



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**EVALUACIÓN DE TRES DOSIS DE NITRÓGENO EN EL
RENDIMIENTO DE TRES VARIEDADES DE CEBADA MALTERA
(*Hordeum vulgare L.*), EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR: CRISTIAN SANTIAGO ACAN SANGUCHO

DIRECTOR: Ing. PhD. ALFONSO LEONEL SUAREZ TAPIA

Riobamba - Ecuador

2022

©2022, Cristian Santiago Acan Sangucho

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, CRISTIAN SANTIAGO ACAN SANGUCHO, declaro que el presente Trabajo de Titulación 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 autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 08 de junio de 2022.



CRISTIAN SANTIAGO ACAN SANGUCHO

CI: 0605097229

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de Titulación: Tipo: Proyecto de Investigación: **EVALUACIÓN DE TRES DOSIS DE NITRÓGENO EN EL RENDIMIENTO DE TRES VARIEDADES DE CEBADA MALTERA (*Hordeum vulgare L.*), EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI**, realizado por el señor: **CRISTIAN SANTIAGO ACAN SANGUCHO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Víctor Alberto Lindao Córdova. PhD
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



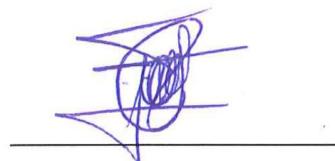
08-06-2022

Ing. Alfonso Leonel Suarez Tapia. PhD
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**



08-06-2022

Ing. Juan Eduardo León Ruiz. PhD
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



08-06-2022

DEDICATORIA

Principalmente a mis padres Aurelio Acan y Maria Sangucho quienes a su sacrificio constante y esfuerzo estuvieron conmigo apoyándome para seguir adelante y no rendirme durante toda mi vida estudiantil. A mi abuelito Asencio por sus consejos y cariño que me ha brindado. A mis tíos Lola, Juan, Martha, Emilio, Alfredo, Narcisa, Gonzalo, Teresa quienes durante todo este tiempo me ayudaron y alentaron con sus palabras. Mi compañera Mercy quien me brindo su amor, comprensión y apoyo constante en el proceso de la elaboración de mi tesis, ha sido uno de los motivos para llegar hasta el final. A mis compañeros y amigos de la facultad por el constante aprecio y lealtad que me han brindado durante esta vida estudiantil.

CRISTIAN

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por haberme dado esta vida, sabiduría y valor para seguir esforzándome cada día para poder hacer realidad uno de mis sueños. De igual manera a mis primos: Gonzalo que me han compartido sus experiencias y enseñanzas. Además, agradezco al programa de siembra por contrato y a la empresa Cervecería Nacional por haberme dado la oportunidad de realizar este trabajo de integración curricular. Finalmente quiero expresar mi agradecimiento a los Ingenieros Alfonso Suarez, Xavier Mera, Vidal Toro y Adriana Cují principales mentores durante todo el proceso, quienes con su confianza, conocimiento y enseñanza permitieron guiarme en el transcurso de este trabajo.

CRISTIAN

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURA	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	3
1.1. Fertilización en la Cebada Maltera	3
1.1.1. <i>Respuesta del Nitrógeno en cebada maltera</i>	3
1.1.2. <i>Efecto del Nitrógeno en el rendimiento de la cebada maltera</i>	3
1.1.3. <i>Efecto del Nitrógeno en el rendimiento y desarrollo del grano</i>	4
1.1.4. <i>Fertilizante de Nitrato de Calcio</i>	4
1.1.5. <i>Dinámica y eficiencia de utilización del Nitrógeno y Calcio</i>	5
1.1.6. <i>Fertilizantes sintéticos para cebada</i>	5
1.2. Requerimiento de Nitrógeno en cebada maltera	6
1.2.1. <i>Nitrógeno (N)</i>	6
1.3. Recomendaciones de fertilización en cebada maltera.....	7
1.3.1. <i>Fertilización química</i>	7
1.4. Fenología del cultivo de Cebada	8
1.4.1. <i>Fases de desarrollo en Cebada según la escala de Feekes</i>	8
1.4.2. <i>Etapas fenológicas de la cebada maltera.....</i>	8
1.4.2.1. <i>Germinación y Emergencia.....</i>	9
1.4.2.2. <i>Macollamiento</i>	9
1.4.2.3. <i>Encañado y Embuchamiento</i>	10
1.4.2.4. <i>Espigamiento.....</i>	10
1.4.2.5. <i>Inicio de la Floración.....</i>	10
1.4.2.6. <i>Formación del grano.....</i>	10
1.4.2.7. <i>Madurez y Senescencia</i>	11
1.5. Cultivo de Cebada Maltera	11
1.5.1. <i>Descripción taxonómica.....</i>	11

1.5.2.	<i>Descripción botánica</i>	11
1.5.2.1.	<i>Morfología de la Raíz</i>	11
1.5.2.2.	<i>Características del Tallo</i>	12
1.5.2.3.	<i>Floración o Antesis</i>	12
1.5.2.4.	<i>Características del Grano</i>	12
1.6.	Variedades	12
1.6.1.	<i>Variedad Andreia</i>	12
1.6.2.	<i>Variedad INIAP Alfa</i>	13
1.6.3.	<i>Variedad Cañicapa</i>	13
1.6.4.	<i>Requerimientos Edafoclimaticos</i>	13
1.6.4.1.	<i>Características del Suelo</i>	13
1.6.4.2.	<i>Clima óptimo</i>,¡Error! Marcador no definido.	
1.6.4.3.	<i>Temperatura</i>	14
1.6.4.4.	<i>Riego óptimo</i>	14
1.6.5.	<i>Manejo del cultivo</i>	14
1.6.5.1.	<i>Preparación del suelo</i>	14
1.6.5.2.	<i>Época de Siembra</i>	15
1.6.5.3.	<i>Cantidad de semilla</i>	15
1.6.5.4.	<i>Fertilización</i>	15
1.6.5.5.	<i>Control de malezas</i>	15
1.6.5.6.	<i>Época de Cosecha</i>	16
1.6.5.7.	<i>Trillada de las espigas</i>	16
1.7.	Plagas y enfermedades de importancia económica	16
1.8.	Grano comercial de cebada maltera	18
1.8.1.	<i>Humedad</i>	18
1.8.2.	<i>Color y brillo de la cebada</i>	18
1.8.3.	<i>Peso del grano</i>	19

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	20
2.1.	Características del lugar	20
2.1.1.	<i>Ubicación</i>	20
2.1.2.	<i>Características Geográficas</i>	20
2.1.3.	<i>Características climatológicas</i>	20
2.1.4.	<i>Características del suelo</i>	20
2.1.4.1.	<i>Características físicas</i>	20

2.2.	Materiales y Equipos	21
2.2.1.	<i>Material experimental</i>	21
2.2.2.	<i>Fertilizante</i>	21
2.2.3.	<i>Materiales de campo</i>	21
2.2.4.	<i>Materiales de oficina</i>	21
2.3.	Métodos	21
2.3.1.	<i>Diseño experimental</i>	21
2.3.2.	<i>Factores en estudio</i>	21
2.3.3.	<i>Descripción de los tratamientos</i>	22
2.3.4.	<i>Diagrama del diseño experimental</i>	22
2.4.	Especificaciones del campo experimental	23
2.4.1.	<i>Características del campo experimental</i>	23
2.4.2.	<i>Área de investigación</i>	23
2.5.	Tipo de Diseño	23
2.5.1.	<i>Análisis funcional</i>	23
2.6.	Métodos de evaluación y datos registrados	24
2.6.1.	<i>Número de plantas/m²</i>	24
2.6.2.	<i>Número de macollos por planta</i>	24
2.6.3.	<i>Número de macollos/m²</i>	24
2.6.4.	<i>Días al Embuchamiento</i>	24
2.6.5.	<i>Días al espigamiento</i>	24
2.6.6.	<i>Días a la Floración</i>	25
2.6.7.	<i>Número de espigas/m²</i>	25
2.6.8.	<i>Peso de los 1000 granos</i>	25
2.6.9.	<i>Lecturas del medidor de clorofila</i>	25
2.6.10.	<i>Altura de la planta</i>	25
2.6.11.	<i>Longitud de la espiga</i>	25
2.6.12.	<i>Días a la madurez</i>	26
2.6.13.	<i>Severidad al ataque de Roya</i>	26
2.6.14.	<i>Número de granos por espiga</i>	27
2.6.15.	<i>Rendimiento (t/ha)</i>	27

CAPITULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIONES	28
3.1.	Resultados	28
3.1.1.	<i>Rendimiento (kg/ha) Materia Seca</i>	28

3.1.2.	<i>Rendimiento comercial (kg/ha) al 12% de Humedad</i>	31
3.1.3.	<i>Peso (g) de 1000 granos</i>	34
3.1.4.	<i>Número de espigas/m²</i>	35
3.1.5.	<i>Longitud de la espiga</i>	37
3.1.6.	<i>Número de granos por espiga</i>	38
3.1.7.	<i>Sobrevivencia o Número de plantas/m²</i>	39
3.1.8.	<i>Número de macollos/m²</i>	40
3.1.9.	<i>Número de macollos/planta</i>	42
3.1.10.	<i>Lecturas del medidor de clorofila</i>	44
3.1.11.	<i>Ataque de Roya % severidad</i>	47
3.1.12.	<i>Días a la emergencia</i>	50
3.1.13.	<i>Días al Embuchamiento</i>	51
3.1.14.	<i>Días al espigamiento</i>	52
3.1.15.	<i>Días a la floración</i>	53
3.1.16.	<i>Días a la maduración fisiológica</i>	55
3.1.17.	<i>Altura (cm)</i>	56
3.2.	Análisis de Correlación y Regresión	58
3.2.1.	<i>Correlación y Regresión en la variedad Andreia</i>	58
3.2.2.	<i>Correlación y Regresión en la variedad INIAP Alfa</i>	60
3.2.3.	<i>Correlación y Regresión en la variedad Cañicapa</i>	61
3.3.	Óptimo Agrícola	63
3.3.1.	<i>Rendimiento comercial (kg/ha) al 12% de Humedad.</i>	63
3.3.2.	<i>Óptimo agrícola grano comercial (12% de Humedad).</i>	63
3.4.	Tablas de la Discusión	64
3.4.1.	<i>Características agronómicas</i>	64
3.4.2.	<i>Rendimiento kg/ha en relación con las características agronómicas</i>	65
3.4.3.	<i>Efectos del Nitrógeno en el Rendimiento</i>	67
3.4.4.	<i>Plantas/m² o porcentaje de sobrevivencia.</i>	68
3.4.5.	<i>Relación del nitrógeno con el contenido de clorofila</i>	68
3.4.6.	<i>Efectos del Nitrógeno en relación al óptimo agrícola</i>	69
	CONCLUSIONES	70
	RECOMENDACIONES	71
	GLOSARIO	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Recomendaciones de fertilización en cada estado fisiológico de la cebada	7
Tabla 2-1:	Etapas fenológica en el cultivo de cebada.	8
Tabla 3-1:	Clasificación botánica de la cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L).....	11
Tabla 4-1:	Principales características, síntomas y control de plagas y enfermedades en la cebada.	16
Tabla 1-2:	Características físicas del suelo del área de ensayo.....	20
Tabla 2-2:	Variedades de cebada maltera.	22
Tabla 3-2:	Dosis de Nitrógeno	22
Tabla 4-2:	Código de Tratamientos	22
Tabla 5-2:	Escala modificada de COBB para severidad de ataque.....	26
Tabla 1-3:	Análisis de la varianza para el rendimiento materia seca kg/ha.	28
Tabla 2-3:	Prueba de LSD Fisher al 10% entre las variedades, dosis y el rendimiento M.S. kg/ha.....	29
Tabla 3-3:	Análisis de la varianza para el rendimiento comercial (kg/ha) al 12% de Humedad.	31
Tabla 4-3:	Prueba de LSD Fisher al 10% entre las variedades, dosis y el rendimiento comercial kg/ha.	32
Tabla 5-3:	Análisis de la varianza para el peso de 1000 granos.	34
Tabla 6-3:	Análisis de la varianza para el número de espigas/m ²	35
Tabla 7-3:	Análisis de la varianza para la longitud de la espiga cm.	37
Tabla 8-3:	Análisis de la varianza para el número de granos por espiga	38
Tabla 9-3:	Análisis de la varianza para el número de plantas/m ²	39
Tabla 10-3:	Análisis de la varianza para el número de macollos/m ²	40
Tabla 11-3:	Análisis de la varianza para el número de macollos/planta.....	42
Tabla 12-3:	Prueba de LSD Fisher al 10% entre las variedades, dosis y el número de macollos/planta	43
Tabla 13-3:	Análisis de la varianza para el contenido de clorofila	45
Tabla 14-3:	Prueba de LSD Fisher al 10% entre las variedades, dosis y el contenido de clorofila.....	46
Tabla 15-3:	Análisis de la varianza para el ataque de Roya en él % severidad.	48
Tabla 16-3:	Prueba de LSD Fisher al 10% entre las variedades, dosis y al ataque de Roya para él % de severidad	49
Tabla 17-3:	Análisis de la varianza para los días a la emergencia.....	51
Tabla 18-3:	Análisis de la varianza para los días al embuchamiento.....	51

Tabla 19-3: Análisis de la varianza para los días al espigamiento.....	52
Tabla 20-3: Análisis de la varianza para los días a la floración.....	53
Tabla 21-3: Análisis de la varianza para los días a la maduración.	55
Tabla 22-3: Análisis de la varianza para la altura de la planta (cm).	56
Tabla 23-3: Prueba de LSD Fisher al 10% entre las variedades, dosis y la altura de la planta (cm).....	57
Tabla 24-3: Análisis de correlación y regresión lineal de la variedad Andreia de los componentes del rendimiento (variables independientes) en relación al rendimiento kg/ha.	59
Tabla 25-3: Análisis de correlación y regresión lineal de la variedad INIAP Alfa de los componentes del rendimiento (variables independientes) en relación al rendimiento kg/ha.	60
Tabla 26-3: Análisis de correlación y regresión lineal de la variedad Cañicapa de los componentes del rendimiento (variables independientes) en relación al rendimiento kg/ha.	61
Tabla 27-3: Dosis kg N/ha óptima para obtener el mejor rendimiento.....	63
Tabla 28-3: Características agronómicas de las variedades.	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Estados de Desarrollo según la escala Feekes	9
Figura 1-2:	Diseño del ensayo experimental	23
Figura 2-2:	Escala modificada de COOB	26

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Variedad predominante con respecto al rendimiento M.S. kg/ha.....	28
Gráfico 2-3:	Dosis predominante con respecto al rendimiento M.S. kg/ha.	29
Gráfico 3-3:	Interacción de la Variedad*Dosis que predominan con respecto al rendimiento M.S. kg/ha.	30
Gráfico 4-3:	Variedad predominante con respecto al rendimiento comercial (kg/ha) al 12% de Humedad.	31
Gráfico 5-3:	Dosis predominante con respecto al rendimiento comercial (kg/ha) al 12% de Humedad.	32
Gráfico 6-3:	Interacción de la Variedad*Dosis que predominan con respecto al rendimiento comercial kg/ha.	33
Gráfico 7-3:	Variedad predominante con respecto al peso (g) de 1000 granos.	34
Gráfico 8-3:	Dosis predominante con respecto al peso de 1000 granos.	35
Gráfico 9-3:	Variedad predominante con respecto al número de espigas/m ²	36
Gráfico 10-3:	Dosis predominante con respecto al número de espigas/m ²	36
Gráfico 11-3:	Variedad predominante con respecto a la longitud de la espiga.....	37
Gráfico 12-3:	Variedad predominante con respecto al número de granos/espiga.....	38
Gráfico 13-3:	Dosis predominante con respecto al número de granos/espiga.	39
Gráfico 14-3:	Variedad predominante con respecto al número de plantas/m ²	40
Gráfico 15-3:	Variedad predominante con respecto al número de macollos/m ²	41
Gráfico 16-3:	Dosis predominante con respecto al número de macollos/m ²	41
Gráfico 17-3:	Variedad predominante con respecto al número de macollos/planta.	42
Gráfico 18-3:	Dosis predominante con respecto al número de macollos/planta.....	43
Gráfico 19-3:	Interacción de la Variedad*Dosis que predominan con respecto al número de macollos/planta.....	44
Gráfico 20-3:	Variedad predominante con respecto al contenido de clorofila.....	45
Gráfico 21-3:	Dosis predominante con respecto al contenido de clorofila	46
Gráfico 22-3:	Interacción de la Variedad*Dosis que predominan con respecto al contenido de clorofila.	47
Gráfico 23-3:	Variedad predominante con respecto al ataque de Roya para él % de severidad.	48
Gráfico 24-3:	Dosis predominante con respecto al ataque de Roya para él % de severidad.	49
Gráfico 25-3:	Interacción de la Variedad*Dosis que predominan con respecto al ataque de Roya para él % de severidad	50
Gráfico 26-3:	Variedad predominante con respecto a los días al embuchamiento.	52

Gráfico 27-3:	Variedad predominante con respecto a los días al espigamiento.	53
Gráfico 28-3:	Variedad predominante con respecto a los días de floración.	54
Gráfico 29-3:	Dosis predominante con respecto a los días de floración.	54
Gráfico 30-3:	Variedad predominante con respecto a los días de maduración.	55
Gráfico 31-3:	Variedad predominante con respecto a la altura de la planta (cm).....	56
Gráfico 32-3:	Dosis predominante con respecto a la altura de la planta (cm).	57
Gráfico 33-3:	Interacción de la Variedad*Dosis que predominan con respecto a la altura de la planta (cm).....	58
Gráfico 34-3:	Diagrama de dispersión y recta de regresión del número de macollos/m ² en relación al rendimiento kg/ha en la variedad Andreia.	59
Gráfico 35-3:	Diagrama de dispersión y recta de regresión del número de espigas/m ² en relación al rendimiento kg/ha en la variedad Andreia.	60
Gráfico 36-3:	Diagrama de dispersión y recta de regresión del número de granos/espiga en relación al rendimiento kg/ha en la variedad INIAP Alfa.	61
Gráfico 37-3:	Diagrama de dispersión y recta de regresión del número de macollos/m ² en relación al rendimiento kg/ha en la variedad Cañicapa.	62
Gráfico 38-3:	Diagrama de dispersión y recta de regresión del número de espigas/m ² en relación al rendimiento kg/ha en la variedad Cañicapa.	62
Gráfico 39-3:	Diagrama de dispersión de las variedades y la interacción del rendimiento comercial kg/ha y dosis kg N/ha.	63

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** MAPEO DEL ÁREA DE ENSAYO LOCALIZADO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI.
- ANEXO B:** DIMENSIONES DEL ÁREA DE ENSAYO CON SUS RESPECTIVOS TRATAMIENTOS.
- ANEXO C:** ANÁLISIS DE SUELO DEL ÁREA DE ENSAYO PREVIO A LA SIEMBRA.
- ANEXO D:** CALENDARIO AGRÍCOLA PARA EL CICLO DE CEBADA MALTERA.
- ANEXO E:** PREPARACIÓN DEL TERRENO CON ARADO Y RASTRA.
- ANEXO F:** LOTIZACIÓN Y LIMPIEZA DEL ÁREA DE ENSAYO.
- ANEXO G:** DESINFECCIÓN DE LA SEMILLA.
- ANEXO H:** DISTRIBUCIÓN DE LA SEMILLA PARA CADA TRATAMIENTO.
- ANEXO I:** SIEMBRA A CHORRO CONTINUO O A HILERA.
- ANEXO J:** PESAJE DEL FERTILIZANTE DE ACUERDO A LA DOSIS ESTABLECIDA.
- ANEXO K:** TRATAMIENTOS ESTABLECIDOS EN EL ENSAYO.
- ANEXO L:** MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE CLOROFILA CON EL MEDIDOR YARA N-TESTER.
- ANEXO M:** CONTEO DEL NÚMERO DE MACOLLOS POR CADA PLANTA.
- ANEXO N:** ETAPA DE EMBUCHAMIENTO EN LA CEBADA.
- ANEXO O:** INICIO DE LA FLORACIÓN EN LA VARIEDAD ANDREIA.
- ANEXO P:** INICIO DEL ESPIGAMIENTO DE LA VARIEDAD ALFA.
- ANEXO Q:** INICIO DE LA ETAPA DE MADURACIÓN EN LOS TRATAMIENTOS.
- ANEXO R:** CONTEO DE LA CANTIDAD DE ESPIGAS PRESENTES EN CADA PLANTA.
- ANEXO S:** MEDICIÓN DE LA ALTURA CON LA AYUDA DE UN FLEXÓMETRO.
- ANEXO T:** ESPIGAS MADURAS DE LAS VARIEDADES CAÑICAPA, INIAP ALFA Y ANDREIA.
- ANEXO U:** MEDICIÓN DE LA LONGITUD DE LA ESPIGA UTILIZANDO UN CALIBRADOR DIGITAL.
- ANEXO V:** COSECHA DE LOS TRATAMIENTOS DE MANERA MANUAL.
- ANEXO W:** TRILLADA MECANIZADA DE CADA TRATAMIENTO.
- ANEXO X:** SEPARACIÓN DE GRANO FINO Y GRANO GRUESO UTILIZANDO UN TAMIZ DE 2,5MM.
- ANEXO Y:** COLOCACIÓN DE LA SEMILLA EN EL HORNO PARA OBTENER UNA HUMEDAD ESTÁNDAR.

ANEXO Z: CONTEO Y PESO DE 1000 GRANOS DE CADA TRATAMIENTO.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar tres dosis de Nitrógeno en el rendimiento de tres variedades de cebada maltera (*Hordeum vulgare L.*), en la Estación Experimental Tunshi. Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo factorial 3 x 3 y tres repeticiones. Para el análisis estadístico se realizó por medio de ANOVA para la separación de medias se utilizó la prueba de LSD Fisher al 10%. Los tratamientos correspondieron a tres variedades de cebada maltera: Andreia, INIAP Alfa y Cañicapa, con tres dosis de fertilización nitrogenada: 0 kg N/ha, 75 kg N/ha y 150 Kg N/ha que fue aplicada una semana después de la siembra, se evaluó parámetros como: rendimiento comercial kg/ha, peso de 1000 granos, número de plantas, macollos y espigas por cada m², contenido de clorofila mediante sensor N-Tester, días a la germinación, espigamiento y maduración, número de granos por espiga. El mejor rendimiento obtuvo la variedad INIAP Alfa con la dosis de 150 kg N/ha obteniendo un rendimiento de 10141 kg/ha. En el óptimo agrícola se encontró las mejores dosis para la variedad INIAP Alfa y Andreia se necesita aplicar una dosis de 116 kg N/ha para un rendimiento de 10692 kg/ha y 6765 kg/ha respectivamente y para la variedad Cañicapa se necesita una dosis de 87 kg N/ha para obtener un rendimiento de 8991 kg/ha. Concluyendo que las dosis de 75 kg N/ha y 150 kg N/ha obtuvieron los mejores rendimientos en el cultivo de cebada maltera. Se recomienda cultivar la variedad INIAP Alfa por sus altos rendimientos.

Palabras Clave: <FERTILIZACIÓN NÍTROGENADA>, <CONTENIDO DE CLOROFILA>, <RENDIMIENTO COMERCIAL DEL GRANO>, <VARIEDADES DE CEBADA MALTERA (*Hordeum vulgare L.*)>, <ÓPTIMO AGRÍCOLA>.


D.B.R.A.I.
Ing. Cristhian Castillo



1279-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

The objective of this research work was to evaluate three doses of Nitrogen on the yield of three varieties of malting barley (*Hordeum vulgare* L.) at the Tunshi Experimental Station. A randomized complete block experimental design with a 3 x 3 factorial arrangement and three replications was used. The statistical analysis was performed using ANOVA to separation from means using the LSD Fisher test at 10%. The treatments corresponded to three varieties of malting barley: *Andreia*, INIAP Alfa, and *Cañicapa*, with three doses of nitrogen fertilization: 0 kg N/ha, 75 kg N/ha, and 150 Kg N/ha, which were applied one week after planting: commercial yield kg/ha, the weight of 1000 grains, number of plants, tillers and spikes per m², chlorophyll content by N-Tester sensor, days to germination, gleaning, and ripening, number of grains per spike. The best yield was obtained by the INIAP Alfa variety with a dose of 150 kg N/ha, obtaining a yield of 10141 kg/ha. In the agricultural optimum, the best doses for the INIAP Alfa and *Andreia* varieties were found to be 116 kg N/ha for a yield of 10692 kg/ha and 6765 kg/ha, respectively. For the *Cañicapa* variety, a dose of 87 kg N/ha was needed to obtain a yield of 8991 kg/ha. It was concluded that the doses of 75 kg N/ha and 150 kg N/ha obtained the best yields in the malting barley crop. It is recommended to crop the INIAP Alfa variety for its high yields.

Keywords: <NITROGEN FERTILIZATION>, <CHLOROPHYLL CONTENT>, <COMMERCIAL GRAIN YIELD>, <VARIETIES OF MALTING BARLEY (*Hordeum vulgare* L.)>, <AGRICULTURAL OPTIMUM>



Silvana Patricia Céleri Quinde

C.C. 0602669830

INTRODUCCIÓN

La cebada a través de los años se ha utilizado en diferentes ámbitos industriales tanto como una variedad forrajera o alimentaria, además la cebada es uno de los principales ingredientes para obtener una cerveza de buena calidad, la cebada se sitúa es el cuarto puesto de cultivo de cereales en términos de producción, con una producción mundial de 155 millones de toneladas en 2020. (USDA, 2020).

Según (Espinosa, 2018) en el Ecuador especialmente en la región sierra, la cebada ocupa el primer lugar de producción, la mayor participación en la producción de cebada es la provincia de Imbabura con 3440 toneladas métricas de 13513 del total de producción nacional, seguida de la provincia de Chimborazo con 3200 toneladas métricas de producción. El programa siembra cebada planificada por (CERVECERIA NACIONAL, 2018). A partir del año 2017 se beneficiaron más de 1.400 agricultores. En una superficie alrededor de 2.100 ha de cebada se divide en 1.420 ha para alimentación y 680 ha para la producción de cerveza, con un rendimiento medio de 2,0 t/ha, el doble de la media nacional.

Para la elaboración de la cerveza por la industria “CERVECERIA NACIONAL” uno de los estándares importantes de los granos de cebada son la calidad y el porcentaje de humedad, debido a que la industria requiere un grano limpio y con el 12% de contenido de humedad siendo el porcentaje más óptimo para la entrega, por lo cual en la investigación se propuso determinar el rendimiento comercial la cual es requerido por la industria cervecera.

Con respecto al trabajo investigativo se desea comparar cómo reaccionan tres variedades de cebada maltera a diferentes dosis crecientes de kg de Nitrógeno por hectárea, con el fin de encontrar una dosis adecuada para que el agricultor maximice el rendimiento a una dosis optima de Nitrógeno evitando costos por el uso excesivo del Nitrógeno. El nutriente con mayor frecuencia que requiere el cultivo de cebada es el Nitrógeno debido a que influye en el desarrollo de la etapa de macollaje en la formación de las espigas afectado finalmente a la cantidad de granos que posee la espiga.

El presente trabajo se situó en la Estación Experimental Tunshi del cantón Riobamba perteneciente a la provincia de Chimborazo debido a que se cultivan grandes superficies de cebada donde se conoce que existe un déficit de Nitrógeno en el suelo ya que el cultivo requiere altos contenidos de fertilización nitrogenada debido a que influye significativamente al rendimiento final del cultivo, por lo cual se procedió a realizar un ensayo de tres variedades de cebada maltera

sometido a tres distintas dosis de Nitrógeno para determinar por medio de un análisis estadístico si existe diferencias significativas en el rendimiento con el fin de encontrar una dosis de Nitrógeno adecuada en influya de manera positiva en el desarrollo del cultivo.

Con esta investigación se pretende encontrar una dosis adecuada en la que influya de manera positiva en las etapas de desarrollo de la cebada, además de comparar las diferentes dosis de Nitrógeno para obtener el mejor rendimiento de las tres variedades de cebada maltera, con el fin de obtener el óptimo agrícola ya que al aumentar la fertilización nitrogenada se observó un declive en el rendimiento de manera que se pretende encontrar la dosis requerida por el cultivo en relación al rendimiento esperado para evitar el uso excesivo de abonos fertilizantes a base de Nitrógeno con el fin de minimizar costos. Además, de recolectar las características que presenten tanto fisiológicas como morfológicas que presente cada variedad para la elaboración de una ficha técnica con las tres variedades que se ha establecido.

OBJETIVOS

General

Evaluar tres dosis de Nitrógeno en el rendimiento de tres variedades de cebada maltera (*Hordeum vulgare*), en la Estación Experimental Tunshi.

Específicos

Determinar la respuesta en el cultivo de cebada maltera a dosis crecientes de Nitrógeno (0, 75, 150 kg N/ha).

Determinar el óptimo agrícola de cebada maltera

Elaborar una ficha técnica de las variedades en base a sus características.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Fertilización en la Cebada Maltera

1.1.1. Respuesta del Nitrógeno en cebada maltera

Otros autores como (Hoffman et al., 2001, p. 13) proponen la respuesta al agregado de Nitrógeno como distintos indicadores de suelo y planta como la materia orgánica, nitrato y amonio en suelo, al momento de la siembra se necesita aplicar el Nitrógeno a una profundidad de 0-20 y 20-40 cm, y se logran obtener datos como Nitrógeno en la planta, índice de clorofila y Nitrógeno total absorbido.

Además (Hoffman et al., 2001, pp. 14-15), los indicadores del suelo y de la planta se seleccionaron según su capacidad predictiva para cada etapa, por lo que el manejo de Nitrógeno propuesto para cebada maltera se basa en las siguientes determinaciones: directo a la siembra en forma de NO_3^- a una profundidad de 0-20 cm, al momento que aparezcan los tres tallos principales o más de dos macollos/planta. La base que se sugiera para el manejo del Nitrógeno, se basa en el potencial de rendimiento, comienza a desarrollarse en las primeras etapas del ciclo del cultivo y finaliza durante el periodo de encañado o al inicio de la antesis.

1.1.2. Efecto del Nitrógeno en el rendimiento de la cebada maltera

Postula (Garcia, 2004, p. 10). La fertilización nitrogenada puede tener efecto ventajoso sobre todos los componentes del rendimiento, pero la existencia de nutrientes compensatorios hace que comúnmente el aumento en un nutriente resulte en el bloqueo de otros nutrientes, lo que dificulta establecer una combinación óptima de la fertilización.

La respuesta al Nitrógeno varía en la influencia de varios factores ambientales que además afecta la eficiencia del uso del Nitrógeno, La fertilización nitrogenada controla el macollaje y la capacidad de producir espigas como también en la fertilización de las flores y el llenado del grano. Cuando no existe una deficiencia de agua u otro factor ambiental, la fase de crecimiento la producción de biomasa del cultivo y el rendimiento estarán finalmente relacionados con la disponibilidad de Nitrógeno. (Garcia, 2004, p. 10).

En siembras tempranas del cultivo cuando el Nitrógeno es escaso se ha determinado una respuesta de Nitrógeno en la producción de la materia seca y al finalizar el macollaje. El incremento de biomasa tiene influencia sobre el número de espigas por unidad de área, aunque el mayor beneficio se observa en el número de macollos o tallos pues ya que una parte de los macollos o tallos de estos no llega a producir espigas. (García, 2004, p. 10).

(Ferraris, 2007). Plantea que en los cultivos de cereales especialmente en cebada la fertilización nitrogenada es indispensable para alcanzar altos rendimientos y también aumentar el contenido proteico, los rendimientos bajos se deben a la consecuencia con fertilizaciones nitrogenadas menores y se ven reflejado debido a una menor eficiencia de Nitrógeno en el macollaje que influye en el rendimiento, lo cual posee una mayor concentración de proteína en los granos.

1.1.3. Efecto del Nitrógeno en el rendimiento y desarrollo del grano

De acuerdo con (Lamothe, 1994, p. 20). Los principales componentes del rendimiento en los cereales se deben al número de espigas por unidad de superficie como el tamaño de la espiga y el peso del grano. Cuando el Nitrógeno es deficiente en el suelo, y el agua no es un factor limitante para el crecimiento de los cultivos, se requiere que se exprese el potencial del cultivo de manera que exista un número mínimo de espigas.

Según. (Alban et al., 2018, pp. 171-172). Establece que la dosis de Nitrógeno en un promedio destacado fue de 100 kg N/ha en relación con el número de granos por espiga, se obtuvieron valores promedios de 25.37 granos/espiga y para otros lugares que se cultivó el valor obtenido fue de 27.52 granos por cada espiga. Además, en los dos diferentes lugares se observó una tendencia lineal positiva para el Nitrógeno hasta la aplicación de la dosis de 100 kg N/ha; es decir que, al incrementar las dosis de nitrógeno también se incrementara en el número de granos por espiga.

1.1.4. Fertilizante de Nitrato de Calcio

(YARA, 2021). Indica que los nitratos de calcio aportan a los cultivos nitrógeno rápido en combinación con calcio con efecto fortalizador, produciendo un crecimiento de calidad, el fertilizante produce nitrato-N de rápida respuesta como también calcio fortalecedor y boro. Acumulado estos nutrientes resultan en un crecimiento prolongado, en general los cultivos son más sanos y menos sensitivos a estrés durante el crecimiento.

Los fertilizantes YaraLiva especialmente la gama de nitratos de calcio son de alta calidad que optimizan el rendimiento de los cultivos comerciales, proporcionan nitrato-N de acción rápida, en conjunto con el calcio que fortalecen, en combinación de los nutrientes mencionados favorecen un crecimiento prolongado, más saludables y menos sensibles al estrés durante el crecimiento. (YARA, 2021).

1.1.5. Dinámica y eficiencia de utilización del Nitrógeno y Calcio

(Boga, 2014). La dinámica de Nitrógeno en cebada es similar al trigo debido a que son ambos cultivos invernales, la absorción de Nitrógeno en la antesis es de mayor importancia para el cultivo de cebada. La mayor parte del Nitrógeno en el grano proviene de la removilización del Nitrógeno absorbido en la etapa de pre-antesis, la eficiencia del uso de Nitrógeno (kg de grano por kg de Nitrógeno aplicado) se define como el producto entre la eficiencia de absorción por kg de Nitrógeno absorbido, además la cebada de seis hileras se pudo observar un mayor rendimiento. Citando (Polisgua y Calderon, 2003, p. 21). El calcio es un nutriente fundamental para cultivos de alto valor, ya que forma parte de las paredes celulares y membranas de las células. Una buena provisión del fertilizante asegura una buena estructura de la planta como en el fruto, favoreciendo en una mayor dureza y una reducción en las pérdidas postcosecha.

El calcio es un nutriente inmóvil de la planta, por lo cual no se transporta de las partes más viejas de la planta a las más nuevas de la planta. A medida que el cultivo se desarrolla, los requerimientos de calcio son cada vez mayores, especialmente durante el periodo de fructificación, por lo que es importante proporcionar al cultivo de este nutriente durante todo el ciclo para no afectar el rendimiento. La combinación de nitrato de calcio permite cumplir con mucha precisión estos requisitos. (Polisgua y Calderon, 2003, p. 21).

Una ventaja muy importante del óxido de calcio es su influencia en el pH del suelo, a diferencia de otras fuentes de Nitrógeno, el nitrato de calcio no acidifica el suelo. Esta ventaja es muy importante, especialmente en plantaciones con altas dosis de Nitrógeno que permitiendo aportar más nutrientes al suelo, además mejorando también la estructura del suelo. (Polisgua y Calderon, 2003, p. 21).

1.1.6. Fertilizantes sintéticos para cebada

(FAO, 2002, pp. 36-37). Da a conocer, el fertilizante sintético como la urea con 46% de Nitrógeno, es la mayor fuente de Nitrógeno en el mundo debido a su alta concentración y a menudo, a su atractivo precio por unidad de Nitrógeno. Sin embargo, su aplicación requiere específicamente buenas prácticas agrícolas para evitar pérdidas, por evaporación de amoníaco en el aire. La urea

solo debe aplicarse cuando pueda incorporarse al suelo inmediatamente después de la aplicación o cuando llueva a las pocas horas de la aplicación.

Los fertilizantes de sulfato de amonio con 21% de Nitrógeno (en forma de amonio), no son tan concentrados como la urea. Sin embargo, además del Nitrógeno contiene un 23% de azufre, un nutriente cada vez más importante. Se usa preferible en cultivos irrigados y donde el azufre requiera ser aplicado. Lo mismo ocurre con el nitrosulfato de amonio con un 26% de Nitrógeno (alrededor de 2/3 como amoniaco y 1/3 como nitrato) y un 13% al 15% de azufre. El Nitrato amónico cálcico este fertilizante que contiene más del 27% de Nitrógeno (el contenido de Nitrógeno es equivalente al amoniaco y al nitrato), es el fertilizante preferido para los cultivos en las regiones semiáridas. (FAO, 2002, pp. 36-37).

1.2. Requerimiento de Nitrógeno en cebada maltera

1.2.1. Nitrógeno (N)

Como expresa (Ubaque, 2019, p. 23), entre muchas propiedades, es el constituyente básico de las proteínas, la clorofila que permite la fotosíntesis, las fitohormonas que permiten el crecimiento, la formación de espigas y el ADN para la transmisión genética. Influye sustancialmente en el incremento o descenso de los rendimientos de los cultivos, en conclusión, el Nitrógeno es el más importante de los macroelementos para el cultivo de cebada cervecera.

En el caso de la cebada se harán dos aplicaciones 60% se aplicará durante la siembra, 40% se aplicará durante la etapa de Macollamiento (30 días después de germinación). El contenido de proteína en el grano de cebada cervecera debe estar entre 10 y 12,5%. Contenidos más bajos (<10%) o excesos (>12.5%) tiene efectos no deseables en el proceso malteo y calidad de la cerveza. (Ubaque, 2019, p. 23).

(Lopez, 2013) enfatiza que la fertilización con Nitrógeno durante la siembra puede ser más eficaz en el rendimiento de la cebada que las aplicaciones realizadas en etapas tardías del cultivo, las aplicaciones de Nitrógeno que se realicen posteriores pueden aumentar significativamente el contenido de proteína en el grano. La fertilización de Nitrógeno en la fase vegetativa a una etapa temprana ayuda de manera positiva en el crecimiento y el rendimiento, mientras si se aplica la fertilización en la fase de espigado tiene poco efecto sobre el rendimiento por lo cual se recomienda que debe usarse con moderación en cebadas malteras ya que puede ser perjudicial para el cultivo.

1.3. Recomendaciones de fertilización en cebada maltera

Desde el punto de vista de (Lamothe, 1994, p. 22), en el caso que se realice una sola fertilización a base de Nitrógeno, por regla general es preferible hacerla al inicio del macollaje y no al final del macollaje. La decisión de cuando aplicar la fertilización dependerá de los macollos presentes, previéndose 150 o más por metro lineal se puede esperar al fin del macollaje cuanto más lejos se esté de esta cantidad más riesgoso será retrasar la aplicación, debido del efecto del Nitrógeno sobre el número de espigas por unidad de superficie será progresivamente menor.

Tabla 1-1: Recomendaciones de fertilización en cada estado fisiológico de la cebada.

Estado fisiológico	Indicador	Recomendación
Siembra.	Nitrato en suelo.	Una fertilización basal si existe menos de 10 ppm en suelo 20-30 kg. N/ha sera suficiente.
Inicio del macollaje. F 2.0.	Nitrato en suelo.	Aplicar fertilizante con Nitrógeno si hay menos de 15 ppm en suelo.
Mediados del macollaje. F 3.0.	Macollos con un mínimo de 3 hojas.	Fertilización nitrogenada si hay una cantidad menor de 120 macollos por metro.
Fin de macollaje-2 nudos visibles. F 7.0.	% N en planta entera, Nitrato en el suelo.	Aplicar Nitrógeno es más eficiente, según modelos o niveles críticos. En cebada fertilizar hasta etapa. F 6.0
Hoja bandera. F 8.0.		Aplicar el fertilizante con Nitrógeno tiene ningún efecto sobre el rendimiento posterior de esta etapa.

Fuente: (Lamothe, 1994, p. 24).

Realizado por: Acan, C. 2022.

Según (Ubaque, 2019, p. 23), propone para disminuir un punto en la acidez del suelo es necesario aplicar 1 tonelada por hectárea. En Colombia con las variedades de cebada cervecera, se lograron rendimientos superiores a las 4,5 ton/ha con la siguiente fertilización: 52 kg/ha de Nitrógeno, 90 kg/ha de fosfato diamónico, 40 kg/ha de muriato de potasa y en cantidades menores 8 kg de Calcio y 2 kg/ha de Azufre.

1.3.1. Fertilización química

(INIAP, 2014). Da a conocer, las fertilizaciones se efectúan según las características de la zona de producción. La fertilización química media recomendada es de 60-30-20 kg/ha de Nitrógeno, P₂O₅, K₂O y Azufre respectivamente, que puede ser aplicada con 150 kg/ha de 11-52-0 y 50

kg/ha de Sulpomag aplicados directamente a la siembra. Al inicio del macollamiento se puede aplicar con 50 kg/ha de urea.

1.4. Fenología del cultivo de Cebada

1.4.1. Fases de desarrollo en Cebada según la escala de Feekes

La escala de Feekes es quizás la más conocida y más extensamente utilizada. Los principales cambios físicos en las plantas y se enumeran mediante etapas del 1 a 11 en orden genético desde la etapa de una hoja verdadera hasta la madurez del grano. Algunas etapas de desarrollo extremadamente importantes, como el inicio de la espigadura y madurez del grano, se han subdividido para obtener más detalles. (Venegas, 1989, p. 22).

Tabla 2-2: Etapas fenológica en el cultivo de cebada.

Etapas principales	Descripción	Etapas principales	Descripción
1	Germinación y Emergencia de la semilla.	10,2	¼ espiga emergida.
2	Inicio del macollaje.	10,3	½ espiga emergida.
4-5	Elongación de tallo (Erección del seudo tallo).	10,51	Inicio de la floración.
6	Primer nudo visible.	10,54	Grano en estado acuoso.
7	Segundo nudo visible.	11,1	Granos muy lechosos.
8	Aparición de la hoja bandera apenas visible.	11,2	Grano de manera harinoso suave.
9	Lígula de hoja bandera visible.	11,3	Madurez de la planta (grano duro difícil de partir).
10	Visualización del embuche en el tallo.	11,4	Grano duro (no puede penetrar uña).
10,1	Primeras espiguillas detectadas.		

Fuente: (Venegas, 1989).

Realizado por: Acan, C. 2022.

1.4.2. Etapas fenológicas de la cebada maltera

A partir de los estados 1 a 5 se produce la emergencia y la producción de macollos, en los estados 6 a 10 comienza el encañado, la aparición de la hoja bandera y el embuchamiento finalmente desde el estado 10,1 al 11 da formación a las espigas, formación del grano posterior la madurez del grano y finalmente la senescencia. (Venegas, 1989 p. 22).

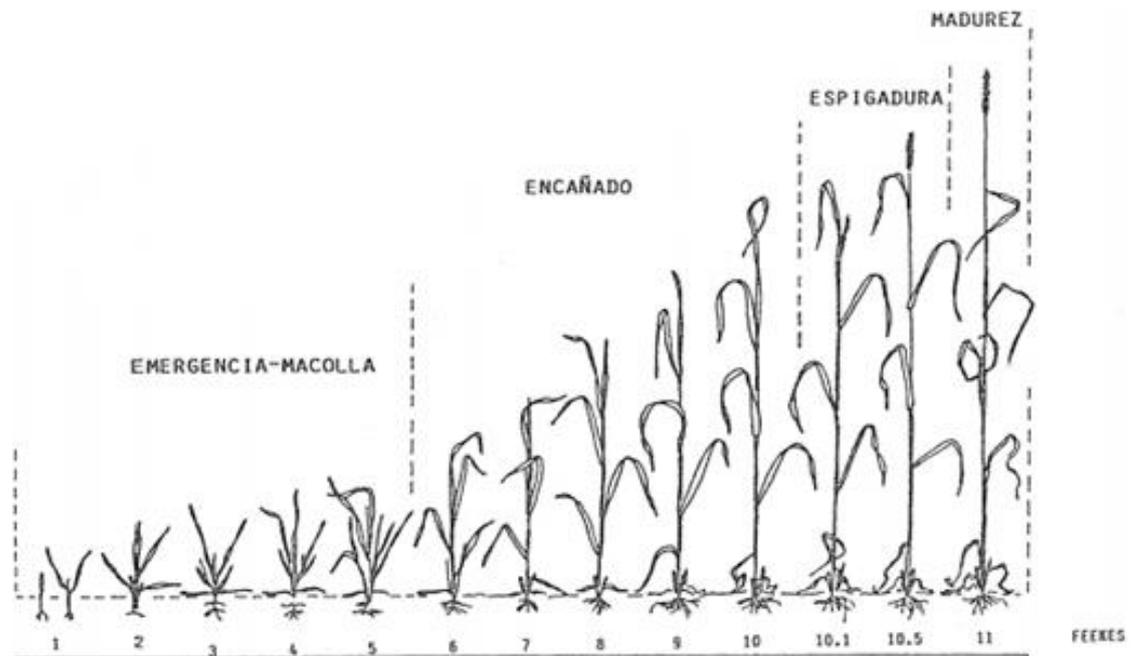


Figura 1-1. Estados de Desarrollo según la escala Feekes.

Fuente: (Venegas, 1989 p. 21).

1.4.2.1. Germinación y Emergencia

(Ubaque, 2019, p. 7). Menciona, la germinación se produce después de que las semillas se hayan hidratado. Esta es la etapa inicial donde comienza la transformación de las reservas nutritivas que contiene el grano por parte del embrión o germen. Se requiere una temperatura mínima para una buena germinación entre 3 a 4°C, siendo la temperatura óptima de 20°C. En la germinación el coleóptilo es el órgano que emerge primero del suelo, es una estructura sólida y afilada que puede penetrar en el suelo permitiendo la apertura de la primera hoja. Los sistemas radicales y germinales dan a la formación a las raíces permanentes.

1.4.2.2. Macollamiento

Las macollas o también llamados tallos secundarios aparecen a partir de la yema axilar del primer tallo, la cual pueden formarse de 2 a 9 tallos en cebadas primaverales la cual está relacionado con la cantidad de semilla a sembrarse, la aportación de riego o precipitación y la cantidad de nutrientes. La aparición de macollos inicia al momento que aparece la tercera hoja. Los tallos o macollas especialmente relevantes porque su número y capacidad de supervivencia determinarán en gran proporción de cuántas espigas formadas vivirán por cada metro cuadrado la cual es un componente fundamental del rendimiento. (Ubaque, 2019, p. 9).

1.4.2.3. Encañado y Embuchamiento

Esta fase es reconocida por la visualización del primer nudo determinando antes de que se pueda visualizar sobre los primeros centímetros superiores del suelo. En esta fase se puede observar como la futura espiga comienza a formarse. A partir de adelante hay un rápido crecimiento de los tallos, mediante la fase de encañado van regulándose en base a la formación de nudos y entrenudos. El momento de esta etapa tiene como referencia la formación de las aurículas de las hojas superiores. Mientras el embuchamiento esta etapa consiste en el engrosamiento del tallo en la parte superior, signo del crecimiento de la espiga, pero antes de su emergencia”. (Ubaque, 2019, p. 10).

1.4.2.4. Espigamiento

Se realiza a continuación de la emergencia de las aristas donde logran visualizarse notoriamente de uno a dos días después. El espigamiento termina al quedar afuera del cuello de la espiga. El número de espigas es una proporción de las macollas producidas algunas no sobrevivirán para formar espigas. El número final de espigas se establece al momento que el cultivo florece. (Ubaque, 2019, p. 10).

1.4.2.5. Floración

Según (Ubaque, 2019, p. 11). Se observa la aparición de los estambres a los días después de haber finalizado la fase de espigamiento, las aberturas de las flores proceden en la segunda semana de haber emergido la espiga. La flor se abre por algunos minutos, pero la polinización dura en un tiempo más corta. La floración se completa en dos días, algunos agricultores conocen esta etapa como empiojada.

1.4.2.6. Formación del grano

Esta se produce después de la polinización, el crecimiento de las semillas ocurre dentro de la flor y sucede muy rápido y termina al séptimo día de igual manera la cantidad de materia seca de las semillas comienza a aumentar. Durante el envejecimiento de la cebada a partir del noveno día la cáscara se pega al grano y se torna de un color amarillento. Después de dos semanas comienza la fase de grano pastoso. El llenado de grano en la cebada se completa en 30 días después de la floración. (Ubaque, 2019, p. 11).

1.4.2.7. Madurez y Senescencia

La maduración se produce en el campo produciendo semillas secas, las semillas pierden su humedad y se tornan sólidos y difícil de partir con los dedos. La madurez fisiológica es cuando el grano llega a un 40% de humedad. La madurez es total, se seca el último entrenudo, los granos son muy duros e inicia la muerte de la planta. Se puede iniciar la cosecha con una humedad de bajo el 16%. (Ubaque, 2019, p. 12).

1.5. Cultivo de Cebada Maltera

1.5.1. Descripción taxonómica

(Perez, 2010). Manifiesta, la mayoría de las especies de la cebada tanto cebadas forrajeras como malteras son reconocidas por el nombre científico (*Hordeum Vulgare*), perteneciente a la familia Poacea de las Gramíneas. Su especie está determinada por el número de espiguillas. Existe dos especies en la Cebada una que se emplea para la obtención de cerveza y la cebada más conocida que se utiliza básicamente como forraje para la alimentación animal.

Tabla 3-3: Clasificación botánica de la cebada (*Hordeum vulgare* L)

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

Fuente: (Perez, 2010).

Realizado por: Acan, C. 2022.

1.5.2. Descripción botánica

1.5.2.1. Morfología de la Raíz

La cebada se presenta como una planta herbácea con un sistema radicular fasciculado menos desarrollado que del trigo, se tiene estimaciones que cerca del 60% de la cantidad de raíces se encuentra a partir de los 20-25 cm de suelo. Los tallos son más blandos que el trigo, lo que los hace más susceptibles al encamado y las hojas son algo más estrechas y de color más claro que en el trigo. (Perez, 2010)

Mientras (Arias, 1995, p. 30) describe, en la cebada tiene dos sistemas radiculares del tipo fibroso fasciculado. El primer tipo está formado por raíces primarias que se desarrollan a partir de la germinación de semillas y el segundo tipo son las raíces permanentes que se forman a partir de la planta justo debajo de la superficie del suelo.

1.5.2.2. Características del Tallo

El tallo está constituido principalmente de 5 a 7 entrenudos cilíndricos y huecos, separados por nudos de los que surgen las hojas. Las hojas como en todos los cereales se ubican en la posición opuestas al tallo y están constituidas de vainas, limbo, lamina, aurículas y lígula. La altura de los tallos depende de las variedades y varía desde 0,5 m a 1 m. (Rodríguez, 2007, p. 8).

1.5.2.3. Floración o Antesis

Según (Arias, 1995, p. 30), las inflorescencias corresponden a espigas, que se caracterizan por ser compactas y a menudo barbadas. Cada espiga está formada por unas estructuras denominadas espiguillas, las cuales están localizadas en tres de manera alterna localizados a los lados del raquis, las espigas pueden ser de dos a seis hileras de acuerdo a la variedad o a la fertilidad de las espiguillas laterales. Los granos son generalmente vestidos, manteniéndose adheridas a la palea y en la lemma o desnudos. Los granos pueden ser a su vez de color blanco, amarillo negro.

1.5.2.4. Características del Grano

En la opinión de (Box, 2005, p. 71), las semillas de cebada presentan características similares a las semillas del trigo, pero el grano de cebada se encuentra inserto entre las capas de la flor o también denominadas glumillas especialmente después de haberse producido la cosecha. La polinización suele ocurrir cuando la espiga aún no ha emergido aun de la cubierta formada por la vaina de la banderola, haciendo que la polinización sea autógama.

1.6. Variedades

1.6.1. Variedad Andreia

“La variedad Andreia es la que conforma casi toda la totalidad de cultivo de cebada en Argentina siendo el cultivo dominante desde el año 2014 siendo asociado en su mayor proporción a la industria cervecera.” (SISA, 2020).

1.6.2. Variedad INIAP Alfa

Citando a (Ponce, et al., 2021). La cebada INIAP Alfa 2021, es una línea de cebada maltera entre el cruzamiento de las líneas STANDER-BAR y CALI92/ROBUST, introducido por el programa de cereales de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP en el año 2007. A partir del año 2010 se realizó ensayos de rendimiento junto a 15 líneas donde se evaluó su productividad, resistencia y características del grano. En el 2010 y 2020 se realizó ensayos en campos de productores en las provincias de Pichincha, Imbabura, Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo y Azuay, la cual ha sido utilizada por productores para elaborar cerveza artesanal.

1.6.3. Variedad Cañicapa

(Rivadeneira, et al., 2003). Manifiesta, que la cebada cañicapa fue introducida en el año 2003 es una variedad que posee dos hileras en cada espiga, la variedad puede ser cultivada a una altura a partir de los 2400 msnm con precipitaciones que oscilan entre 500 a 700 milímetros, su principal característica es que sus granos contienen un alto contenido de proteína, además posee un alto rendimiento de grano generalmente esta variedad es utilizada como forrajera y de producto alimenticio.

1.6.4. Requerimientos Edafoclimaticos

1.6.4.1. Características del Suelo

La elección del suelo es uno de los principales requisitos para establecer la cebada tanto en sus características físicas como químicas, la cebada requiere un pH de 5.8 mínimo y un pH óptimo de 6,0 en los porcentajes de saturación de aluminio menores al 2% con estas características se podrá obtener una óptima fertilización y el potencial rendimiento de las variedades. (AGRO, 2010, p. 17).

1.6.4.2. Clima óptimo

(Box, 2005). Señala, que en el caso del clima las necesidades para el cultivo de cebada son muy pocas debido a que se encuentra el cultivo muy extendido por la región, se ha demostrado que la cebada se desarrolla mejor en ambientes frescos y medianamente secos, aunque el cultivo de cebada requiere una menor cantidad de calor para poder alcanzar su madurez fisiológica y por lo cual el cultivo alcanza a desarrollarse en altas altitudes.

1.6.4.3. Temperatura

Citando a (Hoffman, 2001), manifiesta que por lo general para la germinación de la semilla se necesita una temperatura que oscile entre los 6°C, pero a medida que la planta crece y se desarrolla requiere una temperatura optima de 15°C en su periodo vegetativo mientras en la etapa de floración llega a florecer a los 16°C, para el espigamiento su temperatura se encuentra entre los 17 a 18°C y en la etapa de su madurez a los 20°C, pero se debe tener en cuenta que las temperaturas son distintas para algunas variedades y no se las debe generalizar debido a que la estructura y su morfología son diferentes.

1.6.4.4. Riego óptimo

El requerimiento de agua para el cultivo de la cebada especialmente cervecera, son menores a otros tipos de gramíneas que se cultivan, en el cultivo de cebada normalmente requiere precipitaciones de 400-600 mm durante todo el ciclo en suelos franco arenosos y profundos de buen drenaje, precipitaciones mayores pueden causar pérdidas de Nitrógeno por lixiviación o escurrimiento. En el caso de que las precipitaciones sean bajas o nulas es recomendable compensar mediante la suministración de agua mediante riego administrando una cantidad alrededor de 350-500 mm durante todo el ciclo abarcado un promedio de 130 días. Las raíces se concentran en un 80% en los primeros centímetros de suelo, siendo la profundidad entre 25 a 30cm, esto recomienda un riego con mayor frecuencia y bajo caudal. (AGRO, 2010, p. 17).

1.6.5. Manejo del cultivo

1.6.5.1. Preparación del suelo

Desde el punto de vista de (Coronel y Jimenez, 2011, p. 2), para la remoción del suelo se debe realizar a partir del inicio de la época lluviosa, especialmente en los primeros meses, existen varias formas de preparar el suelo de forma mecánica con sembradoras o manualmente al voleo o a hileras, con al menos dos meses de anticipación para que las malas hierbas se degraden y se incorpore en el suelo. Es recomendable pasar con la maquinaria una rastra de discos con la finalidad de que el suelo se encuentre suelta y no tenga grumos grandes antes de sembrar.

1.6.5.2. Época de Siembra

(Falconi, et al., 2010, p. 3) enfatiza realizar la siembra al inicio de la época lluviosa, planificando que al momento de la cosecha coincida con la etapa seca. Cuando el suelo presente una suficiente humedad proporcionara a la semilla una excelente germinación. La siembra manual es comúnmente utilizada en toda la sierra del Ecuador, mientras que el método de siembra realizada con maquinaria es menos conocida y realizada. Al momento de la siembra se debe tener en cuenta que la semilla no debe encontrarse muy profundo ni encima del suelo. Es recomendable que las semillas se siembren a una profundidad no más de 5 cm.

1.6.5.3. Cantidad de semilla

En cuanto al número de semillas, varía según el método de siembra. Si se realiza la siembra de manera al voleo de forma manualmente, la cantidad optima del grano se encuentra en una densidad de 135 kg/ha o tres quintales por hectárea. Si se procedió a realizar la siembra mecanizada con el mismo germoplasma la densidad oscila en 110 kg/ha o 2,5 qq/ha. (Falconi., et al. 2010, p. 4).

1.6.5.4. Fertilización

En la fertilización de la cebada (Falconi, et al., 2010 p. 5), menciona que por lo general se requiere aplicar los tres principales macronutrientes: un aporte de Nitrógeno de 60 kg, de Fosforo un aporte de 26 kg, de Potasio se requiere 35 kg y Azufre un aporte de 20 kg, para tener un rendimiento alrededor de 3 a 4 toneladas de producción de grano. Para que el fertilizante sea eficiente es necesario realizar un análisis del suelo con anticipación, especialmente de manera orgánica o química, si se realiza una fertilización de manera orgánica se requiere aplicar una cantidad de 40 a 60 sacos de abono/ha, la cual se recomienda aplicar al momento de la siembra.

1.6.5.5. Control de malezas

La preparación oportuna y bien ejecutada del suelo reducirá notoriamente la presencia de malezas en el cultivo, cuando ya se establecido el cultivo para eliminar las malezas se puede realizar de dos maneras; manual y químico. En el control manual se arranca las plantas grandes que no pertenecen a la cebada, pero hay que tener cuidado de no exponer el cultivo a maltratos. Este trabajo debe realizarse después de la etapa de macollamiento alrededor de 45-60 días después de la siembra, una vez que el cultivo se encuentran bien ancladas al suelo. (Falconi, et al., 2010, p. 6).

1.6.5.6. Época de Cosecha

Comúnmente la cebada se corta en la parte inferior del tallo utilizando hoces, agrupando las espigas para agruparlas y tener parvas. Esta manera es muy efectiva porque se mantiene la cebada lista para que inmediatamente se proceda a realizar la trillada. Se debe tener en cuenta que hay que realizar el corte de la cebada en un día soleado para que las semillas cosechadas no absorban agua ni la humedad de la mañana y posterior los sacos de cebada pueda ser almacenado en buenas condiciones. (Falconi, et al., 2010, p. 10).

1.6.5.7. Trillada de las espigas

Se procede a realizar con una trilladora, la misma máquina que separa el grano de la espiga de cebada y no la daña. Los granos deben limpiarse, secarse y clasificarse. Las semillas se recolectan en sacos para posterior comercializar. Se debe asegurar que la trilladora no contenga basura de otras cosechas, los sacos donde se va almacenar los granos deben ser sanos no debe contener fisuras además no debe contener impurezas. Los granos deben estar secos ya que humedades superiores afecta al grano que será guardado. (Falconi, et al., 2010 p. 10).

1.7. Plagas y enfermedades de importancia económica

Tabla 4-4: Principales características, síntomas y control de plagas y enfermedades en la cebada.

Plaga	Descripción	Sintomatología	Control
Pulgón (<i>Rhopalosiphum spp.</i>)	Tiene ciclo exclusivo sobre gramíneas, por lo que se puede encontrar en plantas silvestres o cultivadas, las temperaturas suaves y pocas precipitaciones favorecen la presencia de los pulgones y su rapidez reproducción.	El daño que producen es de forma indirecta son transmisores de virus como virosis del enanismo amarillo de la cebada (BYDV), la cual la cebada muestra una mayor sensibilidad.	Para su control se requiere aplicar dosis de 100-120 cc/100 L de agua, se debe aplicar al detectar la plaga, no se debe aplicar en periodo de floración, se requiere una frecuencia mínima de 15 días.
Nemátodos	Los nematodos son muy perjudicial en los cultivos de la cebada especialmente en tiempos poco lluviosos.	Los síntomas por el ataque de nematodos en zonas concretas, formando rodales en los que las plantas se desarrolla con mucha dificultad, enanizándose y amarillándose, si no mueren en esta fase, macollan muy poco y producen espigas pequeñas y deformadas.	Se recomienda aplicar Furadan es un insecticida-nematicida al aplicarlo al suelo es absorbido por las raíces se recomienda aplicar una dosis 250 ml/100 L de agua, se recomienda cuando la infestación se encuentra dentro del umbral económico. Como máximo dos aplicaciones al año.

Roya de la hoja (<i>Puccinia hordei</i>)	Es una enfermedad fúngica para su desarrollo requiere una humedad elevada y temperaturas medias, cuyos síntomas se localizan principalmente en las hojas.	Son pústulas de roya que cubren el limbo de la hoja de forma uniforme y tienen una coloración amarillo-ladrillo, en la cara superior de las hojas, normalmente los ataques se detectan alrededor del espigado.	Para el combate de la roya se utiliza un fungicida, con ingrediente activo Pyraclostrobin. Se debe aplicarse una dosis de 1,0 L/ha, se recomienda aplicar tan pronto se detecte la enfermedad o condiciones predisponentes.
Escaldadura de la cebada (<i>Rhynchosporium secalis</i>)	Especialmente afecta a la cebada forrajera y maltera pueden sobrevivir de manera de estroma o micelio sobre el rastrojo. En condiciones ambientales de temperaturas frescas y humedad el micelio produce esporas que se dispersan con la lluvia y el viento.	En las hojas se manifiesta manchas aisladas o agrupadas de forma romboidal y de color verde oliváceo claro, las lesiones se agrandan en formas alargadas con la superficie pálida en el centro y los bordes rojizos o pardos negruzcos.	Se puede utilizar Benomyl 50 WP es un fungicida sistémico de acción preventiva y curativa. La dosis recomendada es de 0.3-0,5 kg/ha se recomienda aplicar a los primeros síntomas y repetir a los 12 días.
Carbones (<i>Ustilago nuda</i>)	Son enfermedades de transmisión por semilla no se puede diferenciar debido a que los granos infectados presentan una morfología idéntica y similar a las semillas sanas.	Las plantas afectadas por la enfermedad suelen ser más débiles mostrando un aspecto clorótico, menor macollamiento, de un tamaño más reducido que de las plantas sanas, y hasta el estado de espigado presentan una mayor precocidad, en la fase de espigado aparece una abundante masa pulverulenta de color negro-verdosa constituida por las esporas.	Para el control del carbón en cebada se puede utilizar el fungicida PREMIS, pertenece al grupo de los triticonazole se recomienda una dosis de 25 cada 100 kg de semilla
Roya lineal (<i>Puccinia striiformis f. sp. tritici</i>)	También llamado roya amarilla es un parásito obligado. A diferencia de otros hongos que causan royas, no poseen hospederos alternantes, cumple el ciclo de vida en la planta de cebada	Las pústulas contienen esporas de un color amarillo a amarillo anaranjado, forman estrías estrechas sobre las hojas. También se pueden encontrar pústulas sobre las vainas, cuellos y glumas. Aparecen desde el macollamiento al espigado.	Amistar es un fungicida sistémico para el control de enfermedades foliares en los cultivos, cebada cervecera, se recomienda aplicar una dosis de 400 cm ³ /ha, aplicar a partir de encañazon cuando comience a aparecer los primeros síntomas.

Roya Negra (<i>Puccinia graminis</i>)	Las infecciones primarias generalmente son leves las esporas son transportadas por el viento, la enfermedad se desarrolla con rapidez cuando hay humedad en presencia de lluvia o rocío.	Las pústulas son de color café oscuro y se las encuentra en ambas caras de la hoja, en los tallos y las espigas, por lo general las postulas están dispersas, pero se aglutinan cuando la infección es intensa.	Para su control se sugiere aplicar Diamant de preferencia en forma preventiva a finales del macollamiento o inicio del encañado o cuando presente las primeras espigas que se encuentra recién expuesto, aplicar 1.5 a 2.0 L/ha a inicio de encañado a espigadura.
---------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: (AGROINTREGA, 2017; Luna, 2014; Rivadeneira, 2003).

Realizado por: Acan, C. 2022.

1.8. Grano comercial de cebada maltera

1.8.1. Humedad

El porcentaje de humedad en la cebada es el requisito más importante para la comercialización ya que está relacionado con las varias posibilidades de almacenamiento y para posterior la conservación de los lotes, el comprador es el encargado de establecer un descuento en la humedad y el costo de secado. (Arias, 1991, p. 15).

Para el almacenamiento a corto plazo de la cebada, se recomienda almacenar a una humedad del 13%, pero para duraciones más largas, no se debe exceder el 12% de humedad. Para su conservación no puede contener sustancias extrañas o granos de cebada que contengan una humedad superior a los mencionados, ya que pueden deteriorarse y estropear todos los granos por este motivo es totalmente desaconsejable. Almacenar la cebada en condiciones óptimas para el malteado implica mantener la tasa de germinación por encima del 95% durante más de un año. Para evitar que el grano almacenado se eche a perder, es fundamental disponer de bodegas bien ventiladas y con temperatura controlada transpórtalo con regularidad. (Arias, 1991, p.15).

1.8.2. Color y brillo de la cebada

Se debe tener en cuenta si una cebada va ser destinada a la comercialización o mejoramiento es que el aspecto general especialmente el color debe ser amarillo pajizo con algo de brillo. Esto indica buenas condiciones de fertilización, maduración y cosecha. La influencia de los factores climáticos adversos como el exceso de precipitación especialmente al final de la maduración provoca una mayor o menor decoloración y un aspecto negro en el fondo de la semilla, lo que indica la presencia de hongos la cual perjudican la germinación y la calidad del malteado. (Arias, 1991, p. 11).

Cuando presenta una mayor decoloración y alta incidencia del hongo el comprador puede rechazar la cebada, el brillo de la cebada es un buen indicador de las condiciones de maduración, cosecha y un adecuado manejo en la ventilación y el almacenamiento. El mejor brillo en los granos de cebada se obtiene en los periodos más secos. (Arias, 1991, p. 11).

1.8.3. Peso del grano

El peso del grano es uno de los componentes más importantes en el rendimiento y está relacionado conjuntamente con la cantidad de almidón y por lo tanto tiene relación con la calidad. Se debe tener en cuenta que no se debe confundir el peso del grano con su tamaño y forma, se considera que los granos demasiados grandes no son los mejores en maltería debido a que se prolonga la germinación y la disolución es desuniforme. El peso de mil granos de algunas variedades se sitúa generalmente entre 40 y 42 gramos. (Arias, 1991, p. 18).

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Características del lugar

2.1.1. Ubicación

La investigación se procedió a realizar en la Granja Experimental Tunshi de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la Parroquia Licto, perteneciente al Cantón Riobamba, en la Provincia de Chimborazo.

2.1.2. Características Geográficas

Altitud: 2725 m.s.n.m

Latitud: 9810831 UTM

Longitudes: 763423 UTM

2.1.3. Características climatológicas

Temperatura promedio: 12 y 18°C

Humedad relativa: 71,5%

Precipitación media anual: 200-500 mm

2.1.4. Características del suelo

2.1.4.1. Características físicas

Tabla 1-5: Características físicas del suelo del área de ensayo.

Textura:	Franco arenoso
Pendiente:	(Plana) 2%
Permeabilidad:	Bueno
Estructura:	Bloques subangulares
Drenaje	Bueno
Profundidad	0,30 m

Fuente: (Laboratorio de Suelos ESPOCH - FRN. 2015)

Realizado por: Acan, C. 2022.

2.2. Materiales y Equipos

2.2.1. Material experimental

Semillas de cebada maltera de las variedades: Andreia, INIAP Alfa y Cañicapa, la cantidad de semilla fue de 2 Kg.

2.2.2. Fertilizante

Fertilizante químico YARA Nitrato de calcio.

2.2.3. Materiales de campo

Tractor, GPS, estacas, cinta métrica, letreros de identificación, cuerda, azadones, rastrillos, sacos, piola, fundas, tubos de riego, aspersores, libreta de apuntes y esferográficos.

2.2.4. Materiales de oficina

Computadora, calculadora, impresiones, balanza analítica, cámara digital, medidor de humedad de granos, memoria USB, estufa eléctrica, tamiz 2.5mm y calibrador digital.

2.3. Métodos

2.3.1. Diseño experimental

Se empleó un Diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) con un arreglo trifactorial de 3 x 3 con tres repeticiones.

2.3.2. Factores en estudio

Los factores en estudio fueron:

Tres variedades de cebada maltera (*Hordeum vulgare L*)

Tres dosis de Nitrógeno

2.3.3. Descripción de los tratamientos

Tabla 2-6: Variedades de cebada maltera.

Código	Variedad
V1	Andreia
V2	Alfa
V3	Cañicapa

Realizado por: Acan, C. 2022.

Tabla 3-7: Dosis de Nitrógeno

Código	Dosis	Unidad
D1	0	kg N/ha
D2	75	kg N/ha
D3	150	kg N/ha

Realizado por: Acan, C. 2022.

Tabla 4-8: Código de Tratamientos

Tratamientos	Código	Descripción
T1	V1D1	Variedad Andreia; 0 kg N/ha
T2	V1D2	Variedad Andreia; 75 kg N/ha
T3	V1D3	Variedad Andreia; 150 kg N/ha
T4	V2D1	Variedad INIAP Alfa; 0 kg N/ha
T5	V2D2	Variedad INIAP Alfa; 75 kg N/ha
T6	V2D3	Variedad INIAP Alfa; 150 kg N/ha
T7	V3D1	Variedad Cañicapa; 0 kg N/ha
T8	V3D2	Variedad Cañicapa; 75 kg N/ha
T9	V3D3	Variedad Cañicapa; 150 kg N/ha

Realizado por: Acan, C. 2022.

2.3.4. Diagrama del diseño experimental

Se realizó 3 repeticiones, cada parcela experimental tiene una dimensión de 5 metros de largo por 3 metros de ancho, se aplicó 9 tratamientos con 3 diferentes variedades de cebada maltera y 3 diferentes dosis de Nitrógeno.

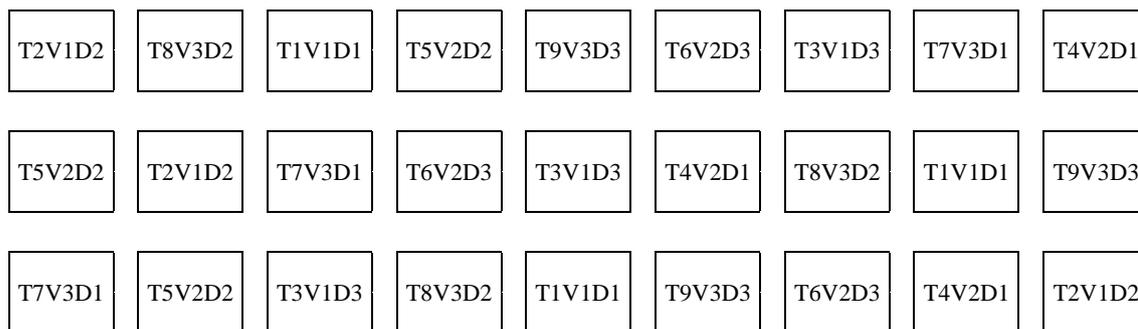


Figura 1-2. Diseño del ensayo experimental

Realizado por: Acan, C. 2022.

2.4. Especificaciones del campo experimental

2.4.1. Características del campo experimental

Numero de tratamientos: 9

Numero de repeticiones: 3

Numero de parcelas: 27

2.4.2. Área de investigación

Forma de la parcela	Rectangular (5 m x 3 m)
Número de hileras	7 hileras
Separación entre unidades	1 m
Separación entre las repeticiones	1 m
Distancia entre los surcos	0,25 m
Área de cada unidad	15 m ²
Área total del ensayo	636 m ²
Densidad a sembrarse	200 g/unidad

2.5. Tipo de Diseño

2.5.1. Análisis funcional

Los indicadores se realizaron por medio de ANOVA. Para la separación medias se utilizó LSD al 10%. Se obtuvo los óptimos agronómicos basados en las funciones de producción.

2.6. Métodos de evaluación y datos registrados

2.6.1. Número de plantas/m²

Para registrar el número de plantas/m² se contabilizó el número de plantas dentro de 0,5 m se realizó el conteo tres veces en cualquier lugar de cada parcela experimental, para la transformación de metro lineal a m² (GUILLERMO, et al. 2017) se utilizó la siguiente fórmula:

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

2.6.2. Número de macollos por planta

Al momento que se concluyó la fase de macollamiento en la parcela se procedió a contabilizar el número de macollos formado completamente de cada planta. Se contabilizó el número de macollos de cada tratamiento, para la transformación de metro lineal a m² (GUILLERMO, et al. 2017) se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Número de macollos por planta} = \frac{\text{Número de macollas efectivas}}{\text{Número de plantas establecidas al inicio}}$$

2.6.3. Número de macollos/m²

Para registrar el número de macollos/m² se contabilizó el número de macollos dentro de 1 m se realizó el conteo dos veces en la segunda fila de cada parcela experimental, para la transformación de metro lineal a m² (GUILLERMO, et al. 2017) se utilizó la siguiente fórmula:

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

2.6.4. Días al Embuchamiento

Esta variable se registró en los días que comenzó el engrosamiento del tallo en la parte superior pero antes de que comience la emergencia de la espiga. Teniendo en cuenta que el 50% de la parcela haya presentado el abultamiento en los tallos.

2.6.5. Días al espigamiento

Para esta variable se contabilizó el número de días que transcurrieron desde que se realizó la siembra hasta que haya finalizado la fase de embuchamiento cuando más del 50% de las plantas presentaron espigas ya formadas.

2.6.6. Días a la Floración

Se contabilizó los días que transcurrieron desde que se realizó la siembra hasta que más del 50% del cultivo comenzó aparecer los primeros estambres, después de haber concluido la fase de espigamiento.

2.6.7. Número de espigas/m²

Se procedió a seleccionar los tres surcos centrales de cada parcela experimental, procediendo a contabilizar las espigas dentro 1 m se repitió el conteo dos veces especialmente las espigas que presenten granos formados, para la transformación de metro lineal a m² (GUILLERMO, et al. 2017) se utilizó la siguiente formula:

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

2.6.8. Peso de los 1000 granos

Para esta variable se procedió a contabilizar 1000 granos de cada tratamiento y con una balanza digital se realizó el pesaje.

2.6.9. Lecturas del medidor de clorofila

Cuando en el cultivo aparecieron las hojas banderas se utilizó el medidor de lectura de clorofila de Yara N-Tester se recolecto 30 datos al azar principalmente de los tres surcos centrales de cada tratamiento.

2.6.10. Altura de la planta

Cuando el cultivo presento su madurez fisiológica se midió la altura de la planta, se utilizó un flexómetro se procedido a medir desde la base del tallo hasta el ápice de la espiga sin tomar en cuenta las aristas de las espigas.

2.6.11. Longitud de la espiga

Para la longitud de la espiga con la ayuda de un calibrador digital se procedió a medir la distancia de 10 espigas al azar de las hileras centrales en centímetros desde la base de la espiga hasta el último grano del ápice de la espiga.

2.6.12. Días a la madurez

Para esta variable se procedió a registrar el número de días que transcurrieron desde que se realizó la siembra hasta que se observó que más del 80% de la cobertura de los granos de la espiga presento una coloración amarillenta.

2.6.13. Severidad al ataque de Roya

Para el registro de la severidad al ataque de esta enfermedad se procedió a utilizar la escala modificada de COBB, en el momento que aparición las primeras flores se evaluó el porcentaje de plantas infectas y la respuesta de las unidades experimentales en campo. (CIMMYT, 2007, p. 46).

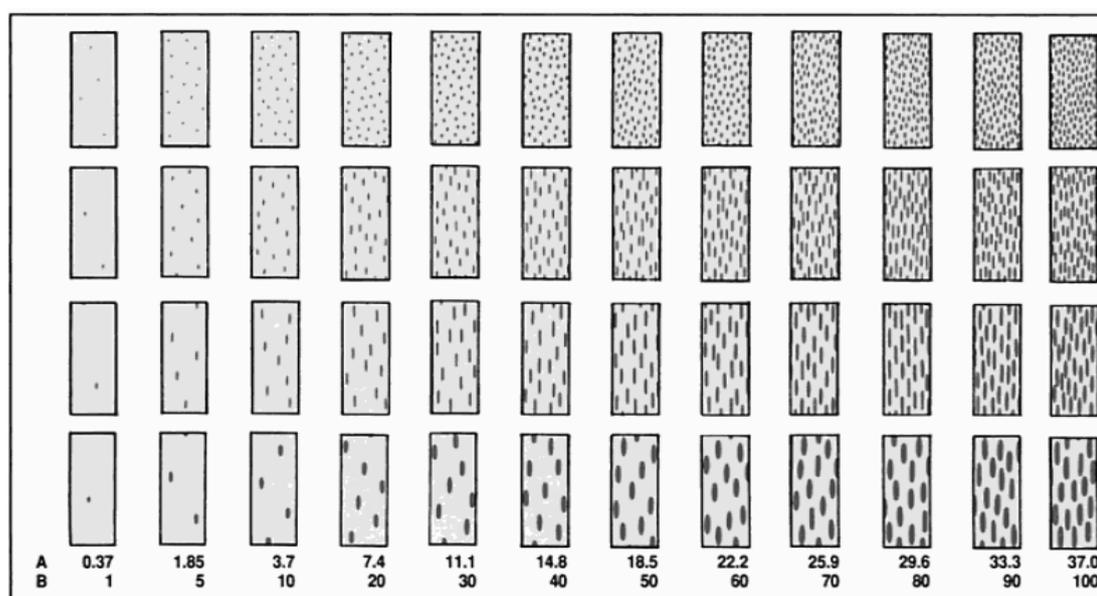


Figura 2-3. Escala modificada de COOB.

Fuente: (CIMMYT, 2007, p. 46).

Tabla 5-9: Escala modificada de COBB para severidad de ataque

Reacción	Síntomas y Signos
5/0	Sin infección visible
10R	Resistente; clorosis o necrosis visible, no hay uredias presentes y si las hay son muy pequeñas.
20MR	Moderadamente resistente; uredias rodeadas ya sea por área clorótica o necrótica.
40MR	Intermedias; uredias de tamaño variable, alguna clorosis, necrosis o ambas.
60MS	Moderadamente susceptible; uredias de tamaño mediano y posiblemente rodeado por áreas cloróticas.
100S	Susceptible; uredias grandes y generalmente con poca ausencia de clorosis. No hay necrosis.

Fuente: (CIMMYT, 2007).

Realizado por: Acan, C. 2022

2.6.14. Número de granos por espiga

En la fase de madurez comercial se contabilizó cada grano que se formó en la espiga se recolectó al azar diez espigas que contenían granos llenos de las tres hileras del centro de cada unidad experimental de cada repetición, con las tijeras se procedió a cortar en la base de la espiga, se limpió de forma manual y luego se contabilizó los granos totales aplicando la siguiente fórmula.

$$\text{Número de granos por espiga} = \frac{\text{Número de granos totales}}{\text{Número de espigas cortadas}}$$

2.6.15. Rendimiento (t/ha)

Se procedió a realizar el corte y trillado de espigas de las tres hileras centrales de cada unidad experimental, con la ayuda de una balanza digital se realizó el pesaje en g/m², y luego se procedió a realizar una relación para transformar a t/ha.

CAPITULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Resultados

3.1.1. Rendimiento (kg/ha) Materia Seca

El análisis de varianza para el rendimiento kg/ha M.S. (Tabla 1-3) presentó diferencia altamente significativa para variedades, dosis y la interacción variedad*dosis presentó diferencia significativa, con un coeficiente de variación de 13,31%.

Tabla 1-10: Análisis de la varianza para el rendimiento materia seca kg/ha.

F.V.	p-valor	SIG.
Modelo	<0,0001	
Variedades	<0,0001	**
Dosis	<0,0001	**
Variedad*Dosis	0,0575	†
Repetición	0,5173	
C.V.	13,31%	

p-valor <0,0001 a <0,01 ** (Altamente significativo); >0,1 a <0,05 * (Significativo); >0,05 a <0,10 † (Significativo); >0,10 ns (No significativo)

Realizado por: Acan, C. 2022.

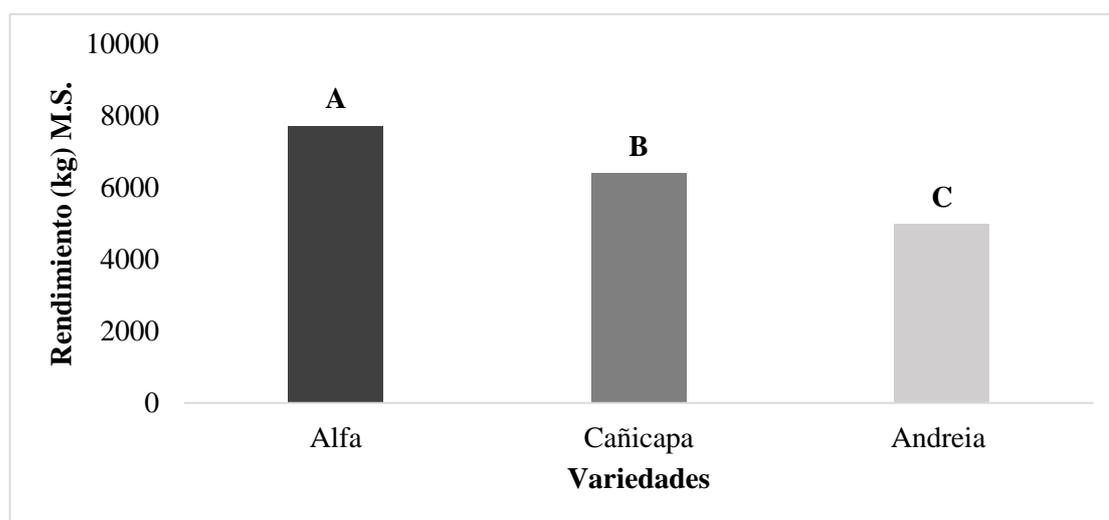


Gráfico 1-1. Variedad predominante con respecto al rendimiento M.S. kg/ha.

En la prueba de LSD Fisher al 10% para el rendimiento kg/ha (Gráfico 1-3), se determinó tres grupos: en el grupo A se encuentra la variedad Alfa con el mayor rendimiento con una media de 7710 kg/ha, en el grupo B se encuentra la variedad Cañicapa con una media de 6386 kg/ha y en el grupo C se encuentra la variedad Andreia con una media de 4970 kg/ha.

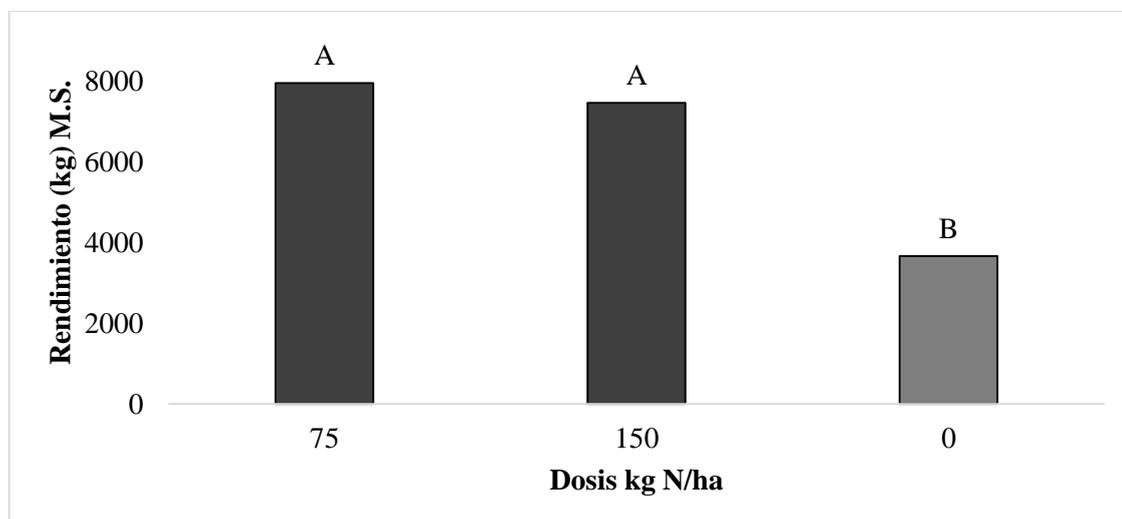


Gráfico 2-2. Dosis predominante con respecto al rendimiento M.S. kg/ha.

En la prueba de LSD Fisher al 10% para el rendimiento kg/ha (Gráfico 2-3), se determinó dos grupos: en el grupo A se encuentran las dosis de 75 kg N/ha y 150 kg N/ha con una media de 7950 y 7454 kg/ha respectivamente, en el grupo B se encuentra la dosis 0 kg N/ha con una media de 3662 kg/ha.

Tabla 2-11: Prueba de LSD Fisher al 10% entre las variedades, dosis y el rendimiento M.S. kg/ha.

Variedad	Dosis	Medias	n	E.E.
Alfa	150	9663,70	3	488,43 A
Alfa	75	9253,33	3	488,43 A B
Cañicapa	75	8297,77	3	488,43 B
Cañicapa	150	6589,63	3	488,43 C
Andreia	75	6299,26	3	488,43 C
Andreia	150	6111,11	3	488,43 C
Cañicapa	0	4271,11	3	488,43 D
Alfa	0	4214,82	3	488,43 D
Andreia	0	2502,22	3	488,43 E

Realizado por: Acan, C. 2022

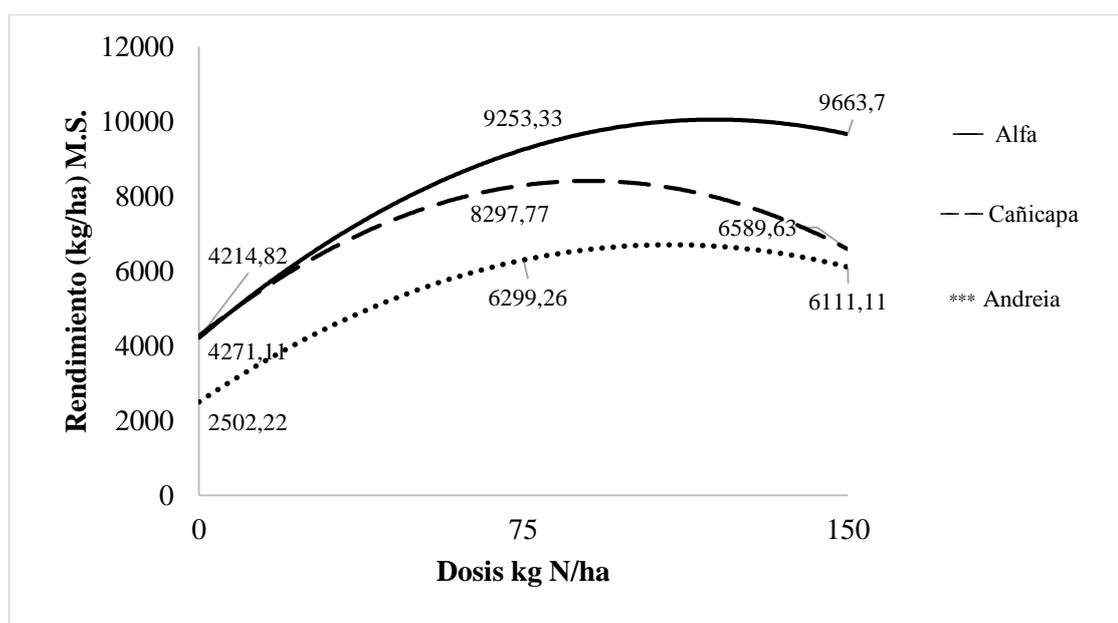


Gráfico 3-3. Interacción de la Variedad*Dosis que predominan con respecto al rendimiento M.S. kg/ha.

Variedades	Ecuación
INIAP Alfa	$y = -0,4114x^2 + 98,034x + 4214,8$
Cañicapa	$y = -0,5098x^2 + 91,921x + 4271,1$
Andreia	$y = -0,3542x^2 + 77,195x + 2502,2$

Realizado por: Acan, C. 2022

En la prueba de LSD Fisher al 10% para el rendimiento M.S. kg/ha entre la interacción variedad*dosis (Tabla 2-3 y Gráfico 3-3), se determinó seis grupos: en el grupo A se encuentra la variedad Alfa con la dosis de 150 kg N/ha con una media de 9663,70 kg/ha y 1040,02 kg/ha, en el grupo AB se encuentra la variedad Alfa con la dosis de 75 kg N/ha con una media de 9253,33 kg/ha, en el grupo B se encuentra la variedad Cañicapa con la dosis de 75 kg N/ha con una media de 8297,77 kg/ha, en el grupo C se encuentran las variedades: Cañicapa la dosis de 150 kg N/ha con una media de 6589,63 kg/ha y Andreia con las dosis de 75 kg N/ha y 150 kg N/ha con una media de 6299,26 y 6111,11 kg/ha respectivamente, en el grupo D se encuentran las variedades Cañicapa y Alfa con la dosis de 0 kg N/ha con una media de 4271,11 y 4214,82 kg/ha respectivamente y en el grupo E se encuentra la variedad Andreia con la dosis de 0 kg N/ha con una media de 2502,22 kg/ha.

3.1.2. Rendimiento comercial (kg/ha) al 12% de Humedad

El análisis de varianza para el rendimiento comercial al 12% de humedad (Tabla 3-3) presentó diferencia altamente significativa para variedades y dosis mientras la interacción variedad*dosis presentó diferencia significativa, con un coeficiente de variación de 14,65%.

Tabla 3-12: Análisis de la varianza para el rendimiento comercial (kg/ha) al 12% de Humedad.

F.V.	p-valor	SIG.
Modelo	<0,0001	
Variedades	<0,0001	**
Dosis	<0,0001	**
Variedad*Dosis	0,0383	‡
Repetición	0,2936	
C.V.	14,65%	

p-valor <0,0001 a <0,01 ** (Altamente significativo); >0,1 a <0,05 * (Significativo); >0,05 a <0,10 ‡ (Significativo); >0,10 (No Significativo)

Realizado por: Acan, C. 2022.

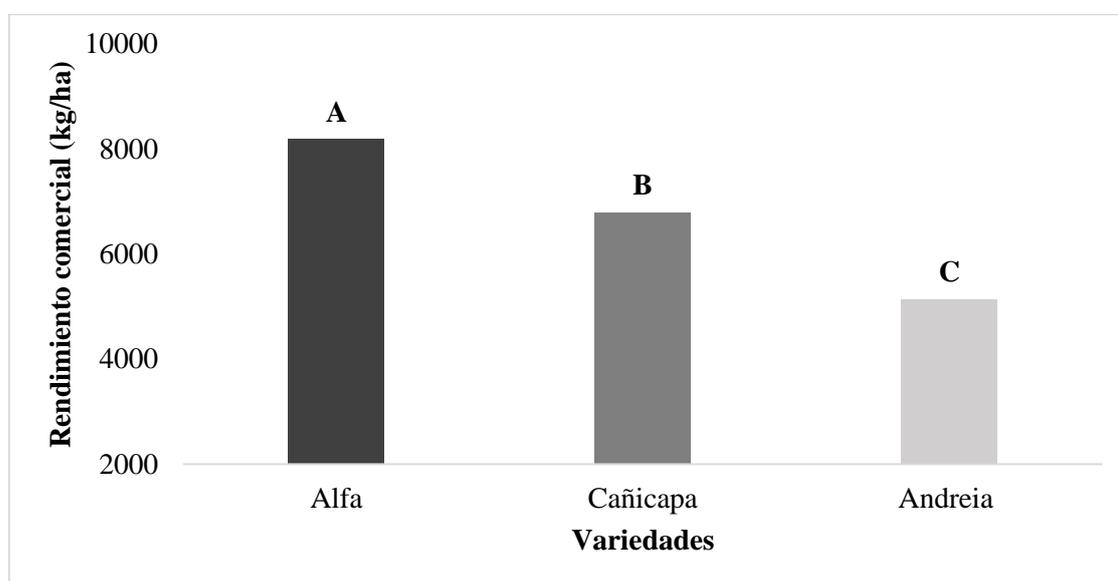


Gráfico 4-4. Variedad predominante con respecto al rendimiento comercial (kg/ha) al 12% de Humedad.

En la prueba de LSD Fisher al 10% para el rendimiento comercial kg/ha al 12% humedad (Gráfico 4-3), se determinó tres grupos: en el grupo A se encuentra la variedad Alfa con una media de 8181 kg/ha, en el grupo B se encuentra la variedad Cañicapa con una media de 6788 kg/ha y en el grupo C se encuentra la variedad Andreia con una media de 5135 kg/ha.

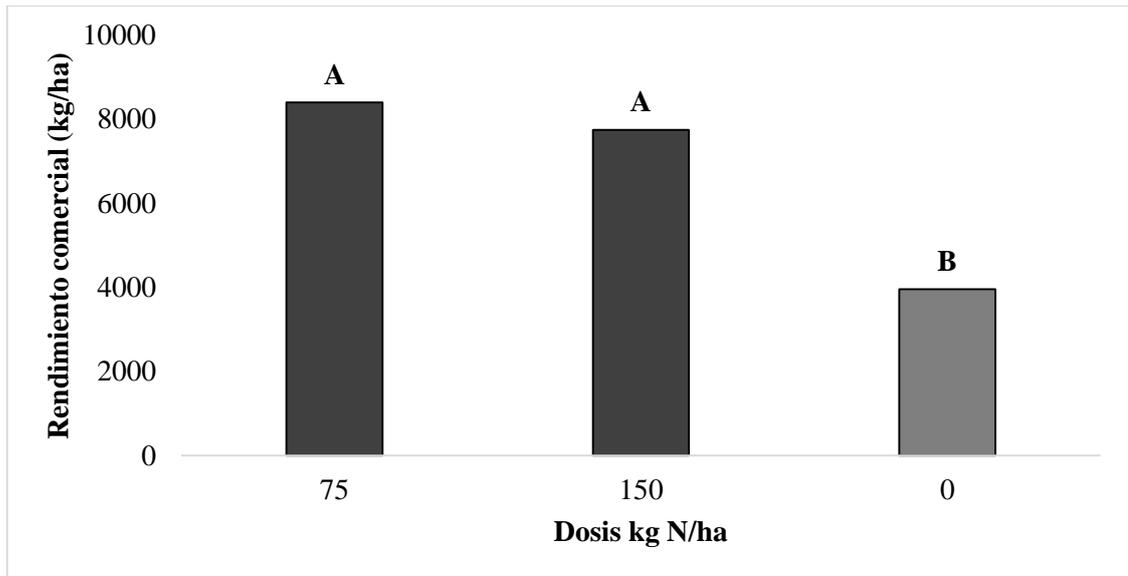


Gráfico 5-5. Dosis predominante con respecto al rendimiento comercial (kg/ha) al 12% de Humedad.

En la prueba de LSD Fisher al 10% para el rendimiento comercial kg/ha al 12% de Humedad (Gráfico 5-3), se determinó dos grupos: en el grupo A se encuentran las dosis de 75 kg N/ha y 150 kg N/ha con una media de 8400 kg/ha y 7749 kg/ha respectivamente, en el grupo B se encuentra la dosis de 0 kg N/ha con una media de 3955 kg/ha.

Tabla 4-13: Prueba de LSD Fisher al 10% entre las variedades, dosis y el rendimiento comercial kg/ha.

Variedad	Dosis	Medias	n	E.E.
Alfa	150	10141,41	3	566,88 A
Alfa	75	9925,93	3	566,88 A
Cañicapa	75	9013,47	3	566,88 A
Cañicapa	150	6691,92	3	566,88 B
Andreia	150	6415,82	3	566,88 B
Andreia	75	6262,62	3	566,88 B
Cañicapa	0	4659,93	3	566,88 C
Alfa	0	4478,11	3	566,88 C
Andreia	0	2727,27	3	566,88 D

Realizado por: Acan, C. 2022

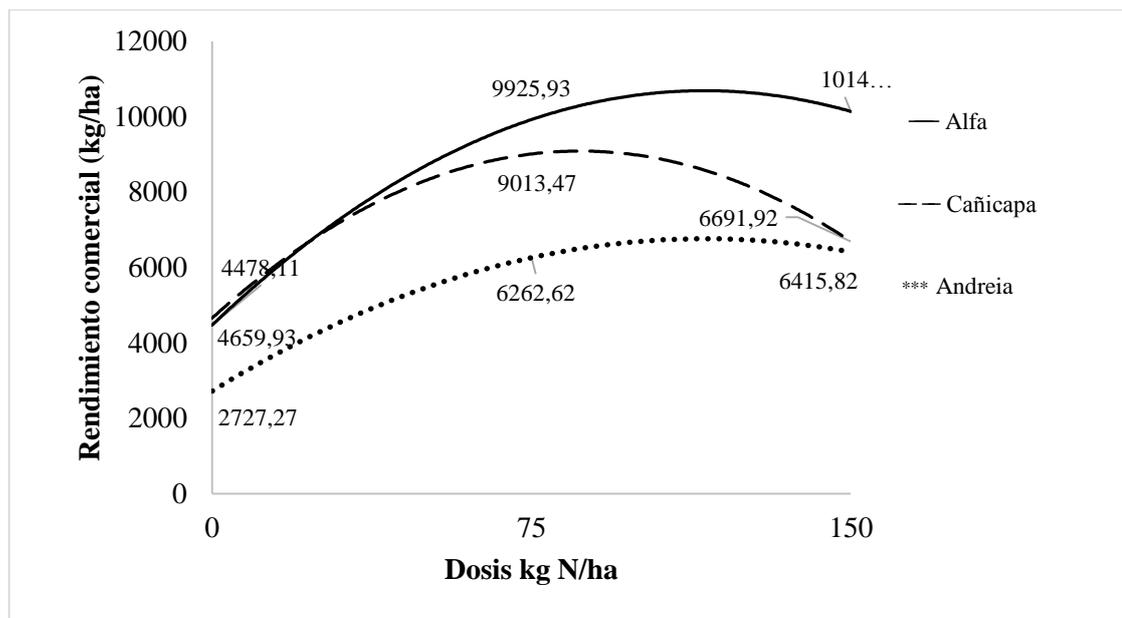


Gráfico 6-6. Interacción de la Variedad*Dosis que predominan con respecto al rendimiento comercial kg/ha.

Variedades	Ecuación
INIAP Alfa	$y = -0,4651x^2 + 107,52x + 4478,1$
Cañicapa	$y = -0,5933x^2 + 102,55x + 4659,9$
Andreaia	$y = -0,3006x^2 + 69,686x + 2727,3$

Realizado por: Acan, C. 2022

En la prueba de LSD Fisher al 10% para el rendimiento comercial entre la interacción variedad*dosis (Tabla 4-3 y Gráfico 6-3), se determinó cuatro grupos: en el grupo A se encuentran las variedades Alfa con la dosis de 150 kg N/ha y 75 kg N/ha con una media de 10141,41 y 9925,93 kg/ha respectivamente y Cañicapa con la dosis de 75 kg N/ha con una media de 9013,47 kg/ha, en el grupo B se encuentran las variedades: Cañicapa con la dosis de 150 kg/ha con una media de 6691,92 kg/ha y la variedad Andreaia con la dosis de 150 kg N/ha y 75 kg N/ha con una media de 6415,82 kg/ha y 6262,62 kg/ha respectivamente, en el grupo C se encuentran las variedades: Cañicapa y Alfa con la dosis de 0 kg N/ha con una media de 4659,93 y 4478,11 kg/ha respectivamente y en el grupo D se encuentra la variedad Andreaia con la dosis de 0 kg N/ha con una media de 566,88 kg/ha.

3.1.3. Peso (g) de 1000 granos

El análisis de varianza para el peso de 1000 granos (Tabla 5-3) presentó diferencia altamente significativa para variedades, para dosis presentó diferencia significativa mientras para la interacción variedad*dosis no presento diferencias significativas, con un coeficiente de variación de 5,98%.

Tabla 5-14: Análisis de la varianza para el peso de 1000 granos.

F.V.	p-valor	SIG.
Modelo	<0,0001	
Variedades	<0,0001	**
Dosis	0,0438	*
Variedad*Dosis	0,4967	ns
Repetición	0,9657	
C.V.	5,98%	

p-valor <0,0001 a <0,01 ** (Altamente significativo); >0,1 a <0,05 * (Significativo); >0,05 a <0,10 † (Significativo); >0,10 ns (No Significativo)

Realizado por: Acan, C. 2022.

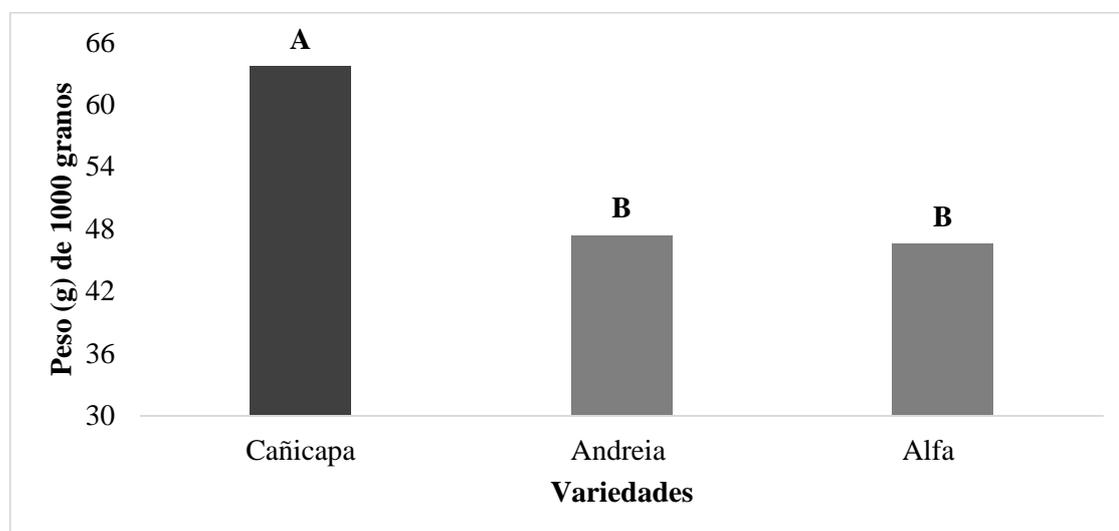


Gráfico 7-7. Variedad predominante con respecto al peso (g) de 1000 granos.

En la prueba de LSD Fisher al 10% para el peso (g) de 1000 granos (Gráfico 7-3), se determinó dos grupos: en el grupo A se encuentra la variedad Cañicapa con una media de 63,63 gramos y el grupo B se encuentran las variedades: Andreia con una media de 47,33 gramos y Alfa con una media de 46,54 gramos.

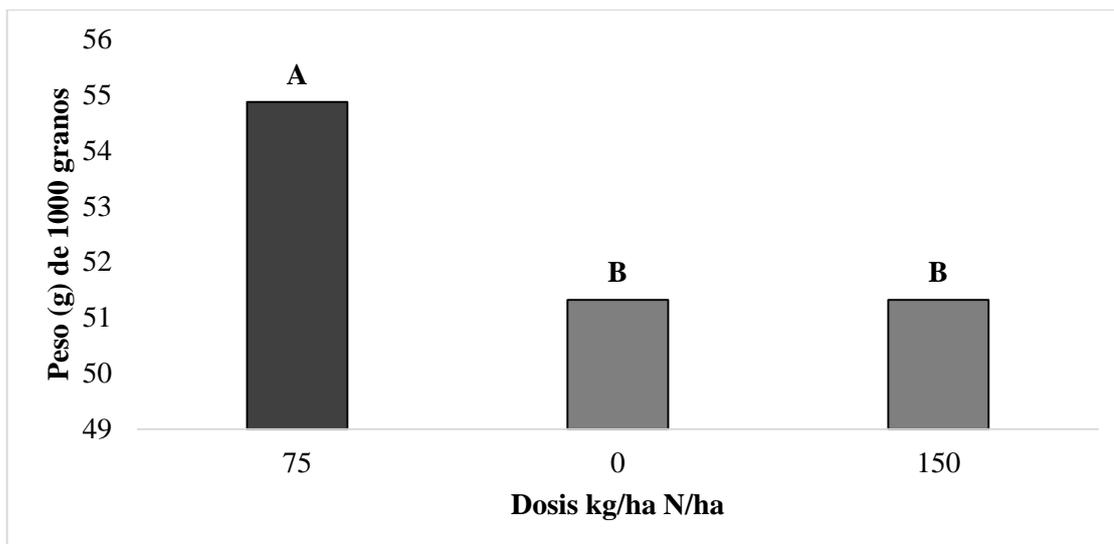


Gráfico 8-8. Dosis predominante con respecto al peso de 1000 granos.

En la prueba de LSD Fisher al 10% para el peso (g) de 1000 granos (Gráfico 8-3), se determinó dos grupos en el grupo A se encuentra la dosis de 75 kg N/ha con una media de 54,87 gramos y el grupo B se encuentran la dosis de 0 kg N/ha y 150 kg N/ha con una media de 51,32 gramos.

3.1.4. Número de espigas/m²

El análisis de varianza para el número de espigas/m² (Tabla 6-3) presentó diferencia altamente significativa para variedades y dosis, mientras que la interacción variedad*dosis no presentó diferencia significativa, con un coeficiente de variación de 16,87%.

Tabla 6-15: Análisis de la varianza para el número de espigas/m².

F.V.	p-valor	SIG.
Modelo	0,0002	
Variedades	0,0017	**
Dosis	<0,0001	**
Variedad*Dosis	0,1258	ns
Repetición	0,749	
C.V.	16,87%	

p-valor <0,0001 a <0,01 ** (Altamente significativo); >0,1 a <0,05 * (Significativo); >0,05 a <0,10 † (Significativo); >0,10 ns (No Significativo)

Realizado por: Acan, C. 2022.

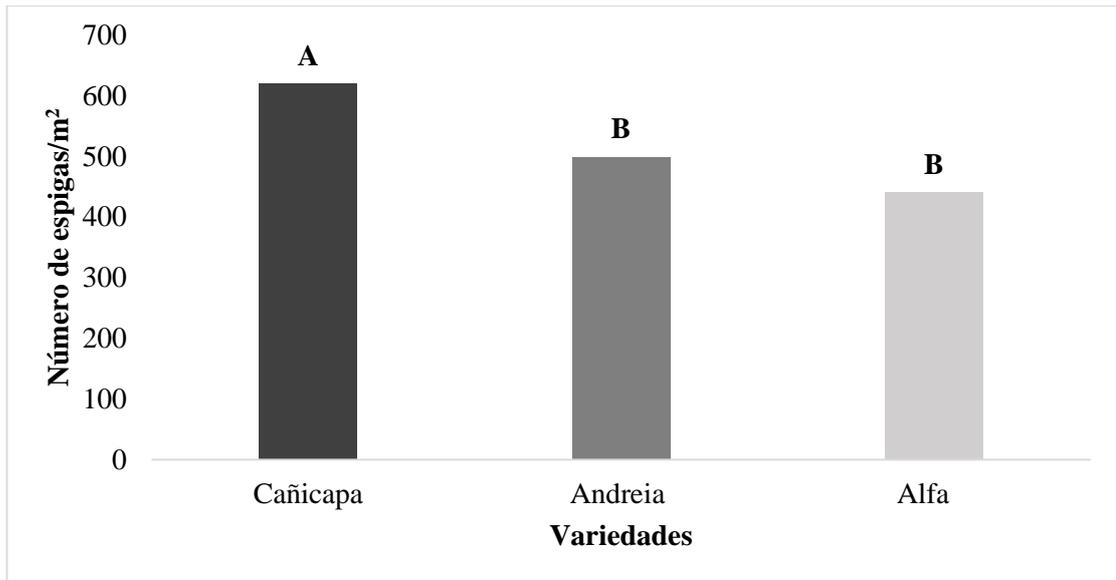


Gráfico 9-9. Variedad predominante con respecto al número de espigas/m².

En la prueba de LSD Fisher al 10% para el número de espigas/m² (Gráfico 9-3), se determinó dos grupos: en el grupo A se encuentra la variedad Cañicapa con una media de 620,22 espigas/m² y en el grupo B se encuentran las variedades: Andreia con una media de 499,78 espigas/m² y Alfa con una media de 441,33 espigas/m².

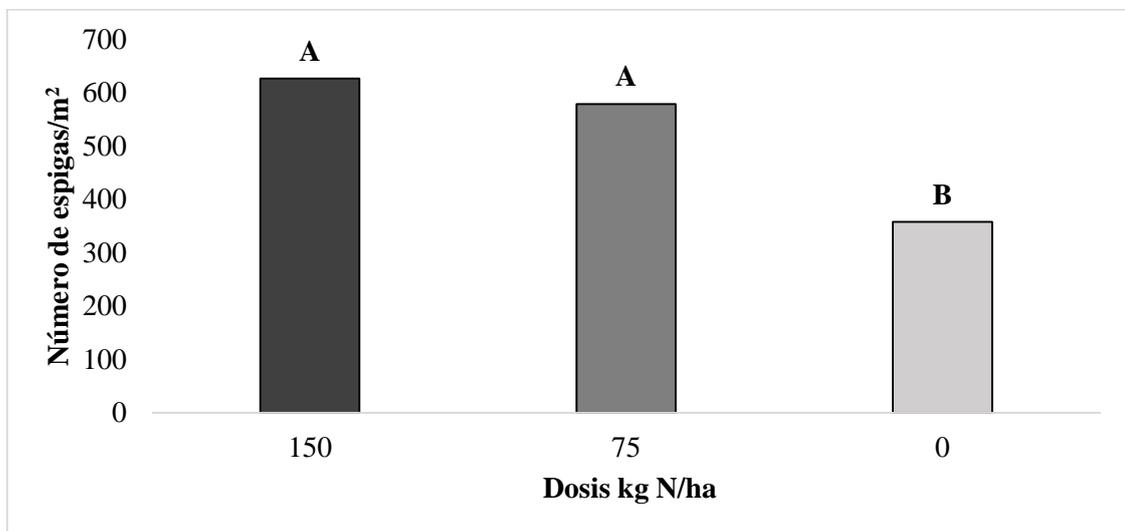


Gráfico 10-10. Dosis predominante con respecto al número de espigas/m²

En la prueba de LSD Fisher al 10% para el número de espigas/m² (Figura 10-3), se determinó dos grupos: en el grupo A se encuentran las dosis de 150 kg N/ha y 75 kg N/ha con una media de 626 y 578 espigas/m² respectivamente y en el grupo B se encuentra la dosis de 0 Kg N/ha con una media de 357,33 espigas/m².

3.1.5. Longitud de la espiga

El análisis de varianza para la longitud (cm) de la espiga (Tabla 7-3) presentó diferencia altamente significativa para variedades, mientras para dosis y la interacción variedad*dosis no presentaron diferencias significativas, con un coeficiente de variación de 4,83%.

Tabla 7-16: Análisis de la varianza para la longitud de la espiga cm.

F.V.	p-valor	SIG.
Modelo	0,0001	
Variedades	<0,0001	**
Dosis	0,2251	ns
Variedad*Dosis	0,1226	ns
Repetición	0,3467	
C.V.	4,83%	

p-valor <0,0001 a <0,01 ** (Altamente significativo); >0,1 a <0,05 * (Significativo); >0,05 a <0,10 † (Significativo); >0,10 ns (No Significativo)

Realizado por: Acan, C. 2022.

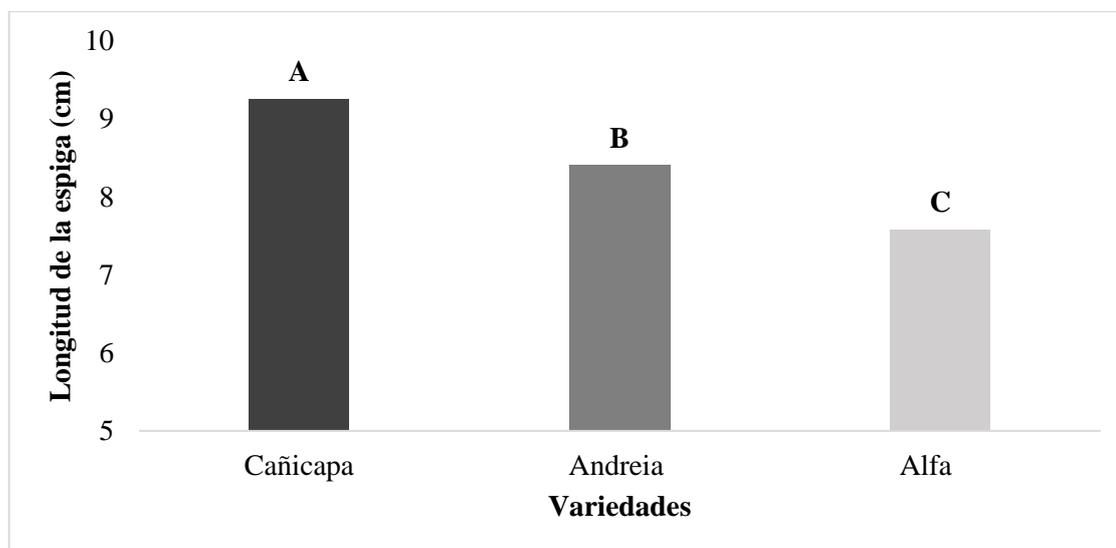


Gráfico 11-11. Variedad predominante con respecto a la longitud de la espiga.

En la prueba de LSD Fisher al 10% para la longitud de la espiga (Gráfico 11-3), se determinó tres grupos: en el grupo A se encuentra la variedad Cañicapa con una media de 9,25 cm, en el grupo B se encuentra la variedad Andreia con una media de 8,4 cm y en el grupo C se encuentra la variedad Alfa con una media de 7,58 cm.

3.1.6. Número de granos por espiga

El análisis de varianza para el número de granos por espiga (Tabla 8-3) presentó diferencia altamente significativa para variedades y dosis mientras la interacción variedad*dosis no presentó diferencia significativa, con un coeficiente de variación de 4,87%.

Tabla 8-17: Análisis de la varianza para el número de granos por espiga

F.V.	p-valor	SIG.
Modelo	<0,0001	
Variedades	<0,0001	**
Dosis	0,0005	**
Variedad*Dosis	0,3792	ns
Repetición	0,3738	
C.V.	4,87%	

p-valor <0,0001 a <0,01 ** (Altamente significativo); >0,1 a <0,05 * (Significativo); >0,05 a <0,10 † (Significativo); >0,10 ns (No Significativo)

Realizado por: Acan, C. 2022.

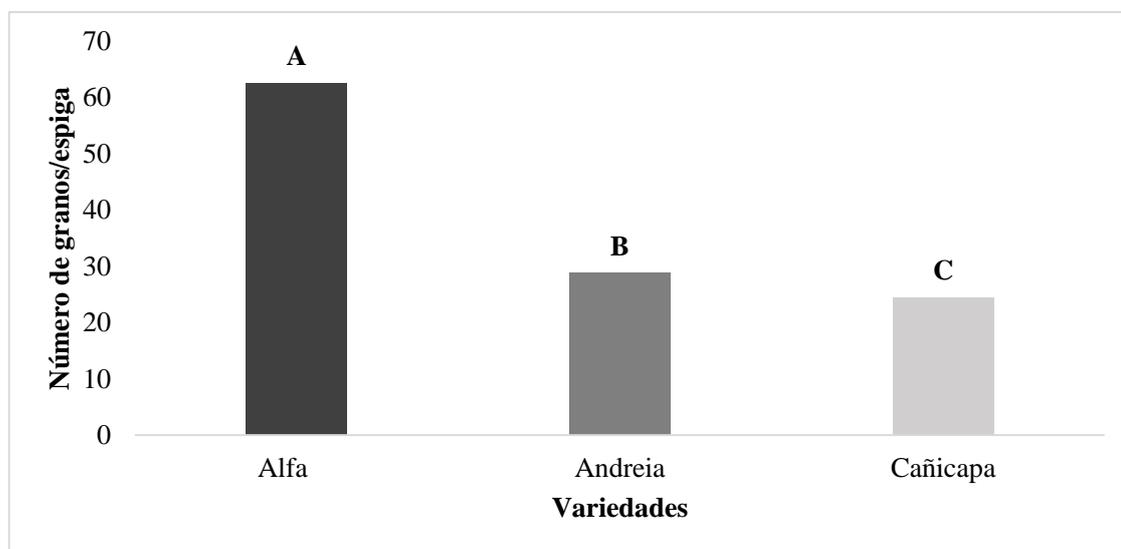


Gráfico 12-12. Variedad predominante con respecto al número de granos/espiga.

En la prueba de LSD Fisher al 10% para el número de granos por espiga (Gráfico 12-3), se determinó tres grupos: en el grupo A se encuentra la variedad Alfa con una media de 62 granos por espiga presentando la mayor cantidad de granos, en el grupo B se encuentra la variedad Andreaia con una media de 29 granos por espiga y en el grupo C se encuentra la variedad Cañicapa con una media de 24 granos por espiga presentando la menor cantidad.

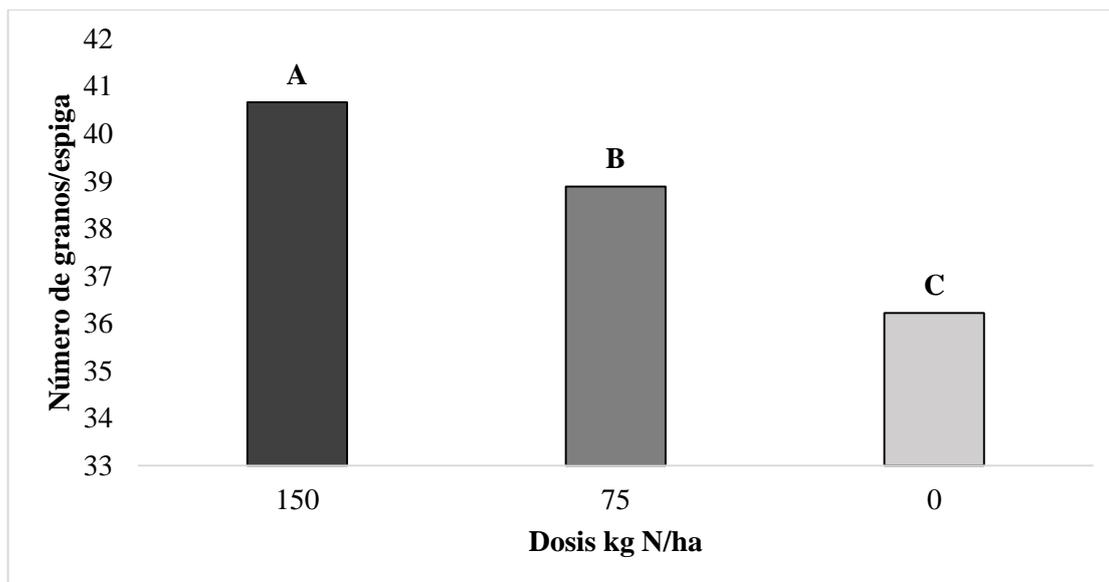


Gráfico 13-13. Dosis predominante con respecto al número de granos/espiga.

En la prueba de LSD Fisher al 10% para el número de granos por espiga (Gráfico 13-3), se determinó tres grupos: en el grupo A se encuentra la dosis de 150 kg N/ha con una media de 41 granos por espiga, en el grupo B se encuentra la dosis de 75 kg N/ha con una media de 39 granos por espiga y en el grupo C se encuentran la dosis de 0 kg N/ha con una media de 36 granos por espiga.

3.1.7. *Sobrevivencia o Número de plantas/m²*

El análisis de varianza para el número de plantas/m² (Tabla 9-3) presentó diferencia significativa para variedades, mientras para dosis y la interacción variedad*dosis no presentó diferencias significativas, con un coeficiente de variación de 15,82%.

Tabla 9-18: Análisis de la varianza para el número de plantas/m².

F.V.	p-valor	SIG.
Modelo	0,1013	
Variedades	0,0626	‡
Dosis	0,4185	ns
Variedad*Dosis	0,2943	ns
Repetición	0,0696	
C.V.	15,82%	

p-valor <0,0001 a <0,01 ** (Altamente significativo); >0,1 a <0,05 * (Significativo); >0,05 a <0,10 † (Significativo)

Realizado por: Acan, C. 2022.

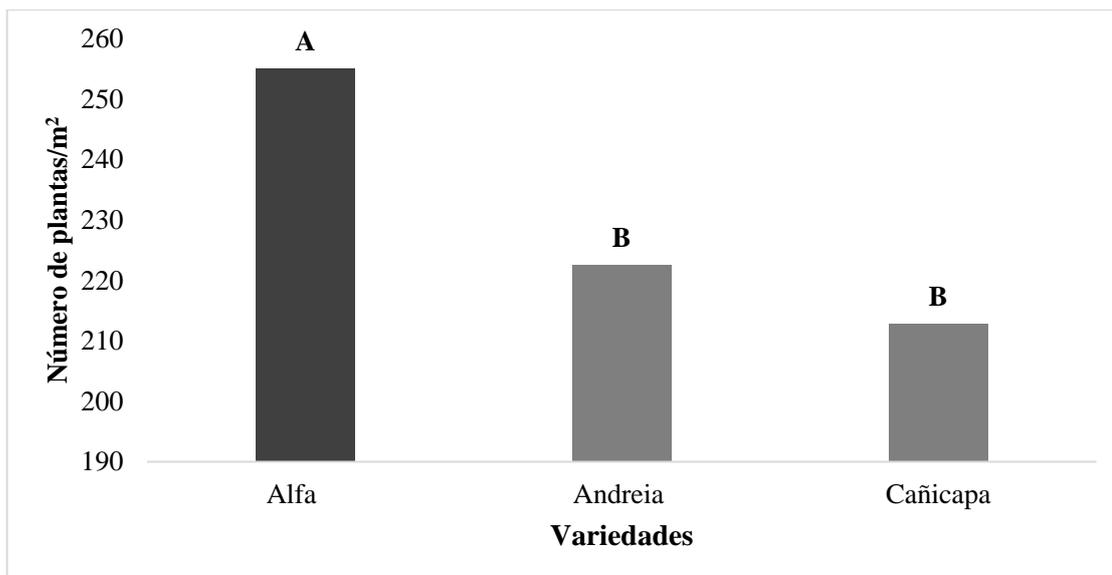


Gráfico 14-14. Variedad predominante con respecto al número de plantas/m².

En la prueba de LSD Fisher al 10% para el número de plantas/m² (Gráfico 14-3), se determinó dos grupos: en el grupo A se encuentra la variedad Alfa con una media de 255,11 plantas/m² y en el grupo B se encuentran las variedades: Andreia con una media de 222,67 plantas/m² y Cañicapa con una media de 212,89 plantas/m².

3.1.8. Número de macollos/m²

El análisis de varianza para el número de macollos/m² (Tabla 10-3) presentó diferencia altamente significativa para variedades y dosis, mientras para la interacción variedad*dosis no presentó diferencia significativa, con un coeficiente de variación de 18,18%.

Tabla 10-19: Análisis de la varianza para el número de macollos/m².

F.V.	p-valor	SIG.
Modelo	<0,0001	
Variedades	<0,0001	**
Dosis	0,0001	**
Variedad*Dosis	0,143	ns
Repetición	0,27	
C.V.	18,18%	

p-valor <0,0001 a <0,01 ** (Altamente significativo); >0,1 a <0,05 * (Significativo); >0,05 a <0,10 † (Significativo); >0,10 ns (No Significativo)

Realizado por: Acan, C. 2022.

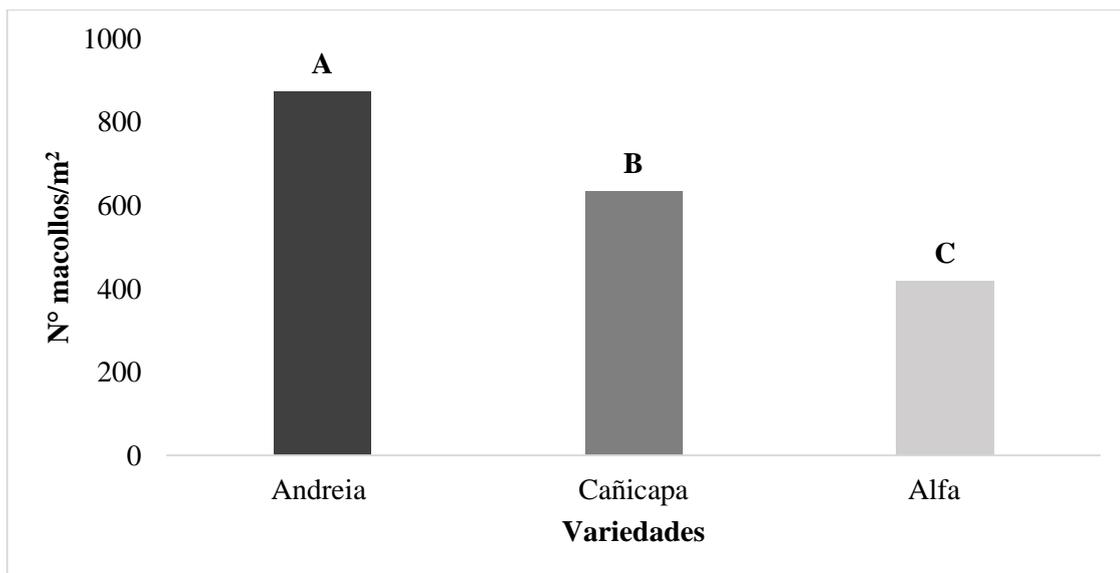


Gráfico 15-15. Variedad predominante con respecto al número de macollos/m².

En la prueba de LSD Fisher al 10% para el número de macollos/m² (Gráfico 15-3), se determinó tres grupos: en el grupo A se encuentra la variedad Andreia con una media de 874,22 macollos/m², en el grupo B se encuentra la variedad Cañicapa con una media de 635,56 macollos/m² y en el grupo C se encuentra la variedad Alfa con una media de 418,67 macollos/m².

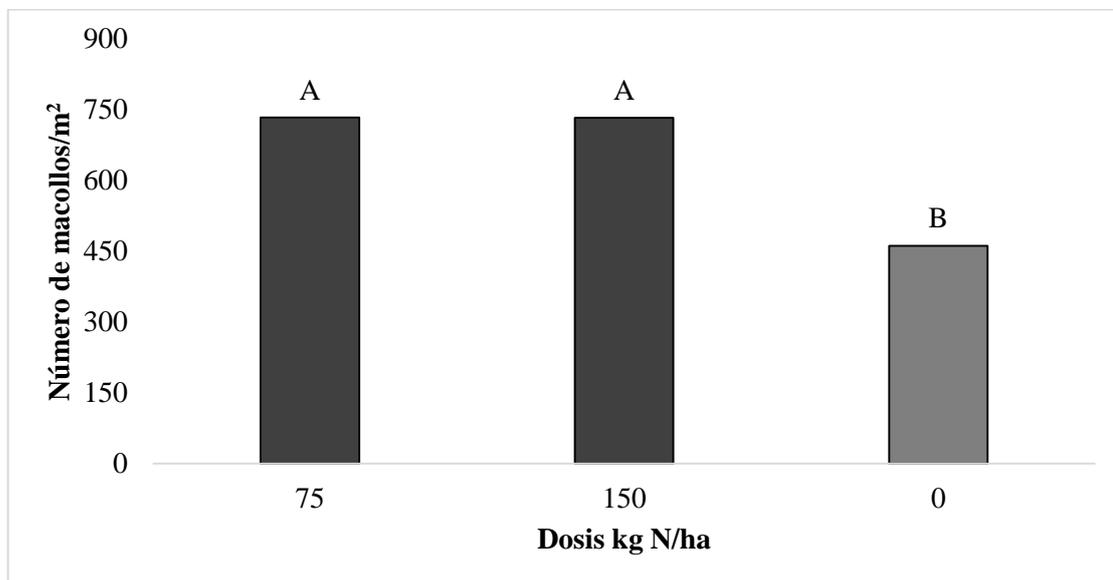


Gráfico 16-16. Dosis predominante con respecto al número de macollos/m².

En la prueba de LSD Fisher al 10% para el número de macollos/m² (Gráfico 16-3), se determinó dos grupos: en el grupo A se encuentran las dosis de 75 kg N/ha con una media de 733,78 macollos/m² y la dosis de 150 kg N/ha con una media de 732,89 macollos/m², en el grupo B se encuentran la dosis de 0 kg N/ha con una media de 461,78 macollos/m².

3.1.9. Número de macollos/planta

El análisis de varianza para el número de macollos/planta (Tabla 11-3) presentó diferencia altamente significativa para variedades, dosis y para la interacción variedad*dosis presentó diferencia significativa, con un coeficiente de variación de 11,64%.

Tabla 11-20: Análisis de la varianza para el número de macollos/planta

	F.V.	p-valor	SIG.
Modelo		<0,0001	
Variedades		<0,0001	**
Dosis		0,0001	**
Variedad*Dosis		0,0616	†
Repetición		0,847	
C.V.		11,64%	

p-valor <0,0001 a <0,01 ** (Altamente significativo); >0,1 a <0,05 * (Significativo); >0,05 a <0,10 † (Significativo); >0,10 ns (No Significativo)

Realizado por: Acan, C. 2022.

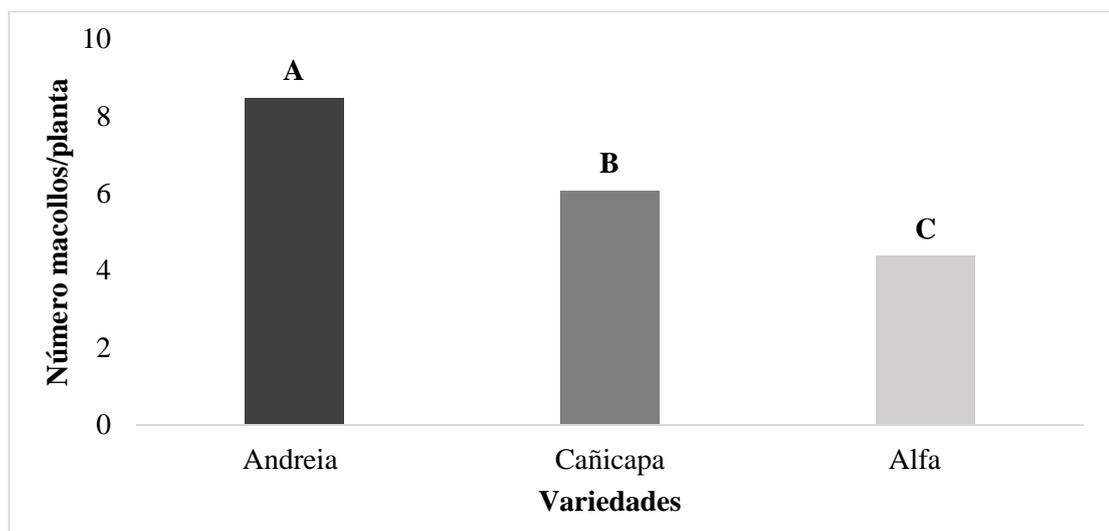


Gráfico 17-17. Variedad predominante con respecto al número de macollos/planta.

En la prueba de LSD Fisher al 10% para el número de macollos/planta (Gráfico 17-3), se determinó tres grupos: en el grupo A se encuentra la variedad Andreaia con una media de 8,46 macollos/planta, en el grupo B se encuentra la variedad Cañicapa con una media de 6,06 macollos/planta y en el grupo C se encuentra la variedad Alfa con una media de 4,36 macollos/planta.

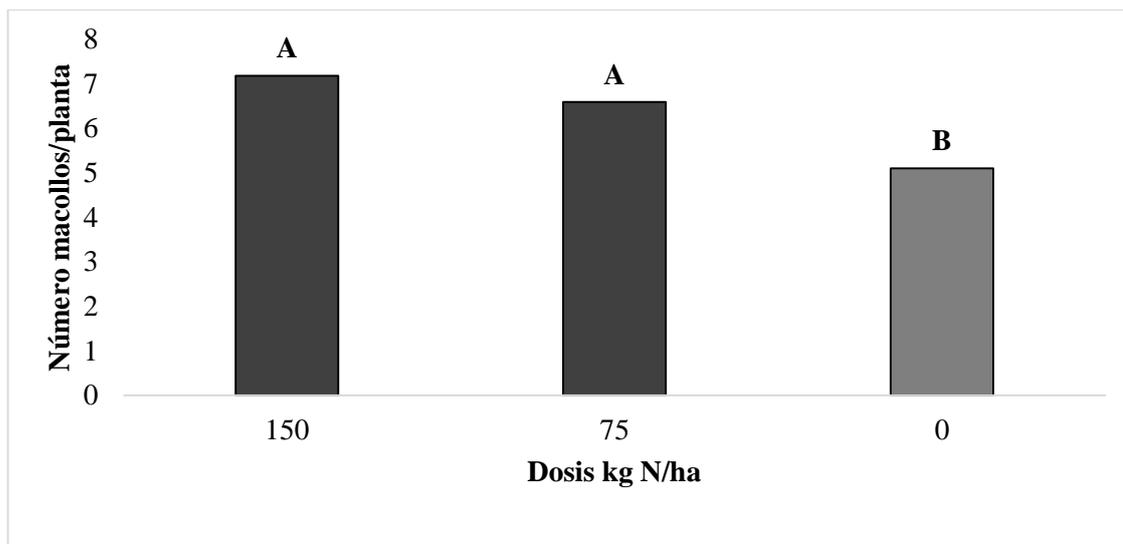


Gráfico 18-18. Dosis predominante con respecto al número de macollos/planta.

En la prueba de LSD Fisher al 10% para el número de macollos/planta (Gráfico 18-3), se determinó dos grupos: en el grupo A se encuentran las dosis de 150 kg N/ha con una media de 7,18 macollos/planta y la dosis de 75 kg N/ha con una media de 6,59 macollos/planta, en el grupo B se encuentra la dosis de 0 kg N/ha con una media de 5,10 macollos/planta.

Tabla 12-21: Prueba de LSD Fisher al 10% entre las variedades, dosis y el número de macollos/planta

Variedades	Dosis	Medias	n	E.E.	
Andreia	150	9,93	3	0,42	A
Andreia	75	8,47	3	0,42	B
Cañicapa	150	7,27	3	0,42	C
Andreia	0	6,97	3	0,42	C
Cañicapa	75	6,33	3	0,42	C
Alfa	75	4,97	3	0,42	D
Cañicapa	0	4,57	3	0,42	D E
Alfa	150	4,33	3	0,42	D E
Alfa	0	3,77	3	0,42	E

Realizado por: Acan, C. 2022.

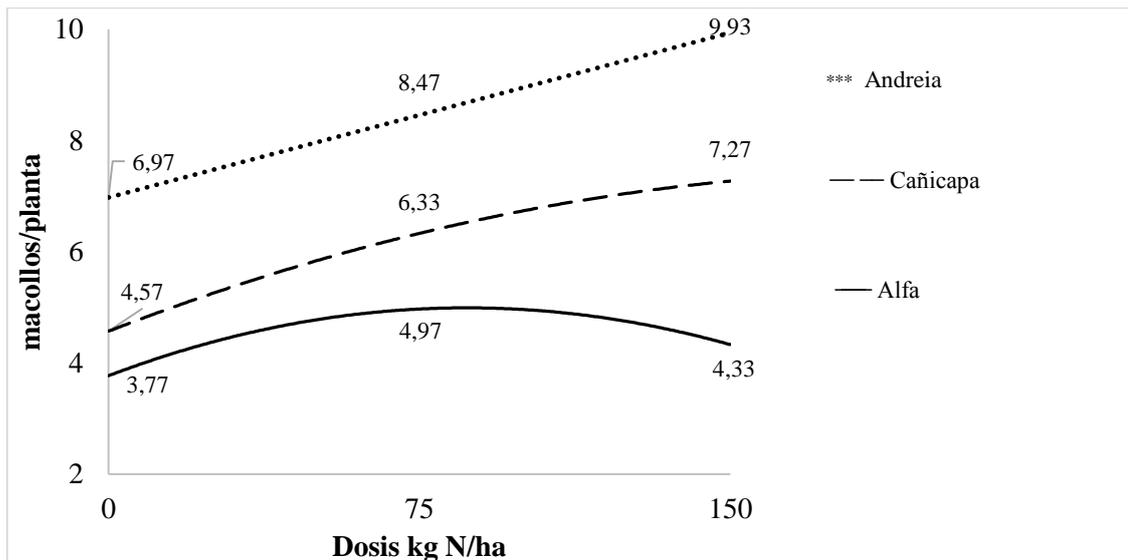


Gráfico 19-19. Interacción de la Variedad*Dosis que predominan con respecto al número de macollos/planta.

En la prueba de LSD Fisher al 10% para el número de macollos/planta entre la interacción variedad*dosis (Tabla 12-3 y Gráfico 19-3), se determinó seis grupos: en el grupo A y B se encuentran la variedad Andreaia con la dosis de 150 kg N/ha y 75 kg N/ha con una media de 9,93 y 8,47 macollos/planta respectivamente, en el grupo C se encuentra la variedad Cañicapa con la dosis de 150 kg N/ha y 75 kg N/ha con una media de 7,27 y 6,33 macollos/planta respectivamente, en el grupo D se encuentra la variedad Alfa con la dosis de 75 kg N/ha con una media de 4,97 macollos/planta y en el grupo E se encuentra la variedad Alfa con la dosis de 0 kg N/ha con una media de 3,77 macollos/planta.

3.1.10. Lecturas del medidor de clorofila

El análisis de varianza para el contenido de clorofila (Tabla 13-3) presentó diferencia altamente significativa para variedades, dosis y la interacción variedad*dosis presentó diferencia significativa, con un coeficiente de variación de 3,99%.

Tabla 13-22: Análisis de la varianza para el contenido de clorofila

F.V.	p-valor	SIG.
Modelo	<0,0001	
Variedades	0,0003	**
Dosis	<0,0001	**
Variedad*Dosis	0,0202	*
Repetición	0,7995	
C.V.	3,99%	

p-valor <0,0001 a <0,01 ** (Altamente significativo); >0,1 a <0,05 * (Significativo); >0,05 a <0,10 † (Significativo); >0,10 ns (No significativo)

Realizado por: Acan, C. 2022.

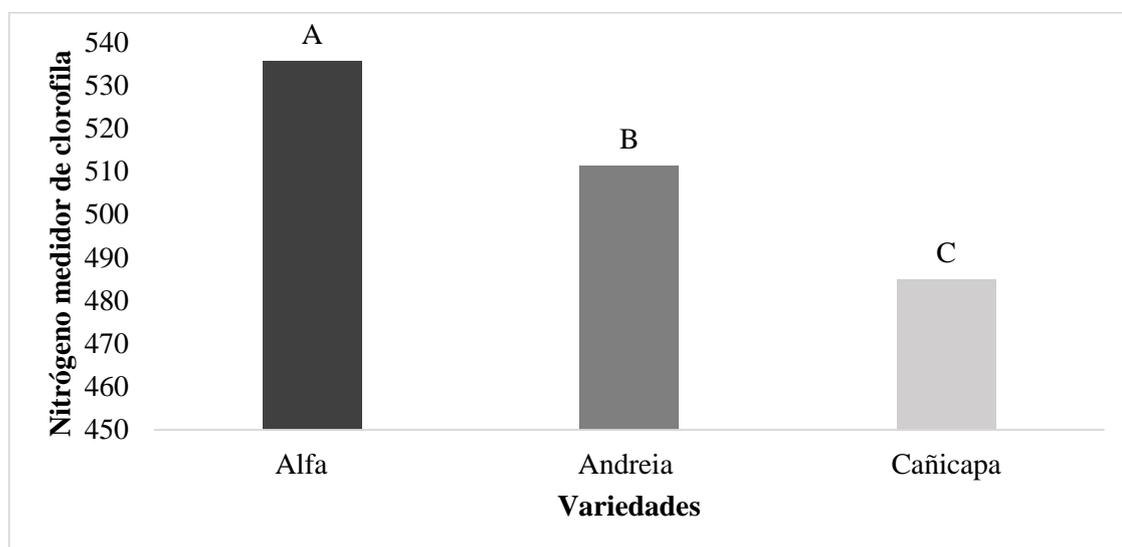


Gráfico 20-20. Variedad predominante con respecto al contenido de clorofila.

En la prueba de LSD Fisher al 10% para el contenido de Nitrógeno (Gráfico 20-3), se determinó tres grupos: en el grupo A se encuentra la variedad Alfa con una media de 535,67 en contenido de clorofila presentando el mayor contenido, en el grupo B se encuentran la variedad Andreia con una media 511,22 en contenido de clorofila y en el grupo C se encuentra la variedad Cañicapa con una media de 484,78 en contenido de clorofila presentando un valor menor.

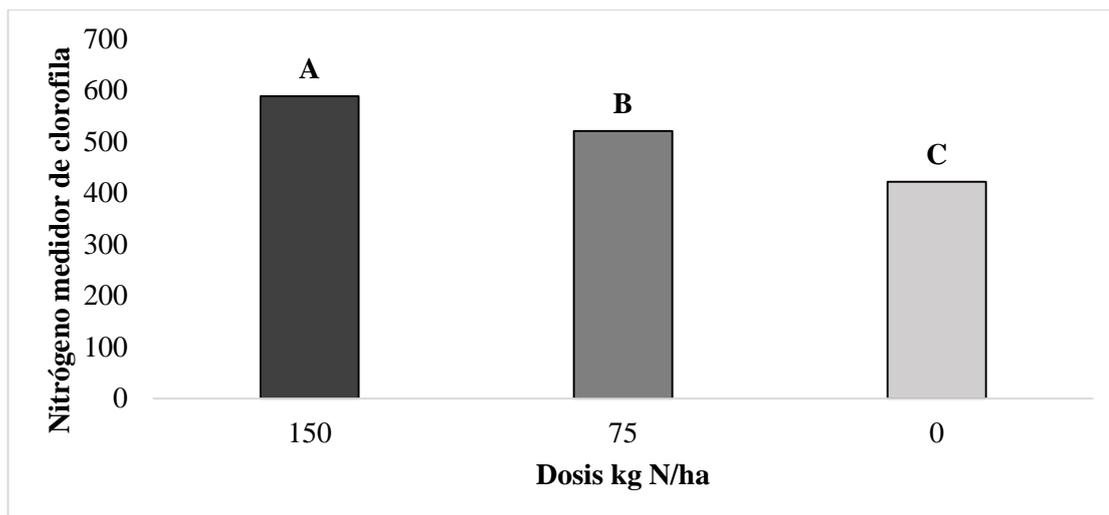


Gráfico 21-21. Dosis predominante con respecto al contenido de clorofila.

En la prueba de LSD Fisher al 10% para el contenido de clorofila (Gráfico 21-3), se determinó tres grupos: en el grupo A se encuentra la dosis de 150 kg N/ha con una media de 588,78 en contenido de clorofila, en el grupo B se encuentra la dosis de 75 kg N/ha con una media de 521 en contenido de clorofila y en el grupo C se encuentra la dosis de 0 kg N/ha con una media de 421,89 en contenido de clorofila.

Tabla 14-23: Prueba de LSD Fisher al 10% entre las variedades, dosis y el contenido de clorofila.

Variedad	Dosis	Medias	n	E.E.
Alfa	150	607	3	11,76 A
Andreia	150	605,33	3	11,76 A
Alfa	75	572	3	11,76 B
Cañicapa	150	554	3	11,76 B
Andreia	75	507,67	3	11,76 C
Cañicapa	75	483,33	3	11,76 C
Alfa	0	428	3	11,76 D
Andreia	0	420,67	3	11,76 D
Cañicapa	0	417	3	11,76 D

Realizado por: Acan, C. 2022.

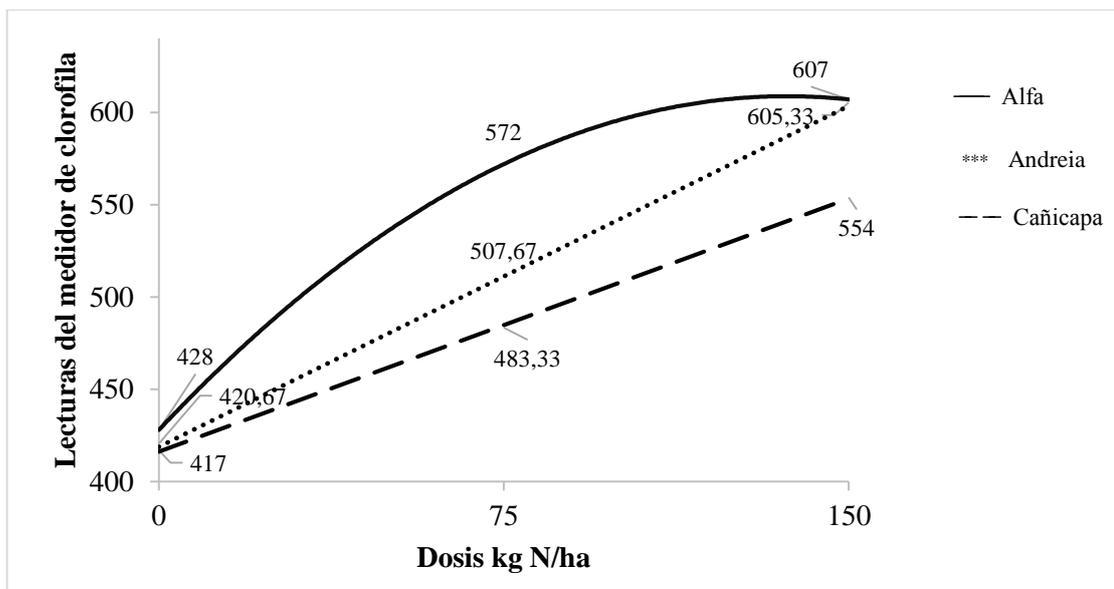


Gráfico 22-22. Interacción de la Variedad*Dosis que predominan con respecto al contenido de clorofila.

En la prueba de LSD Fisher al 10% para el contenido de clorofila entre la interacción variedad*dosis (Tabla 14-3 y Gráfico 22-3), se determinó cuatro grupos: en el grupo A se encuentran las variedades: Alfa con una dosis de 150 kg N/ha con una media de 607 y la variedad Andreia con una dosis 150 kg N/ha con una media de 605,33 en contenido de clorofila, en el grupo B se encuentran las variedades: Alfa con la dosis de 75 kg N/ha con una media de 572 y la variedad Cañicapa con la dosis de 150 kg N/ha con una media de 554 en contenido de clorofila, en el grupo C se encuentra las variedades: Andreia y Cañicapa con la dosis de 75 kg N/ha con una media de 507,67 y 483,33 en contenido de clorofila respectivamente y en el grupo D se encuentran las variedades: Alfa, Andreia y Cañicapa con la dosis de 0 kg N/ha con una media de 428, 420,67 y 417 en contenido de clorofila respectivamente.

3.1.11. Ataque de Roya % severidad

El análisis de varianza para el ataque de Roya en él % de severidad (Tabla 15-3) presentó diferencia altamente significativa para variedades y dosis, mientras la interacción variedad*dosis presentó diferencia significativa, con un coeficiente de variación de 20,8%.

Tabla 15-24: Análisis de la varianza para el ataque de Roya en él % severidad.

F.V.	p-valor	SIG.
Modelo	<0,0001	
Variedades	<0,0001	**
Dosis	0,0046	**
Variedad*Dosis	0,0466	*
Repetición	0,3183	
C.V.	20,80%	

p-valor <0,0001 a <0,01 ** (Altamente significativo); >0,1 a <0,05 * (Significativo); >0,05 a <0,10 † (Significativo); >0,10 ns (No significativo)

Realizado por: Acan, C. 2022.

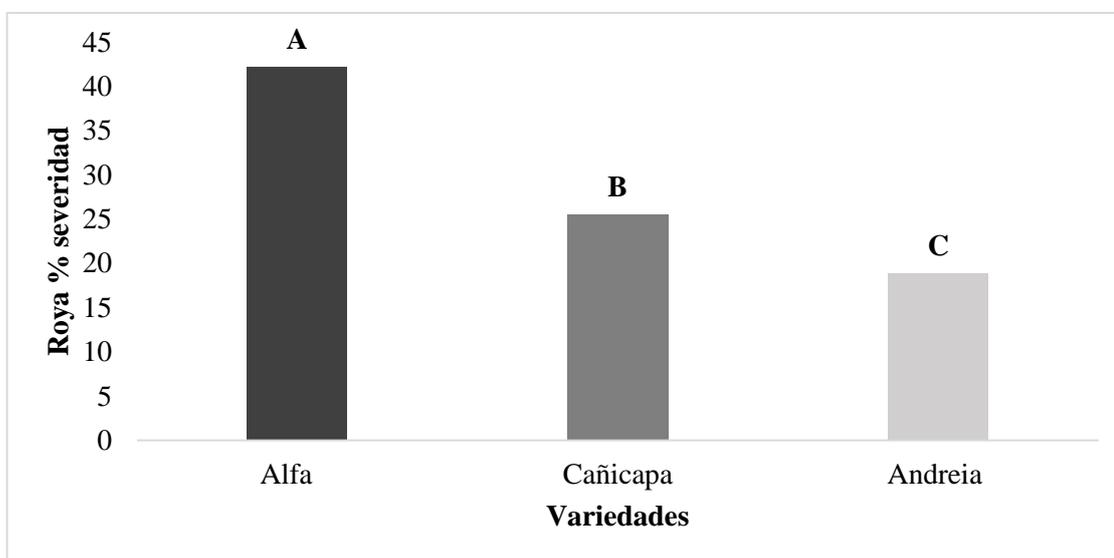


Gráfico 23-23. Variedad predominante con respecto al ataque de Roya para él % de severidad.

En la prueba de LSD Fisher al 10% para el ataque de Roya % severidad (Gráfico 23-3), se determinó tres grupos: en el grupo A se encuentra la variedad Alfa con una media de 42,22 presentando la mayor tasa de severidad, en el grupo B se encuentran la variedad Cañicapa con una media 25,56 en el ataque de Roya para él % de severidad y en el grupo C se encuentra la variedad Andreia con una media de 18,89 presentando una menor tasa de severidad.

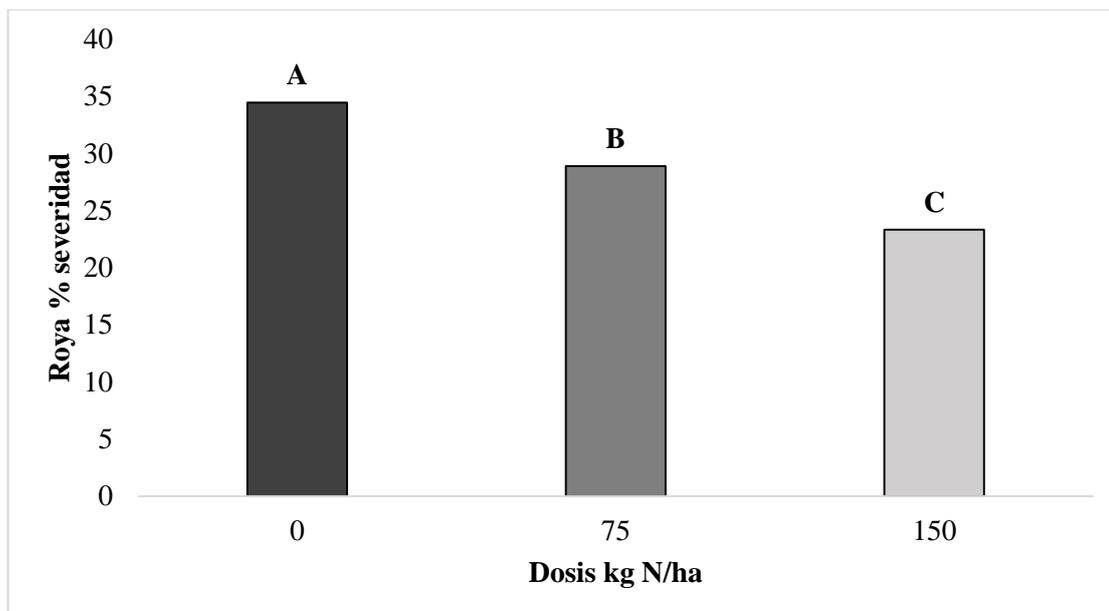


Gráfico 24-24. Dosis predominante con respecto al ataque de Roya para el % de severidad.

En la prueba de LSD Fisher al 10% para el ataque de Roya en el % de severidad (Gráfico 24-3), se determinó tres grupos: en el grupo A se encuentran las dosis de 0 kg N/ha con una media de 34,44 en ataque de Roya para el % de severidad, en el grupo B se encuentran la dosis de 75 kg N/ha con una media 28,89 en el ataque de Roya para el % de severidad y en el grupo C se encuentra la dosis de 150 kg N/ha con una media de 23,33 para el % de en el ataque de Roya para el % de severidad.

Tabla 16-25: Prueba de LSD Fisher al 10% entre las variedades, dosis y al ataque de Roya para el % de severidad

Variedad	Dosis	Medias	n	E.E.
Alfa	0	50,00	3	3,47 A
Alfa	75	40,00	3	3,47 B
Alfa	150	36,67	3	3,47 B
Cañicapa	75	33,33	3	3,47 B C
Cañicapa	0	26,67	3	3,47 C
Andreia	0	26,67	3	3,47 C
Cañicapa	150	16,67	3	3,47 D
Andreia	150	16,67	3	3,47 D
Andreia	75	13,33	3	3,47 D

Realizado por: Acan, C. 2022.

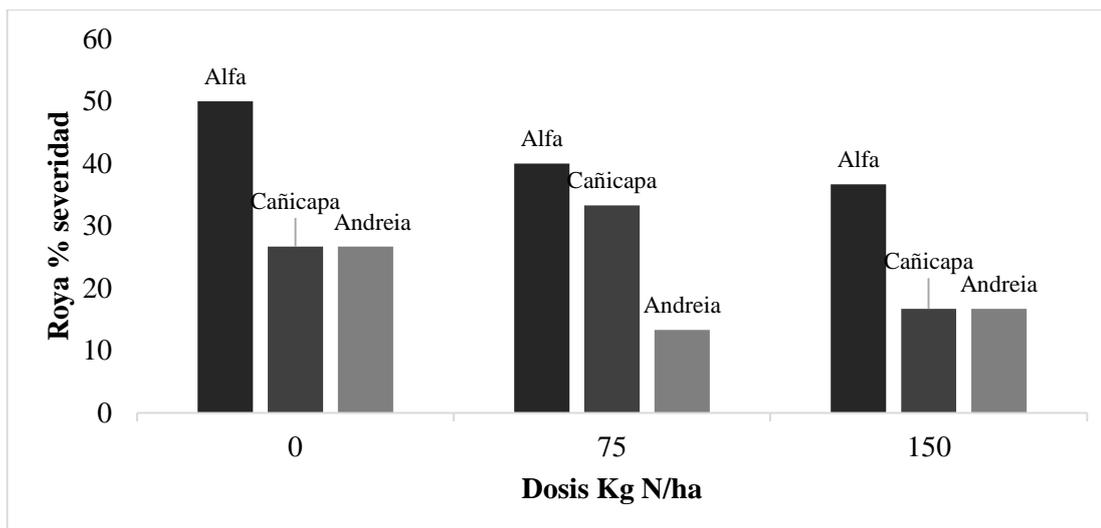


Gráfico 25-25. Interacción de la Variedad*Dosis que predominan con respecto al ataque de Roya para él % de severidad.

En la prueba de LSD Fisher al 10% para el ataque de Roya en él % severidad entre la interacción variedad*dosis (Tabla 16-3 y Gráfico 25-3), se determinó cinco grupos: en el grupo A y B se encuentra la variedad Alfa con la dosis de 0 kg N/ha, 75 kg N/ha y 150 kg N/ha con una media de 50,0, 40,0 y 36,67 en ataque de Roya para él % de severidad respectivamente, en el grupo BC se encuentra la variedad Cañicapa con la dosis de 75 kg N/ha con una media de 33,33 en ataque de Roya para él % de severidad, en el grupo C se encuentra las variedades: Cañicapa y Andreia con la dosis de 0 kg N/ha con una media de 26,67 en ataque de Roya para él % de severidad y en el grupo D se encuentran las variedades: Cañicapa con la dosis de 150 kg N/ha con una media de 16,17 en ataque de Roya para él % de severidad y la variedad Andreia con la dosis de 150 kg N/ha y 75 kg N/ha con una media de 16,17 y 13,33 en ataque de Roya para él % de severidad respectivamente.

3.1.12. Días a la emergencia

El análisis de varianza para los días a la emergencia (Tabla 17-3) no presento diferencia significativa para variedades, dosis y la interacción variedad*dosis, con un coeficiente de variación de 0%.

Tabla 17-26: Análisis de la varianza para los días a la emergencia.

F.V.	F	p-valor	SIG.
Modelo	sd	sd	
Variedades	sd	sd	ns
Dosis	sd	sd	ns
Variedades*Dosis	sd	sd	ns
Repetición	sd	sd	
C.V.	0%		

p-valor <0,0001 a <0,01 ** (Altamente significativo); >0,1 a <0,05 * (Significativo); >0,05 a <0,10 † (Significativo); >0,10 ns (No significativo)

Realizado por: Acan, C. 2022.

3.1.13. Días al Embuchamiento.

El análisis de varianza para los días al embuchamiento (Tabla 18-3) presentó diferencia significativa para variedades, mientras para dosis y la interacción variedad*dosis no presentó diferencias significativas, con un coeficiente de variación de 2,55%.

Tabla 18-27: Análisis de la varianza para los días al embuchamiento.

F.V.	p-valor	SIG.
Modelo	<0,0001	
Variedades	<0,0001	**
Dosis	0,1116	ns
Variedad*Dosis	0,2215	ns
Repetición	0,4967	
C.V.	2,55%	

p-valor <0,0001 a <0,01 ** (Altamente significativo); >0,1 a <0,05 * (Significativo); >0,05 a <0,10 † (Significativo); >0,10 ns (No significativo)

Realizado por: Acan, C. 2022.

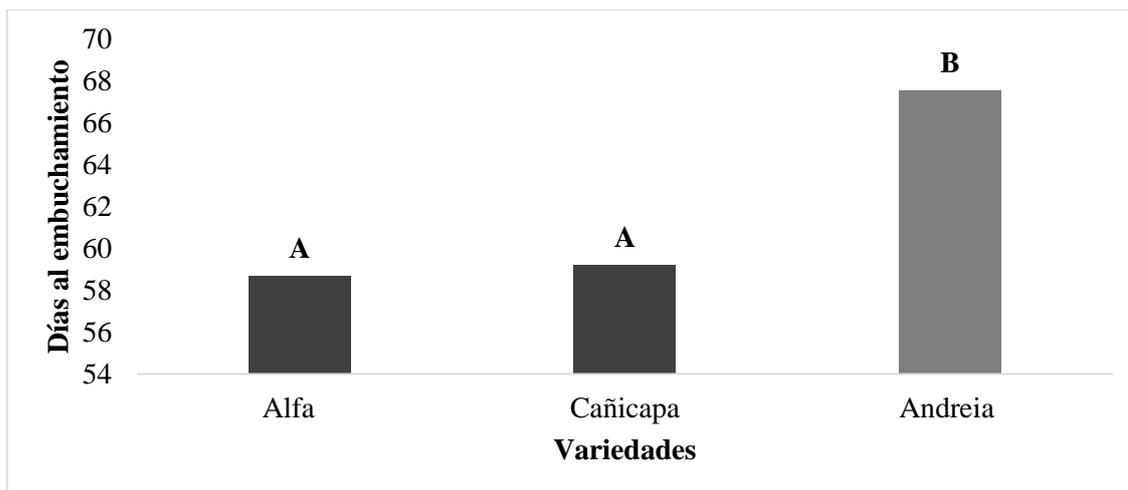


Gráfico 26-26. Variedad predominante con respecto a los días al embuchamiento.

En la prueba de LSD Fisher al 10% para los días al embuchamiento (Gráfico 26-3), se determinó dos grupos: en el grupo A se encuentran las variedades Alfa y Cañicapa con una media de 58,67 y 59,22 días al embuchamiento respectivamente y en el grupo B se encuentran la variedad Andreaia con una media de 67,56 días al embuchamiento.

3.1.14. Días al espigamiento

El análisis de varianza para los días al espigamiento (Tabla 19-3) presentó diferencia significativa para variedades, mientras para dosis y la interacción variedad*dosis no presentó diferencias significativas, con un coeficiente de variación de 1,56%.

Tabla 19-28: Análisis de la varianza para los días al espigamiento.

F.V.	p-valor	SIG.
Modelo	<0,0001	
Variedad	<0,0001	**
Dosis	0,1069	ns
Variedad*Dosis	0,4303	ns
Repetición	0,015	
C.V.	1.56%	

p-valor <0,0001 a <0,01 ** (Altamente significativo); >0,1 a <0,05 * (Significativo); >0,05 a <0,10 † (Significativo); >0,10 ns (No significativo)

Realizado por: Acan, C. 2022.

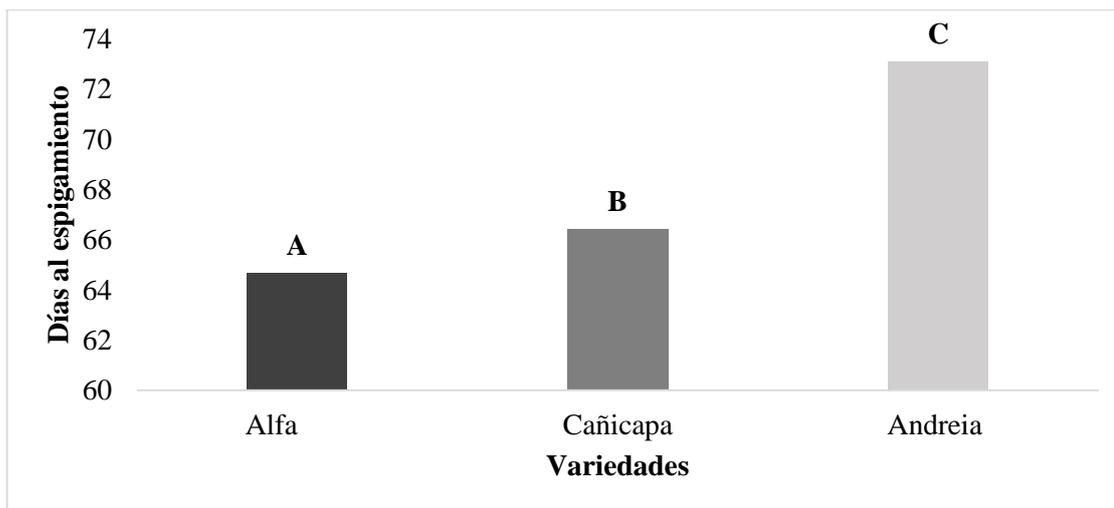


Gráfico 27-27. Variedad predominante con respecto a los días al espigamiento.

En la prueba de LSD Fisher al 10% para los días al espigamiento (Gráfico 27-3), se determinó tres grupos: en el grupo A se encuentran la variedad Alfa con una media de 64,67 días al espigamiento, en el grupo B se encuentra la variedad Cañicapa con una media de 66,44 días al espigamiento y en el grupo C se encuentra la variedad Andreaia con una media de 73,11 días al espigamiento.

3.1.15. Días a la floración

El análisis de varianza para los días a la floración (Tabla 20-3) presentó diferencia altamente significativa para variedades, para dosis presentó diferencia significativa mientras la interacción variedad*dosis no presentó diferencia significativa, con un coeficiente de variación de 1,35%.

Tabla 20-29: Análisis de la varianza para los días a la floración.

F.V.	p-valor	SIG.
Modelo	<0,0001	
Variedades	<0,0001	**
Dosis	0,0111	*
Variedad*Dosis	0,7738	ns
Repetición	0,0533	
C.V.	1,35%	

p-valor <0,0001 a <0,01 ** (Altamente significativo); >0,1 a <0,05 * (Significativo); >0,05 a <0,10 † (Significativo); >0,10 ns (No significativo)

Realizado por: Acan, C. 2022.

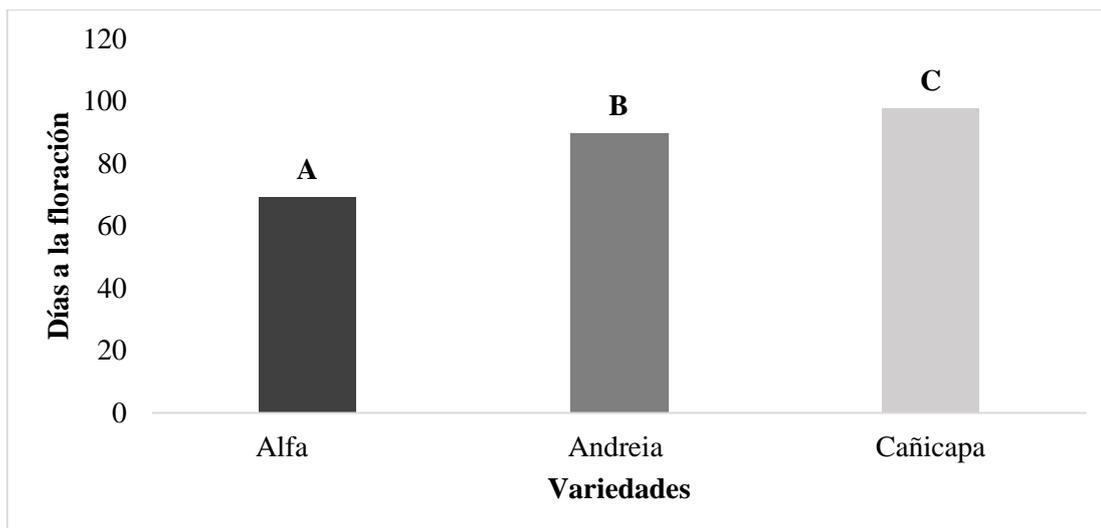


Gráfico 28-28. Variedad predominante con respecto a los días de floración.

En la prueba de LSD Fisher al 10% para los días a la floración (Gráfico 28-3), se determinó tres grupos: en el grupo A se encuentran la variedad Alfa con una media de 69,33 días a la floración, en el grupo B se encuentra la variedad Andreia con una media de 89,78 días a la floración y en el grupo C se encuentra la variedad Cañicapa con una media de 97,78 días a la floración.

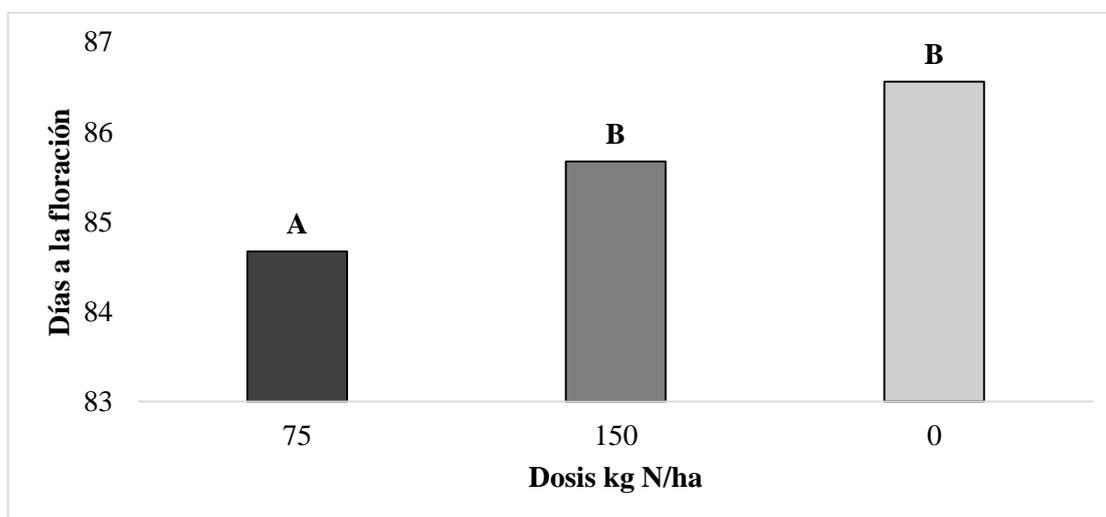


Gráfico 29-29. Dosis predominante con respecto a los días de floración.

En la prueba de LSD Fisher al 10% para los días a la floración (Gráfico 29-3), se determinó dos grupos: en el grupo A se encuentra la dosis de 75 kg N/ha con una media de 84,67 días a la floración, en el grupo B se encuentran la dosis de 150 kg N/ha y 0 kg N/ha con una media de 85,67 y 86,56 días a la floración respectivamente.

3.1.16. Días a la maduración fisiológica.

El análisis de varianza para los días a la maduración (Tabla 21-3) presentó diferencia altamente significativa para variedades, mientras para dosis y la interacción variedad*dosis no presentó diferencia significativa, con un coeficiente de variación de 3,35%.

Tabla 21-30: Análisis de la varianza para los días a la maduración.

F.V.	p-valor	SIG.
Modelo	<0,0001	
Variedades	<0,0001	**
Dosis	0,3128	ns
Variedad*Dosis	0,9780	ns
Repetición	0,5758	
C.V.	3,35%	

p-valor <0,0001 a <0,01 ** (Altamente significativo); >0,1 a <0,05 * (Significativo); >0,05 a <0,10 † (Significativo); >0,10 ns (No significativo)

Realizado por: Acan, C. 2022.

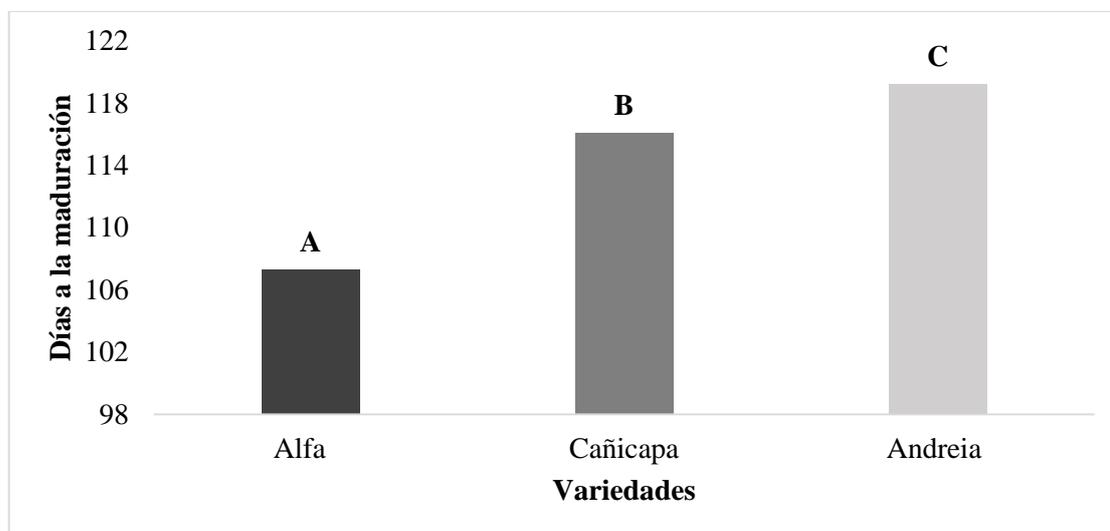


Gráfico 30-30. Variedad predominante con respecto a los días de maduración.

En la prueba de LSD Fisher al 10% para los días a la maduración (Gráfico 30-3), se determinó tres grupos: en el grupo A se encuentran la variedad Alfa con una media de 107,33 días a la maduración, en el grupo B se encuentra la variedad Cañicapa con una media de 116,11 días a la maduración y en el grupo C se encuentra la variedad Andreaia con una media de 119,22 días a la maduración.

3.1.17. Altura (cm)

El análisis de varianza para la altura (cm) de la planta (Tabla 22-3) presentó diferencia altamente significativa para variedades, dosis y para la interacción variedad*dosis, con un coeficiente de variación de 3,73%.

Tabla 22-31: Análisis de la varianza para la altura de la planta (cm).

F.V.	p-valor	SIG.
Modelo	<0,0001	
Variedades	<0,0001	**
Dosis	<0,0001	**
Variedad*Dosis	0,0001	**
Repetición	0,088	
C.V.	3,73%	

p-valor <0,0001 a <0,01 ** (Altamente significativo); >0,1 a <0,05 * (Significativo); >0,05 a <0,10 † (Significativo); >0,10 ns (No significativo)

Realizado por: Acan, C. 2022.

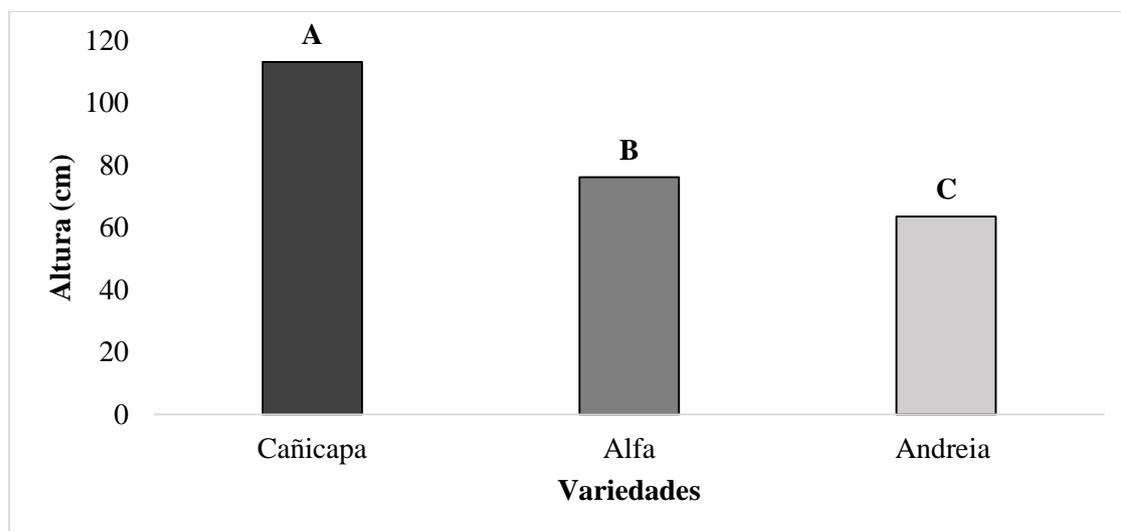


Gráfico 31-31. Variedad predominante con respecto a la altura de la planta (cm).

En la prueba de LSD Fisher al 10% para la altura (cm) de la planta (Gráfico 31-3), se determinó tres grupos: en el grupo A se encuentra la variedad Cañicapa con una media de 113,11 cm presentando la mayor altura, en el grupo B se encuentra la variedad Alfa con una media de 76,11 cm y en el grupo C se encuentra la variedad Andreia con una media de 63,56 cm presentando la menor altura.

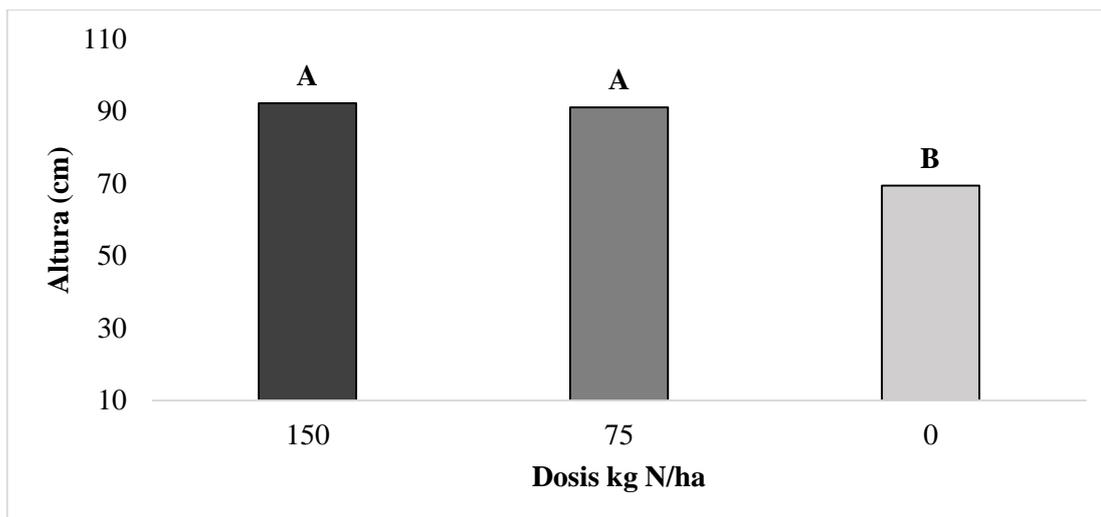


Gráfico 32-32. Dosis predominante con respecto a la altura de la planta (cm).

En la prueba de LSD Fisher al 10% para la altura (cm) de la planta (Gráfico 32-3), se determinó dos grupos: en el grupo A se encuentra la dosis de 150 kg N/ha y 75 kg N/ha con una media de 92,22 cm y 91,11 cm respectivamente y en el grupo B se encuentra la dosis de 0 kg N/ha con una media de 69,44 cm.

Tabla 23-32: Prueba de LSD Fisher al 10% entre las variedades, dosis y la altura de la planta (cm).

Variedad	Dosis	Medias	n	E.E.
Cañicapa	75	127,33	3	1,81 A
Cañicapa	150	116	3	1,81 B
Cañicapa	0	96	3	1,81 C
Alfa	150	89	3	1,81 D
Alfa	75	80,67	3	1,81 E
Andreia	150	71,67	3	1,81 F
Andreia	75	65,33	3	1,81 G
Alfa	0	58,67	3	1,81 H
Andreia	0	53,67	3	1,81 I

Realizado por: Acan, C. 2022.

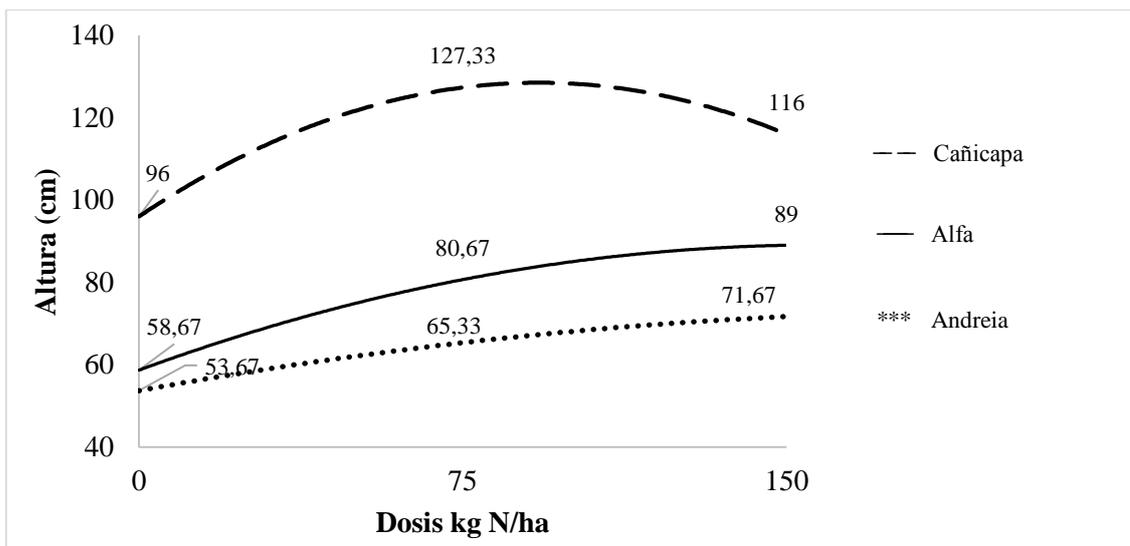


Gráfico 33-33. Interacción de la Variedad*Dosis que predominan con respecto a la altura de la planta (cm).

En la prueba de LSD Fisher al 10% para la altura (cm) de la planta entre la interacción variedad*dosis (Cuadro 23-3 y Gráfico 33-3), se determinó nueve grupos: en el grupo A, B y C se encuentra la variedad Cañicapa con las dosis de 75 kg N/ha, 150 kg N/ha y 0 kg N/ha con una media de 127,33 cm, 116,0 cm y 96,0 cm respectivamente, en el grupo D y E se encuentra la variedad Alfa con la dosis de 150 kg N/ha y 75 kg N/ha con una media de 89,0 cm y 80,67 cm respectivamente, en el grupo F y G se encuentra la variedad Andreia con las dosis de 150 kg N/ha y 75 kg N/ha con una media de 71,67 cm y 65,33 cm respectivamente, el grupo H e I se encuentran las variedades Andreia y Alfa con la dosis de 0 kg N/ha con una media de 58,67 cm y 53,67 cm respectivamente.

3.2. Análisis de Correlación y Regresión

3.2.1. Correlación y Regresión en la variedad Andreia

El resumen del ANOVA (Tabla 24-3), indica que presento una diferencia significativa para la variable de macollos/m² y una diferencia altamente significativa para la variable espigas/m² en relación al rendimiento kg/ha, mientras para las variables plantas/m², días al embuchamiento, floración, maduración, número de granos/espiga y peso de 1000 granos no presentaron diferencia significativa.

Tabla 24-33: Análisis de correlación y regresión lineal de la variedad Andreia de los componentes del rendimiento (variables independientes) en relación al rendimiento kg/ha.

Componentes del rendimiento variables independientes (Xs)	Coefficiente de Determinación (R ²)	Coefficiente de correlación (r)	Coefficiente de regresión (b) p-valor	SIG.
Plantas/m ²	0	0,07	0,868	ns
Días al embuchamiento	0,02	-0,14	0,7257	ns
Días a la floración	0,19	-0,44	0,2395	ns
Días a la maduración	0,05	-0,23	0,5578	ns
Macollos/m ²	0,46	0,68	0,0458	†
Espigas/m ²	0,75	0,87	0,0024	**
Número de granos/espiga	0,41	0,64	0,0621	ns
Peso de 1000 granos	0,03	0,18	0,6503	ns

p-valor <0,0001 a <0,01 ** (Altamente significativo); >0,01 a <0,05 † (Significativo); >0,05 ns (No significativo)

Realizado por: Acan, C. 2022.

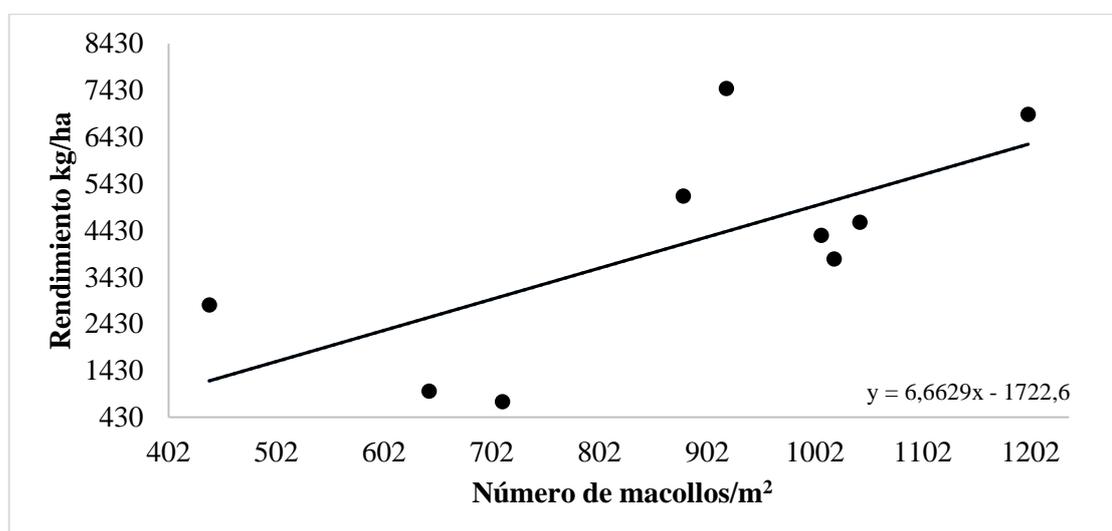


Gráfico 34-34. Diagrama de dispersión y recta de regresión del número de macollos/m² en relación al rendimiento kg/ha en la variedad Andreia.

Para el número de macollos/m² en la variedad Andreia (Gráfico 34-3) presento una baja correlación positiva, la pendiente de la recta indico que el rendimiento kg/ha aumento ligeramente a medida que existió un incremento del número de macollos/m².

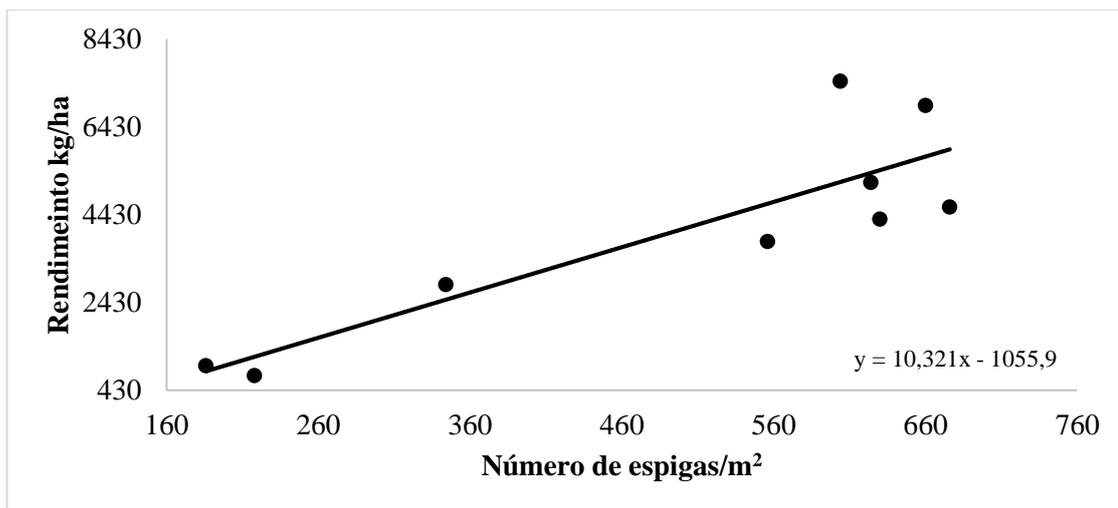


Gráfico 35-35. Diagrama de dispersión y recta de regresión del número de espigas/m² en relación al rendimiento kg/ha en la variedad Andreia.

Para el número de espigas/m² en la variedad Andreia (Gráfico 35-3) presento una alta correlación positiva, la pendiente de la recta indica que el rendimiento kg/ha aumentó notoriamente a medida que existió un incremento del número de espigas/m².

3.2.2. Correlación y Regresión en la variedad INIAP Alfa

El resumen del ANOVA (Tabla 25-3), indica que presentó diferencia significativa para el número de granos/espiga mientras que para las variables de plantas/m², días al embuchamiento, floración, maduración, macollos/m², espigas/m² y peso de 1000 granos no se presentaron diferencias significativas.

Tabla 25-34: Análisis de correlación y regresión lineal de la variedad INIAP Alfa de los componentes del rendimiento (variables independientes) en relación al rendimiento kg/ha.

Componentes del rendimiento variables independientes (Xs)	Coefficiente de Determinación (R ²)	Coefficiente de correlación (r)	Coefficiente de regresión (b) p-valor	SIG.
Plantas/m ²	0	-0,02	0,9539	ns
Días al embuchamiento	0,09	0,3	0,4309	ns
Días a la floración	0,17	-0,41	0,2679	ns
Días a la maduración	0,02	-0,13	0,741	ns
Macollos/m ²	0,15	0,38	0,3114	ns
Espigas/m ²	0,3	0,55	0,1269	ns
Número de granos/espiga	0,46	0,68	0,0436	†
Peso de 1000 granos	0,01	0,11	0,7805	ns

p-valor <0,0001 a <0,01 ** (Altamente significativo); >0,01 a <0,05 † (Significativo); >0,05 ns (No significativo)

Realizado por: Acan, C. 2022.

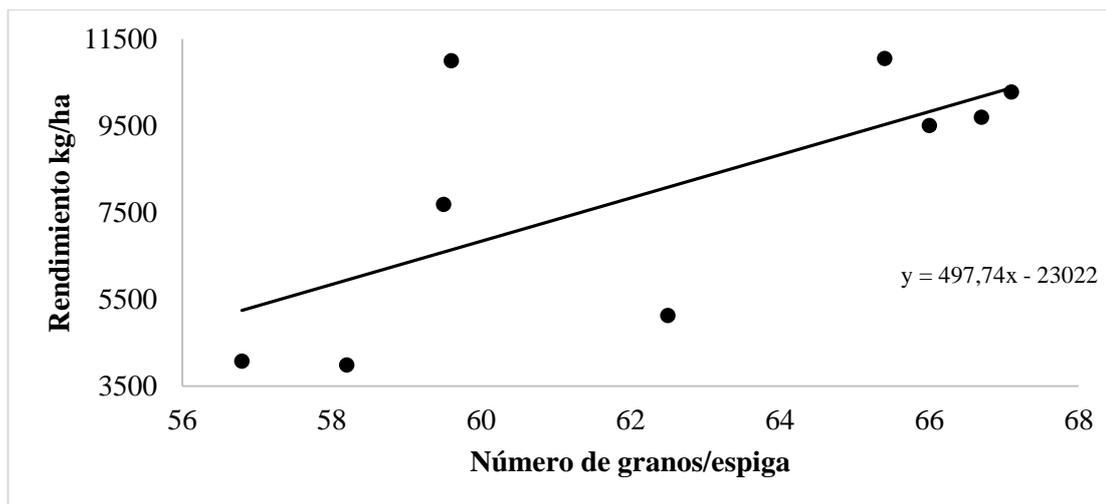


Gráfico 36-36. Diagrama de dispersión y recta de regresión del número de granos/espiga en relación al rendimiento kg/ha en la variedad INIAP Alfa.

Para el número de granos/espiga en la variedad INIAP Alfa (Gráfico 36-3) presento una baja correlación positiva, la pendiente de la recta indico que el rendimiento kg/ha aumento ligeramente a medida que existió un incremento del número de granos/espiga.

3.2.3. Correlación y Regresión en la variedad Cañicapa

El resumen del ANOVA (Tabla 26-3), indica que presento una diferencia significativa para las variables: días al embuchamiento, espigas/m² y peso de 1000 granos y una diferencia altamente significativa para la variable macollos/m² en relación al rendimiento kg/ha, mientras para las variables plantas/m², días a la floración, maduración y peso de 1000 granos no presentaron diferencia significativa.

Tabla 26-35: Análisis de correlación y regresión lineal de la variedad Cañicapa de los componentes del rendimiento (variables independientes) en relación al rendimiento kg/ha.

Componentes del rendimiento variables independientes (Xs)	Coefficiente de Determinación (R ²)	Coefficiente de correlación (r)	Coefficiente de regresión (b) p-valor	SIG.
Plantas/m ²	0	-0,07	0,8577	ns
Días al embuchamiento	0,41	-0,64	0,0627	ns
Días a la floración	0	0,01	0,9794	ns
Días a la maduración	0,09	-0,3	0,4377	ns
Macollos/m ²	0,86	0,93	0,0003	**
Espigas/m ²	0,56	0,75	0,0199	†
Número de granos/espiga	0,38	0,62	0,0777	ns
Peso de 1000 granos	0,42	0,65	0,0605	ns

p-valor <0,0001 a <0,01 ** (Altamente significativo); >0,01 a <0,05 † (Significativo); >0,05 ns (No significativo)

Realizado por: Acan, C. 2022.

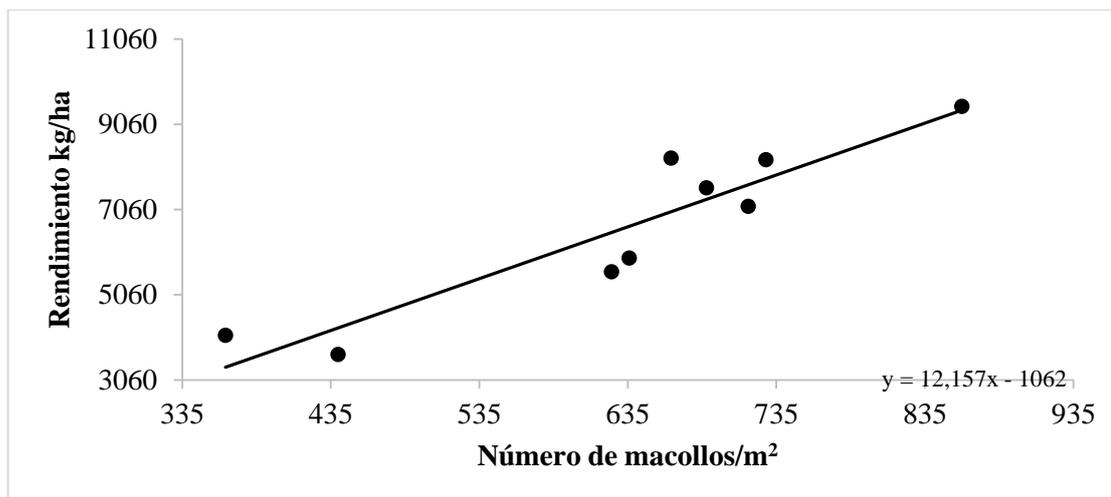


Gráfico 37-37. Diagrama de dispersión y recta de regresión del número de macollos/m² en relación al rendimiento kg/ha en la variedad Cañicapa.

Para el número de macollos/m² en la variedad Cañicapa (Gráfico 37-3) presento una alta correlación positiva, la pendiente de la recta indico que el rendimiento kg/ha aumento notoriamente a medida que existió un incremento del número de macollos/m².

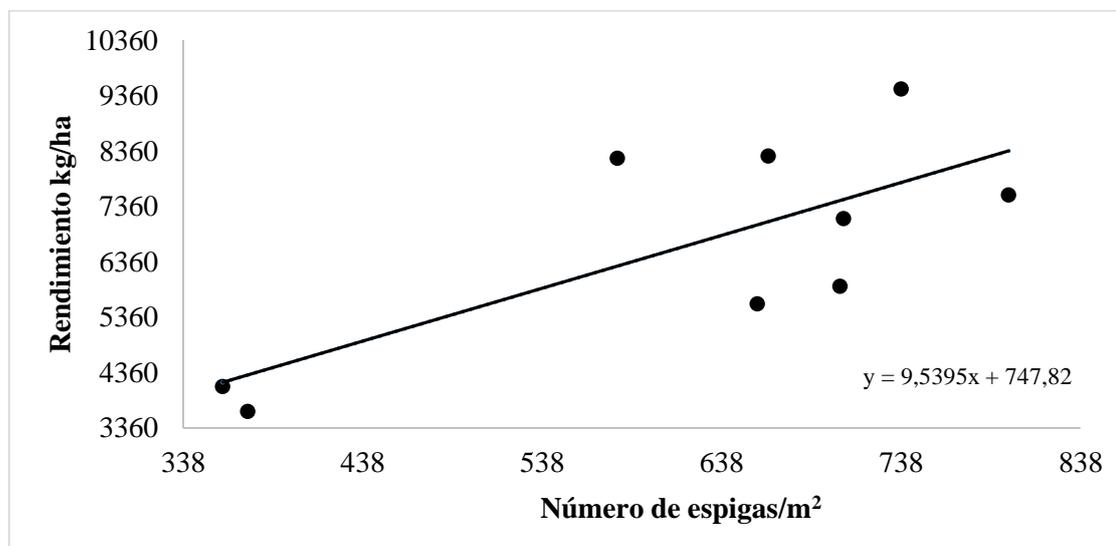


Gráfico 38-38. Diagrama de dispersión y recta de regresión del número de espigas/m² en relación al rendimiento kg/ha en la variedad Cañicapa.

Para el número de espigas/m² en la variedad Cañicapa (Gráfico 38-3) presento una baja correlación positiva, la pendiente de la recta indico que el rendimiento kg/ha aumento ligeramente a medida que existió un incremento del número de espigas/m².

3.3. Óptimo Agrícola

3.3.1. Rendimiento comercial (kg/ha) al 12% de Humedad.

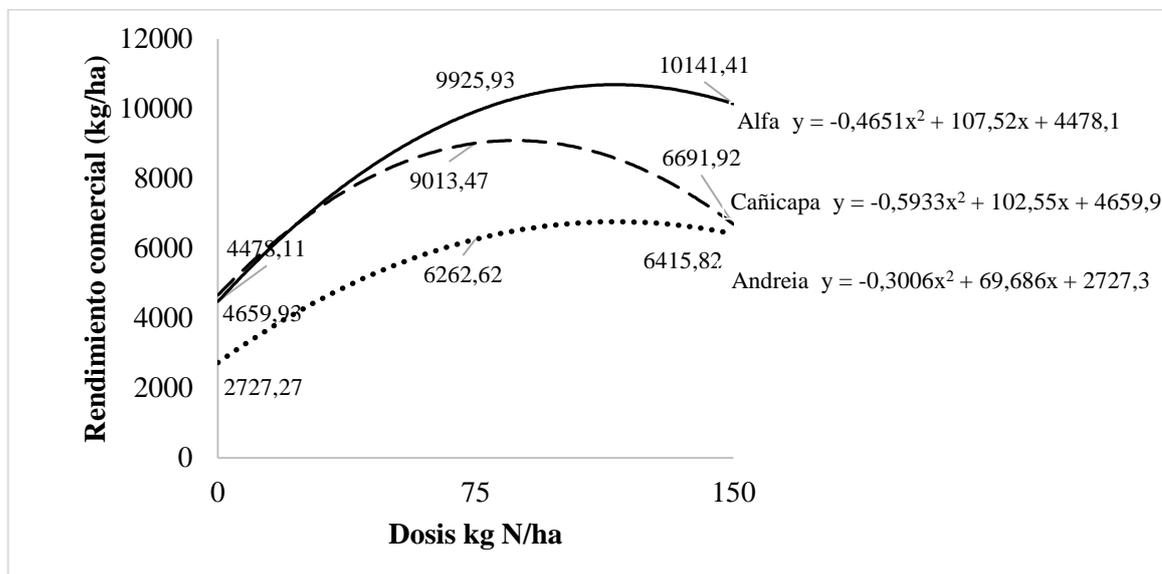


Gráfico 39-39. Diagrama de dispersión de las variedades y la interacción del rendimiento comercial kg/ha y dosis kg N/ha.

Realizado por: Acan, C. 2022.

3.3.2. Optimo agrícola grano comercial (12% de Humedad).

El óptimo agrícola en el rendimiento comercial (Tabla 27-3) para la variedad INIAP Alfa fue con una dosis de 116 kg N/ha obteniendo un rendimiento de 10692 kg/ha, para la variedad Cañicapa su optimo agrícola fue con la dosis de 87 kg N/ha obteniendo un rendimiento de 8991 kg/ha y para la variedad Andreia su optimo agrícola fue con una dosis de 116 kg N/ha obteniendo un rendimiento de 6765 kg/ha.

Tabla 27-36: Dosis kg N/ha óptima para obtener el mejor rendimiento.

Variedades	Ecuación	kg N/ha óptimo (x)	Rendimiento óptimo (y) Mg/ha
INIAP Alfa	$f'(x) = 2 * (-0,4651x) + 107,52$ $y = (-0,4651)(115,61)^2 + 107,52(115,61) + 4478,1$	116	10,7
Cañicapa	$f'(x) = 2 * (-0,5933x) + 102,55$ $y = (-0,5933)(86,90)^2 + 102,55(86,90) + 4659,9$	87	9,0
Andreia	$f'(x) = 2 * (-0,3006x) + 69,686$ $y = (-0,3006)(116,14)^2 + 69,686(116,14) + 2727,3$	116	6,8

Realizado por: Acan, C. 2022.

3.4. Tablas de la Discusión.

3.4.1. Características agronómicas

Tabla 28-37: Características agronómicas de las variedades.

Variedad	Andrea	INIAP Alfa	Cañicapa
Características	Descripción	Descripción	Descripción
Ciclo del cultivo	133	128	139
Días a la emergencia	6	6	5
Días al espigamiento	73	64	66
Días a la floración	89	69	97
Días a la maduración	119	107	116
Rendimiento (t/ha)	5,14	8,18	6,79
Peso de mil granos (g)	47,33	46,54	63,63
Altura de Planta (cm)	63,52	76,12	113,11
Número de macollos	8	4	6
Densidad del grano	Denso	Muy Denso	Denso
Numero de Hileras	2	6	2
Número de granos por espiga	29	62	25
Resistencia a enfermedades:			
Roya de la hoja (<i>Puccinia hordei</i>)	Moderadamente Resistente	Intermedia	Moderadamente Resistente
Carbón negro (<i>Ustilago nuda</i>)	Susceptible	Resistente	Resistente

Realizado por: Acan, C. 2022.

3.4.2. Rendimiento kg/ha en relación con las características agronómicas.

Se ha observado que existe una relación positiva entre el rendimiento kg/ha en relación a los diversos componentes del mismo como el número de espigas, el número de granos por cada espiga y finalmente el peso del grano, no obstante factores genéticos de cada variedad como ambientales pueden afectar el comportamiento de las variedades en relación al rendimiento. El autor (Atei, 2006), menciona que dentro del rendimiento se ha descrito como un aumento en el volumen, en el cual, el número de granos por espiga, el número de espigas por unidad de superficie y el peso de los granos. Un aumento en cualquiera de los tres componentes tendrá un incremento en el rendimiento, mientras que no exista una disminución en los otros dos.

De acuerdo al trabajo realizado y en relación a la (Tabla 28-3) se demostró que la variedad INIAP Alfa predominó en la mayoría de las características agronómicas especialmente en el rendimiento kg/ha y en uno de los componentes del rendimiento como el número de granos por espiga como se muestra en la (Tabla 25-3) que determino que existe una significancia en relación al rendimiento. Esto puede deberse a que la variedad INIAP Alfa al ser una variedad de seis hileras posee una mayor fertilidad en sus espiguillas y por ende favorecen a la formación de una cantidad mayor en el número de granos, que posterior afectará en el aumento del rendimiento, como es el caso contrario de las variedades que solo poseen dos hileras. Como menciona el autor (Aldaba, 2013), con respecto a la fertilidad de las variedades hexásticas están formadas especialmente por tres flores que hacen a las espiguillas completamente fértiles. Otros autores (Rios et al., 2011) señala, que las cebadas de seis hileras presentaron un número mayor de espiguillas formadas obteniendo una cantidad mayor de granos a desarrollarse, en comparación con las de dos hileras que solo se desarrolla la espiguilla intermedia.

Otro factor que influye en la cantidad de granos es la cantidad y disponibilidad de los carbohidratos que favorecen al llenado de los granos, esto concuerda con (Lujan, 2013) que reporto que la disponibilidad de carbohidratos durante la etapa de establecimiento y formación del grano se debe a que es la principal fuente para la determinación del número de granos. Además, el aumento del rendimiento se debe a la cantidad de granos presentes asociado con el crecimiento del cultivo y la disponibilidad de los asimilados producidos en la fotosíntesis.

En cambio, la variedad Cañicapa en la (Tabla 28-3) demostró tener un mayor peso de los granos, esto se debe a que es una variedad de dos hileras la cual posee una menor cantidad en el número de granos y en consecuencia existe una menor competencia en los asimilados, esto concuerda con (Rios et al., 2011) quienes señalan, que las variedades de dos carreras por tener una menor cantidad de granos produce la movilización de los asimilados de reservas del tallo y otros tejidos vegetales

hacia los granos lo cual generan cerca del 30% del peso final del grano. Otro factor es su ciclo de cultivo ya que al ser una variedad tardía las partes verdes que aún no terminan su madurez siguen realizando los procesos fotosintéticos que favorecerán al llenado del grano. (Aldaba, 2013) señala, cuando el grano alcanza su longitud necesaria el grano en formación comienza a engrosar por la aportación de fotosintatos que provienen de las partes verdes que aún son fotosintéticamente activas.

Además, la misma variedad obtuvo una significancia en la cantidad del número de espigas/m² y en el número de macollos/m² teniendo relación con los componentes del rendimiento (Tabla 26-3), claramente se debe a la cantidad de macollos que sobrevivieron hasta comenzar la fase del espigamiento, esto concuerda con (YARA, 2021) que demostró que el número de espigas está determinado por la cantidad de tallos o macollos que se formaron y desarrollaron hasta la etapa final del macollamiento y posterior depende de cuantos sobrevivan hasta la cosecha. Otro factor para la sobrevivencia de las espigas es debido a que los tratamientos durante la etapa de macollamiento se mantuvieron en condiciones hídricas óptimas, como enfatiza el autor (Gonzalez, 2001) que una reducción del número de espigas se debe cuando la planta ha sufrido un estrés en la disponibilidad de agua durante el crecimiento de los tallos produciendo un efecto en la disminución del número de espigas afectando en el rendimiento final del cultivo.

En la variedad Andreia demostró significancia en el análisis de correlación para la cantidad de macollos/m² y en el número de espigas/m² teniendo relación con los componentes del rendimiento (Tabla 24-3), esto se debe a que la variedad presentó la mayor cantidad de macollos/planta (Tabla 28-3) la cual está relacionando con la cantidad total del número de macollos/m², (Pacin et al., 2017) reportó que la variedad Andreia produce un alto contenido de macollos/m², debido a que su genotipo presenta una cantidad mayor de tallos por cada planta registrando valores promedios de 645 hasta 850 macollos/m².

Sin embargo la variedad no predominó en el rendimiento kg/ha esto se debe a que presentó una menor cantidad de espigas/m² como se muestra en el (Gráfico 9-3) esto claramente se puede deber a que la variedad es de dos hileras la cual presentó una baja fertilidad en las florecillas y en consecuencia algunas espigas quedan infértiles afectando al rendimiento final del grano. Los autores (Carillo y Fadua, 2021) enfatizan que las espigas de dos hileras o también denominadas dística pueden tener fertilidad las florecillas laterales pero también pueden resultar ser estériles teniendo consecuencia a los valores finales al momento de la cosecha. Otro factor que afecta a la cantidad de espigas puede deberse a que es una variedad susceptible al ataque del carbón negro (*Ustilago nuda*) como se muestra en la (Tabla 28-3), la cual afecta a la capacidad fotosintética de cada espiga teniendo una relación con el llenado de los mismos. Además el autor (Gasso, 2020) indicó

que el carbon aparece durante el período de la floración y mediante el desarrollo de la espiga afectando a su capacidad fotosintética la cual contribuye a la acumulación de asimilados en los granos y en consecuencia las espigas enfermas son mas precoces dando origen a la espiga carbonuda a comparación que el resto de las plantas sanas.

3.4.3. Efectos del Nitrógeno en el Rendimiento.

El Nitrógeno es el principal nutriente o elemento que es utilizado frecuentemente en el desarrollo del cultivo de cebada, es aprovechado del suelo en forma de nitrato o amonio, sin embargo, la disponibilidad de Nitrógeno en los suelos es muy bajo por lo que se requiere complementar con fertilizantes a base de Nitrógeno y mediante este estudio realizado se puede recomendar el uso de Nitrato de calcio. En efecto la disponibilidad de Nitrógeno en el cultivo de cereales puede limitar o aumentar la producción y por ende un efecto en el rendimiento. Según (Nuñez et al., 2001), mediante estudios realizados con fertilización nitrogenada en cebada determinaron que el aumento de la dosis de Nitrógeno incrementa el rendimiento y de la misma manera la concentración del Nitrógeno y el contenido de proteína en el grano.

En los componentes del rendimiento en el número de espigas/m² tuvieron un efecto positivo a medida que se incrementaba la aplicación de las dosis de Nitrógeno se incrementó la cantidad de espigas/m² como se observa en el (Gráfico 10-3), esto puede deberse a la cantidad de macollos que se formaron y sobrevivieron hasta que las espigas se desarrollaron completamente debido al efecto de la fertilización nitrogenada. Estudios reportados por (YARA, 2021) especifica el número de espigas está determinado por la cantidad de macollos que se mantuvieron hasta la etapa final de la floración y que de esta depende de la cantidad de espigas que sobrevivan hasta que alcance su madurez fisiológica. En la investigación realizada por (Contreras et al., 2015), la incorporación de Nitrógeno produjo una mayor cantidad de tallos y una mayor área foliar afectando posterior al rendimiento.

Para el número de granos por espiga se demostró que a mayor cantidad de dosis de Nitrógeno como se observa en el (Gráfico 13-3) mayor se obtuvo el número de granos, esto puede deberse que la fertilización nitrogenada suministrada a tempranas etapas a partir de la etapa de macollamiento favorecerá en la fertilidad de las espiguillas de cada espiga promoviendo una mayor cantidad de granos por cada espiga, esto concuerda con (Garcia, 2004) el aporte de Nitrógeno actúa en el número de espiguillas por espiga y en el número de flores fértiles por espiguilla, cuando se ha suministrado Nitrógeno en el suelo a mediados de la etapa del macollamiento el desarrollo de las flores es mayor el cual va relacionado con la etapa del embuchamiento debido a

que comienza la formación de la espiga pero aún no ha emergido, además comienza la formación del polen siendo esta la etapa óptima para la fertilización de las flores y la producción de granos.

En el peso del grano en relación a la dosificación de Nitrógeno demostró tener un mayor peso debido a que el Nitrógeno es absorbido por las raíces y posterior se unirán con los asimilados elaborados por las partes verdes de la planta, movilizándose hacia el interior del grano formando una gran cantidad de proteína que posterior afectara en el peso de cada grano. En efecto como señalan (Perdomo y Barbazan, 2000) que el Nitrógeno es muy móvil en la planta se puede redistribuir a todas sus partes. A medida que la planta llega a su madurez fisiológica las partes vegetativas continúan con la actividad fotosintética produciendo carbohidratos la cual pueden acumularse y parte de estos carbohidratos se combinan con el Nitrógeno que se absorbido dando lugar a las proteínas. Como resultado de una alta disponibilidad de Nitrógeno aumenta el contenido de proteína del grano y por ende provoca un bajo rendimiento del grano.

3.4.4. Plantas/m² o porcentaje de sobrevivencia.

Para las plantas/m² o el porcentaje de sobrevivencia se demostró significancia en la variedad de INIAP Alfa, esto puede deberse a que la variedad posee alta capacidad germinativa y existe una adaptabilidad a cualquiera condición de temperatura y humedad para el desarrollo de las plantas, esto coincide con la investigación de (Ponce et al., 2021) que la variedad INIAP Alfa tiene una capacidad de germinación del 98% y un mejor grado de adaptabilidad del genotipo en todos los ambientes. Otro factor puede deberse a la fertilización nitrogenada la cual actúa desde la emergencia de la planta favoreciendo al desarrollo de las plantas. Según (García, 2004) detalla que los requerimientos de Nitrógeno desde la emergencia hasta que comienza la etapa de macollamiento son muy satisfechos una adecuada disponibilidad en esta etapa favorece el desarrollo y vigor de las plantas y se ha demostrado que una escasa disponibilidad hay un lento crecimiento afectando de forma negativa el desarrollo del cultivo.

3.4.5. Relación del nitrógeno con el contenido de clorofila.

El contenido de clorofila permite relacionar entre la cantidad de Nitrógeno y el grado de verdor que existe en la concentración de la clorofila, de manera que si existió una suministración alta de Nitrógeno en relación a la clorofila pudo realizar los procesos metabólicos sin dificultad como el proceso de la fotosíntesis con el fin de otorgar un verdor más intenso en las hojas y en los tallos. Como menciona los autores (Rincon et al., 2019) que la cantidad de Nitrógeno suministrada en la planta es esencial para la formación de la clorofila ya que forma parte del anillo tetrapirrólico la cual conforma la estructura de la porfirina, siendo la clorofila el encargado de producir la fotosíntesis dando una apariencia más verdosa en las partes vegetativas de cada planta. Como

enfatisa los autores (Ribeiro et al., 2015) que a medida que se aumenta la fertilización nitrogenada mayor será la eficacia fotosintética de la planta y consecuentemente se elevará los valores del contenido de clorofila.

Además (García, 2004), en su investigación afirma que las hojas que presentaron un color verde intenso está principalmente relacionado con los valores altos en las lecturas del contenido de clorofila, en cambio las hojas que presentaron una tonalidad amarillenta presentaron un valor mínimo en las lecturas de la medición del contenido clorofila.

3.4.6. Efectos del Nitrógeno en relación al óptimo agrícola

Se ha demostrado que el Nitrógeno es uno de los componentes más importantes debido a que se obtienen altos rendimientos, por ende, se propuso evaluar la mejor dosis de fertilización nitrogenada en cebada al obtener favorables rendimientos con dosis óptimas y así minimizar los costos en la aplicación de fertilizantes. Esta información se presenta en la (Tabla 27-3) como se observa el rendimiento disminuye a medida que se incrementa la dosis de Nitrógeno, por esta razón se utilizó un método gráfico para encontrar la eficiencia del Nitrógeno en el punto que empieza a decrecer la curva como se presenta en el (Gráfico 39-3). Los autores (Gutiérrez et al., 2018) mencionan que la eficiencia del Nitrógeno sigue una curva conocida como curva de rendimientos, esta curva demuestra el efecto del Nitrógeno con el efecto productivo conseguido con diferentes niveles de fertilización obteniendo niveles de fertilizantes progresivamente menores, llegando a un punto en que las dosis mayores producen rendimientos bajos.

CONCLUSIONES

La variedad que presentó mejores rendimientos fue la variedad INIAP Alfa con las dosis de 150 y 75 kg N/ha obteniendo rendimientos de 10,14 y 9,92 t/ha, de igual manera predominó en el número de granos por espiga con una cantidad de 62 granos afectando al aumento en el rendimiento, en el número de plantas/m² la misma variedad presentó la mayor cantidad con un total de 255 plantas y en las lecturas del medidor de clorofila obtuvo un promedio de 535,67 de contenido de clorofila obteniendo un alto contenido de Nitrógeno.

En cambio, a las variables del número de espigas/m² y el peso del grano la variedad predominante fue Cañicapa con la dosis de 150 kg N/ha se obtuvo una cantidad 626 espigas/m² y con la dosis de 75 kg N/ha se obtuvo una cantidad de 578 espigas/m² y un peso de 1000 granos de 54,87 gramos. Mientras las variables como el número de macollos/m² y la cantidad de macollos/planta la variedad predominante fue la variedad Andreia con las dosis de 150 kg N/ha se obtuvo una cantidad 733 espigas/ m² presentando 7,18 macollos/planta y con la dosis de 75 kg N/ha se obtuvo una cantidad de 732 espigas/m² con un promedio de 6,54 macollos/planta.

Mediante la relación de las dosis de Nitrógeno con el rendimiento comercial se procedió a obtener el óptimo agrícola para cada variedad con su dosis óptimas de Nitrógeno y su rendimiento correspondiente, en la variedad INIAP Alfa su dosis óptima de la fertilización nitrogenada fue de 116 kg N/ha obteniendo un rendimiento óptimo de 10,7 Mg/ha, en el caso de la variedad Cañicapa su dosis óptima de Nitrógeno fue de 87 kg N/ha obteniendo un rendimiento óptimo esperado de 9,0 Mg/ha mientras en la variedad Andreia su dosis óptima fue de 116 kg N/ha con el fin de obtener un rendimiento de 6,8 Mg/ha.

Con las características que presentaron las variedades tanto agronómicas como morfológicas durante todo el ciclo, se elaboró una ficha destacando algunas como: ciclo de cultivo la cual la variedad INIAP ALFA fue la más temprana con 128 días además presentó la mayor cantidad de granos por espiga con un promedio de 62 granos la cual afectó a su rendimiento obteniendo un promedio 8,18 t/ha, en el peso de 1000 granos la variedad que predominó fue Cañicapa con un peso con 63,63 gramos igualmente en la altura siendo la variedad más alta con 113,11 cm, mientras que la variedad Andreia obtuvo el mayor número de macollos/planta alrededor de 8 macollos y con una cantidad de número de granos/espiga de 29 granos.

RECOMENDACIONES

Mediante las características agronómicas determinadas en este estudio se recomienda que la variedad INIAP Alfa sea cultivada en la provincia de Chimborazo debido a sus altos índices de rendimientos.

Determinar el contenido de proteína de la variedad maltera Andreia con el fin de analizar si se encuentra dentro del rango óptimo de proteína para que se adjunte en el proceso de malteado.

Aplicar las dosis obtenidas en el óptimo agrícola para alcanzar máximos rendimientos a dosis adecuadas de Nitrógeno para reducir los costos de los agricultores que se dediquen a la siembra de cebada.

GLOSARIO

Fertilización: Aportación de los nutrientes que el cultivo necesita para aumentar de manera significativa la productividad en cantidad y calidad, es decir, mejora las carencias de micronutrientes para aumentar la rentabilidad (Nuñez et al., 2001).

Macollamiento: Etapa fisiológica o de desarrollo de un cultivo, en la que se obtienen de una misma cepa o planta varios tallos, los cuales con un manejo alcanzan la madurez fisiológica (Ubaque, 2019, p. 9).

Espiguilla: Pequeña espiga comúnmente encontradas en las gramíneas que consta de dos brácteas basales o denominadas glumas además de una escama exterior denominada lema y un interior (pálea) alrededor de cada flor (Rios et al., 2011).

Rendimiento: Denominado también como productividad agrícola o producción agrícola es una medida de la cantidad que se ha cultivado por una unidad de superficie en el suelo (Aldaba, 2013).

N-Tester: Herramienta portátil que facilita las tomas de mediciones rápidas y fáciles en un cultivo en pleno desarrollo para establecer los requerimientos exactos de Nitrógeno (YARA, 2021).

Clorofila: Pigmento fotosintético especialmente de los vegetales que otorga el color verde presente en las plantas, son moléculas responsables de la transformación de la energía lumínica otorgada por el sol a energía química (Lujan, 2013).

BIBLIOGRAFIA

AGROINTREGA. *Guía de Protección Integrada: Cebada.* [blog]. [Consulta: 26 de Junio de 2021.] Disponible en: https://www.agrointegra.eu/images/pdfs/GuadeProteccionIntegrada_CEBADA.pdf.

ALBAN, Daniela; CAVACHE, Marcelo & GAROFALO, Javier. "Absorción de Nitrógeno durante el desarrollo del cultivo de cebada maltera (*Hordeum vulgare L.*)" Variedad metcalfe. Alfa Investigación en ciencias Agronómicas y Veterinarias, [en línea] 2018, Imbabura 6(2). pp. 169-179 [Consulta: 25 de Marzo de 2022.] Disponible en: <https://revistaalfa.org>.

ALDABA, Gabriela. Identificación de líneas mutantes de cebada con valor agronómico y calidad en una población Ms de la variedad una - La Molina 96 desarrollada con irradiación gamma. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional Agraria la Molina, Agronomía, Lima. 2013. pp. 8-11 [Consulta: 25 de Marzo de 2022.] Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1497/t006821.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

ARIAS, Gerardo. *Mejoramiento Genético y Producción de Cebada Cervecera en America del Sur.* [En línea] 1995. [Consulta: 15 de Diciembre de 2021.] Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/45923>.

ATAEI, Masoud. "Path analysis of barley (*Hordeum vulgare L.*) yield". [En línea], 2006, (Ankara) 12(3). pp. 2-5 [Consulta: 25 de Marzo de 2022.] Disponible en: <https://app.trdizin.gov.tr/publication/paper/detail/TmpJM01UTXo>.

BOGA, Laureano. *La nutrición de cebada cervecera en Argentina: Mejores prácticas de manejo de la fertilización.* [En línea] Junio de 2014. [Consulta: 25 de Enero de 2022.] Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ialacs.nsf/0/B247876EA84275B385257CE9007C23F7/\\$FILE/19.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialacs.nsf/0/B247876EA84275B385257CE9007C23F7/$FILE/19.pdf).

BOX, Mateo. *Prontuario de agricultura.* Barcelona-Madrid : Mundi-Prensa, 2005, pp.144-167

CARILLO, Fabian & FADUA, Elizabeth. "Caracterización agronómica de 16 variedades de cebada maltera realizadas en el centro experimenta Tunshi". Polo del Conocimiento [En línea] 2021, (Riobamba) 6(1). pp. 637-655 [Consulta: 25 de Marzo de 2022.] Disponible en: <https://redib.org>.

CERVERCIA NACIONAL. *Cerveceria Nacional Ecuador*. [blog]. Guayaquil, 2018. [Consulta: 20 de Junio de 2021.] Disponible en: <https://www.cervecerianacional.ec>.

CIMMYT. *Manual de metodología sobre las enfermedades de los cereales*. Mexico, 2007. [Consulta: 25 de Junio de 2021.], pp. 20-21.

CONTRERAS, Raul; DUARTE, Ruben & CAZARES, Jesus. "Nitrógeno en trigo y su efecto en el rendimiento y en la concentración de nitratos y potasio en el extracto celular de tallo". *SciELO* [En línea] 26 de Agosto de 2015, (Mexico) 26(5). [Consulta: 25 de Marzo de 2022.] Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-62662016000500048.

CORONEL, Jorge & JIMENEZ, Carlos. *Guía práctica para los productores de cebada de la sierra sur*. [En línea] 2011. [Consulta: 25 de Junio de 2021.] Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1106/1/404.PDF>.

ESPINOSA, Katherine. *Gestión Digital*. [blog] 25 de Julio de 2018. [Consulta: 20 de Junio de 2021.] Disponible en: <https://revistagestion.ec/economia-y-finanzas-analisis/el-pais-produce-mas-cebada-y-cada-vez-mejor-cerveza>.

FALCONI, Esteban; et al. "El cultivo de cebada: Guía para la producción artesanal de semilla de calidad". *INIAP Programa de cereales Estación Experimental Santa Catalina*, n° 390 (2010), (Ecuador) pp. 1-14.

FAO. *Los fertilizantes y su uso*. [En línea] 4ª ed. Paris: Persa, 2002. [Consulta: 20 de Diciembre de 2021.] Disponible en: <https://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf>

FERRARIS, Gustavo. *Fertilización en cebada cervecera: Herramientas de manejo para balancear el rendimiento y la calidad en una secuencia de doble cultivo*. [En línea] 2007. [Consulta: 25 de Enero de 2022.] Disponible en: [http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/f8b97d9fdafd5f510325790300536221/\\$FILE/FERRARIS%20%20FERTILIZACION%20EN%20CEBADA%20CERVECERA.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/f8b97d9fdafd5f510325790300536221/$FILE/FERRARIS%20%20FERTILIZACION%20EN%20CEBADA%20CERVECERA.pdf).

GARCIA, Adriana. *Manejo de la fertilización con Nitrógeno en trigo y cebada y su interacción con otras prácticas agronómicas*. [En línea] Montevideo-Uruguay : RUSCONI, 2004. [Consulta: 25 de Enero de 2022.] Disponible en: <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219240807141622.pdf>.

GASSO, Astiz. *Ustilago nuda en cebada y Ustilago bullata en cebadilla criolla.* [En línea] 2020. [Consulta: 25 de Marzo de 2022.] Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=KeF3QV6cTRk&t=4593s>.

GONZALEZ, Agueda. *Estudio de caracteres fenológicos, agronómicos, morfológicos y fisiológicos en relación con la tolerancia al estrés hídrico en cebada.* [En línea] (Trabajo de Doctorado). Universidad Complutense de Madrid, Ciencias Biológicas, Madrid. 2001. pp. 26-34 [Consulta: 25 de Marzo de 2022.] Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/19709634.pdf>.

GUILLERMO, A; & GARCIA, F. *Manual del trigo.* [En línea] Octubre de 2017. [Consulta: 10 de Septiembre de 2021.] Disponible en: [http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/9f61f86f928f631e0325830e006c3082/\\$FILE/Manual%20de%20Trigo%20Anexos.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/9f61f86f928f631e0325830e006c3082/$FILE/Manual%20de%20Trigo%20Anexos.pdf).

GUTIERREZ, Francisco; et al. "Evaluación de dosis de nitrógeno sobre la acumulación de biomasa, composición bromatológica y eficiencia de uso en avena forrajera (*Avena sativa*)". [En línea], 2018 (Ecuador) 5(1), pp. 72-77. [Consulta: 25 de Marzo de 2022.] Disponible en: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/1428>

HOFFMAN. *Propuesta para el manejo del Nitrógeno en cultivos de invierno.* [En línea] 2001. [Consulta: 21 de Junio de 2021.] Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/D94914332DFCFA658525798400580E8A/\\$FILE/13.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/D94914332DFCFA658525798400580E8A/$FILE/13.pdf).

INIAP. *Programa de cereales.* [En línea] 2014. [Consulta: 25 de Junio de 2019.] Disponible en: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rcebada>.

LAMOTHE, Adriana. *Manejo del Nitrogeno para aumentar la productividad en trigo y cebada* [En línea] Montevideo-Uruguay: INIA, 1994 [Consulta: 22 de Junio de 2021.] Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2960/1/15630231007160012.pdf>.

LOPEZ, Luis. *Tecnico agricola.* [En línea] Mayo 2 de 2013. [Consulta: 1 de Noviembre de 2021.] Disponible en: <https://www.tecnicoagricola.es/abonado-de-los-cereales-trigo-y-cebada/>.

LUJAN, Maria. Contribución de la fotosíntesis de la espiga al rendimiento de trigo en condiciones limitadas por la disponibilidad de asimilados post-antesis. [En línea] (Trabajo de titulación). (Doctorado) Universidad Nacional de la Plata, Ciencias Naturales y Museo, Argentina. 2013. pp. 23-30. [Consulta: 22 de Junio de 2021.] Disponible en:

http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/31241/Documento_completo___pdf?sequence=1&isAllowed=y.

LUNA, Elvia. Respuesta de tres fungicidas en el control de la roya en cebada variedades malteras [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica del Norte, Ciencias Agropecuarias, Ibarra. 2014. pp. 38-42. [Consulta: 22 de Junio de 2021.] Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4312/1/03%20AGP%20178%20TESIS.pdf>.

NUÑEZ, Vera; CABRERA, Grageda & CISNEROS, Vuelvas. "Absorción de Nitrógeno por el cultivo de cebada en relación con la disponibilidad de agua en el bajío". TERRA Latinoamericana [En línea], 2001. (México) 20(1), pp. 57-64. [Consulta: 25 de Marzo de 2022.] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/573/57320110.pdf>.

PACIN, Juan; GIORNO, Agustin & MIRALLES, Daniel. *Cultivos de Invierno*. GEASO. [En línea] 28 de Abril de 2017. [Consulta: 20 de Enero de 2022.] Disponible en: <https://www.creasudoeste.org.ar/wp-content/uploads/2017/05/JAT-Fina-Miralles-Pacin-Giorno.pdf>.

PERDOMO, Carlos & BARBAZAN, Monica. *Nitrógeno*. [En línea]. Área de Suelos y Aguas, 2000. [Consulta: 25 de Marzo de 2022.] Disponible en: <http://www.fagro.edu.uy/fertilidad/publica/Tomo%20N.pdf>.

PEREZ, Juan. Blogspot. [En línea] 3 de Junio de 2010. [Consulta: 25 de Junio de 2021.] Disponible en: <http://lacebada10.blogspot.com/2010/06/morfologia-y-taxonomia-de-la-cebada.html>.

POLISGUA, Jessica Elizabeth & CALDERON, Fabian Alexander. Creación de una planta química para la producción de fertilizante de nitrato de calcio. [En línea] (Trabajo de titulación). (Economista) Escuela Superior Politécnica del Litoral, Economía, Guayaquil. 2003. pp. 5-10. [Consulta: 11 de Noviembre de 2021.] Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3661/1/6188.pdf>.

PONCE, Luis; et al. *Cebada maltera para la Sierra ecuatoriana*. [En línea] 26 de Marzo de 2021. [Consulta: 21 de Diciembre de 2021.] Disponible en: [file://Ficha%20t%C3%A9cnica%20INIAP-Alfa%202021%20\(1\)%20\(1\).pdf](file://Ficha%20t%C3%A9cnica%20INIAP-Alfa%202021%20(1)%20(1).pdf).

RIBEIRO, Antonio; et al. "Índice SPAD en el crecimiento y desarrollo de plantas en función de diferentes dosis de Nitrógeno". Indesia [En línea], 2015, (Chile) 33(2). pp. 97-105 [Consulta:

20 de Enero de 2022.] Disponible en:
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292015000200012.

RINCON, Alvaro; et al. "Estimación de la concentración de clorofila y su relación con la concentración de proteína cruda en tres especies de Pasto". *Tropical Grasslands* [En línea] 14 de Mayo de 2019, (Colombia) 7(5). pp. 533-537 [Consulta: 25 de Enero de 2022.] Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/337717416>.

RIOS, Diana; BRITTO, Rodrigo & DELGADO, Hernando. "Evaluación del rendimiento y sus componentes en genotipos de cebada diferenciados por su tipo de espiga y grano". *UDCA Actualidad y Divulgación Científica* [En línea] 2011, (Colombia) 14(2). pp.55-61 [Consulta: 23 de Marzo de 2022.] Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v14n2/v14n2a06.pdf>.

RIVADENEIRA, Miguel; et al. "Guía práctica para los agricultores cebaderos de la sierra ecuatoriana". INIAP [En línea] 2003, (Ecuador) (198). pp. 1-4 [Consulta: 11 de Noviembre de 2021.] Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2588>.

RODRIGUEZ, Geovanny. Estudio de la variabilidad fisiológica de la roya amarilla de la cebada en 5 provincias de la sierra e identificación de posibles fuentes de resistencia en germoplasma de cebada del INIAP. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica de Cotopaxi, Ciencias Agropecuarias, Ambientales y Veterinarias, Agromomía. Latacunga. 2007. pp. 1-7 [Consulta: 25 de Junio de 2021.] Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/880>.

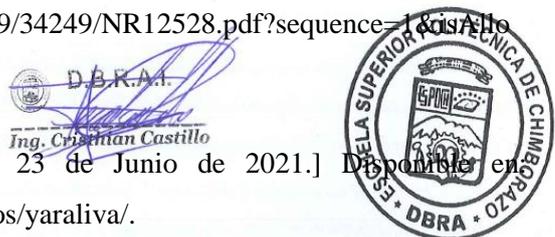
SISA. INASTE. [blog]. Argentina: 2020. [Consulta: 25 de Enero de 2022.] Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe_cebada2020.pdf.

UBAQUE, Taylor. *Manual del cultivo de cebada cervecera*. Bogota : Bavaria, 2019. pp. 6-24.

USDA. *National Genetic Resources Program*. [En línea] 2020. [Consulta: 26 de Junio de 2021.] Disponible en: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/desc.pl?1004>.

VENEGAS, Cesar. *Uso de escalas de desarrollo y grados-dias para determinar estados de desarrollo en cereales*. [En línea] 1989. [Consulta: 25 de Junio de 2021.] Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/34249/NR12528.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

YARA. *YaraLiva*. [En línea] 2021. [Consulta: 23 de Junio de 2021.] Disponible en: <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/productos/yaraliva/>.



ANEXOS

ANEXO A: MAPEO DEL ÁREA DE ENSAYO LOCALIZADO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI.

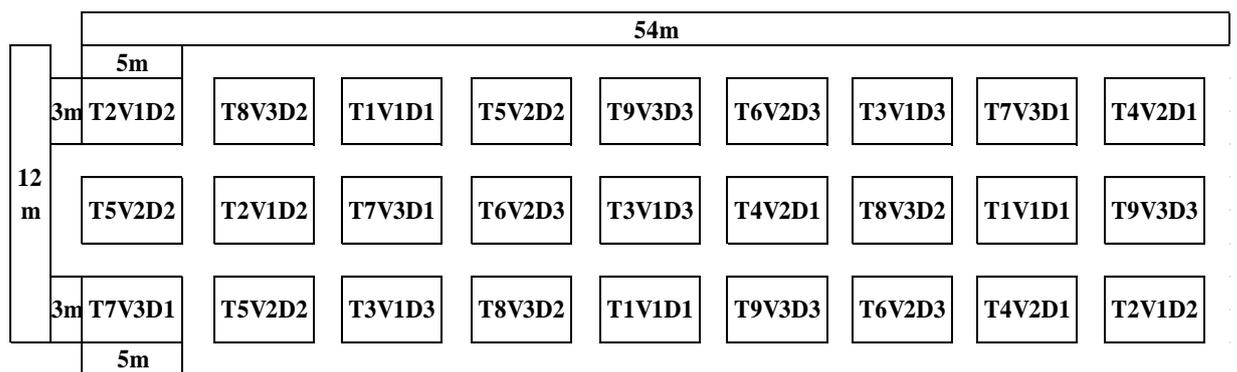
LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO



Fuente: Google Earth
Sistema de coordenadas: WGS84_UTM_ZONA17S
Autor: Cristian Acan

Realizado por: Acan, C. 2022.

ANEXO B: DIMENSIONES DEL ÁREA DE ENSAYO CON SUS RESPECTIVOS TRATAMIENTOS.



Realizado por: Acan, C. 2022.

Orden y código de los tratamientos

T1V1D1	T2V1D2	T3V1D3	T4V2D1	T5V2D2	T6V2D3	T7V3D1	T8V3D2	T9V3D3
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Realizado por: Acan, C. 2022.

ANEXO D: CALENDARIO AGRÍCOLA PARA EL CICLO DE CEBADA MALTERA.

Actividades	Días	Semanas	Etapa
Preparación del Terreno	5-9	1 semana (Mayo)	
Siembra cebada	11	2 semana (Mayo)	
Primer riego	13	2 semana (Mayo)	Germinación
Aplicación de Nitrato de Calcio	24	4 semana (Mayo)	Emergencia (4 hojas desplegadas)
Segundo riego	25	4 semana (Mayo)	Emergencia (4 hojas desplegadas)
Control de Malezas	10	2 semana (Junio)	Macollaje
Control Fitosanitario	17	3 semana (Junio)	Macollaje
Manejo de Plagas	21	3 semana (Junio)	Macollaje
Tercer Riego	5	1 semana (Julio)	Embuche
Control de malezas	2	1 semana (Agosto)	Espigadura
Manejo de plagas	9	1 semana (Agosto)	Espigadura
Cuarto Riego	11	2 semana (Agosto)	Inicio de antesis
Control Fitosanitario	23	4 semana (Agosto)	Desarrollo Lechoso
Cosecha	25	4 semana (Octubre)	Madurez

Realizado por: Acan, C. 2022.

ANEXO E: PREPARACIÓN DEL TERRENO CON ARADO Y RASTRA.



ANEXO F: LOTIZACIÓN Y LIMPIEZA DEL ÁREA DE ENSAYO.



ANEXO G: DESINFECCIÓN DE LA SEMILLA.



ANEXO H: DISTRIBUCIÓN DE LA SEMILLA PARA CADA TRATAMIENTO.



ANEXO I: SIEMBRA A CHORRO CONTINUO O A HILERA.



ANEXO J: PESAJE DEL FERTILIZANTE DE ACUERDO A LA DOSIS ESTABLECIDA.



ANEXO K: TRATAMIENTOS ESTABLECIDOS EN EL ENSAYO



ANEXO L: MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE CLOROFILA CON EL MEDIDOR YARA N-TESTER.



ANEXO M: CONTEO DEL NÚMERO DE MACOLLOS POR CADA PLANTA.



ANEXO N: ETAPA DE EMBUCHAMIENTO EN LA CEBADA.



ANEXO O: INICIO DE LA FLORACIÓN EN LA VARIEDAD ANDREIA.



ANEXO P: INICIO DEL ESPIGAMIENTO DE LA VARIEDAD ALFA.



ANEXO Q: INICIO DE LA ETAPA DE MADURACIÓN EN LOS TRATAMIENTOS.



ANEXO R: CONTEO DE LA CANTIDAD DE ESPIGAS PRESENTES EN CADA PLANTA.



ANEXO S: MEDICIÓN DE LA ALTURA CON LA AYUDA DE UN FLEXÓMETRO.



ANEXO T: ESPIGAS MADURAS DE LAS VARIEDADES CAÑICAPA, INIAP ALFA Y ANDREIA



ANEXO U: MEDICIÓN DE LA LONGITUD DE LA ESPIGA UTILIZANDO UN CALIBRADOR DIGITAL.



ANEXO V: COSECHA DE LOS TRATAMIENTOS DE MANERA MANUAL.



ANEXO W: TRILLADA MECANIZADA DE CADA TRATAMIENTO.



ANEXO X: SEPARACIÓN DE GRANO FINO Y GRANO GRUESO UTILIZANDO UN TAMIZ DE 2,5MM



ANEXO Y: COLOCACIÓN DE LA SEMILLA EN EL HORNO PARA OBTENER UNA HUMEDAD ESTÁNDAR



ANEXO Z: CONTEO Y PESO DE 1000 GRANOS DE CADA TRATAMIENTO.





epoch

**Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 14 / 07 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Cristian Santiago Acan Sangucho
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Agronomía
Título a optar: Ingeniero Agrónomo
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz


Ing. Cristian Castillo



1279-DBRA-UTP-2022