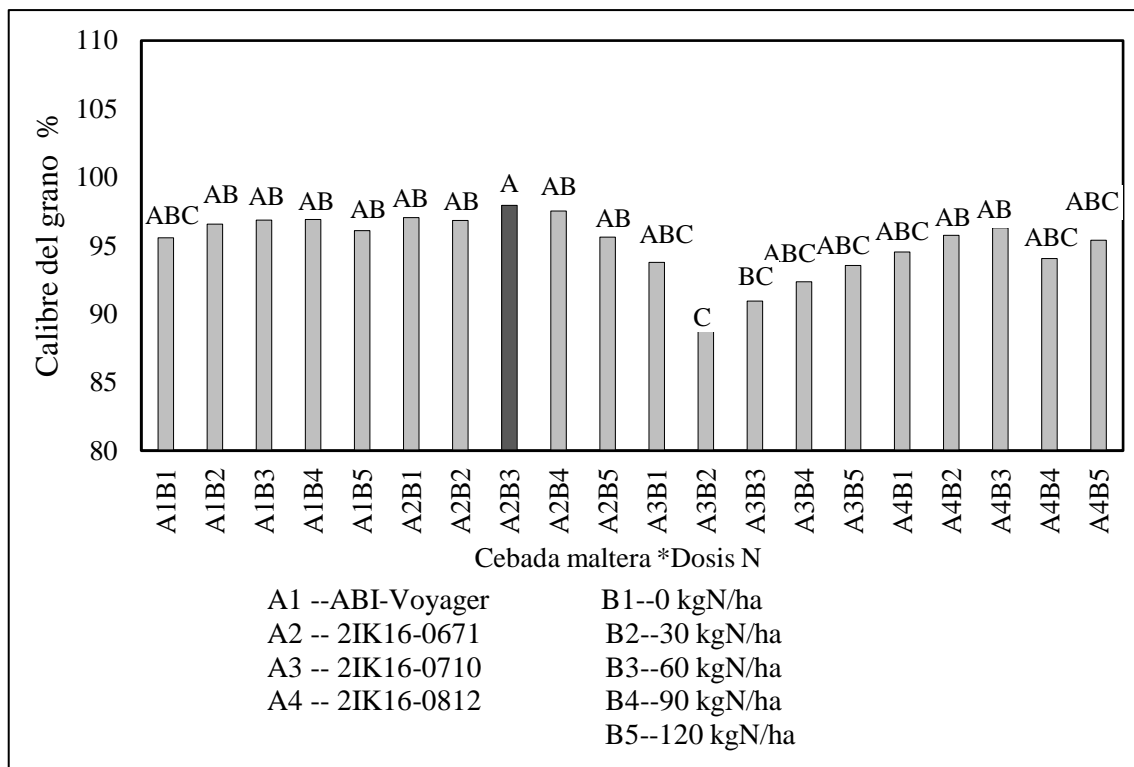
N/ha con un calibre de 97,94 % y bajo calibre de 89,98 % que corresponde a 2IK16-0710 con aportación de 30 kg N/ha.

**Tabla 4-9:** Comparación de medianas , según la Friedman al 0,05 de significancia para la interacción entre Cebada maltera y Dosis de N.

Tratamiento	Código	Mediana	Grupo		
2IK16-0671 x 60 kg N/ha	A2B3	97,94	A		
2IK16-0671 x 90 kg N/ha	A2B4	97,53	A	B	
2IK16-0671 x 0 kg N/ha	A2B1	97,04	A	B	
ABI-Voyager x 90kg N/ha	A1B4	96,91	A	B	
ABI-Voyager x 60kg N/ha	A1B3	96,87	A	B	
2IK16-0671 x 30 kg N/ha	A2B2	96,84	A	B	
ABI-Voyager x 30 kg N/ha	A1B2	96,57	A	B	
2IK16-0812 x 60 kg N/ha	A4B3	96,30	A	B	
ABI-Voyager x 120 kg N/ha	A1B5	96,09	A	B	
2IK16-0812 x 30 kg N/ha	A4B2	95,75	A	B	
2IK16-0671 x 120 kg N/ha	A2B5	95,62	A	B	
ABI-Voyager x 0 kg N/ha	A1B1	95,57	A	B	C
2IK16-0812 x 120 kg N/ha	A4B5	95,39	A	B	C
2IK16-0812 x 0 kg N/ha	A4B1	94,53	A	B	C
2IK16-0812 x 90 kg N/ha	A4B4	94,05	A	B	C
2IK16-0710 x 0 kg N/ha	A3B1	93,77	A	B	C
2IK16-0710 x 120 kg N/ha	A3B5	93,55	A	B	C
2IK16-0710 x 90 kg N/ha	A3B4	92,35	A	B	C
2IK16-0710 x 60 kg N/ha	A3B3	90,94		B	C
2IK16-0710 x 30 kg N/ha	A3B2	89,98			C

Realizado por: Curay J., 2024.

En la Ilustración 4-5, se observa los 20 tratamientos, cuyos datos corresponden a la interacción entre Cebadas malteras (ABI-Voyager ; 2IK16-0671 ; 2IK16-0710 ; 2IK16-0812) y Dosis de N (0,30,60,90,120), se evidencia el % de calibre tanto máximos y mínimos.



**Ilustración 4-5:** Interacción Cebada maltera por Dosis de N , según la prueba de Friedman al 0,05 de significancia para el calibre % .

## 4.2 Análisis de la severidad de las enfermedades

### 4.2.1 *Roya común (Puccinia hordei)*

En la Tabla 4-10 ,para severidad de *Roya común (Puccinia hordei)* , la Prueba de Friedman con chi cuadrado al 0,05 de significancia evidencia que no existe diferencia en la severidad para Cebada maltera , Dosis de N , y su interacción Cebada maltera por Dosis de N de *Roya*

**Tabla 4-10:** Test de Friedman, con chi cuadrado al 0,05 de significancia para la primera evaluación , de severidad en *roya común (Puccinia hordei)*

FV	GL	Chi cuadrado	Sig	Valor p
Cebada maltera	3	3,886	ns	0,274
Dosis de N	4	0,215	ns	0,995
Cebada maltera x Dosis de N	19	20,20	ns	0,383

Realizado por: Curay J., 2024

En la Tabla 4-11, de la misma manera, para la segunda evaluación de la enfermedad de *Roya*, la Prueba de Friedman al 0,05 con chi cuadrado al 0,05 de significancia evidencia que los materiales

de Cebada maltera, , Dosis de N e interacción Cebada maltera, por Dosis de N no presentaron significancia.

**Tabla 4-11:** Test de Friedman, con chi cuadrado al 0,05 de significancia, para la severidad de roya en la segunda evaluación .

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>Chi cuadrado</b>	<b>Sig</b>	<b>Valor p</b>
Cebada maltera	3	7,430	ns	0,059
Dosis de N	4	1,679	ns	0,794
Cebada maltera x Dosis de N	19	18,55	ns	0,486

**Realizado por:** Curay J., 2024

En la Tabla 4-12 , presenta la tercera evaluación de severidad en Roya, Prueba de Friedman al 0,05 con chi cuadrado al 0,05 de significancia evidencia que los materiales de Cebada maltera, Dosis de N e interacción Cebada maltera por Dosis de N, no presentaron significancia.

**Tabla 4-12:** Test de Friedman, con chi cuadrado al 0.05 de significancia, para la severidad de roya en la tercera evaluación.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>Chi cuadrado</b>	<b>Sig</b>	<b>Valor p</b>
Cebada maltera	3	1,036	ns	0,793
Dosis de N	4	2,769	ns	0,597
Cebada maltera x Dosis de N	19	6,557	ns	0,996

**Realizado por:** Curay J., 2024

#### 4.2.2 Mancha en red

En la Tabla 4-13, en la prueba de Friedman al 0,05 con chi cuadrado al 0,05 de significancia evidencia que Cebada maltera presentaron una alta significancia ( $p \leq 0,01$ ); también, presentó significancia ( $p \leq 0,05$ ) para la interacción Cebada maltera por Dosis de N.

**Tabla 4-13:** Test de Friedman, con chi cuadrado al 0,05 de significancia, para la severidad de mancha en red en la primera evaluación

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>Chi cuadrado</b>	<b>Sig</b>	<b>Valor p</b>
Cebada maltera	3	23,42	**	0,0001
Dosis de N	4	5,636	ns	0,228
Cebada maltera x Dosis de N	19	34,53	*	0,016

**Realizado por:** Curay J., 2024.

En la Tabla 4-14 se observa los datos de severidad para mancha en red , obtenidas con la prueba de Friedman , se evidencia veinte tratamientos que consta de Cebada maltera por Dosis de N ,

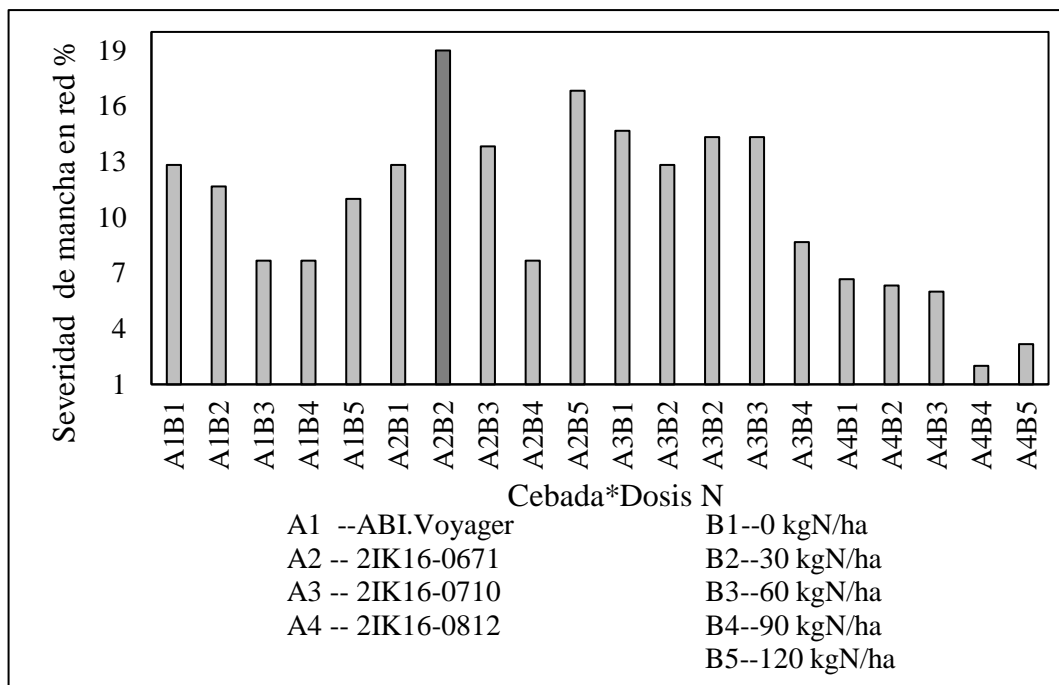
el % de severidad alta encontramos al 2IK16-0671 x 30 kg N/ha con 19% , mientras que 2IK16-0812 x 90 kg N/ha presentó una severidad baja con el 2 %.

**Tabla 4-14:** Test de Friedman, con chi cuadrado al 0,05 de significancia, para la severidad de mancha en red ,primera evaluación.

Tratamiento	Código	Severidad	Grupo
2IK16-0671 x 30 kg N/ha	A2B2	19,00	A
2IK16-0671 x 120 kg N/ha	A2B5	16,83	A B
2IK16-0710 x 0 kg N/ha	A3B1	14,67	B C
2IK16-0710 x 60 kg N/ha	A3B3	14,33	B C D
2IK16-0710 x 90 kg N/ha	A3B4	14,33	C D E
2IK16-0671 x 60 kg N/ha	A2B3	13,83	D E F
ABI-Voyager x 0 kg N/ha	A1B1	12,83	D E F
2IK16-0671 x 0 kg N/ha	A2B1	12,83	D E F
2IK16-0710 x 30 kg N/ha	A3B2	12,83	E F G
ABI-Voyager x 30 kg N/ha	A1B2	11,67	F G H
ABI-Voyager x120 kg N/ha	A1B5	11,00	F G H
2IK16-0710 x 120 kg N/ha	A3B5	8,670	F G H
ABI-Voyager x 60kg N/ha	A1B3	7,670	G H
ABI-Voyager x 90kg N/ha	A1B4	7,670	G H
2IK16-0671 x 90 kg N/ha	A2B4	7,670	G H
2IK16-0812 x 0 kg N/ha	A4B1	6,670	G H
2IK16-0812 x 30 kg N/ha	A4B2	6,330	G H
2IK16-0812 x 60 kg N/ha	A4B3	6,001	G H
2IK16-0812 x 120 kg N/ha	A4B5	3,170	H I
2IK16-0812 x 90 kg N/ha	A4B4	2,000	J

Realizado por: Curay J., 2024.

En la Ilustración 4-6 ,se observa los 20 tratamientos , cuyos datos corresponden a la interacción entre Cebada maltera (ABI-Voyager ; 2IK16- 0671 ; 2IK16- 0710 ; 2IK16-0812) y Dosis de N (0,30,60,90,120) ,se evidencia el % de severidad en mancha en red, siendo el tratamiento 2IK16-0812 con dosis de 90 kg N/ha , que presentó menor % de severidad , siendo más resistente a comparación con otros materiales de cebada maltera.



**Ilustración 4-6:** Interacción cebada maltera por Dosis de N , según la prueba de Friedman al 0,05 de significancia para % severidad en mancha en red , primera evaluación.

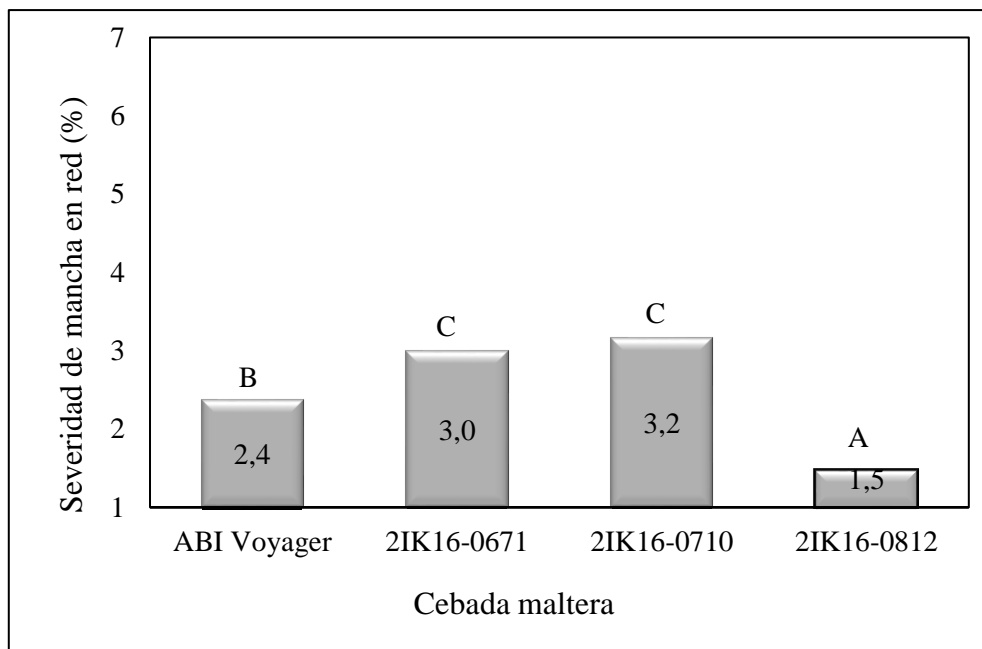
En la Tabla 4-15 ,en la prueba de Friedman al 0,05 con chi cuadrado al 0,05 de significancia evidencia que Cebada maltera presentaron una alta significancia ( $p \leq 0,01$ ),para la según evaluación.

**Tabla 4-15:** Test de Friedman, con chi cuadrado al 0,05 de significancia, para la severidad de mancha en red en la segunda evaluación.

FV	GL	Chi cuadrado	Sig	Valor p
Cebada maltera	3	17,16	**	0,001
Dosis de N	4	2,795	ns	0,593
Cebada maltera x Dosis de N	19	26,66	ns	0,113

Realizado por: Curay J., 2024

La prueba de Friedman al 95% de confianza , severidad mancha en red (%), tiene significancia en la segunda evaluación para Cebada maltera , como se observa en la (Ilustración 4-7) ,cuatro grupos: en el grupo A formado por el material de germoplasma 2IK16-0812 con una media de 1,5 % ; el grupo B formado por ABI-Voyager con una media de 2,4 % , el grupo C formado por 2IK16-0671 y 2IK16-0710 con medias (3,00 y 3,2 %) respectivamente.



**Ilustración 4-7:** Severidad de mancha en red en la segunda evaluación ,según la prueba de Friedman al 0,05 de significancia, para los tratamientos

En la Tabla 4-16 , para la tercera evaluación de la enfermedad de la Mancha en la red, la Prueba de Friedman con chi cuadrado al 0,05 de significancia evidencia que no existe diferencia significativa. Es decir, no existe diferencia en la severidad de la enfermedad de Mancha en la red para los diferentes materiales de cebada maltera bajo cinco fertilizaciones de nitrógeno.

**Tabla 4-16:** Test de Friedman, con chi cuadrado al 0,05 de significancia, para la severidad de mancha en red en la tercera evaluación .

FV	GL	Chi cuadrado	Sig	Valor p
Cebada maltera	3	22,60	ns	0,051
Dosis de N	4	5,863	ns	0,210
Cebada maltera x Dosis de N	19	28,81	ns	0,069

Realizado por: Curay J., 2024

#### 4.2.3 *Roya lineal*

En la Tabla 4-17, la prueba de Friedman al 0,05 con chi cuadrado al 0,05 de significancia evidencia que Cebada maltera, Dosis de N e interacción Cebada maltera x Dosis de N no presentaron significancia. Es decir, no existe diferencia en la severidad de la enfermedad de Roya lineal para los cinco materiales de cebada bajo diferentes fertilizaciones de nitrógeno.

**Tabla 4-17:** Test de Friedman, con chi cuadrado al 0,05 de significancia, para la severidad de roya lineal ,única evaluación .

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>Chi cuadrado</b>	<b>Sig</b>	<b>Valor p</b>
Cebada maltera	3	5,239	ns	0,155
Dosis de N	4	1,130	ns	0,889
Cebada maltera x Dosis de N	19	118,8	ns	0,060

Realizado por: Curay J., 2024.

### 4.3 Comportamiento agronómico

#### 4.3.1 Número de plantas establecidas

El análisis de las varianzas para el número de plantas establecidas (Tabla 4-18), evidenció que no existe significancia para Cebada maltera ,Dosis de N , y su interacción Cebada maltera por Dosis de N.

**Tabla 4-18:** Análisis de varianza para el número de plantas establecidas

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>Valor F</b>	<b>Sig</b>	<b>Valor p</b>
Bloques	2	0,030	ns	0,968
Cebada maltera	3	1,980	ns	0,133
Dosis de N	4	0,280	ns	0,887
Cebada maltera x Dosis de N	12	0,690	ns	0,750
Error	38			
Total	59			
Media	198,3			
Coefficiente de variación %	24.29			

Realizado por: Curay J., 2024.

#### 4.3.2 Número de macollos /m<sup>2</sup>

En la tabla 4-19, presenta el análisis de varianza para el número de macollos /m<sup>2</sup> , presentó diferencia altamente significancia (p≤0,01) para Dosis de N y Cebada maltera. Sin embargo, no presentó diferencias significativas para su interacción Cebada maltera por Dosis de N .



**Tabla 4-19:** Análisis de varianza para el número de macollos /m<sup>2</sup>

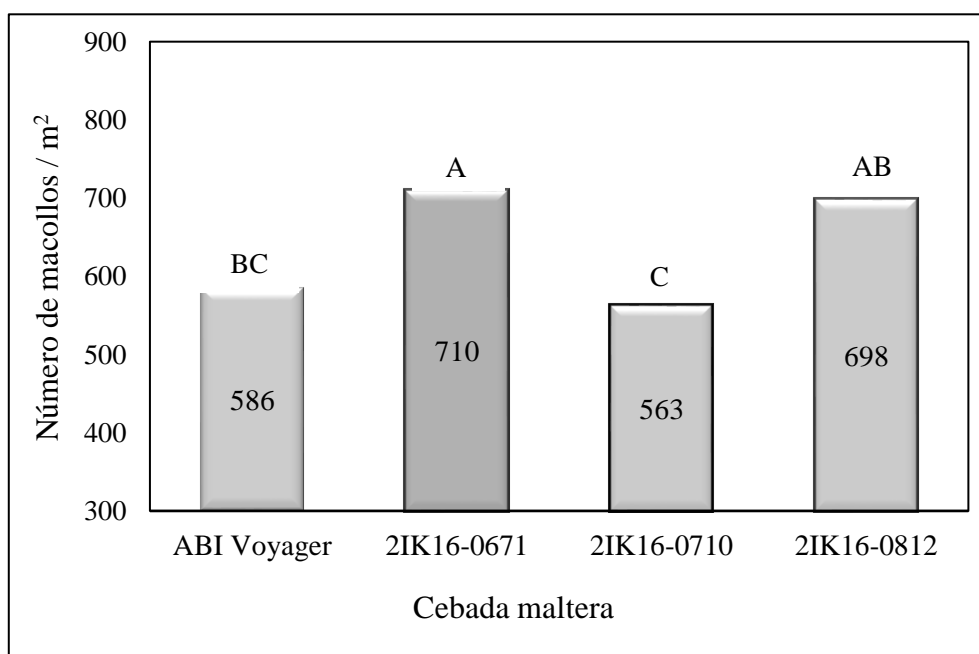
FV	GL	Valor F	Sig	Valor p
Bloques	2	0,81	ns	0,454
Cebada maltera	3	2,69	**	0,010
Dosis de N	4	13,11	**	0,0001
Cebada maltera x Dosis de N	12	1,18	ns	0,330
Error	38			
Total	59			

Media	596,5
Coefficiente de variación %	20,88

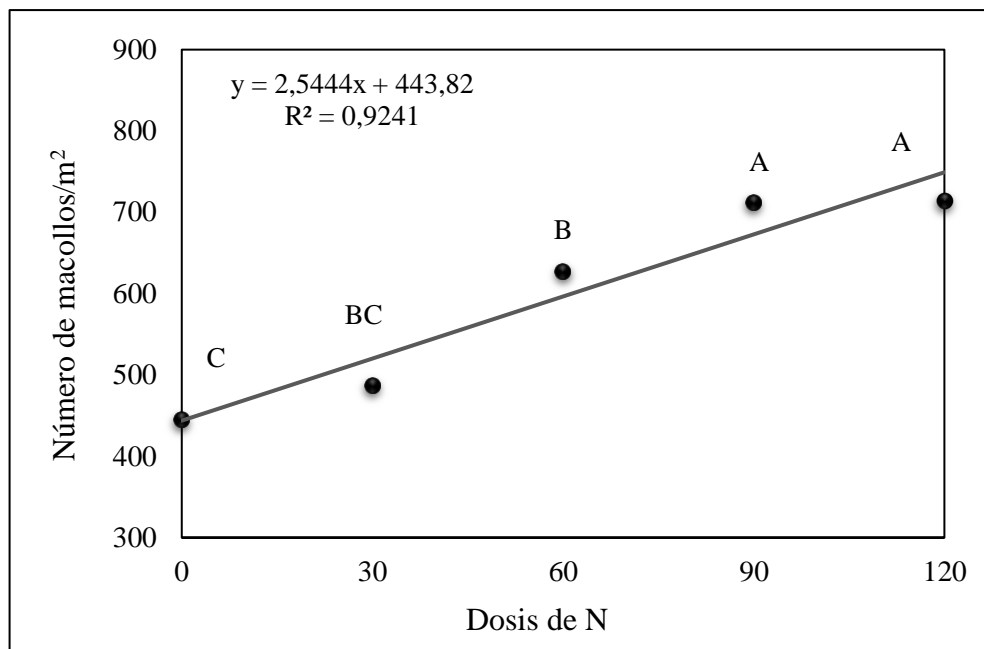
**Realizado por:** Curay J., 2024,

En la prueba de Tukey al 0,05% en la (Ilustración 4-8) , presenta el número de macollos /m<sup>2</sup> , distribuidos por cuatro grupos, en el grupo A ; 2IK16-0671 con media de 710 macollos , grupo AB tenemos a 2IK16-0812 con media de 698 macollos ; el grupo BC encontramos ABI-Voyager con una media de 586 macollos y grupo C tenemos a 2IK16-0710 con media de 563 macollos/m<sup>2</sup>



**Ilustración 4-8:** Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0.05 de significancia para Cebada maltera , en relación con el número de macollos/m<sup>2</sup>

En la prueba de Tukey al 5% (Ilustración (4-9) ), se observa el número de macollos/m<sup>2</sup> , que consta de cuatro grupos el grupo A con dosis de 120 kg N /ha con media 714 macollos y con aporte de 90 kg N /ha con media 711 macollos ; el grupo AB se con aporte de 60 kg N /ha con media 627 macollos ; el grupo BC con aportes de 30 con 486 y el grupo C con aporte de 0 kg N/ha con medias de 444 macollos respectivamente.



**Ilustración 4-9:** Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0.05 de significancia para la Dosis de N , en relación con el número de macollos/m<sup>2</sup>

En la tabla 4-20, presenta el análisis ortogonal para el número de macollos /m<sup>2</sup> , se obtuvo un resultado altamente significativo ( $p \leq 0,01$ ), siendo función Lineal , con un valor  $p < 0,0001$ .

**Tabla 4-20:** Análisis ortogonal para el número de macollos /m<sup>2</sup>

Función	Valor F	Sig	Valor p
Lineal	46,43	**	<0,0001
Cuadrático	1,03	ns	0,3139
Cúbico	2,59	ns	0,1136
Cuartico	0,18	ns	0,6691

Realizado por: Curay J., 2024

#### 4.3.3 *Número de espigas/m<sup>2</sup>*

El análisis de varianza para el número de espigas (Tabla 4-21), presentó alta significancia ( $p \leq 0,01$ ) para Dosis de N , Cebada maltera . Sin embargo, no presenta diferencias significativas para interacción Cebada maltera por Dosis de N .

**Tabla 4-21:** Análisis de varianza para el número de espigas /m<sup>2</sup>

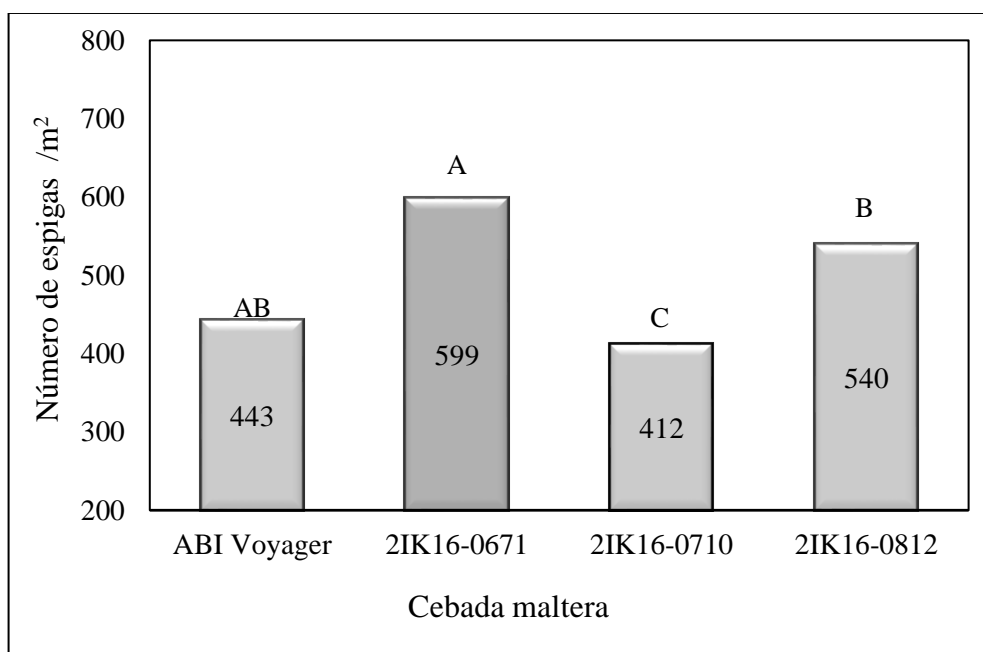
FV	GL	Valor F	Sig	Valor p
Bloques	2	2,34	Ns	0,110
Cebada maltera	3	18,34	**	0,0001
Dosis de N	4	27,95	**	0,0001
Cebada maltera x Dosis de N	12	1,28	Ns	0,268
Error	38			
Total	59			

Media	498,3
Coefficiente de variación %	20,65

**Realizado por:** Curay J., 2024.

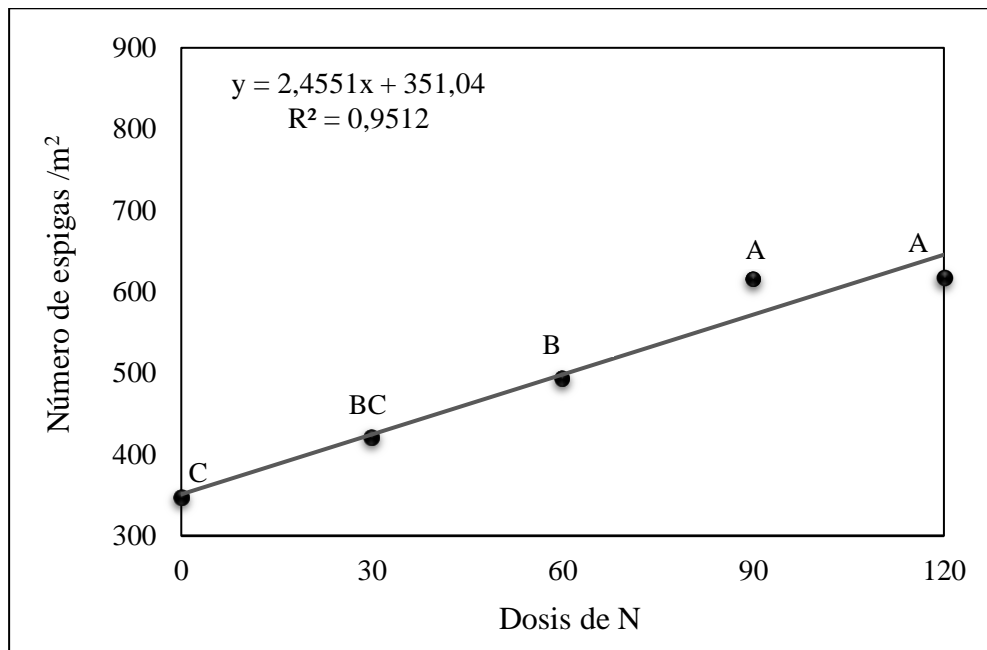
La prueba de Tukey al 0,05% de confianza para el número de espigas/m<sup>2</sup> y Cebada maltera (Ilustración 4-10) , se observa dos grupos: grupo A ; 2IK16-0671 con media de 599 espigas y 2IK16-0812 con media de 540 espigas; grupo B ; ABI-Voyager con media de 443 espigas y 2IK16-0710 con media 412 espigas .



**Ilustración 4-10:** Número de espigas /m<sup>2</sup>, según la prueba de Tukey al 0,05 de significancia, para Cebada maltera.

La prueba de Tukey al 0,05% de confianza para el número de espigas/m<sup>2</sup> y Dosis de N (Ilustración 4-11) , se observa tres grupos: en el grupo A con una aportación de 120 kg N/ha con media de 617 espigas y con 90 kg N/ha con una media de 615 espigas; mientras que el grupo B con una aportación de 60 kg N/ha con una media de 493 espigas ; el grupo BC con una aportación de 30

kg N/ha con media de 420 espigas y grupo C con una aportación de 0 kg N/ha con media de 346 espigas.



**Ilustración 4-11:** Número de espigas/m<sup>2</sup>, según la prueba de Tukey al 0,05 de significancia, para Dosis de N.

La tabla 4-22 ,presenta el análisis ortogonal para el número de espigas /m<sup>2</sup>, se obtuvo un resultado altamente significativo ( $p \leq 0,01$ ), con un p valor de  $< 0,0001$  ,concluyendo que presenta una función lineal.

**Tabla 4-22:** Análisis ortogonal para el número de espigas /m<sup>2</sup>

Función	Valor F	Sig	Valor p
Lineal	99,61	**	<0,0001
Cuadrático	1,19	ns	0,2800
Cúbico	2,61	ns	0,1125
Cuartico	1,31	ns	0,2586

Realizado por: Curay J., 2024

#### 4.3.4 Número de granos por espigas

En la tabla 4-23, el análisis de varianza para el número de granos por espigas evidencia que solo presenta significancia ( $p \leq 0,05$ ) para Cebada maltera.

**Tabla 4-23:** Análisis de varianza para el número de granos por espigas

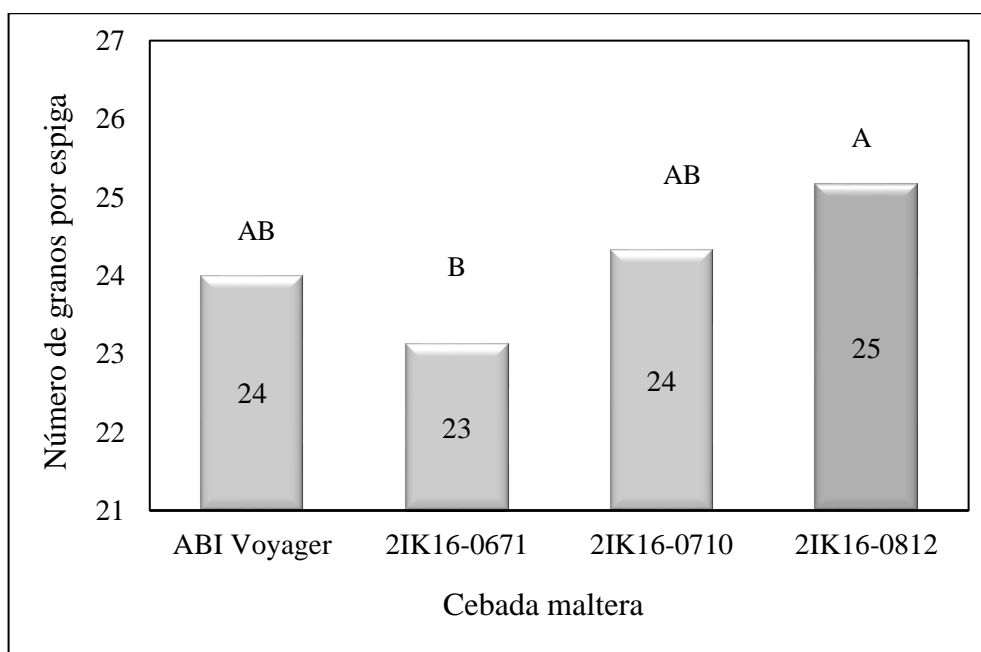
FV	GL	Valor F	Sig	Valor p
Bloques	2	2,420	ns	0,103
Cebada maltera	3	4,160	*	0,012
Dosis de N	4	1,080	ns	0,382
Cebada maltera xDosis de N	12	1,350	ns	0,232
Error	38			
Total	59			

Media	24,16
Coefficiente de variación %	7,54

Realizado por: Curay J., 2024.

La prueba de Tukey al 0,05% de confianza (Ilustración 4-12), el número de granos/espiga se determinó tres grupos: grupo A formado por 2IK16-0812 con 25 granos ; grupo AB encontramos ABI-Voyager y 2IK16-0710 con medias 24 granos y grupo B tenemos a 2IK16-0671 con 23 granos.



**Ilustración 4-12:** Número de granos por espiga; según la prueba de Tukey al 0.05 de significancia para Cebada maltera.

#### 4.3.5 Longitud de la espiga (cm)

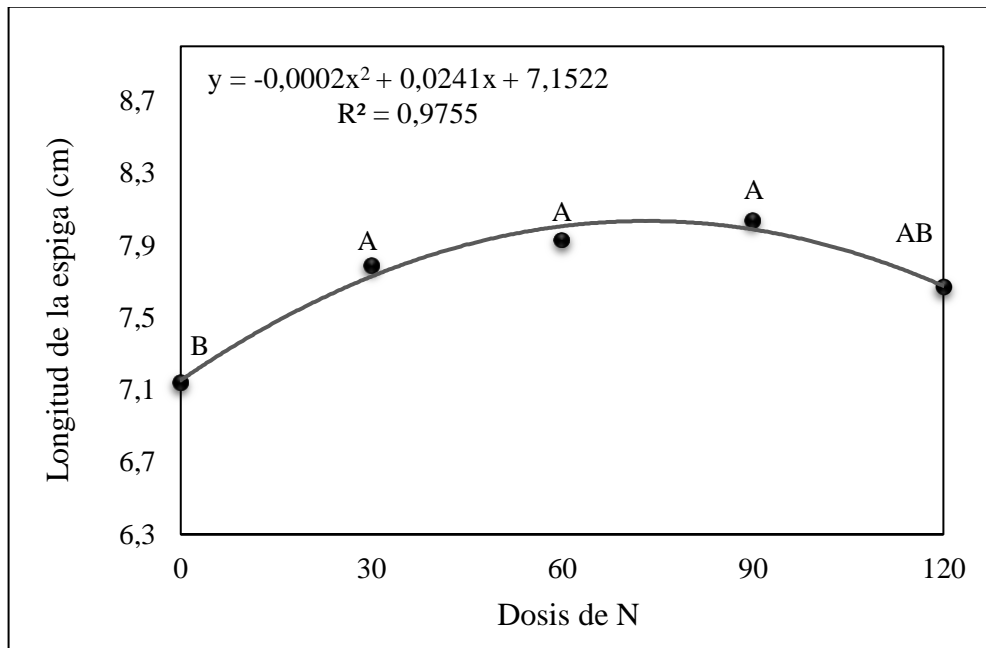
En la tabla 4-24, el análisis de varianza para longitud de la espiga evidencia que para Dosis de N, presenta alta significancia ( $p \leq 0,01$ ), y no presenta significancia para Cebada maltera y su interacción Cebada maltera por Dosis de N.

**Tabla 4-24:** Análisis de varianza para la longitud de la espiga

FV	GL	Valor F	Sig	Valor p
Bloques	2	1,47	ns	0,243
Cebada maltera	3	0,24	ns	0,865
Dosis de N	4	5,00	**	0,002
Cebada maltera x Dosis de N	12	0,37	ns	0,965
Error	38			
Total	59			
Media	7,7088			
Coefficiente de variación %	7,43			

Realizado por: Curay J., 2024.

En la prueba de Tukey al 5% (Ilustración 4-13 ), para longitud de la espiga. ,consta de tres grupos el grupo A con dosis 30,60,90 kg N /ha con medias de (7,79 ; 7,93; 8,03 cm) respectivamente ; el grupo B con 0 kg N/ha con media de 7,14 cm y grupo AB con 120 kg N /ha con media 7,66 cm.



**Ilustración 4-13:** Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0.05 de significancia para la Dosis de N, en relación con la longitud de la espiga.

En la tabla 4-25, presenta el análisis ortogonal para longitud de la espiga , se obtuvo un resultado altamente significativo ( $p \leq 0,01$ ), para la función lineal y cuadrático con valores p de 0,0061 y 0,003 respectivamente

**Tabla 4-25:** Análisis ortogonal para longitud de la espiga .

<b>Función</b>	<b>Valor F</b>	<b>Sig</b>	<b>Valor p</b>
Lineal	8,20	**	0,0061
Cuadrático	14,78	**	0,0030
Cúbico	0,01	ns	0,9419
Cuartico	0,57	ns	0,4535

**Realizado por:** Curay J., 2024

#### **4.3.6 Altura de la planta(cm)**

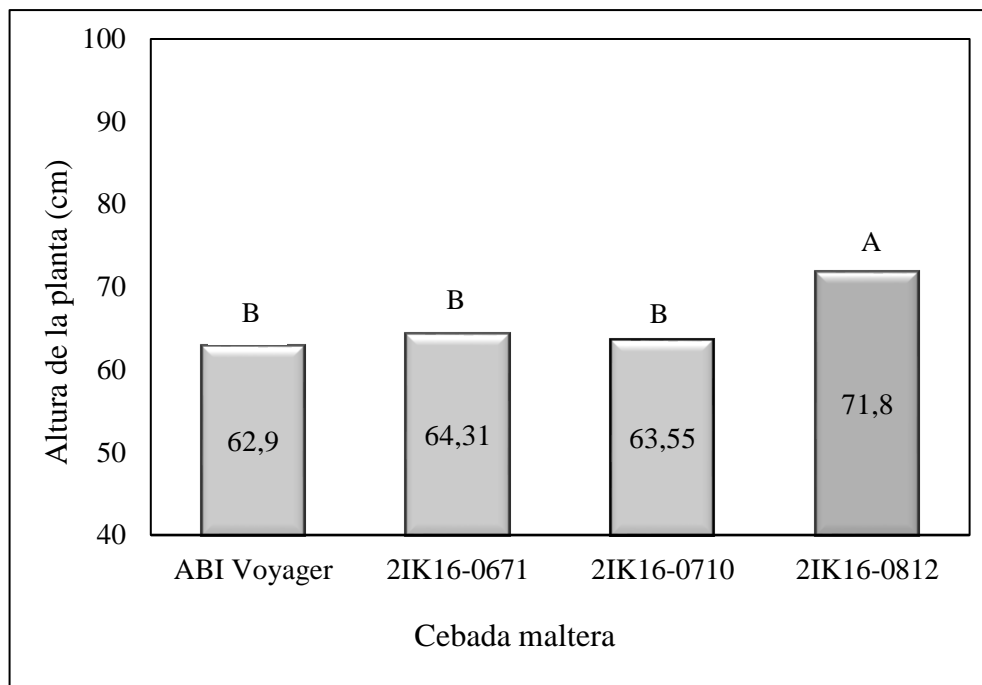
En la tabla 4-26, el análisis de varianza para altura de la planta presentó significancia ( $p \leq 0,05$ ) para cebada maltera , y no para Dosis de N e interacción de Cebada maltera por Dosis de N .

**Tabla 4-26:** Análisis de varianza para la altura de la planta.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>Valor F</b>	<b>Sig</b>	<b>Valor p</b>
Bloques	2	5,88	**	0,006
Cebada maltera	3	5,21	**	0,004
Dosis de N	4	1,34	ns	0,272
Cebada de maltera x Dosis de N	12	0,74	ns	0,703
Error	38			
Total	59			
Media		65,64		
Coefficiente de variación %		12,45		

**Realizado por:** Curay J., 2024.

La prueba de Tukey al 0,05% de confianza (Ilustración 4-14 ), para la altura de la planta (cm) y Cebada maltera determinó dos grupos: en el grupo A formado por 2IK16-0812 con una media de 71,80 cm ; mientras que el grupo B formado por tres materiales: ABI-Voyager , 2IK16-0671 ,2IK16-0710 con medias (62,90 ; 64,31 y 63,55 cm ) respectivamente.



**Ilustración 4-14:** Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0.05 de significancia para Cebada maltera, en relación con la altura de la planta.

#### 4.3.7 Días al macollamiento

El análisis de varianza para días al macollamiento (Tabla 4-27), evidenció que para cebada maltera y Dosis de N presentaron una alta significancia ( $p \leq 0,01$ ).

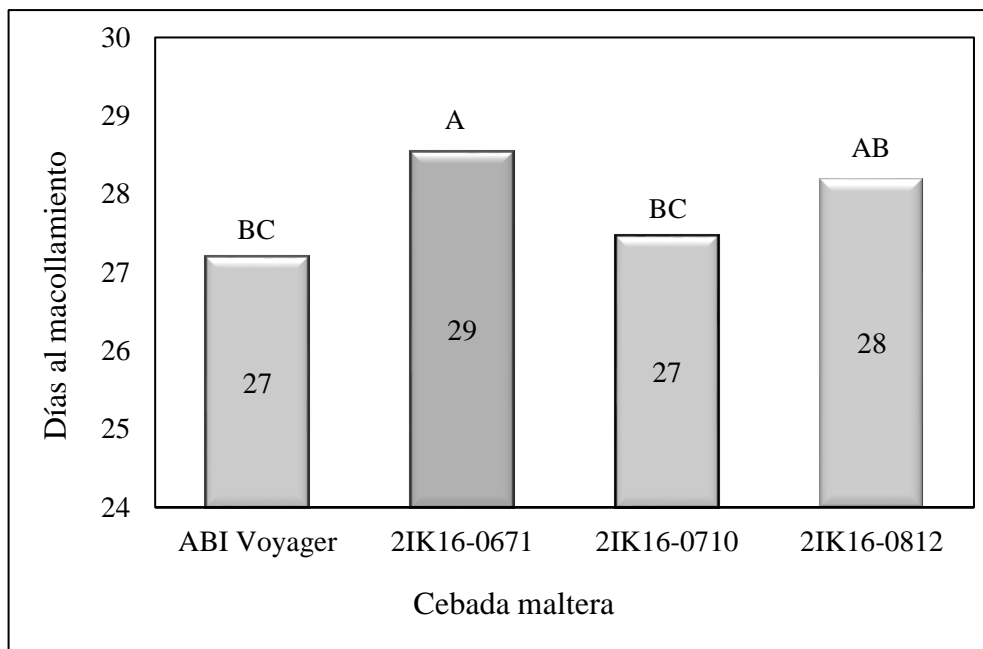
**Tabla 4-27:** Análisis de varianza para los días al macollamiento

FV	GL	Valor F	Sig	Valor p
Bloques	2	0,450	ns	0,639
Cebada maltera	3	5,830	**	0,002
Dosis de N	4	19,05	**	0,0001
Cebada maltera x Dosis de N	12	0,990	ns	0,472
Error	38			
Total	59			
Media		27,85		
Coefficiente de variación %		5,601		

Realizado por: Curay J., 2024.

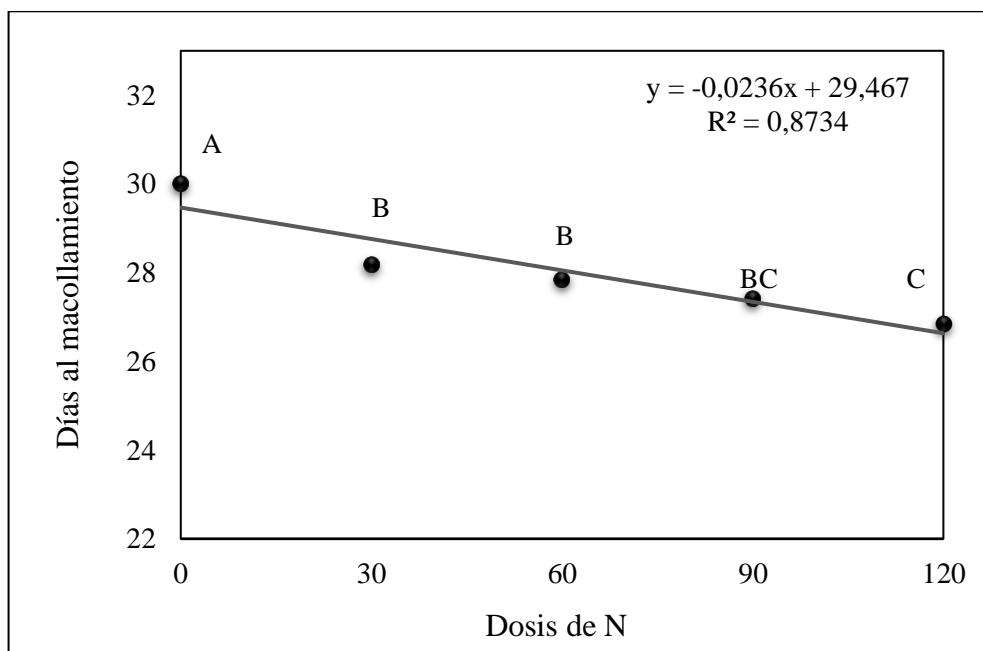
En la prueba de Tukey al 5% , en la Ilustración 4-15 , se observa los días al macollamiento , se determinó tres grupos , el grupo A la 2IK16-0671 con media de 29 días ; el grupo AB tenemos 2IK16-0812 con media de 28 días , grupo BC encontramos , ABI-Voyager y ,2IK16-0710 con 27 días.





**Ilustración 4-15:** Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0.05 de significancia para Cebada maltera, en relación con los días al macollamiento.

En la Ilustración 4-16, presenta los días al macollamiento, tres grupos; grupo A con aporte de 0 kg N/ha con una media de 30 días, mientras que en el grupo B con aportes de 30 y 60 kg N/ha con una media de 28 días; grupo BC con aporte de 90 kg N/ha con una media de 27 días, mientras que el grupo C con un aporte de 120 kg N/ha con una media de 26 días.



**Ilustración 4-16:** Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0.05 de significancia para las Dosis de N, en relación a los días al macollamiento.

En la tabla 4-28, presenta el análisis ortogonal para días al macollamiento , se obtuvo un resultado altamente significativo ( $p \leq 0,01$ ), para la función Lineal con un p valor de  $<0,0001$ , cuadrático con p valor de 0,0008, cúbico con p valor de  $<0,0001$  y cuartico con p valor de 0,0022.

**Tabla 4-28:** Análisis ortogonal para días al macollamiento .

<b>Función</b>	<b>Valor F</b>	<b>Sig</b>	<b>Valor p</b>
Lineal	20,83	**	$<0,0001$
Cuadrático	12,60	,**	0,0008
Cúbico	25,21	**	$<0,0001$
Cuartico	10,30	**	0,0022

Realizado por: Curay J., 2024.

#### 4.3.8 Días al encañado

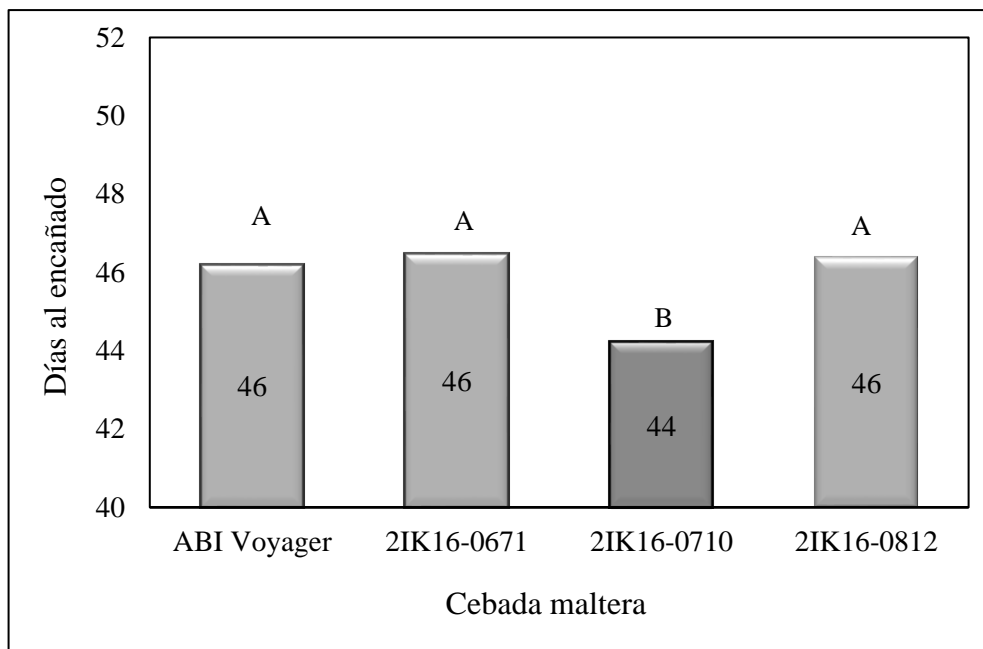
En la (Tabla 34-9 ), presenta el análisis de varianza para días al encañado presentó diferencia altamente significativa ( $p \leq 0,01$ ) para Cebada maltera y diferencia significativa para Dosis de N. Sin embargo, no presentó significancia para la interacción Cebada maltera por Dosis de N.

**Tabla 4-29:** Análisis de varianza para los días al encañado

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>Valor F</b>	<b>Sig</b>	<b>Valor p</b>
Bloques	2	0,830	ns	0,445
Cebada maltera	3	6,390	**	0,001
Dosis de N	4	2,630	*	0,049
Cebada maltera x Dosis de N	12	0,810	ns	0,639
Error	38			
Total	59			
Media	45,82			
Coefficiente de variación %	4,186			

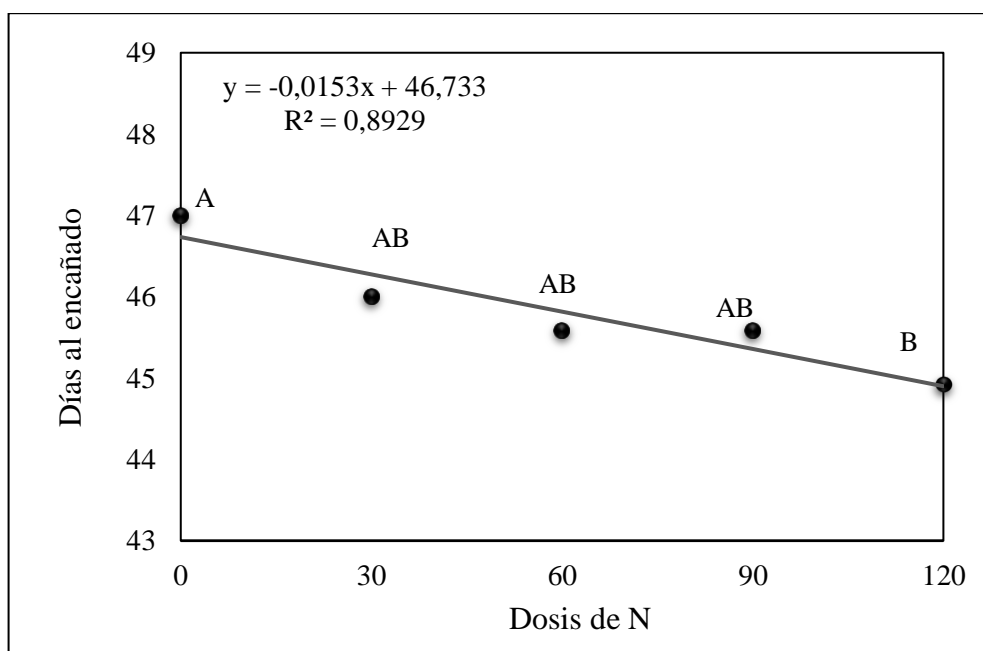
Realizado por: Curay J., 2024.

En la Ilustración 4-17, se observa los días al encañado , se determinó dos grupos , el grupo A ; 2IK16-0671 , 2IK16-0812 y ABI-Voyager con medias de 46 días ; el grupo B ; 2IK16-0710 con una media de 44 días .



**Ilustración 4-17:** Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0.05 de significancia para Cebada maltera, en relación con los días al encañado.

En la Ilustración 4-18, se observa días al encañado, se determinó dos grupos, el grupo A con aporte de 0 kg N/ha con media de 47 días, mientras que en el grupo AB con aporte de 30, 60, 90 kg N/ha con media de 46 días y grupo B aporte de 120 kg N/ha con media de 45 días.



**Ilustración 4-18:** Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0.05 de significancia para las Dosis de N, en relación con los días al encañado.

En la tabla 4-30, presenta el análisis ortogonal para días al encañado, se obtuvo un resultado altamente significativo ( $p \leq 0,01$ ), para la función Lineal con un p valor de 0,0031.

**Tabla 4-30:** Análisis ortogonal para días al encañado

<b>Función</b>	<b>Valor F</b>	<b>Sig</b>	<b>Valor p</b>
Lineal	9,66	**	0,0031
Cuadrático	0,39	ns	0,5375
Cúbico	0,72	ns	0,4007
Cuartico	0,06	ns	0,8152

**Realizado por:** Curay J., 2024

#### 4.3.9 *Días al embuchamiento*

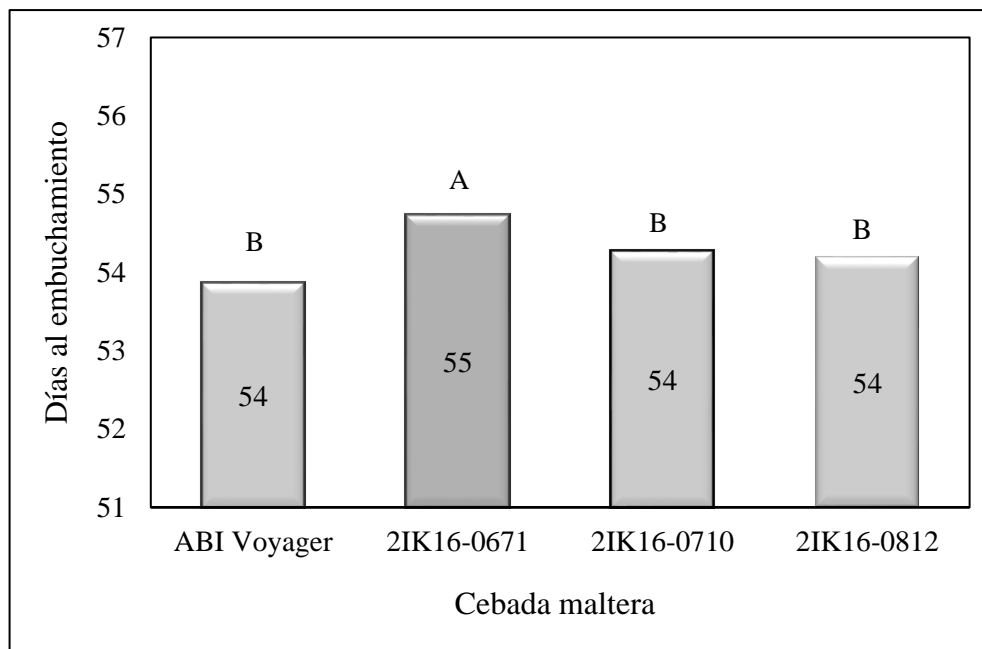
El análisis de varianza para días al encañado (Tabla 4-31), presentó diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) para Cebada maltera y su interacción Cebada maltera por Dosis de N, presentó diferencias altamente significativas ( $p \leq 0,01$ ).

**Tabla 4-31:** Análisis de varianza para los días al embuchamiento

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>Valor F</b>	<b>Sig</b>	<b>Valor p</b>
Bloques	2	3,120	ns	0,056
Cebada maltera	3	2,820	*	0,042
Dosis de N	4	0,820	ns	0,518
Cebada maltera x Dosis de N	12	2,680	**	0,010
Error	38			
Total	59			
Media	54,22			
Coefficiente de variación %	1,854			

**Realizado por:** Curay J., 2024.

En la Ilustración 4-19, se observa los días al embuchamiento, se determinó dos grupos, el grupo A el material de germoplasma 2IK16-0671 con una media de 55 días; el grupo B la 2IK16-0710; 2IK16-0812 y ABI-Voyager con medias de 54 días.



**Ilustración 4-19:** Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0.05 de significancia para Cebada maltera , en relación con los días al embuchamiento.

En la Tabla 4-32, se observa la prueba de Tukey al 0,05% de confianza determinó dos grupos para la interacción Cebada maltera por Dosis de N ; siendo el material 2IK16-0812 y ABI-Voyager bajo una fertilización de 60 kg y 90 kg N/ha los tratamientos que generan el menor número de días al embuchado con 53 días .

**Tabla 4-32:** Prueba de comparación de medias para los tratamientos, de los días al embuchamiento, según la prueba de Tukey al 0,05% de confianza

Tratamientos	Código	Media	Grupo	
2IK16-0671 x 30 kg N/ha	A2B2	55,66	A	
2IK16-0710 x120 kg N/ha	A3B5	54,98	A	B
2IK16-0671 x 60 kg N/ha	A2B3	54,98	A	B
2IK16-0812 x 30 kg N/ha	A4B2	54,98	A	B
ABI-Voyager x 60 kg N/ha	A1B3	54,66	A	B
2IK16-0671 x 120 kg N/ha	A2B5	54,66	A	B
2IK16-0812 x 120 kg N/ha	A4B5	54,66	A	B
2IK16-0671x 90 kg N/ha	A2B4	54,66	A	B
2IK16-0710 x 0 kg N/ha	A3B1	54,62	A	B
ABI-Voyager x 0 kg N/ha	A1B1	54,33	A	B
2IK16-0710 x 90 kg N/ha	A3B4	54,31	A	B
2IK16-0812x 0 kg N/ha	A4B1	54,29	A	B
2IK16-0710 x60 kg N/ha	A3B3	53,98	A	B
ABI-Voyager x 120 kg N/ha	A1B5	53,98	A	B
2IK16-0812 x 90 kg N/ha	A4B4	53,98	A	B
2IK16-0671 x 0 kg N/ha	A2B1	53,66	A	B

2IK16-0710 x 30 kg N/ha	A3B2	53,33	A	B
ABI-Voyager x 30 kg N/ha	A1B2	53,33	A	B
2IK16-0812 x 60 kg N/ha	A4B3	53,00		B
ABI-Voyager x 90 kg N/ha	A1B4	53,00		B

Realizado por: Curay J., 2024

#### 4.3.10 Días al espigamiento

El análisis de varianza para días al espigamiento (Tabla 4-33) , evidenció que Cebada, Dosis de N e interacción Cebada maltera por Dosis de N , presentaron una alta significancia ( $p \leq 0,01$ ). Es decir, los días al espigamiento se ven afectados por los tratamientos de esta investigación.

**Tabla 4-33:** Análisis de varianza para los días al espigamiento.

FV	GL	Valor F	Sig	Valor p
Bloques	2	2,260	ns	0,118
Cebada	3	12,38	**	0,0001
Dosis	4	51,56	**	0,0001
Cebada x Dosis	12	17,23	**	0,0001
Error	38			
Total	59			
Media	64,57			
Coefficiente de variación %	4,858			

Realizado por: Curay J., 2024.

En la Tabla 4-34 se observa la comparación de medias entre Cebada maltera por Dosis de N y su respectivo grupo mediante letras para diferenciarlos entre sí , se evidencia ,el material precoz conformado por ABI-Voyager con dosis de 90 y 30 kg N/ha quienes presentaron una media de 61 días .

**Tabla 4-34:** Prueba de comparación de medias para los tratamientos, de los días al espigamiento, según la prueba de Tukey al 0,05% de confianza

Tratamientos	Código	Media	Grupo				
ABI-Voyager x 60 kg N/ha	A1B3	72,34	A				
2IK16-0812 x 60 kg N/ha	A4B3	71,34	A				
2IK16-0710 x 120 kg N/ha	A3B5	66,68	B				
2IK16-0812 x 0 kg N/ha	A4B1	66,03	B	C			
2IK16-0812 x 120 kg N/ha	A4B5	66,01	B	C			
2IK16-0710 x 0 kg N/ha	A3B1	65,69	B	C	D		
2IK16-0671 x 120 kg N/ha	A2B5	65,36	B	C	D	E	
ABI-Voyager x 0 kg N/ha	A1B1	65,01	B	C	D	E	
ABI-Voyager x 120 kg N/ha	A1B5	64,67	B	C	D	E	F
2IK16-0671 x 0 kg N/ha	A2B1	64,36	B	C	D	E	F G
2IK16-0671 x 30 kg N/ha	A2B2	64,35	B	C	D	E	F G
2IK16-0671 x 60 kg N/ha	A2B3	63,34	B	C	D	E	F G
2IK16-0812 x 90 kg N/ha	A4B4	63,01	C			D	E F G
2IK16-0812 x 30 kg N/ha	A4B2	63,01	C			D	E F G
2IK16-0710 x 60 kg N/ha	A3B3	62,69	C			D	E F G
2IK16-0671 x 90 kg N/ha	A2B4	62,35	D			E	F G
2IK16-0710 x 90 kg N/ha	A3B4	62,01	E			F	G
2IK16-0710 x 30 kg N/ha	A3B2	61,69	E			F	G
ABI-Voyager x 30 kg N/ha	A1B2	61,03	F			G	
ABI-Voyager x 90 kg N/ha	A1B4	60,67	G			G	

Realizado por: Curay J., 2024.

#### 4.3.11 Días a la floración

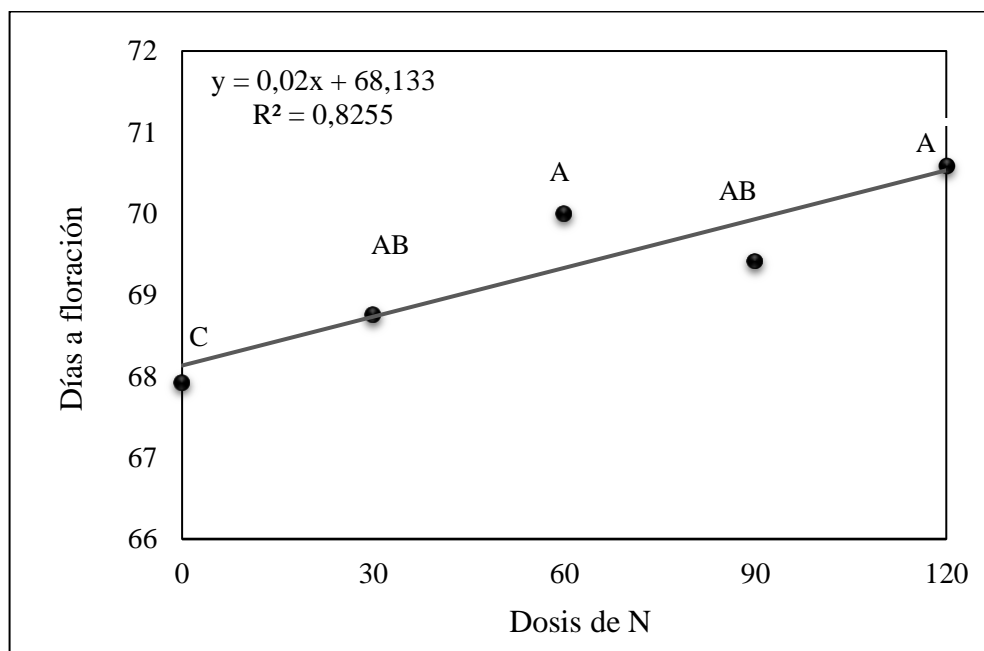
El análisis de varianza para días a la floración (Tabla 4-35), evidenció diferencia significancia ( $p \leq 0,05$ ), solo para Dosis de N, mientras para cebada maltera y su interacción dosis de N no presentó diferencias significativas

**Tabla 4-35:** Análisis de varianza para los días a la floración

FV	GL	Valor F	Sig	Valor p
Bloques	2	7,89	**	0,001
Cebada maltera	3	1,96	ns	0,136
Dosis de N	4	3,06	*	0,028
Cebada maltera x Dosis de N	12	0,86	ns	0,596
Error	38			
Total	59			
Media	70			
Coefficiente de variación %	4,13			

Realizado por: Curay J., 2024.

En la ilustración 4-20 se observa días a la floración y dosis de N, se determinó tres grupos : grupo A con 60 y 120 kg N/ha con media de 70 días ;el grupo AB con dosis de 30 ,90 con 69 días y grupo C con 0 kg N por hectárea con 68 días .



**Ilustración 4-20:** Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0.05 de significancia para las dosis de N, en relación con los días a la floración.

En la Tabla 4-36 ,presenta el análisis ortogonal para días a la floración , se obtuvo una significancia ( $p \leq 0,05$ ), para la función lineal con un p valor de 0,0159 .

**Tabla 4-36:** Análisis ortogonal para días a la floración.

<b>Función</b>	<b>Valor F</b>	<b>Sig</b>	<b>Valor p</b>
Lineal	7,58	*	0,0159
Cuadrático	1,21	ns	0,2647
Cúbico	0,37	ns	0,1177
Cuartico	3,53	ns	0,1613

Realizado por: Curay J., 2024

#### 4.3.12 Días al llenado del grano

El análisis de varianza para días al llenado del grano (Tabla 4-37) ,evidenció que Cebada maltera y Dosis de N presentaron una alta significancia ( $p \leq 0,01$ ), pero no presentó diferencias significativas para la interacción Cebada maltera por Dosis de N .

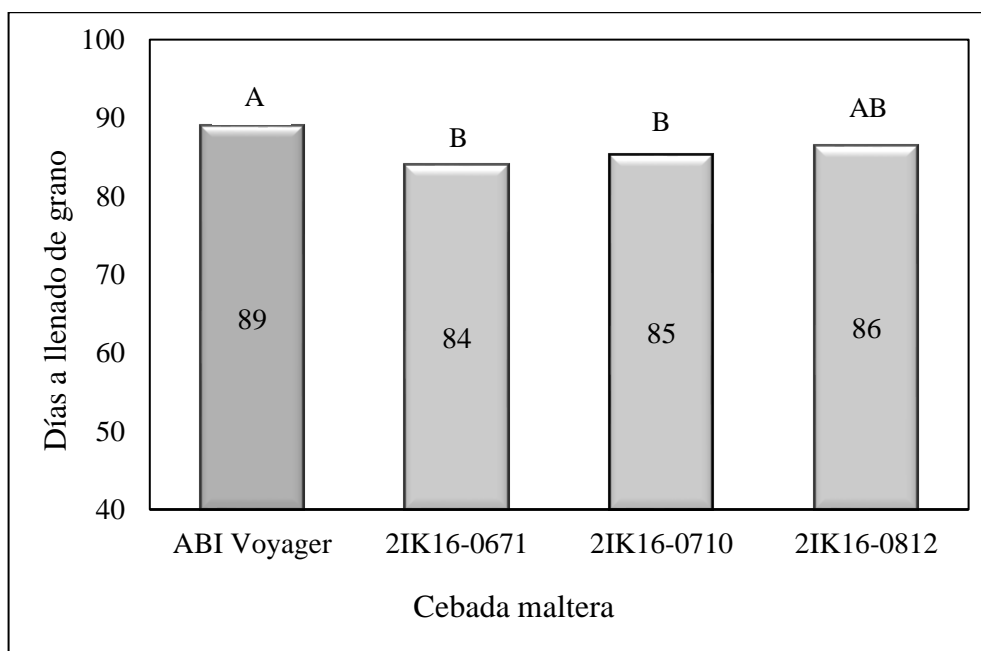


**Tabla 4-37:** Análisis de varianza para los días al llenado del grano

FV	GL	Valor F	Sig	Valor p
Bloques	2	2,35	ns	0,109
Cebada maltera	3	4,63	**	0,007
Dosis de N	4	15,38	**	0,0001
Cebada maltera x Dosis de N	12	0,98	ns	0,488
Error	38			
Total	59			
Media	86,133			
Coefficiente de variación %	6,53			

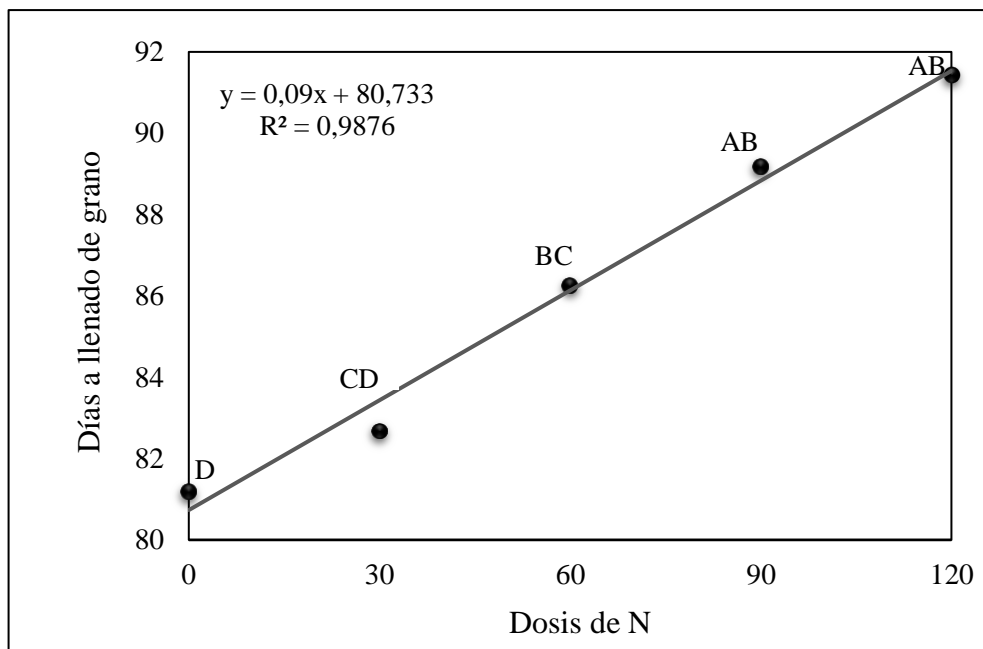
Realizado por: Curay J., 2024.

En la Ilustración 4-21 se observa días al llenado del grano y Cebada maltera, se determinó dos grupos: en el grupo A formado por el material ABI-Voyager con una media de 89 días ; mientras que el grupo B formado por dos materiales: 2IK16-0671 ; 2IK16-0710 con medias de 84 y 85 días respectivamente y 2IK16-0812 , y el grupo AB 2IK16-0812 ; con media 86 días.



**Ilustración 4-21:** Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0.05 de significancia para Cebada maltera, en relación con los días al llenado del grano.

En la Ilustración 4-22 se observa días al llenado del grano y Dosis de N, se evidenció cuatro grupos: el grupo AB con dosis de 120 y 90 kg de N/ha con medias de 90-91 días ;grupo BC con 60 kg de N/ha con media de 86 días; grupo CD con 30 kg de N/ha con media de 82 días y grupo D con 0 kg de N /ha con medias de 81 días



**Ilustración 4-22:** Comparación de medias, según la prueba de Tukey al 0,05 de significancia para las Dosis de N , en relación con los días al llenado del grano.

En la Tabla 4-38, presenta el análisis ortogonal para días al llenado de grano, se obtuvo alta significancia ( $p \leq 0,01$ ), para función lineal con un p valor de  $< 0,0001$ .

**Tabla 4-38:** Análisis ortogonal para días al llenado de grano.

<b>Función</b>	<b>Valor F</b>	<b>Sig</b>	<b>Valor p</b>
Lineal	61,13	**	$< 0,0001$
Cuadrático	0,04	ns	0,8392
Cúbico	0,63	ns	0,4296
Cuartico	0,09	ns	0,7647

Realizado por: Curay J., 2024.

#### 4.3.13 Días a la madurez fisiológica

El análisis de varianza para días a la madurez fisiológica (Tabla 4-39), evidenció que Dosis de N e interacción Cebada maltera por Dosis de N presentaron una alta significancia ( $p \leq 0,01$ ). Es decir, los días a la madurez fisiológica se ven afectados por los tratamientos de esta investigación.

**Tabla 4-39:** Análisis de varianza para los días a la madurez fisiológica

FV	GL	Valor F	Sig	Valor p
Bloques	2	2,74	ns	0,181
Cebada maltera	3	7,25	*	0,023
Dosis de N	4	129,67	**	0,0001
Cebada maltera x Dosis de N	12	9,33	**	0,0001
Error	38			
Total	59			
Media	109,37			
Coeficiente de variación %	7,26			

Realizado por: Curay J., 2024.

En la Tabla 4-40, se observa la prueba de comparación de medias para los tratamientos a los días a la madurez fisiológica, según la prueba Tukey al 0,05% de confianza determinó 6 grupos, el material precoz 2IK16-0812 con 0 kg N/ha; mientras el material tardíos ABI-Voyager con dosis de 120 kg N /ha.

**Tabla 4-40:** Prueba de comparación de medias para los tratamientos, de los días a la madurez fisiológica, según la prueba Tukey al 0,05% de confianza.

Tratamiento	Código	Media	Grupo		
ABI-Voyager x 120 kg N/ha	A1B5	123	A		
2IK16-0710 x 120 kg N/ha	A3B5	123	A	B	
2IK16-0671 x 120 kg N/ha	A2B5	122	A	B	
2IK16-0671 x 90 kg N /ha	A2B4	118	A	B	C
ABI-Voyager x 90 kg N /ha	A1B4	117		B	C
2IK16-0671 x 60 kg N/ha	A2B3	115			C D
2IK16-0710 x 90 kg N/ha	A3B4	115			C D
ABI-Voyager x 60 kg N/ha	A1B3	110			D E
2IK16-0710 x 60 kg N/ha	A3B3	110			D E
2IK16-0710 x 30 kg N/ha	A3B2	106			E F
2IK16-0671 x 30 kg N/ha	A2B2	105			E F
2IK16-0812 x 90 kg N/ha	A4B4	105			E F
ABI-Voyager x 30 kg N/ha	A1B2	104			E F
2IK16-0812 x 120 kg N/ha	A4B5	104			E F
2IK16-0671 x 0 kg N/ha	A2B1	102			F
ABI-Voyager x 0 kg N/ha	A1B1	102			F
2IK16-0710 x 0 kg N/ha	A3B1	102			F
2IK16-0812 x 60 kg N/ha	A4B3	102			F
2IK16-0812 x 30 kg N/ha	A4B2	101			F
2IK16-0812 x 0 kg N/ha	A4B1	100			F

Realizado por: Curay J., 2024.

#### 4.4 Relación del rendimiento con cebada maltera.

##### 4.4.1 ABI-Voyager

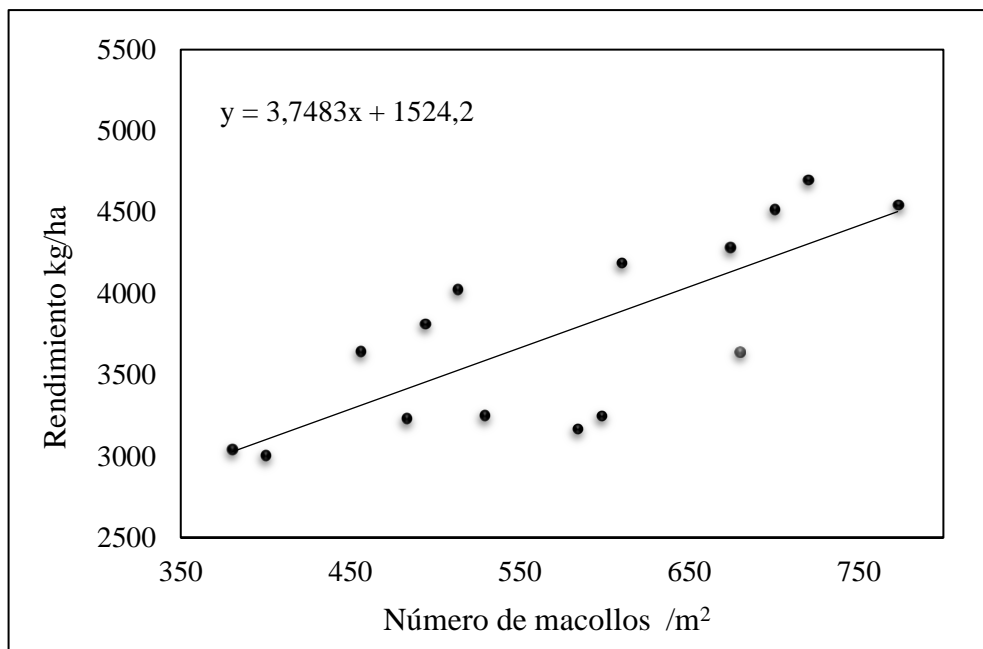
El análisis de regresión y correlación del rendimiento de cebada maltera ABI-Voyager con las diferentes variables evaluadas (Tabla 4-41), se evidencia correlaciones positivas y negativas, presenta diferencias altamente significativas ( $p \leq 0,01$ ) para número de macollos /m<sup>2</sup>, número de espigas/m<sup>2</sup>, días al llenado de grano, días a madurez fisiológica.

**Tabla 4-41:** Regresión y correlación de las variables en estudio, relacionados con el rendimiento del grano de cebada maltera ABI-Voyager

Variables agronómicas y de rendimiento	Coefficiente de correlación (r)	Coefficiente de determinación R <sup>2</sup> (%)	P-valor de regresión	Sig
Peso de mil granos	0,468	21,93	0,078	ns
Peso hectolítrico	-0,247	6,080	0,375	ns
Número de plantas establecidas	-0,051	0,260	0,856	ns
Número de macollos/m <sup>2</sup>	0,679	46,05	0,002	**
Número de espigas/m <sup>2</sup>	0,741	54,94	0,005	**
Longitud de la espiga	0,260	6,760	0,349	ns
Número de granos por espigas	-0,353	12,49	0,190	ns
Altura de la planta	-0,266	7,060	0,339	ns
Días al macollamiento	-0,379	14,34	0,164	ns
Días al encañado	-0,524	3,150	0,057	ns
Días al embuchamiento	-0,115	1,330	0,683	ns
Días al espigamiento	-0,037	0,14	0,896	ns
Días a la floración	0,264	6,96	0,342	ns
Días al llenado del grano	0,870	75,62	0,0001	**
Días a la madurez fisiológica	0,988	97,59	0,0001	**

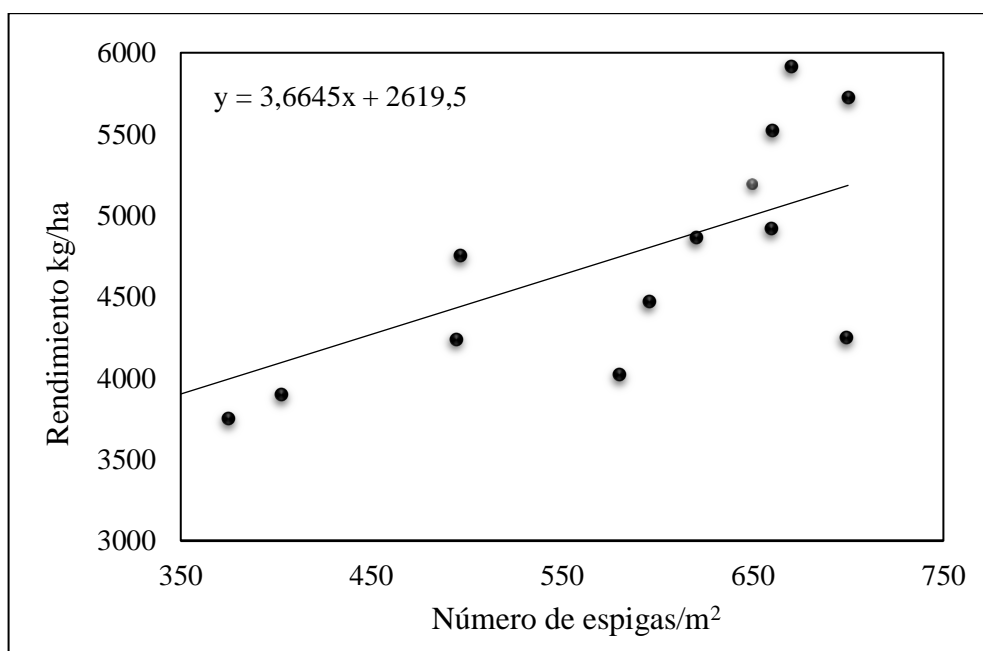
**Realizado por:** Curay J., 2024.

En la ilustración 4-23, se observa la dispersión de los datos obtenidos de la variedad ABI-Voyager, mediante la dirección de la recta presenta una correlación lineal positiva entre el rendimiento kg/ha y número de macollos /m<sup>2</sup>, es decir que el rendimiento aumenta cuando se incrementan el número de macollos/m<sup>2</sup>.

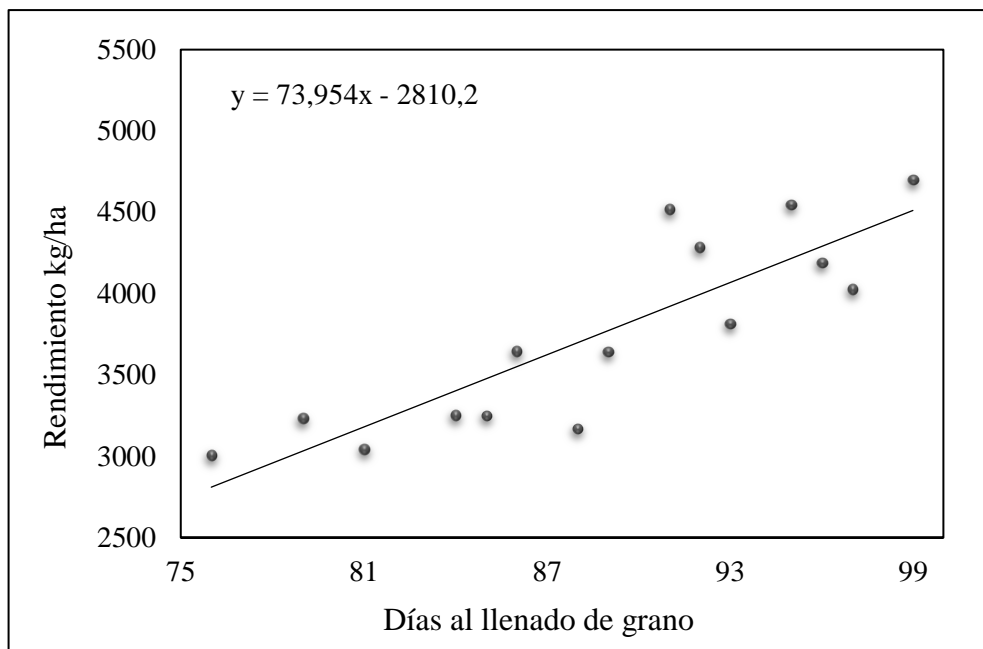


**Ilustración 4-23:** Interacción del rendimiento y número de macollos /m<sup>2</sup>, variedad ABI-Voyager.

En la ilustración 4-24, datos de dispersión de ABI-Voyager, con correlación lineal positiva entre rendimiento kg/ha y número de espigas /m<sup>2</sup>, el rendimiento aumenta al incrementarse el número de espigas.

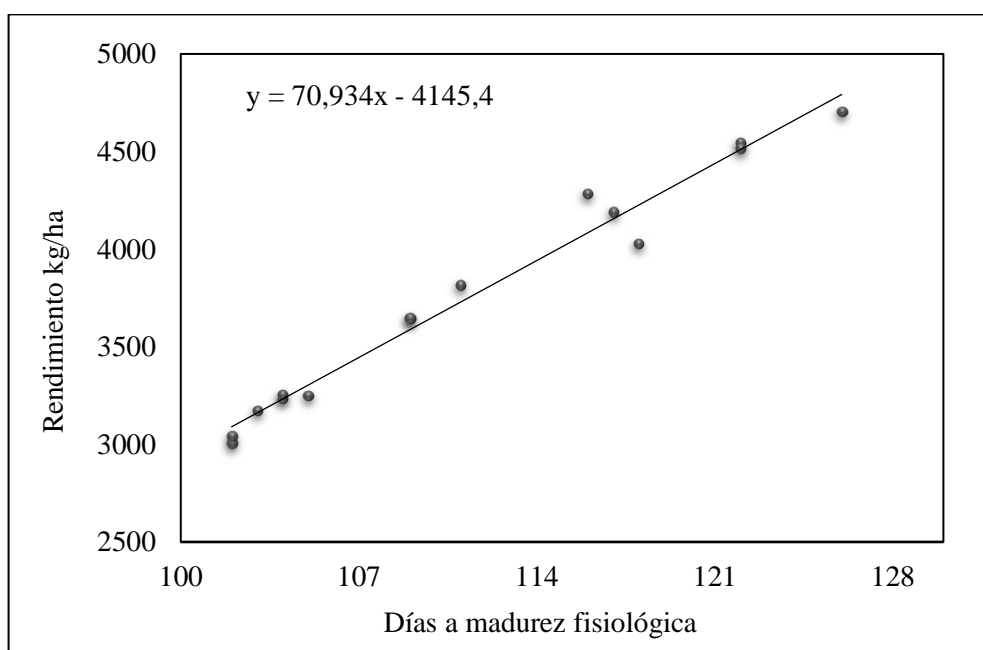


**Ilustración 4-24:** Interacción del rendimiento y número de espigas /m<sup>2</sup>, variedad ABI-Voyager. En la ilustración 27-4, dispersión de datos, variedad ABI-Voyager, por la dirección de la recta presenta una correlación lineal positiva entre el rendimiento kg/ha y días al llenado de grano.



**Ilustración 4-25:** Interacción entre el rendimiento y días al llenado de grano , en la variedad ABI-Voyager.

En la ilustración 4-26, los datos obtenidos de la variedad ABI-Voyager , presenta una recta siendo una correlación lineal positiva entre rendimiento kg/ha y días a la madurez fisiológica ,es decir que el rendimiento se incrementara , a medida que incrementan los días a su madurez.



**Ilustración 4-26** Interacción entre el rendimiento y días a madurez fisiológica en la variedad ABI-Voyager.

#### 4.4.2 2IK16-0671

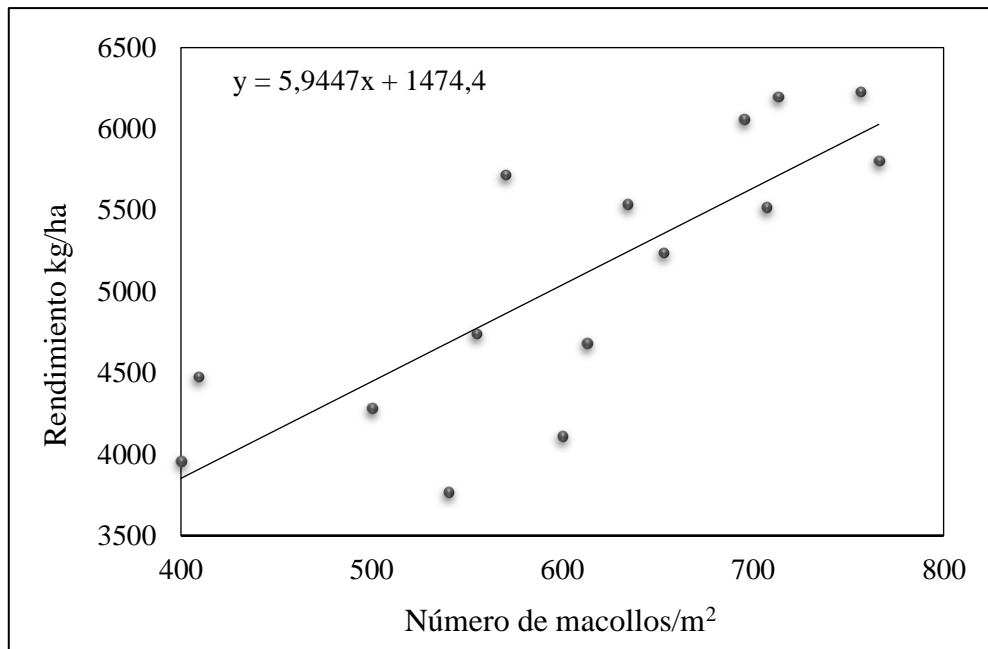
El análisis de regresión y correlación del rendimiento de cebada maltera 2IK16-0671 con las diferentes variables evaluadas (Tabla 4-42), se evidencia correlaciones positivas y negativas , pero presenta diferencias altamente significativas ( $p \leq 0,01$ ) para número de macollos /m<sup>2</sup> ,días a madurez fisiológica y número de espigas /m<sup>2</sup> .

**Tabla 4-42:** Regresión y correlación de las variables en estudio, relacionados con el rendimiento de cebada maltera 2IK16-0671.

<b>Variables agronómicas y de rendimiento</b>	<b>Coefficiente de correlación (r)</b>	<b>Coefficiente de determinación R2 (%)</b>	<b>P-valor de regresión</b>	<b>Sig</b>
Peso de mil granos	-0,103	1,07	0,714	ns
Peso hectolítrico	-0,099	0,98	0,726	ns
Número de plantas Establecidas	0,097	0,95	0,73	ns
Número de macollos/m <sup>2</sup>	0,599	35,88	0,008	**
Número de espigas/m <sup>2</sup>	0,805	64,67	0,0001	**
Longitud de la espiga	0,339	11,51	0,216	ns
Número de granos por espigas	-139	1,92	0,622	ns
Altura de la planta	0,407	16,54	0,132	ns
Días al macollamiento	-0,237	5,62	0,395	ns
Días al encañado	-0,154	2,37	0,584	ns
Días al embuchamiento	0,103	1,07	0,714	ns
Días al espigamiento	-0,288	8,28	0,298	ns
Días a la floración	0,501	25,12	0,057	ns
Días al llenado del grano	0,499	24,93	0,058	ns
Días a la madurez fisiológica	0,885	78,34	0,0001	**

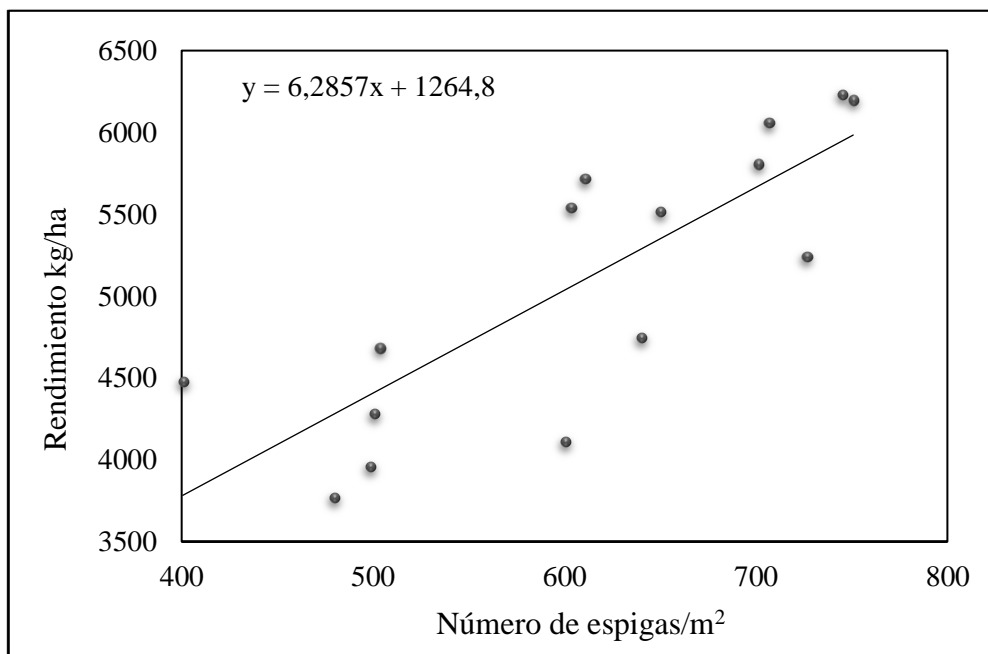
**Realizado por:** Curay J., 2024.

En la Ilustración 4-27, dispersión de datos de Cebada maltera 2IK16-0671, por la dirección de la recta es una correlación lineal positiva entre el rendimiento kg/ha y número de macollos/m<sup>2</sup> , es decir que al obtener mayor número de macollos/m<sup>2</sup> también se obtendrá mayor rendimiento .



**Ilustración 4-27:** Interacción entre rendimiento y número de macollos /m<sup>2</sup> , para 2IK16-0671.

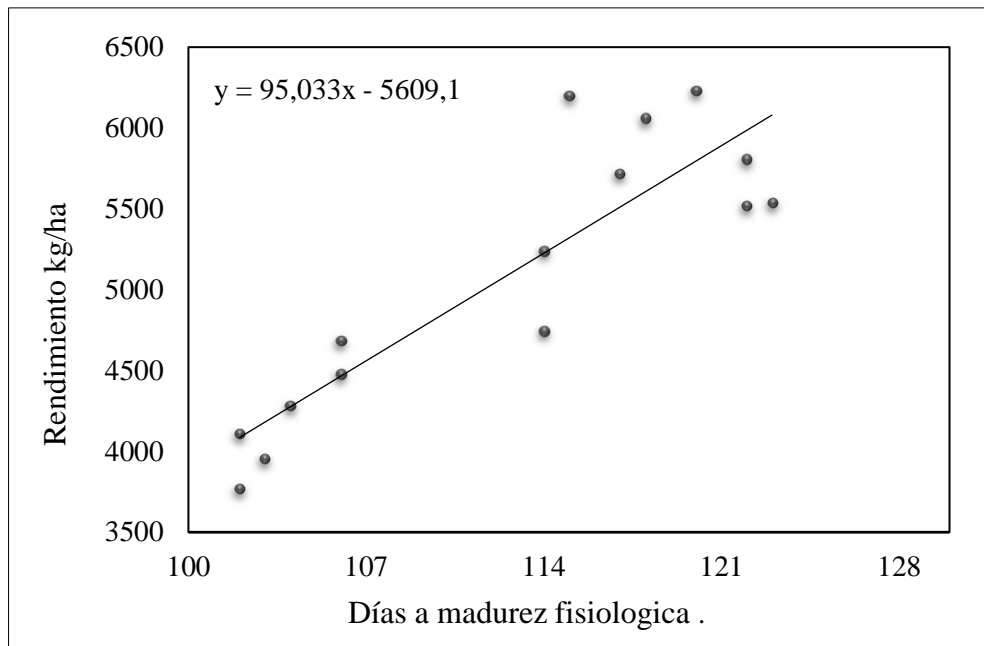
En la ilustración 4-28, dispersión de datos del material de cebada 2IK16-0671, por la dirección de la recta presenta una correlación lineal positiva entre rendimiento kg/ha y número de espigas /m<sup>2</sup> , el rendimiento se incrementará , a medida que incrementan el número de espigas .



**Ilustración 4-28:** Interacción entre el rendimiento y número de espigas/m<sup>2</sup> , para el material de Cebada maltera 2IK16-0671.



En la ilustración 4-29, la dispersión de datos obtenidos del Cebada maltera 2IK16-0671, presentó una correlación lineal positiva entre rendimiento kg/ha y días a madurez fisiológica, es decir el rendimiento incrementa, a medida que transcurren los días a su madurez fisiológica.



**Ilustración 4-29:** Interacción entre el rendimiento y los días a la madurez fisiológica en el material de Cebada maltera 2IK16-0671.

#### 4.4.3 2IK16-0710

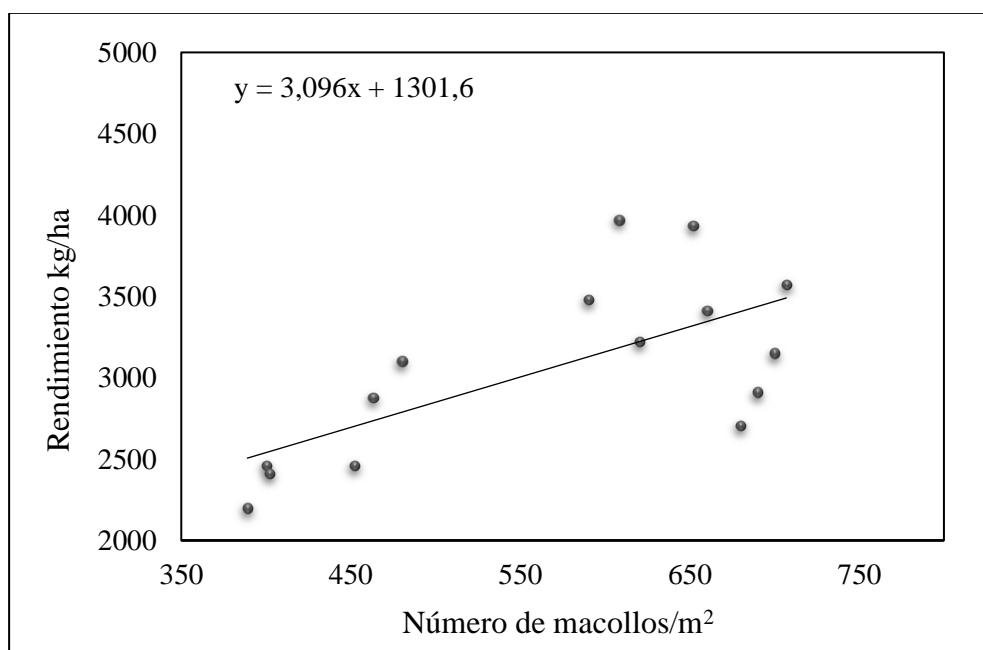
El análisis de regresión y correlación del rendimiento del material de Cebada maltera 2IK16-0710 con las diferentes variables evaluadas (Tabla 4-43), se evidencia correlaciones positivas y negativas, presenta diferencia altamente significativa ( $p \leq 0,01$ ) para número de macollos /m<sup>2</sup>, también presentó diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), para el número de espigas /m<sup>2</sup> y días a madurez fisiológica.

**Tabla 4-43:** Regresión y correlación de las variables en estudio, relacionados con el rendimiento para el material de Cebada maltera 2IK16-0710.

Variables agronómicas y de rendimiento	Coefficiente de correlación (r)	Coefficiente de determinación R2 (%)	P-valor de regresión	Sig
Peso de mil granos	0,327	10,71	0,234	ns
Peso hectolítrico	0,142	2,020	0,614	ns
Número de plantas establecidas	0,284	8,090	0,304	ns
Número de macollos/m <sup>2</sup>	0,572	32,69	0,026	*
Número de espigas/m <sup>2</sup>	0,842	70,82	0,001	**
Longitud de la espiga	0,419	17,53	0,120	ns
Número de granos por espigas	0,129	1,670	0,647	ns
Altura de la planta	0,293	8,560	0,290	ns
Días al macollamiento	-0,478	16,93	0,071	ns
Días al encañado	-0,233	5,430	0,403	ns
Días al embuchamiento	0,127	1,600	0,653	ns
Días al espigamiento	-0,234	5,450	0,402	ns
Días a la floración	0,120	1,440	0,670	ns
Días al llenado del grano	0,496	24,61	0,060	ns
Días a la madurez fisiológica	0,547	29,93	0,035	*

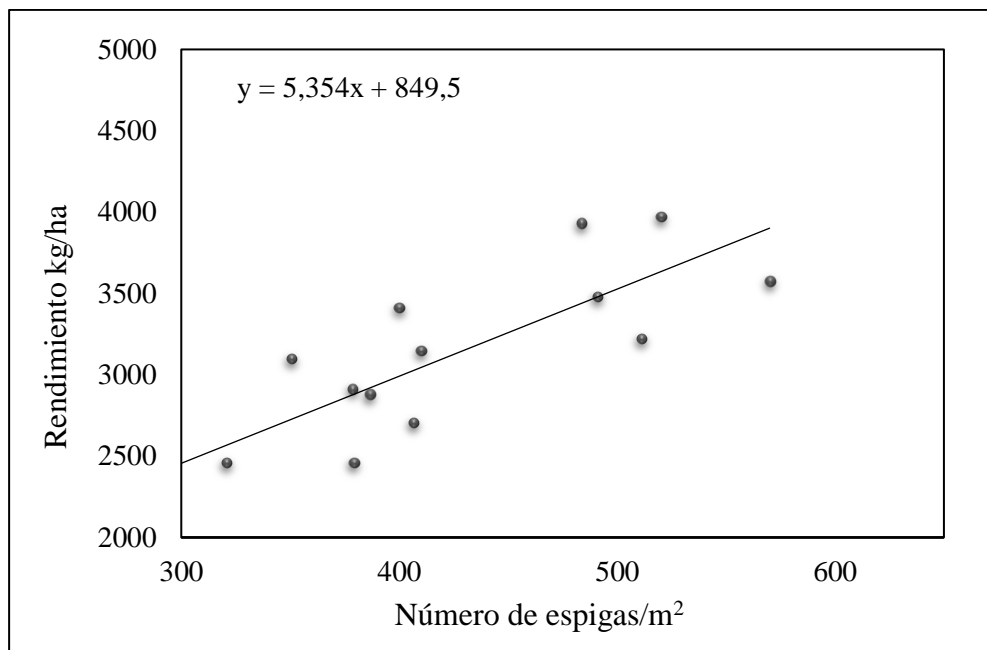
Realizado por: Curay J., 2024

En la ilustración 4-30, dispersión de datos del material de cebada 2IK16-0710, presenta una correlación lineal positiva entre el rendimiento kg/ha y número de macollos/m<sup>2</sup>.



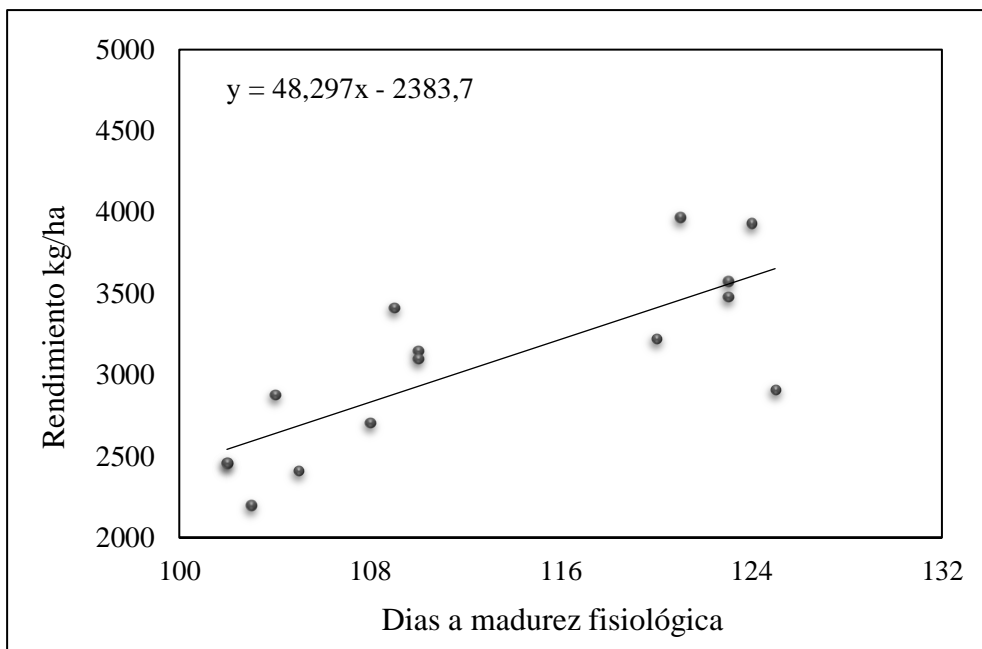
**Ilustración 4-30:** Interacción entre el rendimiento y número de macollos /m<sup>2</sup>, para el material de cebada 2IK16-0710.

En la ilustración 4-31, dispersión de datos del material 2IK16-0710, debido a la dirección de la recta es correlación lineal positiva entre el rendimiento kg/ha y número de espigas /m<sup>2</sup> , es decir que el rendimiento se incrementara , a medida que incrementan el número de espigas .



**Ilustración 4-31:** Interacción entre el rendimiento y número de espigas /m<sup>2</sup> , para el material de cebada maltera 2IK16-0710.

En la ilustración 4-32, dispersión de los datos obtenidos del material de cebada maltera 2IK16-0710, mediante la dirección de la recta se puede mencionar que presenta una correlación lineal positiva entre el rendimiento kg/ha y días a la madurez fisiológica , es decir que el rendimiento se incrementara , a medida que incrementan los días



**Ilustración 4-32:** Interacción entre el rendimiento y días a madurez fisiológica , para el material de cebada maltera 2IK16-0710.

#### 4.4.4 2IK16-0812

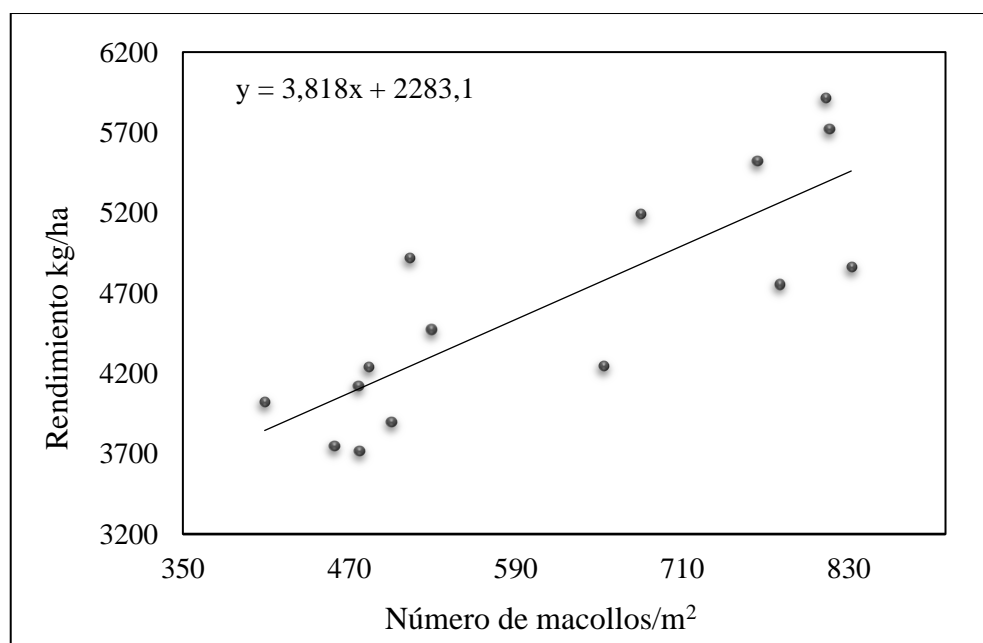
El análisis de regresión y correlación del rendimiento del material de cebada maltera 2IK16-0812, con las diferentes variables evaluadas (Tabla 49-4), se evidencia correlaciones positivas y negativas , presenta diferencias altamente significativas ( $p \leq 0,01$ ) para número de macollos /m<sup>2</sup> , número de espigas/m<sup>2</sup> , días al llenado de grano , días a madurez fisiológica ,también presentó diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ). para longitud de la espiga.

**Tabla 4-44:** Regresión y correlación de las variables en estudio, relacionados con el rendimiento del grano del material de cebada maltera 2IK16-0812

Variables agronómicas y de rendimiento	Coefficiente de correlación (r)	Coefficiente de determinación R2 (%)	P-valor de regresión	Sig
Peso de mil granos	-0,159	2,52	0,572	Ns
Peso hectolítrico	-0,361	13,01	0,187	Ns
Número de plantas establecidas	-0,399	15,92	0,141	Ns
Número de macollos/m <sup>2</sup>	0,643	41,30	0,010	**
Número de espigas/m <sup>2</sup>	0,823	67,77	0,001	**
Longitud de la espiga	0,517	26,71	0,049	*
Número de granos por espigas	0,158	2,490	0,575	Ns
Altura de la planta	0,145	2,110	0,605	Ns
Días al macollamiento	-0,373	13,91	0,171	Ns
Días al encañado	-0,375	14,10	0,168	Ns
Días al embuchamiento	-0,108	1,180	0,700	Ns
Días al espigamiento	-0,182	3,310	0,517	Ns
Días a la floración	-0,269	9,280	0,269	Ns
Días al llenado del grano	0,784	61,42	0,001	**
Días a la madurez fisiológica	0,770	59,32	0,001	**

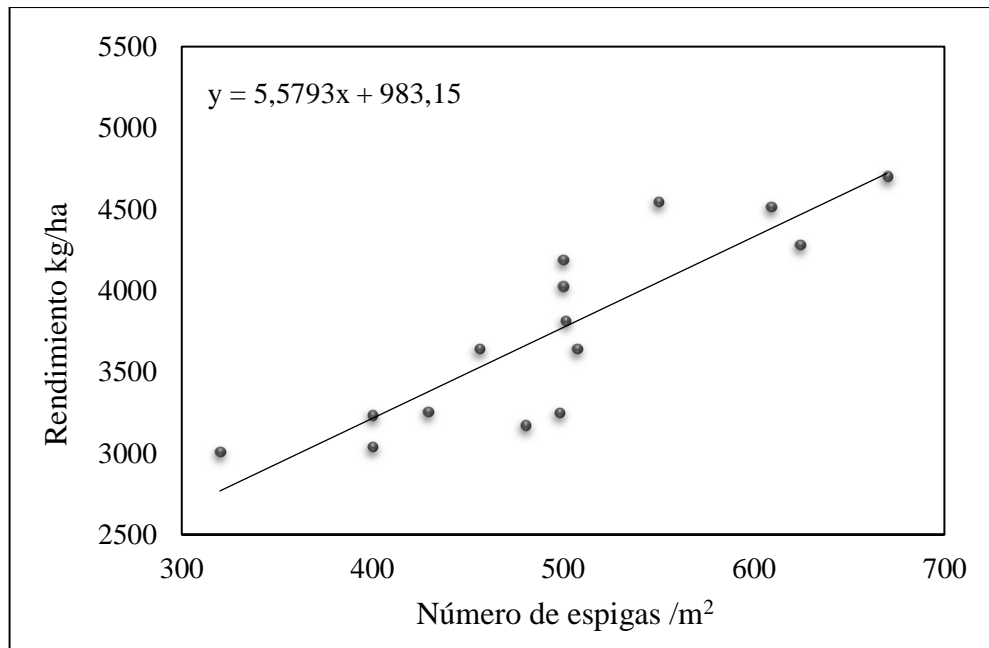
Realizado por: Curay J., 2024

En la ilustración 4-33, se observa la dispersión de los datos obtenidos del material 2IK16-0812, presenta una correlación lineal positiva entre el rendimiento kg/ha y número de macollos /m<sup>2</sup>, es decir que el rendimiento aumenta cuando se incrementan los macollos .



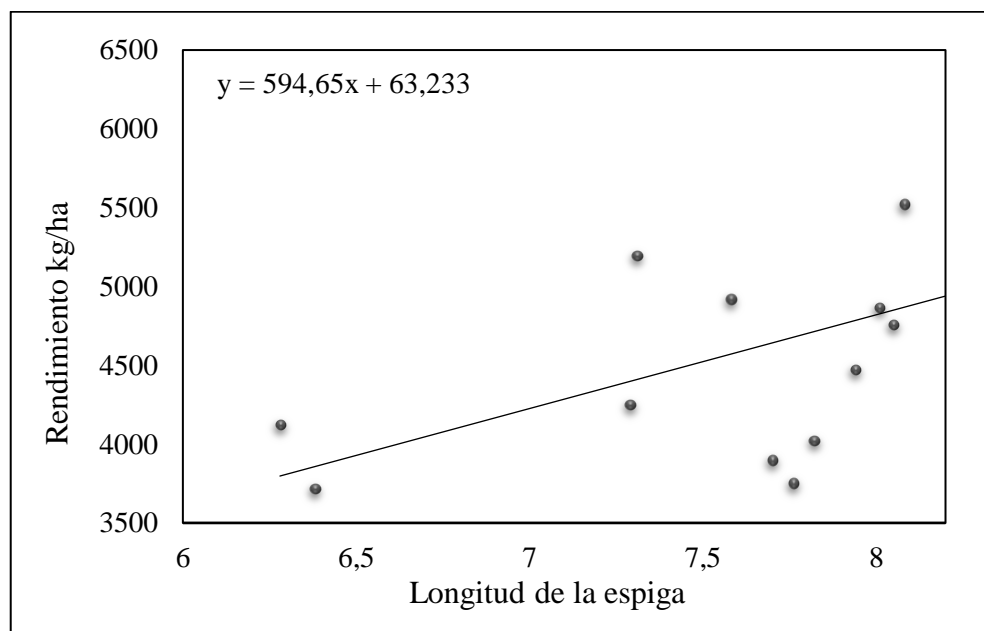
**Ilustración 4-33:** Interacción entre el rendimiento y número de macollos /m<sup>2</sup>, en el material de cebada maltera 2IK16-0812.

En la ilustración 4-34, dispersión de datos , del material 2IK16-0812, presenta una correlación lineal positiva entre el rendimiento kg/ha y número de espigas /m<sup>2</sup>.



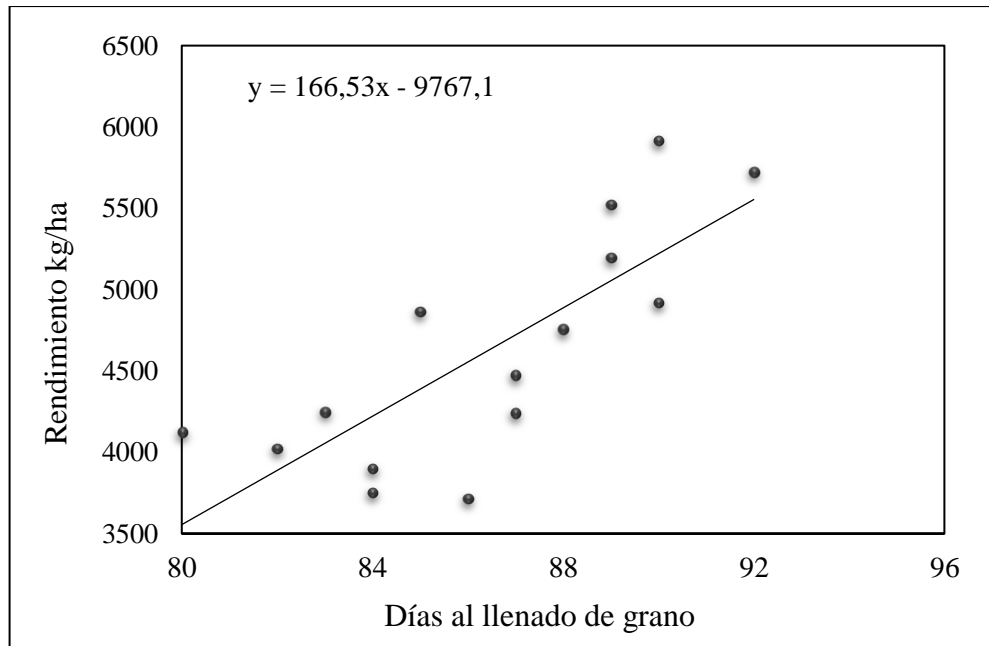
**Ilustración 4-34:** Interacción entre el rendimiento y número de espigas /m<sup>2</sup>, en el material de cebada maltera 2IK16-0812.

En la ilustración 4-35, dispersión de los datos del material 2IK16-0812 , presenta una correlación lineal positiva , entre el rendimiento kg/ha y longitud de la espiga , es decir que el rendimiento incrementa al obtener una mayor longitud de la espiga.



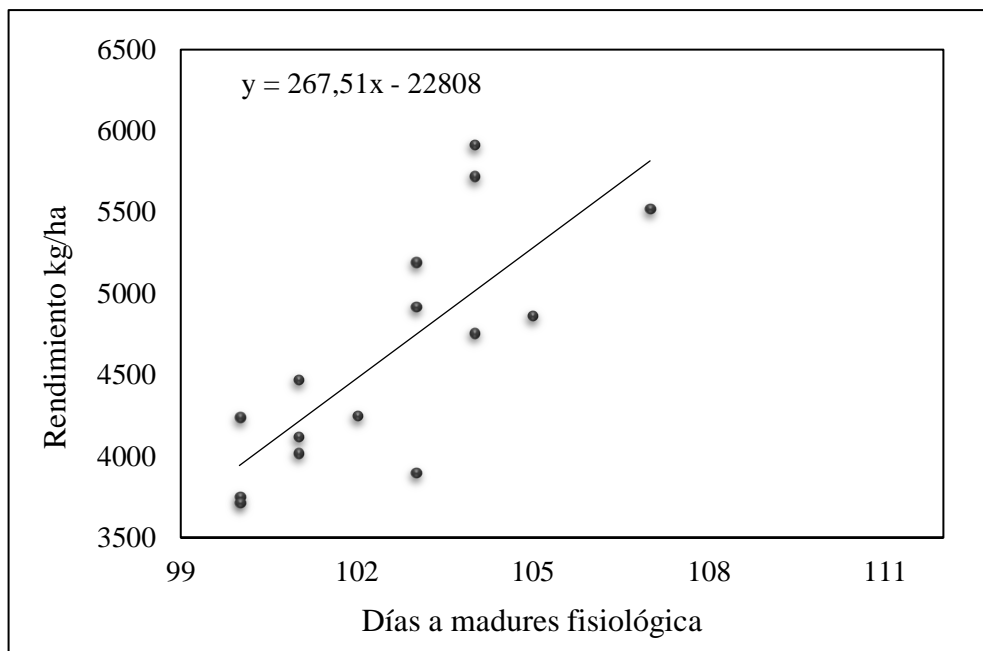
**Ilustración 4-35:** Interacción entre rendimiento y longitud de espigas, del material de 2IK16-0812.

En la ilustración 4-36, dispersión de los datos obtenidos del material de cebada maltera 2IK16-0812, mediante la dirección de la recta se puede mencionar que presenta una correlación lineal positiva entre el rendimiento kg/ha y días al llenado del grano, es decir que el rendimiento se incrementará, a medida que incrementan los días al llenado de grano.



**Ilustración 4-36:** Interacción entre el rendimiento y días al llenado de grano, en el material de cebada maltera 2IK16-0812.

En la ilustración 4-37, dispersión de datos del material 2IK16-0812, por la dirección de la recta presenta una correlación lineal positiva entre el rendimiento kg/ha y días a madurez fisiológica, es decir que el rendimiento se incrementará, a medida que transcurren los días.



**Ilustración 4-37:** Interacción entre el rendimiento y días a madurez fisiológica , en el material de cebada maltera 2IK16-0812.



En la tabla 4-45 ,presenta las medias del comportamiento agronómico (variables de precosidad ) de cada tratamiento .

**Tabla 4-45:** Comportamiento agronómico por tratamientos

Tratamientos	Código	Rendimiento Kg/ha	Días al macollamiento	Días al encañado	Días al embuchamiento	Días al espigamiento	Días a floración	Días a llenado de grano	Días a madurez fisiológica
ABI-Voyager x 0 kg N/ha	A1 B1	2420,1	30	48	54	65	67	81	102
ABI-Voyager x 30 kg N/ha	A1 B2	3442,24	26	47	53	61	67	83	104
ABI-Voyager x 60 kg N/ha	A1 B3	3897,6	27	45	55	72	72	91	110
ABI-Voyager x 90 kg N /ha	A1 B4	4164,28	26	46	53	61	70	95	117
ABI-Voyager x 120 kg N/ha	A1 B5	5185,28	26	45	54	65	70	95	123
2IK16-0671 x 0 kg N/ha	A2 B1	3000,01	30	47	54	64	66	79	102
2IK16-0671 x 30 kg N/ha	A2 B2	4560,01	28	46	56	64	68	82	105
2IK16-0671 x 60 kg N/ha	A2 B3	5230,64	28	48	55	63	69	84	115
2IK16-0671 x 90 kg N /ha	A2 B4	6159,76	29	47	55	62	70	86	118
2IK16-0671 x 120 kg N/ha	A2 B5	5617,46	27	45	55	65	70	89	122
2IK16-0710 x 0 kg N/ha	A3 B1	2300,01	30	45	55	66	68	81	102
2IK16-0710 x 30 kg N/ha	A3 B2	2862,49	26	45	53	62	69	82	106
2IK16-0710 x 60 kg N/ha	A3 B3	3317,53	28	43	54	63	69	84	110
2IK16-0710 x 90 kg N/ha	A3 B4	3891,21	27	44	54	62	69	86	115
2IK16-0710 x 120 kg N/ha	A3 B5	3932,38	26	44	55	67	71	93	123
2IK16-0812 x 0 kg N/ha	A4 B1	3059,75	30	48	54	66	70	83	100
2IK16-0812 x 30 kg N/ha	A4 B2	4050,11	28	47	55	63	70	84	101
2IK16-0812 x 60 kg N/ha	A4 B3	4489,44	28	47	53	71	73	86	102
2IK16-0812 x 90 kg N/ha	A4 B4	5540,1	28	45	54	63	69	89	105
2IK16-0812 x 120 kg N/ha	A4 B5	5015,8	27	46	55	66	71	89	104
Media		4106,81	28	46	54	65	69	86	109
Desviación estándar		1108,01	1,45	1,45	0,86	2,95	1,70	4,72	7,98

Realizado por: Curay J., 2024.

## 4.5 Análisis del Beneficio-Costo

### 4.5.1 Flujo de Caja

#### 4.5.1.1 Costos

Los costos que involucraran en esta investigación corresponden a los costos de producción de cebada maltera para los veinte tratamientos, en la (Tabla 4-46), los costos de producción ,para cada rubro se mantienen casi constantes a excepción de los costos de fertilizantes y los jornales utilizados para su aplicación; así, como para la cosecha y postcosecha ya que los rendimientos difieren por tratamiento. Los costos de producción se encuentran desde valores \$ 702,10 a \$ 1517,2 ; siendo el material de cebada 2IK16-0710 sin dosis de fertilización el que mostró el menor costo; pero 2IK16-0671 con una fertilización de 120 kg N/ha fue el más costoso. Es decir, a mayor costo mayor inversión en fertilizantes empleados en el cultivo de cebada.

**Tabla 4-46:** Costos de producción o egresos por tratamientos

Tratamiento	Nombre del tratamiento	Código	\$ Costos o egresos
T10	2IK16-0671 x 120 kg N/ha	A2 B5	1517,2
T9	2IK16-0671 x 90 kg N /ha	A2 B4	1489,4
T5	ABI-Voyager x 120 kg N/ha	A1B 5	1476,7
T20	2IK16-0812 x 120 kg N/ha	A4 B5	1460,8
T19	2IK16-0812 x 90 kg N/ha	A4 B4	1431,3
T15	2IK16-0710 x 120 kg N/ha	A3 B5	1359,3
T8	2IK16-0671 x 60 kg N/ha	A2 B3	1302,9
T4	ABI-Voyager x 90 kg N /ha	A1 B4	1302,4
T14	2IK16-0710 x 90 kg N/ha	A3 B4	1276,9
T18	2IK16-0812 x 60 kg N/ha	A4 B3	1233,5
T3	ABI-Voyager x 60 kg N/ha	A1 B3	1178,1
T7	2IK16-0671 x 30 kg N/ha	A2 B2	1150,8
T13	2IK16-0710 x 60 kg N/ha	A3 B3	1123,7
T17	2IK16-0812 x 30 kg N/ha	A4 B2	1103,0
T2	ABI-Voyager x 30 kg N/ha	A1 B2	1046,1
T12	2IK16-0710 x 30 kg N/ha	A3 B2	991,80
T16	2IK16-0812 x 0 kg N/ha	A4 B1	773,20
T6	2IK16-0671 x 0 kg N/ha	A2 B1	767,60
T1	ABI-Voyager x 0 kg N/ha	A1 B1	713,30
T11	2IK16-0710 x 0 kg N/ha	A3 B1	702,10

Realizado por: Curay J., 2024

#### 4.5.1.2 Ingresos de la producción de cebada.

Para este apartado se fundamentó en el rendimiento de la producción de cebada maltera ajustado al 12 % de humedad en kg/ha;(Tabla 4-47), en el cual los tratamientos con mayor número de kg de cebada maltera cosechada fueron el material de cebada maltera 2IK16-0671 (T9 y T10 ); con una dosis de fertilización 90 y 120 kg N/ha. Si comparamos estos resultados con lo producción y venta propuesto por (Ponce-Molina et al., 2022, pág. 46), se observa un incremento de ingresos debido a que el aporte de nutriente mejora la producción y por ende los ingresos .

**Tabla 4-47:** Ingresos por tratamientos de cebada maltera.

Tratamiento	Nombre del tratamiento	Código	Cantidad kg	Valor Unitario (USD)	\$ Ingresos
T9	2IK16-0671 x 90 kg N /ha	A2 B4	6160	0,48	2956,7
T10	2IK16-0671 x120 kg N/ha	A2 B5	5617	0,48	2696,4
T19	2IK16-0812 x 90 kg N/ha	A4 B4	5540	0,48	2659,2
T8	2IK16-0671 x 60 kg N/ha	A2 B3	5231	0,48	2510,7
T5	ABI-Voyager x120 kgN/ha	A1B 5	5185	0,48	2488,9
T20	2IK16-0812 x 120 kg N/ha	A4 B5	5016	0,48	2407,6
T7	2IK16-0671 x 30 kg N/ha	A2 B2	4560	0,48	2188,8
T18	2IK16-0812 x 60 kg N/ha	A4 B3	4489	0,48	2154,9
T4	ABI-Voyager x90 kg N /ha	A1 B4	4164	0,48	1998,9
T17	2IK16-0812 x 30 kg N/ha	A4 B2	4050	0,48	1944,1
T15	2IK16-0710 x 120 kg N/ha	A3 B5	3932	0,48	1887,5
T3	ABI-Voyager x 60 kg N/ha	A1 B3	3898	0,48	1870,8
T14	2IK16-0710 x 90 kg N/ha	A3 B4	3891	0,48	1867,8
T2	ABI-Voyager x 30 kg N/ha	A1 B2	3442	0,48	1652,3
T13	2IK16-0710 x 60 kg N/ha	A3 B3	3318	0,48	1592,4
T16	2IK16-0812 x 0 kg N/ha	A4 B1	3060	0,48	1468,7
T6	2IK16-0671 x 0 kg N/ha	A2 B1	3000	0,48	1440,0
T12	2IK16-0710 x 30 kg N/ha	A3 B2	2862	0,48	1374,0
T1	ABI-Voyager x 0 kg N/ha	A1 B1	2420	0,48	1161,6
T11	2IK16-0710 x 0 kg N/ha	A3 B1	2300	0,48	1104,0

Realizado por: Curay J., 2024

#### 4.5.2 *Relación Beneficio-Costo*

En la tabla 4-48, presenta la relación Beneficio – Costo para las diferentes dosis de nitrógeno en cuatro materiales de cebada maltera oscilo entre \$ 1,39 a \$ 1,99. Estos resultados evidencian que los veinte tratamientos son económicamente viables; es decir, que los ingresos de la venta de cebada maltera son superiores a los costos de producción, por lo que la implementación de estos materiales de cebada maltera fue rentable, el material de cebada 2IK16-0671 con una fertilización de 90 kg /ha de Nitrógeno (T9) fue el tratamiento de mayor rentabilidad para el agricultor con un beneficio con \$1,99.

**Tabla 4-48:** Costos de producción para para la diferente dosis óptima de nitrógeno en cuatro materiales de cebada maltera

Tratamiento	Nombre del tratamiento	Código	B/C
T9	2IK16-0671 x 90 kg N /ha	A2 B4	1,99
T8	2IK16-0671 x 60 kg N/ha	A2 B3	1,93
T7	2IK16-0671 x 30 kg N/ha	A2 B2	1,90
T16	2IK16-0812 x 0 kg N/ha	A4 B1	1,90
T6	2IK16-0671 x 0 kg N/ha	A2 B1	1,88
T19	2IK16-0812 x 90 kg N/ha	A4 B4	1,86
T10	2IK16-0671 x 120 kg N/ha	A2 B5	1,78
T17	2IK16-0812 x 30 kg N/ha	A4 B2	1,76
T18	2IK16-0812 x 60 kg N/ha	A4 B3	1,75
T5	ABI-Voyager x 120 kg N/ha	A1B 5	1,69
T20	2IK16-0812 x 120 kg N/ha	A4 B5	1,65
T1	ABI-Voyager x 0 kg N/ha	A1 B1	1,63
T3	ABI-Voyager x 60 kg N/ha	A1 B3	1,59
T2	ABI-Voyager x 30 kg N/ha	A1 B2	1,58
T11	2IK16-0710 x 0 kg N/ha	A3 B1	1,57
T4	ABI-Voyager x 90 kg N /ha	A1 B4	1,53
T14	2IK16-0710 x 90 kg N/ha	A3 B4	1,46
T13	2IK16-0710 x 60 kg N/ha	A3 B3	1,42
T15	2IK16-0710 x 120 kg N/ha	A3 B5	1,39
T12	2IK16-0710 x 30 kg N/ha	A3 B2	1,39

Realizado por: Curay J., 2024

## 4.6 Discusión

### 4.6.1 *Correlación y regresión del rendimiento kg/ha en relación a características agronómicas.*

#### 4.6.1.1 *Línea 2IK16-0671*

La línea 2IK16-0671 , presentó altos rendimientos aplicando dosis de 90 kg N/ha , con 6159,76 kg/ha , su correlación es positiva y significativa con 821 macollos /m<sup>2</sup> , 713 espigas /m<sup>2</sup> y madurez fisiológica de 118 días. Según (Tehulie & Eskezia , 2021, pág. 5) , las dosis de N, aumentan el número de macollos, y esto conduce a mayor producción de materia seca , es decir un incremento del área foliar y fotosintético, número de espigas , puede mejorar la duración del ciclo fenológico porque promueve el desarrollo equilibrado y una maduración oportuna, por ende existirá incremento en su rendimiento.

Cabe destacar que el rendimiento obtenido de esta línea fue superior al registrado por (Lema et al., 2017, pág.103) quienes al aplicar una dosis de 90 kg N/ha, obtuvieron rendimientos de 3410 kg/ha , concluyendo que la adecuada fertilización nitrogenada mejora el desarrollo como crecimiento , por ende mayor rendimiento, además depende también del manejo agronómico , condiciones climáticas y rotación de cultivos.

#### 4.6.1.2 *Variedad ABI-Voyager*

La variedad ABI-Voyager con aportación de 120 kg N/ha , alcanzó un rendimiento de 5070, 49 kg/ha , presenta correlaciones positivas y significativas , entre las cuales encontramos 693 macollos/m<sup>2</sup> , 545 espigas /m<sup>2</sup> , en este sentido se debe a lo mencionado por (Tadesse et al., 2021) , quienes manifiestan que, el N es el nutriente esencial relacionado a producción de macollos , mientras exista un incremento de N, se obtendrá mayor número de macollos y espigas que impacta positivamente su rendimiento. Además, encontramos correlaciones positivas y significativas como días al llenado de grano y madurez fisiológica , se obtuvo resultados de (95 y 123 días respectivamente ) , resultado que según (Zunfu et,al., 2022) manifiestan que, el N aplicado puede favorecer a un período vegetativo y periodo de llenado de grano más prolongado que permitirá mayor intercepción de radiación y tasa fotosintéticamente más alta y por ende óptimo rendimiento.

#### 4.6.1.3 Línea 2IK16-0710

La línea 2IK16-0710 con la aportación de 120 kg N/ha ,alcanza un rendimiento de 3932,30 kg/ha, presentó resultados favorables, respecto a correlaciones positivas y significativas, con 706 macollos/m<sup>2</sup> y 487 espigas/m<sup>2</sup>. Según (Pérez et al., 2016, pág. 202) , manifiestan que , las temperaturas frescas , el uso eficiente del recurso hídrico , disponibilidad de nutrientes especialmente N , radiación solar favorecen el macollamiento y número de espigas , incrementando el rendimiento del cultivo .También los días a madurez fisiológica presenta una correlación positiva y altamente significativa con 123 días, quien según (Gadissa et. al ., 2021. pág. 12) manifiestan que, en cereales de grano para una expresión buena del rendimiento de grano se recomienda que los cultivares se desarrollen en temperaturas relativamente frescas y con dosis de N adecuados.

#### 4.6.1.4 Línea 2IK16-0812

La línea 2IK16-0812 con dosis de 90 kg N/ha ,alcanza un rendimiento de 5540,10 kg/ha , presentó 752 macollos/m<sup>2</sup>, 708 espigas/m<sup>2</sup>, longitud de la espiga con 8,03 cm . Según (González et al, 2016) mencionan que, el N influye en el incremento de macollos así constituirá en uno de los componentes relevantes del rendimiento ya que de ellos depende el número de espigas/m<sup>2</sup>, además según (Simón et al, 2022) manifiestan que, la longitud de la espiga es una característica que expresa una variedad, ambiente en el que se desarrolle, y dosis de N. Mientras que los días al llenado de grano y madurez fisiológica, presentó correlaciones positivas y significativa con 89 días y 105 días respectivamente, quienes según (Rivera, 2017, pág. 40) manifiestan que, A medida que se aplica N ,condiciones climáticas están relacionados con el incremento de periodos de llenado de grano, que influye positivamente en el rendimiento y la calidad del grano.

#### 4.6.2 *Materiales de cebada maltera en relación a características de rendimiento.*

El material de cebada evaluado , que presentó mejores características fue 2IK16-0671 a comparación de la variedad ABI-Voyager que a pesar de ser una variedad mejorada ,obtuvo un rendimiento de 5185,28 kg/ha, aplicando dosis de 120 kg N/ha, mientras que la línea 2IK16-0671 al aplicar dosis de 90 kg N/ha, fue superior a la variedad con 6159,76 kg/ha, al determinar su óptimo agrícola alcanzará rendimientos de 7266,64 kg/ha, con dosis de 94,2 kg N/ha, su rendimiento fue debido a que se obtuvo 821 macollos /m<sup>2</sup>, 713 espigas /m<sup>2</sup>, peso de 1000 granos con 51,93 gr, 97,53 % en calibre, severidad de mancha en red de 6,67 % y los días hasta su madurez fisiológica con 118 días , por el contrario ABI-Voyager presentó peso de mil granos de 47,49 gr , 96,09 % calibre, severidad de mancha en red con 11%, 623 macollos /m<sup>2</sup>, 545 espigas

/m<sup>2</sup> , y 123 días a madurez fisiológica llegando a ser tardía . Concluyendo que 2IK16-0671, presentó mejores características que la variedad ABI-Voyager.

#### **4.6.3 Rendimiento (kg/ha) en relación con las características agronómicas.**

##### **4.6.3.1 Número de macollos/m<sup>2</sup> y número de espigas /m<sup>2</sup>**

Estos componentes de rendimiento están relacionadas entre sí , debido a que el número de espigas depende de la supervivencia de los macollos , tanto el número de macollos como espigas estuvo influenciado por el genotipo y dosis crecientes de nitrógeno , en cuanto se refiere al mayor número de macollos/m<sup>2</sup> se obtuvo aplicando dosis de 90 kg N/ha con 821 macollos y 763 espigas/m<sup>2</sup> , según (Tadesse et al , 2021.pág.8) quienes destacan que al incrementar dosis de 150 kg N/ha , obtuvieron resultados de 719 macollos/m<sup>2</sup> y 683 espigas /m<sup>2</sup>, además manifiestan que, el incremento de N es favorable para el rendimiento y la deficiencia se obtiene menor número de macollos ,por ende menor población de espigas ,y su exceso de macollos debido a dosis altas de N provocan mayor competencia por los recursos limitantes , se concluye que al aplicar dosis de 90 kg N /ha ,generó mayor número de macollos y espigas que al utilizar dosis de 150 kg N/ha.

##### **4.6.3.2 Peso de 1000 granos**

Presenta significancia para el material de germoplasma , se obtuvo mayor peso la línea 2IK16-0671 con una media de 51,90 gr , este resultado estuvo influido por factores ambientales y genéticos .Según (Terefe et al., 2018, pág. 37) mencionan que, el peso de 1000 granos debe ser mayor a 45 gramos para cebada maltera de 2 hileras.

##### **4.6.3.3 Calibre del grano .**

El calibre del grano no solo es influenciado por la fertilización nitrogenada, también es influenciada por los materiales de cebada, en cuanto a los resultados, se obtuvo un calibre alto de 98 % , que corresponde a 2IK16-0671 con una aportación de 60 kg N/ha, y menor calibre la línea 2IK16-0710 con 30 kg N/ha, con una mediana de 90 % , estos resultados fueron superiores al resultado obtenido por (Terefe et al., 2018, pág.38) que obtuvieron , un resultado máximo de calibre en cebada maltera con 96,74 % y mínimo de 84,48 % , además mencionan que, el mejoramiento del tamaño de cebada se debe a los efectos ambientales y genéticos.

#### 4.6.3.4 *Días a madurez fisiológica*

Se evaluaron los días hasta la madurez fisiológica, se obtuvieron resultados altamente significativos tanto para materiales de cebada y dosis de nitrógeno, siendo una línea precoz la 2IK16-0812 con dosis crecientes de nitrógeno, con aportación de 0,30,60,90,120 kg N/ha, con medias comprendidas entre (100-105 días), resultado que depende del genotipo, condiciones climáticas, manejo del cultivo, dosis de nitrógeno como concuerda con (Kassie & Tesfaye, 2019, pág. 1261) quienes manifiestan que, el aumento de la tasa de N prolonga los días hasta la madurez fisiológica, especialmente con dosis superiores a 92 kg N/ha, que permanecieron verdes por más tiempo, esto indica un retraso en su madurez.

#### 4.6.3.5 *Mancha en red*

(*Pyrenophora teres f*) presentó menor severidad que corresponde a 2IK16-0812 con dosis de 90 kg N/ha, con severidad de 2% de afectación, mientras, la severidad se presentó debido a su ubicación ya que alrededor del ensayo existieron variedades infectadas por este patógeno y la distancia entre parcelas fue mínima, dicha enfermedad se dispersa por el viento, razón que concuerda con (Vahamidis et al., 2020, pág. 15) quienes mencionaron que, las tasas altas y bajas de N aumentan la susceptibilidad a enfermedades y pueden estar presente en todas sus etapas fenológicas, su inóculo proviene de residuos del huésped infectado, depende del genotipo, distancia entre parcelas y no tiene exigencia a condiciones ambientales es decir fácilmente se dispersan por el viento, causando pérdidas económicas al alcanzar una severidad superior a 23%, además su inoculación en la etapa de macollamiento - floración disminuye un 10% de rendimiento.

#### 4.6.3.6 *Costo /Beneficio*

Los resultados de R (B/C), permiten al productor obtener ganancias económicas para todos los tratamientos de (\$1,39 -\$1,99), siendo 2IK16-0710 (T15 y T12) con dosis de 120 kg N/ha con menor ganancia y 2IK16-0671 (T9) con dosis de 90 kg N/ha, con mayor ganancia. Según (Rivera, 2017, pág. 40) mencionan que, al aplicar dosis N, presentó mayor B/C (\$ 0,60-2,00), además según (Rodríguez et al, 2019, pág. 34) mencionaron que, la fertilización con N, deben ser mayores a 30 kg N/ha, y no exceder de 100 kg N/ha, porque el costo de producción aumenta considerablemente.



## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

Las respuestas agronómicas de distintos materiales de cebada maltera bajo cinco niveles de fertilización nitrogenada evidencian que tanto el número de macollos /m<sup>2</sup>, número de espigas /m<sup>2</sup> y las variables de precosidad presentaron efectos positivos con la aplicación de las dosis crecientes de nitrógeno, a mayor dosis incrementa considerablemente los rendimientos, específicamente tuvo resultados positivos al aplicar dosis de 90 kg N/ha . La evaluación de rendimiento determinó que los materiales 2IK16-0671 con una dosis de fertilización de 90 kg N/ha, presentó el mayor rendimiento con 6159,67 kg/ha. De la misma manera, presenta un óptimo agrícola si se aplicaría , dosis de 94,4 kg N/ha, se alcanzará rendimientos de 7266.64 kg/ha.

No existe diferencias significativas en la severidad de las enfermedades de Roya y Roya lineal en los cuatro materiales de cebada maltera bajo cinco niveles de fertilización nitrogenada. Pero, la severidad para Mancha en red presentó una alta significancia, siendo el material 2IK16-0812 bajo una fertilización de 90 kg de Nitrógeno por hectárea el que presenta la menor severidad al ataque de la enfermedad de Mancha en red.

La relación Beneficio – Costo evidencian que todos los tratamientos analizados son rentables, por lo tanto, su implementación genera réditos económicos al agricultor de cebada maltera , el material de cebada 2IK16-0671 con una fertilización de 90 kg/ha, de Nitrógeno (T9) es el que presenta mayor rentabilidad para el agricultor con un beneficio de \$1,99.

#### 5.2 Recomendación

Se recomienda utilizar las líneas 2IK16-0671 y 2IK16-0812 con aportación de 90 -120 kg N/ha, ya que presentan mejores características agronómicas , pero teniendo en cuenta el análisis adecuado de proteína para posteriormente estas líneas sean utilizados para investigaciones de micro malteado fomentando el desarrollo económico de pequeños agricultores

## **GLOSARIO (OPCIONAL)**

**Espiguillas:** Pequeñas estructuras que contienen las flores de las gramíneas, como el trigo o la cebada.

**Lemma:** Se refiere a la estructura principal de la espiguilla que envuelve a la flor.

**Ralentiza:** Disminuye la velocidad o el ritmo de crecimiento.

**Fuentes de fertilización:** Recursos o sustancias que proporcionan nutrientes para mejorar el crecimiento de las plantas.

**Genotipo:** Composición genética de un organismo, que determina sus características hereditarias.

**Calidad maltera:** La calidad de la cebada que es adecuada para la producción de malta, un ingrediente clave en la fabricación de cerveza.

**Raquis :** Es la extensión del tallo que puede soportar a la espiga

## BIBLIOGRAFÍA

1. **ÁLVAREZ DÍAZ, et al.** "Sistemas de Producción de Cebada Maltera (*Hordeum vulgare* L.) en el Estado de Zacatecas, México". *Agricultura técnica en México*, vol. 32, n°2 (2006),(Guadalajara-México) pp. 181-190.
2. **ANDRADE, Daniela .E.** Caracterización fisicoquímica de nuevas líneas de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) aplicando métodos tradicionales (Trabajo de titulación ) (Pregrado) UDLA, Quito-Ecuador.2020 . pp. 45-65 . [Consulta: 2023-10-05].Disponible en : <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/13053/4/UDLA-EC-TIAG-2020-33.pdf>
3. **BAETHGEN, W.E., CHRISTIANSON, C.B. y LAMOTHE, A.G.** "Nitrogen fertilizer effects on growth, grain yield, and yield components of malting barley". *Field Crops Research*, vol. 43, n°2 (2015) , (Uruguay) pp. 87-99.
4. **CANTERO-MARTÍNEZ, C., ANGAS, P. y LAMPURLANÉS, J.** "Growth, yield and water productivity of barley (*Hordeum vulgare* L.) affected by tillage and N fertilization in Mediterranean semiarid, rainfed conditions of Spain.". *Field Crops Research*, vol. 84, n°3 (2003) , (España) pp . 341-357.
5. **CORONEL, J. & JIMÉNEZ, C.** *Guía práctica para los productores de cebada de la Sierra Sur* [en línea]. Boletín Divulgativo N°404. Estación Experimental el Austro. Cuenca -Ecuador: 2011. [Consulta: 4 noviembre 2024]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/1106/1/404.PDF>
6. **DEME, Girma D.; et al.** "Evaluation of malting potential of different barley varieties". *Journal of Water Pollution & Purification Research*, vol. 6, n° 3 (2020), p. 24-35.
7. **DÍAZ, M.R.Z., RUIZ, et al.** "Maravilla: variedad de cebada forrajera para Valles Altos de México". *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, vol. 8, n°6 (2017) ,(Texcoco-México) pp.1449-1454.
8. **FALCONI, ESTEBAN, et al.** ,Manolo. *El cultivo de cebada: Guía para la producción artesanal de semilla de calidad*.390° ed. Quito-Ecuador: 2010. Estación experimental Santa Catalina , 2010. pp.1-16.

9. **GARCÍA, MARIA, et al.** *Enfermedades comunes de la cebada*. Coatlicán , Texcoco, México: INIFAP , 2022. ISBN: 978-607-37-1446-4, pp. 5-40.+
10. **GADISSA, FEKADU, et al.** “Agro-morphological traits-based genetic diversity assessment in Ethiopian barley (*Hordeum vulgare* L.) landrace collections from Bale highlands, Southeast Ethiopia”. *Agriculture & Food Security* , vol. 10, n° 1 (2021), pp. vol. 10, p. 1-14.
11. **GONZÁLEZ, M., ZAMORA DÍAZ, M. y SOLANO HERNÁNDEZ, S.**”Agronomic and physical evaluation in advanced lines of malting barley”. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, vol. 7, n°1(2016),(Texcoco-México) pp- 159-171.
12. **GRIJALVA-CONTRERAS, et al.**”Nitrógeno en trigo y su efecto en el rendimiento y en la concentración de nitratos y potasio en el extracto celular de tallo (ECT)”. *Acta universitaria*, vol. 26, n°5 (2016) , (Caborca- México) pp. 48-54.
13. **HOLM, L., MALIK, A.H. y JOHANSSON, E.** “Optimizing yield and quality in malting barley by the governance of field cultivation conditions”. *Journal of Cereal Science*, vol. 82 (2018) , (Landskrona- Suecia) pp. 230-242.
14. **INIFAP.** *Manejo integrado del cultivo de cebada en condiciones de temporal en San Luis Potosí*. 40 ° ed. Potosi-México, 2011. ISSN 978-607-425-705-2 , pp.1-35.
15. **JACOBSEN, S.-E.** *Cultivo de granos andinos en Ecuador: informe sobre los rubros quinua, chocho y amaranto*. Lima -Perú : Editorial Abya Yala, 2012. ISBN 978-9978-22-258-4 , pp.1-53.
16. **KASSIE, Meharie & TESFAYE, Kindie.** “Influence of variety and nitrogen fertilizer on productivity and trait association of malting barley”. *Journal of Plant Nutrition*, vol. 42, n° 10 (2019) , (Asella-Etiopía;) pp. 1254-1267.
17. **LANDRISCINI, M.R et al.**”Fertilización nitrogenada en diferentes variedades de cebada en el Partido de Bahía Blanca”. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo [en línea], 2020 ,(Argentina) . pp. 356- 361.[Consulta: 4 enero 2024]. ISBN 978-987-46870-3-6. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/190353>.

18. **LAURIC, A. et al.** "Efecto de la fertilización nitrogenada en el cultivo de cebada en un año de sequía". Agencia de Extensión INTA Bahía Blanca [en línea], 2018 , (Argentina) [consulta: 22 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.profertil.com.ar/wp-content/uploads/2020/08/efecto-de-la-fertilizacion-nitrogenada-en-cebada-en-un-ao-de-sequia.pdf>.
19. **LEMA-AGUIRRE, Andrea .; et al.** "Producción de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con urea normal y polimerizada en Pintag, Quito, Ecuador". *Agronomía Mesoamericana*, vol. 28, n°1 (2017) , (Ecuador) pp. 97-103.
20. **MCKENZIE, R.** "Fertilization, seeding date, and seeding rate for malting barley yield and quality in southern Alberta". *Canadian Journal of Plant Science*, vol. 85, n° 3 (2005), (Canadá) pp. 603-614.
21. **MERCADO, R., et al.** "Productividad en cebada maltera. II. Análisis de las interacciones de seis factores de la producción". *Agricultura Técnica en México*, vol. 27, n° 2 (2001), (Texcoco- México) pág. 95-105.
22. **NÚÑEZ, J. V., et al.** "Absorción de nitrógeno (15n) por el cultivo de cebada en relación con la disponibilidad de agua en" El Bajío", Guanajuato". *Terra Latinoamericana*, vol. 20, n°1(2002) , (México) pp. 57-64.
23. **O'DONOVAN, J.T., et al.** "Seeding Rate, Nitrogen Rate, and Cultivar Effects on Malting Barley Production". *Agronomy Journal* , vol. 103, n°3 (2011) , (Canada) pp. 709-716.
24. **PÉREZ , JUAN .;et al.** "Evaluación de 10 genotipos de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en cinco fechas de siembra y dos ciclos agrícolas". *Agrociencia* , vol. 50, n°2 (2016) , (México) pp. 201-209.
25. **PINEDO, R., ROJAS, F. y BAUTISTA, M.** *Cultivo\_Cebada* [en línea]. [Manual de la Universidad Nacional Agraria La Molina]-Perú: Q&P Impresores S.R. Lt,da, 2020. [Consulta: 3 febrero 2024]. Disponible en: [https://proyeccion.lamolina.edu.pe/manuales/Manual\\_Cultivo\\_Cebada.pdf](https://proyeccion.lamolina.edu.pe/manuales/Manual_Cultivo_Cebada.pdf).
26. **PONCE-MOLINA, L., et al.** *Manual para la producción sostenible de cebada en la Sierra ecuatoriana* , n°. 133. INIAP. Quito-Ecuador,2022 ,pp.1-46.

27. **PONCE-MOLINA, L., et al.** E..*La Cebada (Hordeum vulgare L.): Generalidades y variedades mejoradas para la Sierra ecuatoriana* [en línea]. Primera edición. Manual No. 116. INIAP, . Quito-Ecuador: Programa de Cereales, Estación Experimental Santa Catalina , 2019 .[consulta: 6 enero 2024]. Disponible en : <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5587/2/Manual%20116%20La%20cebada.pdf>.
28. **PRYSTUPA, P., PETON, A., PAGANO, E. y GUTIERREZ-BOEM, F.H.G.** “Sulphur fertilization of barley crops improves malt extract and fermentability”. *Journal of Cereal Science*, vol. 85 (2019) , (Argentina) pp. 228-235.
29. **RIVERA ANRANGO, ELVIS EDUARDO .** Evaluación de un fertilizante nitrogenado de liberación controlada en el cultivo de cebada (*hordeum vulgare* l.) en la granja experimental Yuyucocha. 2017. (Tesis de titulación ) (Licenciatura). Universidad técnica del Norte , Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales .(Ibarra-Ecuador) .2017. pp. 40-43.
30. **RODRÍGUEZ, MARÍA, et al** “Genética de la resistencia a roya amarilla causada por *Puccinia striiformis* f. sp. tritici W. en tres genotipos de trigo (*Triticum aestivum* L.)”. *Revista fitotecnica mexicana*, vol. 42, n° 1 (2019) , (México) pp. 31-38.
31. **SIMÓN, María R & GOLIK, Silvina I.** *Cereales de invierno. Libros de Cátedra* [ en línea ]. Argentina : Edulp, editorial de la UNPL, 2022. [ consulta : 03 febrero 2024]. Disponible:[http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/154685/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1#page=186](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/154685/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1#page=186).
32. **SORIANO, A.** Valoración agronómica de 120 líneas promisoras de cebada cervecera en el azúcar–Santa Elena [En línea]. (Tesis de pregrado) (Licenciatura) Universidad Estatal Península de Santa Elena. Ecuador , 2022. pp. 9-30 [Consulta : 21 diciembre 2023]. Disponible en : <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5402/1/UPSE-TIA-2020-0013.pdf>.
33. **TADESSE , KASSU , et al.** “Effects of preceding crops and nitrogen fertilizer on the productivity and quality of malting barley in tropical environment”. *Heliyon*, vol. 7, n°5 (2021) pp.1-11.

34. **TEREFE, DEREBE.; et al.** “Effect of nitrogen fertilizer levels on grain yield and quality of malt barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties at Wolmera District”. *Central Highland of Ethiopia. International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences*, vol. 4, no 4 (2018), pp.35-38.
35. **TEHULIE, N.S. y ESKEZIA, H.**”Effects of Nitrogen Fertilizer Rates on Growth, Yield Components and Yield of Food Barley (*Hordeum vulgare* L.) “ *A Review Journal of Plant Sciences and Agricultural Research* , vol. 5, n°1 (2021) , (Ethiopia.) pp. 1-5.
36. **VAHAMIDIS, PETROS .;et al.**. “*Pyrenophora teres* and rhynchosporium secalis establishment in a mediterranean malt barley field: assessing spatial, temporal and management effects”. *Agriculture*, vol. 10, n° 11(2020) , (Grecia) pp. 2-21.
37. **VARGAS, P. & BELTRAN, B.**”Efectos de la fertilización nitrogenada en el cultivo de lechuga (*lactuca sativa*) en el cantón Pedro Carbo, provincia del Guayas”. *Sathiri* , vol 18, n°1 (2023) , (Ecuador) pp. 144-157.
38. **ZUNFU, L., RUOYI, J., LIJUAN, D., WEICHEN, H., XIMING, X., YONGXIN, L., HUQING, Y. y GUOQUAN, L.** “A model of plant and ear nitrogen for the diagnosis of nitrogen nutrition of malting barley to coordinate the relationship between grain yield and quality”. *European Journal of Agronomy*, vol. 136 (2022) , (China) pp. 126 -488.

## ANEXOS

### ANEXO A: COSTOS DE PRODUCCIÓN (\$) POR HECTÁREA (DOSIS DE 0 KG/HA)

SISTEMA: Tecnificado

PROVINCIA: Chimborazo

CONCEPTO	MANO DE OBRA			MATERIALES UTILIZADOS				EQUIPO Y MAQUINARIA				Costo Total
	No de jornales	Costo unitario	Subtotal	Nombre	Unidad medida	Costo Unitario	Subtotal	Nombre	Unidad Medida	Costo Unitario	Subtotal	
<b>A. COSTOS DIRECTOS</b>			-				-				-	
<b>1. PREPARACIÓN TERRENO</b>			-				-				-	<b>150,0</b>
Deshierba	1	18	18	Metsulfuron methyl	2 lt	3,5	7,00				-	
Arado			-				-	Tractor	2 hora	25	50,00	
Rastra			-				-	Tractor	2 hora	25	50,00	
Análisis de suelo			-	Análisis	1 U	25	25,00				-	
<b>2. ADQUISICIÓN SEMILLAS</b>			-				-				-	<b>79,21</b>
Semillas			-	Semillas	100 kg	0,7921	79,21				-	
<b>3. SIEMBRA</b>			-				-				-	<b>110,0</b>
Sembradora			-				-	Sembradora	3 h	20	60,00	-
Movilización de sembradora			-				-	Movilización	1 unidad	50	50,00	





**ANEXO B: COSTOS DE PRODUCCIÓN (\$) POR HECTÁREA (DOSIS DE 30 KG/HA)**

SISTEMA: Tecnificado

PROVINCIA: Chimborazo

CONCEPTO	MANO DE OBRA			MATERIALES UTILIZADOS				EQUIPO Y MAQUINARIA				Costo Total
	No de jornales	Costo unitario	Subtotal	Nombre	Unidad medida	Costo Unitario	Subtotal	Nombre	Unidad Medida	Costo Unitario	Subtotal	
<b>A. COSTOS DIRECTOS</b>			-				-				-	
<b>1. PREPARACION TERRENO</b>			-				-				-	<b>150,0</b>
Deshierba	1	18	18	metsulfuron methyl	2 lt	3,5	7,00				-	
Arado			-				-	Tractor	2 hora	25	50,00	
Rastra			-				-	Tractor	2 hora	25	50,00	
Análisis de suelo			-	Análisis	1 U	25	25,00				-	
<b>2. ADQUISICIÓN SEMILLAS</b>			-				-				-	<b>79,21</b>
Semillas			-	semillas	100 kg	0,7921	79,21				-	
<b>3. SIEMBRA</b>			-				-				-	<b>110,0</b>
Sembradora			-				-	Sembradora	3 h	20	60,00	
Movilización de sembradora			-				-	Movilización	1 unidad	50	50,00	



**ANEXO C: COSTOS DE PRODUCCIÓN (\$) POR HECTÁREA (DOSIS DE 60 KG/HA)**

SISTEMA: Tecnificado

PROVINCIA: Chimborazo

CONCEPTO	MANO DE OBRA			MATERIALES UTILIZADOS				EQUIPO Y MAQUINARIA				Costo Total
	No de jornales	Costo unitario	Subtotal	Nombre	Unidad medida	Costo Unitario	Subtotal	Nombre	Unidad Medida	Costo Unitario	Subtotal	
<b>A. COSTOS DIRECTOS</b>			-				-				-	
<b>1. PREPARACION TERRENO</b>			-				-				-	<b>150,0</b>
Deshierba	1	18	18	metsulfuron methyl	2 lt	3,5	7,00				-	
Arado			-				-	Tractor	2 hora	25	50,00	
Rastra			-				-	Tractor	2 hora	25	50,00	
Análisis de suelo			-	Análisis	1 U	25	25,00				-	
<b>2. ADQUISICIÓN SEMILLAS</b>			-				-				-	<b>79,2</b>
Semillas			-	semillas	100 kg	0,7921	79,21				-	
<b>3. SIEMBRA</b>			-				-				-	<b>110,0</b>
Sembradora			-				-	Sembradora	3 h	20	60,00	-
Movilización de sembradora			-				-	Movilización	1 unidad	50	50,00	



**ANEXO D: COSTOS DE PRODUCCIÓN (\$) POR HECTÁREA (DOSIS DE 90 KG/HA)**

SISTEMA: Tecnificado

PROVINCIA: Chimborazo

CONCEPTO	MANO DE OBRA			MATERIALES UTILIZADOS				EQUIPO Y MAQUINARIA				Costo Total
	No de jornales	Costo unitario	Subtotal	Nombre	Unidad medida	Costo Unitario	Subtotal	Nombre	Unidad Medida	Costo Unitario	Subtotal	
<b>A. COSTOS DIRECTOS</b>			-				-					
<b>1. PREPARACION TERRENO</b>			-				-					<b>150</b>
Deshierba	1	18	18	Metsulfuron methyl	2 lt	3,5	7,00					
Arado			-				-	Tractor	2 hora	25	50,00	
Rastra			-				-	Tractor	2 hora	25	50,00	
Análisis de suelo			-	Análisis	1 U	25	25,00					
<b>2. ADQUISICIÓN SEMILLAS</b>			-				-					<b>79,2</b>
Semillas			-	semillas	100 kg	0,7921	79,21					
<b>3. SIEMBRA</b>			-				-					<b>110</b>
Sembradora			-					Sembradora	3 h	20	60,00	-
Movilización de sembradora			-					Movilización	1 unidad	50	50,00	



**ANEXO E: COSTOS DE PRODUCCIÓN (\$) POR HECTÁREA (DOSIS DE 120 KG/HA)**

SISTEMA: Tecnificado

PROVINCIA: Chimborazo EN DOLARES

CONCEPTO	MANO DE OBRA			MATERIALES UTILIZADOS				EQUIPO Y MAQUINARIA				Costo Total
	No de jornales	Costo unitario	Subtotal	Nombre	Unidad medida	Costo Unitario	Subtotal	Nombre	Unidad Medida	Costo Unitario	Subtotal	
<b>A. COSTOS DIRECTOS</b>			-				-				-	
<b>1. PREPARACION TERRENO</b>			-				-				-	<b>150,00</b>
Deshierba	1	18	18	Metsulfuron methyl	2 lt	3,5	7,00				-	
Arado			-				-	Tractor	2 hora	25	50,00	
Rastra			-				-	Tractor	2 hora	25	50,00	
Análisis de suelo			-	Análisis	1 U	25	25,00				-	
<b>2. ADQUISICIÓN SEMILLAS</b>			-				-				-	<b>79,21</b>
Semillas			-	semillas	100 kg	0,7921	79,21				-	
<b>3. SIEMBRA</b>			-				-				-	<b>110,00</b>
Sembradora			-				-	Sembradora	3 h	20	60,00	-
Movilización de sembradora			-				-	Movilización	1 unidad	50	50,00	





## ANEXO F: FERTILIZACIÓN NITROGENADA

Tratamientos:		N	P	K
T1	Testigo Abosluto	0	0	0
T2	Dosis Baja	30	40	30
T3	Dosis media	60	40	30
T4	Dosis Media alta	90	40	30
T5	Dosis Alta	120	40	30

T2; Dosis baja						
Siembra:			Dosis Parcela (4 m2)		Dosis Tratamiento (12 m2)	
Sulfomag	135	kg/ha	54	gr/parcela	162	gr/tratamiento
Dap	85	kg/ha	34	gr/parcela	102	gr/tratamiento
<b>Total</b>	<b>220</b>	kg/ha				

T3: Dosis media						
Siembra:			Dosis Parcela (4 m2)		Dosis Tratamiento (12 m2)	
YaraMila Rafos	160	kg/ha	64	gr/parcela	192	gr/tratamiento
<b>Total</b>	<b>160</b>	kg/ha				
Macollamiento:						
YaraBela Nitromag	20	kg/ha	8	gr/parcela	24	gr/tratamiento
Abotek	50	kg/ha	20	gr/parcela	60	gr/tratamiento
<b>Total</b>	<b>180</b>	kg/ha				

T4: Dosis Media alta						
Siembra:			Dosis Parcela (4 m2)		Dosis Tratamiento (12 m2)	
YaraMila Rafos	150	kg/ha	60	gr/parcela	180	gr/tratamiento
<b>Total</b>	<b>150</b>	kg/ha				
Macollamiento:						
Nitrax	100	kg/ha	40	gr/parcela	120	gr/tratamiento
Abotek	50	hg/ha	20	gr/parcela	60	gr/tratamiento
YaraBela Nitromag	35	hg/ha	14	gr/parcela	42	gr/tratamiento
<b>Total</b>	<b>150</b>	kg/ha				

T4: Dosis media Alta						
Siembra:			Dosis Parcela (4 m2)		Dosis Tratamiento (12 m2)	
YaraMila Rafos	150	kg/ha	60	gr/parcela	180	gr/tratamiento
<b>Total</b>	<b>150</b>	kg/ha				
Macollamiento:						
Nitrax	100	kg/ha	40	gr/parcela	120	gr/tratamiento
Abotek	50	hg/ha	20	gr/parcela	60	gr/tratamiento
YaraBela Nitromag	175	hg/ha	70	gr/parcela	210	gr/tratamiento
<b>Total</b>	<b>150</b>	kg/ha				

<b>T5 Dosis Alta</b>					
<b>Siembra:</b>		<b>Dosis Parcela (4 m2)</b>		<b>Dosis Tratamiento (12 m2)</b>	
YaraMila Rafos	112	kg/ha	44,8	gr/parcela	134,4 gr/tratamiento
<b>Total</b>	<b>112</b>	kg/ha			
<b>Macollamiento:</b>					
Nitrax	250	kg/ha	100	gr/parcela	300 gr/tratamiento
Abotek	68	hg/ha	27,2	gr/parcela	81,6 gr/tratamiento
YaraBela Nitromag	130	hg/ha	52	gr/parcela	156 gr/tratamiento
<b>Total</b>	<b>318</b>	kg/ha			

# ANEXO G: ANÁLISIS DE SUELO

MC-LASPA-2201-01

	<p><b>INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</b>  <b>ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA</b>  <b>LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS</b>                  Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua.                  Tífs. (02) 3007284 / (02)2504240                  Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec</p>	
---	---	---

INFORME DE ENSAYO No: 23-0100

**NOMBRE DEL CLIENTE:** Mera Chones Gonzalo Xavier  
**PETICIONARIO:** Mera Chones Gonzalo Xavier  
**EMPRESA/INSTITUCIÓN:** Mera Chones Gonzalo Xavier  
**DIRECCIÓN:** Riobamba

**FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 16/03/2023  
**HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 13:53  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 20/03/2023  
**FECHA DE EMISIÓN:** 29/03/2023  
**ANÁLISIS SOLICITADO:** SUELO 1+ MO.

Análisis	Ph		N		P		S*	B*	K		Ca		Mg		Zn*	Cu*	Fe*	Mn*	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ Bases	MO	CO.*	Textura (%)*			IDENTIFICACIÓN	
			ppm	M	ppm	A			meq/100g	A	meq/100g	A	meq/100g	A											meq/100g	%	Arena		Limo
23-0579	7,22	P N	36,41	M	38,31	A			1,06	A	13,09	A	6,93	A								21,07	2,24	A					Muestra 23003 ESPOCH

Análisis	Al+H*	Al*	Na*	C.E. *	N. Total*	N-NO3*	K H2O*	P H2O*	Cl*	pH KCl*	IDENTIFICACIÓN
	ppm	ppm	meq/100g	%	%	ppm	meq/100g	ppm	ppm		

**OBSERVACIONES:**

\* Ensayos no solicitados por el cliente

METODOLOGÍA USADA	
pH = Suelo: Agua (1:2,5)	P K Ca Mg = Olsen Modificado
S.B = Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn = Olsen Modificado
	B = Curcumina

INTERPRETACION		
pH	Elemento	
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo
LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	M = Medio
PN = Prac. Neutro	AI = Alcalino	A = Alto
RC = Requieren Cal		T = Tóxico (Boro)

ABREVIATURAS	
C.E =	Conductividad Eléctrica
M.O. =	Materia Orgánica

METODOLOGÍA USADA	
C.E. =	Pasta Saturada
M.O. =	Dicromato de Potasio
AHH =	Titulación NaOH



Envíame electrónicamente por:  
**JOSE ALONSO LÓCERO**  
**MALATAY**

**LABORATORISTA**

INTERPRETACION		
Al+H,Al y Na	C.E.	M.O y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino
T = Tóxico		A = Alto



Envíame electrónicamente por:  
**IVAN RODRIGO**  
**SAMANIEGO MATIGUA**

**RESPONSABLE DE LABORATORIO**

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

\* Opiniones de interpretación, etc, que se indican en este informe constituye una guía para el cliente.

## **ANEXO H: PREPARACIÓN DEL SUELO**



## **ANEXO I: PARCELACIÓN**



## **ANEXO J: SIEMBRA Y FERTILIZACIÓN**





**ANEXO K: DELIMITACIÓN DE CADA UNIDAD EXPERIMENTAL**



**ANEXO L: APLICACIÓN DE HERBICIDA (MATANCHA)**



**ANEXO M: FERTILIZACIÓN COMPLEMENTARIA**



**ANEXO N: APLICACIÓN DE FUNGICIDA**



**ANEXO O: REGISTRO DE ENFERMEDADES**



**ANEXO P: LLENADO DE GRANO**





**ANEXO Q: MADUREZ FISIOLÓGICA**



**ANEXO R: COSECHA DE CADA TRATAMIENTO**



**ANEXO S: % CALIBRE**





## ANEXO T: PESO HECTOLITRICO



## ANEXO U: ETIQUETADO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE GERMOPLASMA





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

**Fecha de entrega:** 29/ 05/ 2024

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Jessica Patricia Curay Moreta
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Recursos Naturales
<b>Carrera:</b> Agronomía
<b>Título a optar:</b> Ingeniera Agrónoma
<p style="text-align: center;"> Ing. Alfonso Leonel Suarez Tapia PhD. <b>Director del Trabajo de Integración Curricular</b></p> <p style="text-align: center;"> Ing. Carlos Francisco Carpio Coba Ms.C. <b>Asesor del Trabajo de Integración Curricular</b></p>