

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**INFLUENCIA DE LA DEFOLIACIÓN EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO
DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.).**

TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por la bachiller:

ESTHER CHÁVEZ CHILÓN

ASESORES

Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez
Ing.Agr.Dr. Toribio Nolberto Tejada Campos

CAJAMARCA – PERÚ


2025



CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. **Investigador:** Esther Chávez Chilón
DNI: 71973647
Escuela Profesional/Unidad UNC: Agronomía
2. **Asesor:** Dr. Manuel Salomón Roncal Ordoñez
3. **Facultad/Unidad UNC:** Ciencias Agrarias
4. **Grado académico o título profesional:**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
5. **Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
6. **Título de Trabajo de Investigación:** INFLUENCIA DE LA DEFOLIACIÓN EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE QUINUA (*Chenopodium quínoa* Willd.).
7. **Fecha de evaluación:** 08/01/2025
8. **Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
9. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 13 %
10. **Código Documento:** oid:3117:419777248
11. **Resultado de la Evaluación de Similitud:** 13 %
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 08/01/2025

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 Dr. Manuel Salomón Roncal Ordoñez DNI: 26714181

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica

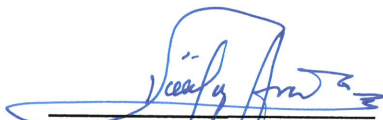


ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los tres días del mes de enero del año dos mil veinticinco, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 585-2024-FCA-UNC, de fecha 18 de noviembre del 2024**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: "**INFLUENCIA DE LA DEFOLIACIÓN EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.)**", realizada por la Bachiller **ESTHER CHÁVEZ CHILÓN** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las diecisiete horas y diez minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las dieciocho horas y diez minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.



Dr. Víctor Vasquez Arce
PRESIDENTE



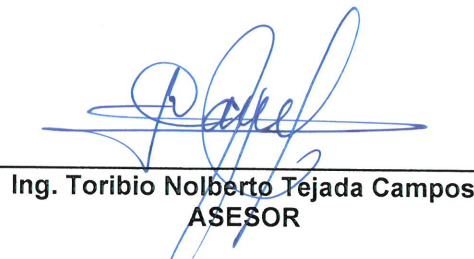
Ing. Alonso Vela Ahumada
SECRETARIO



Ing. Mg. Sc. Jhon Anthony Vergara Copacandori
VOCAL



Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez
ASESOR



Ing. Toribio Nolberto Tejada Campos
ASESOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por su bendición, sabiduría, y las oportunidades que me ha permitido aprovechar a lo largo de mi vida.

A mis padres, Santos y Juana, por su amor, apoyo y enseñanzas, que han sido la base de mis valores y principios.

A mis hermanos, Rosa, Ofelia y Wilson, por su respaldo moral y económico, y por su cuidado y protección.

Y a mis sobrinos, Katherine, Luana, Briam y Allen, cuyas risas y alegrías me llenan de felicidad, recordándome que la vida es un constante proceso de crecimiento y superación.

Esther Chávez Chilón

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Cajamarca y a la plana docente de la E.A.P. de Agronomía, por guiarme, instruirme y compartir sus conocimientos científicos, permitiéndome desarrollarme como una profesional exitosa.

Con especial gratitud y reconocimiento, agradezco a mis asesores de tesis, el Dr. Manuel Salomón Roncal Ordoñez, Jefe del Departamento de Fitopatología de la Universidad Nacional de Cajamarca, y el Ing. Agr. Dr. Toribio Nolberto Tejada Campos, Responsable del Programa Nacional de Cereales, Granos Andinos y Leguminosas de la Estación Experimental Agraria Baños del Inca. Su valioso tiempo, apoyo constante, capacidad de análisis, opiniones constructivas y revisiones oportunas han sido fundamentales para la dirección y culminación de esta investigación.

A mi familia, por su apoyo moral y sus valiosos consejos, que me han dado la fuerza necesaria para alcanzar este objetivo.

A mis compañeros de clase, especialmente a Luz Requelme, por haber compartido conmigo tantos años de vivencias, anécdotas, trabajos, viajes y momentos inolvidables.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra manera, han contribuido a este proceso de investigación.

Esther Chávez Chilón

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
INDICE GENERAL	4
LISTA DE TABLAS.....	8
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE ANEXOS	11
RESUMEN	12
ABSTRACT.....	13
CAPÍTULO I.....	14
INTRODUCCIÓN	14
1.1 OBJETIVOS	15
<i>1.1.1 Objetivo general.....</i>	<i>15</i>
<i>1.1.2 Objetivos específicos.....</i>	<i>15</i>
CAPÍTULO II	16
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 ANTECEDENTES	16
2.2 MARCO TEÓRICO.....	19
<i>2.2.1 Origen de la quinua</i>	<i>19</i>
<i>2.2.2 Taxonomía.....</i>	<i>19</i>
<i>2.2.3 Morfología de la planta</i>	<i>19</i>
a. Raíz	19
b. Tallo	20
c. Hojas	21
d. Inflorescencia	21
e. Flores.....	22

f. Fruto.....	5
g. Semilla	23
2.2.4 <i>Etapas fenológicas</i>	24
2.2.5 <i>Variedades de quinua</i>	24
a. Blanca de Junín	26
b. Inía 437 “Roja del Norte”	26
2.2.6 <i>Enfermedad más común en el cultivo</i>	26
a. Mildiu	26
2.2.7 <i>Importancia de las hojas en el rendimiento</i>	28
a. Maíz.....	29
b. Arroz	29
c. Trigo.....	29
CAPÍTULO III.....	30
MATERIALES Y METODOS	30
3.1 UBICACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	30
3.2. CONDICIONES EDÁFICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL	31
3.3 MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.	31
3.3.1 <i>Material biológico</i>	32
3.3.2. <i>Equipo</i>	32
3.3.3. <i>Herramientas</i>	32
3.4 METODOLOGÍA.....	32
3.4.1 <i>Diseño experimental</i>	32
3.4.2. <i>Variables de estudio</i>	32
3.4.3 <i>Tratamientos</i>	32
3.4.4 <i>Características del área experimental</i>	33
a. Característica de la parcela experimental.....	33
Ancho : 2.40 m2.....	33
b. Característica del bloque.....	33
3.4.5 <i>Croquis del experimento</i>	34
3.4.6 <i>Conducción del experimento</i>	34

	6
a. Preparación del terreno	34
b. Delimitación de parcelas y surcado	35
c. Siembra	35
e. Riego	35
f. Deshierbo.....	35
g. Raleo	35
h. Defoliación.....	35
i. Aporque	35
j. Cosecha.....	36
k. Trillado.....	36
l. Limpieza de granos	36
3.6.7 Variables evaluadas.....	36
a. Altura de planta	36
b. Longitud de panoja	36
c. Diámetro de panoja	36
d. Rendimiento.....	37
e. Peso de mil granos (gr)	37
f. Diámetro de granos.....	37
CAPÍTULO IV	38
RESULTADOS Y DISCUSIONES	38
4.1. INFLUENCIA DE LA DEFOLIACIÓN EN LA ALTURA DE PLANTA (CM)	38
4.1.1. Variedad INIA 437 Roja del Norte	38
4.1.2. Variedad blanca de Junín	40
4.2. INFLUENCIA DE LA DEFOLIACIÓN EN LA LONGITUD DE PANOJA	43
4.2.1. Variedad INIA 437 Roja del Norte	43
4.2.2. Variedad blanca de Junín	45
4.3. INFLUENCIA DE LA DEFOLIACIÓN EN DIÁMETRO DE PANOJA (CM).....	48
4.3.1. Variedad INIA 437 Roja del Norte	48
4.3.2. Variedad blanca de Junín	50
4.4 INFLUENCIA DE LA DEFOLIACIÓN EN EL RENDIMIENTO	53

	7
4.4.1. Variedad Inía 437 Roja del Norte.....	53
4.4.2. Variedad Blanca de Junín.....	55
4.5 INFLUENCIA DE LA DEFOLIACIÓN EN EL PESO DE MIL SEMILLAS	58
4.5.1. Variedad Inía 437 Roja del Norte.....	58
4.5.2. Variedad Blanca de Junín.....	60
4.6 INFLUENCIA DE LA DEFOLIACIÓN EN EL DIÁMETRO DE GRANO (MM)	63
4.6.1. Variedad inía 437 Roja del Norte.....	63
4.6.2. Variedad Blanca de Junín.....	65
CAPÍTULO V	68
CONCLUSIONES	68
CAPÍTULO VI.....	69
RECOMENDACIONES	69
CAPÍTULO VII	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
ANEXOS.....	74

LISTA DE TABLAS

1. Fases fenológicas del cultivo de quinua.....	24
2. Características edáficas del campo experimental	31
3. Tratamientos en estudio.....	33
4. Datos de la evaluación de altura de plantas de la variedad INIA 437 Roja del Norte.....	38
5. Análisis de varianza (ANVA) de altura de planta de la variedad INIA 437 Roja del Norte	39
6. Promedios de la altura de planta de la variedad INIA 437 Roja del Norte.....	39
7. Datos de la altura de plantas de la variedad Blanca de Junín	40
8. Análisis de varianza (ANVA) de la altura de planta de la variedad Blanca de Junín.....	41
9. Prueba de Duncan al 0.05 para altura de planta de la variedad Blanca de Junín.....	41
10. Datos de la evaluación de longitud de panoja de la variedad Inía 437 Roja del Norte	43
11. Análisis de varianza (ANVA) de la longitud de panoja de la variedad Inía 437 Roja del Norte	44
12. Promedios de la longitud de panoja de la variedad Inía 437 Roja del Norte.....	44
13. Datos de la evaluación de la longitud de panoja de la variedad Blanca de Junín.....	45
14. Análisis de varianza (ANVA) de la longitud de panoja de la variedad Blanca de Junín .	46
15. Prueba de Duncan al 0.05 para la longitud de panoja de la variedad Blanca de Junín.....	46
16. Datos del diámetro de panoja de la variedad Inía 437 Roja del Norte	48
17. Análisis de varianza (ANVA) del diámetro de panoja de la variedad INIA 437 Roja del Norte	49
18. Promedios de diámetro de panoja de la variedad Inía 437 Roja del Norte.....	49
19. Datos de la evaluación del diámetro de panoja de la variedad blanca de Junín	50
20. Análisis de varianza (ANVA) del diámetro de panoja de la variedad Blanca de Junín ...	51
21. Promedios de diámetro de panoja de la variedad Blanca de Junín	51
22. Datos de la evaluación del rendimiento de la variedad Inía 437 Roja del Norte.....	53
23. Análisis de varianza (ANVA) del rendimiento (kg/ha) de la variedad Inía 437 Roja del Nort	54
24. Promedios de rendimiento (kg/ha) de la variedad Inía 437 Roja del Norte.....	54

	9
25. Datos de la evaluación del rendimiento de la variedad Blanca de Junín	55
26. Análisis de varianza (ANVA) para el rendimiento (kg/ha) de la variedad Blanca de Junín	56
27. Promedios de rendimiento (kg/ha) de la variedad Blanca de Junín.....	56
28. Datos de la evaluación del peso de mil semillas de la variedad Inía 437 Roja del Norte.	58
29. Análisis de varianza (ANVA) del peso de 1000 semillas (gr) de la variedad Inía 437 Roja del Norte.....	59
30. Promedios del peso de mil semillas (gr) de la variedad Inía 437 Roja del Norte.....	59
31. Datos del peso de mil semillas de la variedad Blanca de Junín.....	60
32. Análisis de varianza (ANVA) para el peso de 1000 semillas (gr)) de la variedad blanca de Junín.....	61
33. Promedios del peso de mil semillas (gr) de la variedad Blanca de Junín	61
34. Datos de la evaluación del diámetro de 10 semillas de la variedad inía 437 Roja del Norte	63
35. Análisis de varianza (ANVA) del diámetro de semilla (mm) de la variedad INIA 437 Roja del Norte.....	64
36. Promedios de diámetro de semillas (mm) de la variedad inía 437 Roja del Norte.....	64
37. Datos de la evaluación del diámetro de 10 semillas de la variedad Blanca de Junín	65
38. Análisis de varianza (ANVA) del diámetro de semilla (mm) de la Variedad Blanca de Junín	66
39. Promedios de diámetro de semillas (mm) de la Variedad Blanca de Junín.....	66

LISTA DE FIGURAS

1. Tallo de la quinua de la variedad INÍA 437 Roja del Norte y Blanca de Junín.....	20
2. Inflorescencia de la quinua (variedad Inía 437 Roja de Norte y Blanca de Junín).....	22
3. Flores de la quinua (variedad INÍA 437 Roja de Norte y Blanca de Junín).	23
4. Frutos de la quinua en estado pastoso (variedad Inía 437 Roja de Norte y Blanca de Junín).	23
5. Etapas fenológicas de la quinua.....	25
6. Escala de evaluación de severidad de mildiu en hojas de quinua.....	28
7. Ubicación geográfica de la parcela experimental - 2023.....	30
8. Esquema de la distribución de las parcelas experimentales.....	34
9. Representación gráfica de los promedios de altura de plantas de la variedad INIA 437 Roja del Norte.....	39
10. Representación gráfica de los promedios de altura de plantas de la variedad Blanca de Junín	41
11. Representación gráfica de los promedios de longitud de panoja de la variedad INIA 437 Roja del Norte.....	44
12. Representación gráfica de los promedios de la longitud de panoja de la variedad Blanca de Junín.....	46
13. Representación gráfica de promedios del diámetro de panoja (cm) de la variedad Inía 437 Roja del Norte.....	49
14. Promedios del diámetro de panoja (cm) de la variedad Blanca de Junín	51
15. Promedios del rendimiento (kg/ha) de la variedad Inía 437 Roja del Norte	54
16. Promedios del rendimiento (kg/ha) de la variedad Blanca de Junín.....	56
17. Promedios del peso de mil semillas (gr) de la variedad inía 437 Roja del Norte	59
18. Promedios del peso de mil semillas (gr) de la variedad Blanca de Junín	61
19. Promedios del peso de diámetro de semillas (mm) de la variedad Inía 437 Roja del Norte	64
20. Promedios de diámetro de semillas (mm) de la Variedad Blanca de Junín.....	66

LISTA DE ANEXOS

1. Datos de evaluaciones en campo y laboratorio para análisis estadístico de la variedad inía 437 Roja del Norte	74
2. Datos de evaluaciones en campo y laboratorio para análisis estadístico de la variedad Blanca de Junín	75
3. Deshierbo y raleo del cultivo	76
4. Instalación de experimentó y siembra de las dos variedades de quinua (Inía 437 Roja del norte y Blanca de Junín)	76
5. Identificación de parcelas experimentales	76
6. Evaluación de mildiu (tercio inferior, medio y superior) en las dos variedades de quinua	77
7. Defoliación de los diferentes tercios en las dos variedades de quinua	77
8. Cultivo de las dos variedades de quinua	78
9. Medida de la altura de plantas (cm).....	78
10. Medida del diámetro de panoja (cm)	79
11. Determinación del diámetro de panoja (cm).....	79
12. Cosecha de la quinua (Variedad INIA 437 roja del norte y blanca de Junín)..	80
13. Colocación de muestras en superficie plana para trillado.....	80
14. Proceso de limpiado de grano	81
15. Peso de granos por tratamiento (Kg/ha).....	81
16. Conteo de 1000 semillas por tratamiento.....	82
17. Peso de las 1000 semillas por tratamiento y bloque.	82
18. Determinación de diámetro de 10 granos por tratamiento.....	83
19. Asesores y colaboradores durante el desarrollo del experimento y cosecha del cultivo ..	83

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de la defoliación de las plantas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) sobre su rendimiento de grano. Trabajo que se realizó en el Caserío Bellavista Alta, centro poblado de Combayo, distrito La Encañada; se utilizó las variedades: INIA 437 Roja del Norte y Blanca de Junín; ambas dispuestas en diseño estadístico Bloques Completamente al Azar, con cuatro repeticiones y seis tratamientos: T1 (testigo), T2 (defoliación del tercio inferior), T3 (defoliación del tercio medio), T4 (defoliación del tercio superior), T5 (defoliación de los tercios inferior y medio), y T6 (defoliación total, excluyendo la panoja). Concluida la investigación se determinó que: en la variedad INIA 437 Roja del Norte, el T6 generó efectos negativos en rendimiento con pérdida de 62 % en comparación con el testigo. Referente a la variedad Blanca de Junín, el T3 tuvo impacto negativo en rendimiento con 21.43% en comparación con el testigo. Referente a altura de planta, longitud de panoja, diámetro de panoja, peso de mil granos y diámetro de grano; en ambas variedades los diferentes tratamientos, fueron idénticos estadísticamente, aunque numéricamente diferentes.

Palabras clave: Defoliación, *Chenopodium quinoa* Willd.

ABSTRACT

The aim of this research was to determine the influence of defoliation on the grain yield of quinoa plants (*Chenopodium quinoa* Willd.). The study was conducted in the Caserío Bellavista Alta, the populated center of Combayo, in the district of La Encañada. The varieties used were: INIA 437 Roja del Norte and Blanca de Junín, both arranged in a Completely Randomized Block design with four replications and six treatments: T1 (control), T2 (defoliation of the lower third), T3 (defoliation of the middle third), T4 (defoliation of the upper third), T5 (defoliation of the lower and middle thirds), and T6 (total defoliation, excluding the panicle). Upon completion of the research, it was determined that: for the INIA 437 Roja del Norte variety, T6 had negative effects on yield, with a 62% loss compared to the control. For the Blanca de Junín variety, T3 had a negative impact on yield, with a 21.43% decrease compared to the control. Regarding plant height, panicle length, panicle diameter, thousand-grain weight, and grain diameter, the different treatments for both varieties were statistically identical, although numerically different.

Keywords: Defoliation, *Chenopodium quinoa* Willd.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), cultivo domesticado hace 5 000 años por los pobladores de la región andina; constituyó el alimento sagrado en la cultura inca, en su honor se realizaban rituales y también lo utilizaron como producto de limpieza por su contenido de saponinas (Orgaz, 2020).

Con la llegada de los conquistadores, la introducción y expansión de nuevos cultivos como el trigo (*Triticum aestivum* L.), cebada (*Hordeum vulgare* L.), avena (*Avena sativa* L.), haba (*Vicia faba*) y arveja (*Pisum sativum* L.), la quinua perdió importancia, convirtiéndose en alimento secundario (Gómez & Aguilar, 2016). Sin embargo, en la actualidad, el cambio de los hábitos alimenticios y la preferencia por alimentos nutritivos y orgánicos a nivel mundial, han promovido el reconocimiento y la revaloración de este cultivo, dando lugar al incremento de áreas de cultivo, con el propósito de aprovechar el grano y follaje, por ser órganos donde se concentra proteína de calidad, constituido por aminoácidos esenciales que contribuyen en el incremento del coeficiente intelectual del hombre (Quelal et al., 2019).

Se cultiva desde cero hasta los 4000 msnm. Es tolerante a sequías y a temperaturas bajas (-5°C) (Tejada, 2020). Sin embargo, no escapa al ataque de plagas y enfermedades, siendo la más común el mildiu causado por *Peronospora farinosa*, patógeno que afecta el rendimiento, en el orden de 33% a 58% en variedades parcialmente resistentes y 99 % en ecotipos susceptibles (León et al., 2021). Para controlar esta fitoenfermedad; el agricultor recurre al uso excesivo de productos químicos, dejando residuos tóxicos en granos y otros órganos de la planta, de esta manera se baja la calidad de cosecha; así mismo, se atenta contra la salud del hombre y el medio ambiente por los remanentes tóxicos de los agroquímicos.

En la mediana y pequeña agricultura de los andes de nuestra patria, el agricultor cultiva quinua sin uso de agroquímicos, por lo tanto; el principal fitopatógenos (*P. farinosa*) afecta a la planta, causando defoliación en sus diferentes estadios fenológicos; sin embargo, a pesar de esta sintomatología, se obtiene cosecha.

Esta peculiaridad nos permitió llevar a cabo la presente investigación, cuyo propósito fue determinar en qué magnitud disminuye la producción debido a la defoliación causada por *P.*

farinosa, simulando este efecto mediante defoliación manual durante la etapa fenológica de inicio de formación de la panoja.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Determinar la influencia de la defoliación de la planta de quinua sobre su rendimiento de grano.

1.1.2 Objetivos específicos

Determinar la influencia de la defoliación del tercio inferior de la planta de quinua en su rendimiento de grano.

Determinar la influencia de la defoliación del tercio medio de la planta de quinua en su rendimiento de grano.

Determinar la influencia de la defoliación del tercio superior de la planta de quinua en su rendimiento de grano.

Determinar la influencia de la defoliación en el tercio inferior y medio de la planta de quinua en su rendimiento de grano.

Determinar el rendimiento de la defoliación total de la planta de quinua (dejando libre la formación de panoja), en su rendimiento de grano.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Antecedentes

En Argentina, se realizó el experimento “Efecto de la defoliación manual en el rendimiento de girasol (*Helianthus annuus* L.)”, utilizando los híbridos SYN 3970 CL y KWS 480 CL, sembrados a una densidad de 4,5 plantas/m². Los niveles de defoliación en floración fueron: 0 % (testigo), 30%, 50%, 100 %. Obteniendo que el 30% de defoliación no afectó el rendimiento en comparación con el testigo en ambos híbridos. La defoliación del 50% no afectó al híbrido SYN 3970 CL, pero sí al híbrido KWS 480 CL. La defoliación al 100 % en ambos híbridos, incrementó el rendimiento en 500 kg/ha, indicando que el girasol llena los granos con fotosíntesis contemporánea y por ende es muy importante contar con un área foliar sano y activo a floración y mantenerlo durante el llenado de granos (Zuil, 2018).

En Buenos Aires - Argentina, en la investigación “Efecto del régimen de defoliación sobre la producción de grano, en trigo (*Triticum aestivum* L.) de doble propósito”, cuyo objetivo fue comparar la producción de forraje de los tratamientos: T1 (tres defoliaciones), T2 (dos defoliaciones), TG (sin defoliaciones) y TN (no defoliado, sembrado en fecha normal para la producción de grano). Determinando que la producción de forraje en T1(497 g/ m²) y T2 (392 g/ m²) fueron similares entre sí. Defoliando dos hojas (T2), el número y peso de granos disminuyó considerablemente (60%) menos en comparación con el tratamiento sin defoliación (T6) y 71% con relación al tratamiento TN (Peralta et al., 2011).

En Brasil, en la investigación “Defoliación del maíz (*Zea mays* L.) en floración femenina y cómo afecta al rendimiento”, se evaluando cinco tratamientos: defoliación hoja principal (DHP), defoliación debajo de la mazorca (DAM), defoliación por encima de la mazorca (DDM), defoliado total (DT), sin defoliación (SD). Concluyendo que el rendimiento es influenciado negativamente por los diferentes tratamientos de defoliación (Ortiz et al., 2022).

En Montecillo – México, en la investigación “Defoliación en maíz (*Zea mays* L.) y su efecto sobre el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en asociación con maíz”; se evaluaron el efecto en biomasa total (BT), índice de cosecha (IC), rendimiento (RG) y componentes del frijol y maíz en asociación; en dos campañas agrícolas diferentes 2010 y 2011; determinando que los

días de desarrollo de las etapas fenológicas en frijol y maíz, fueron similares entre tratamientos. La BT, IC, RG de frijol y maíz; si mostraron cambios significativos en cada campaña. En frijol el RG más alto se obtuvo en la campaña 2010 superando en 36% a la campaña 2011. En ambos años con la defoliación del estrato superior (DES) se logró el RG más alto, y los más bajos correspondió al tratamiento sin defoliación (SD). En maíz, el RG en la campaña 2010 fue superior en un 37% al RG de la campaña 2011. Los tratamientos de DT y DES, provocaron un abatimiento del RG en un 15% (Delgado et al., 2014).

En México, se realizó la investigación “defoliación del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)”, analizando tres niveles de defoliación a diferentes edades del cultivo: 8 meses (T1), 9 meses (T2) y 10 meses (T3), además de un grupo de control sin defoliación. Los parámetros evaluados incluyeron altura y diámetro de las plantas, número de tallos, índice de área foliar (IAF) e índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI). Los resultados mostraron que la defoliación total redujo los parámetros de crecimiento y calidad del cultivo. Específicamente, el tratamiento T2 presentó los mayores valores de altura y diámetro de planta, un menor NDVI y un mayor rendimiento de tallos al momento de la cosecha, aunque la defoliación afectó negativamente el IAF. En cuanto a los grados Brix, que miden la calidad del jugo, no hubo diferencias significativas entre los distintos tratamientos de defoliación. En conclusión, el tratamiento T2 mejoró el rendimiento agrícola sin comprometer la calidad de los jugos de caña de azúcar (Olvera et al., 2024).

En una investigación realizada en Huancavelica, Perú, se evaluó el efecto de un bioestimulante agrícola en el rendimiento del cultivo de haba (*Vicia faba* L.) dañado por granizo. El estudio se centró en dos etapas de defoliación: al inicio del macollaje y al inicio de la floración, aplicando el bioestimulante Enci Grow forte tres días después de la defoliación. Los resultados indicaron que la defoliación al inicio de la floración redujo significativamente el rendimiento en comparación con la defoliación al inicio del macollaje. La aplicación del bioestimulante resultó en el mayor rendimiento de vainas con 25% de defoliación al inicio de la floración, alcanzando 17205.08 kg/ha, mientras que el menor rendimiento fue de 7786.03 kg/ha con 100% de defoliación al inicio de la floración (Ramos & Cárdenas, 2023).

En el estudio "Precipitación sólida simulada como factor meteorológico influyente en el rendimiento de la arveja (*Pisum sativum*)", llevado a cabo en Huancavelica - Perú, se evaluó el

impacto de diferentes niveles de defoliación causados por precipitación sólida simulada en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arveja verde. Se realizaron cinco niveles de defoliación: 25%, 50%, 75%, 100% y 100% con quiebre del tallo, al inicio de la floración. Los resultados mostraron que la altura de la planta no se vio afectada por ningún nivel de defoliación; sin embargo, los niveles de 75% y 100% redujeron el tamaño de las vainas. El nivel de defoliación del 100% más quiebre del tallo disminuyó el tamaño de la vaina en 36.29%, el diámetro promedio de las vainas en 33.9% y el número de granos por vaina en 47.09% en comparación con el grupo de control. Se concluyó que el daño foliar influye en el rendimiento según el nivel de defoliación (Cordova, 2022).

En Huánuco, Perú, se realizó el estudio "Rendimiento del cultivo de durazno (*Prunus pérsica* L.) variedad blanquilla, bajo condiciones de defoliación forzada" para evaluar el rendimiento y desarrollo fenológico. El estudio se realizó en árboles frutales homogéneos y la defoliación se aplicó tras una defoliación natural del 50%, usando productos químicos: Cianamida Hidrogenada al 2% (T1), Sulfato de Zinc al 2.5% (T2), Urea al 7% (T3) y defoliación manual. Luego, se aplicó Cianamida Hidrogenada al 2.5% a todos los tratamientos como compensador de horas frío. Los resultados mostraron que el mejor tratamiento fue el T3 (Urea al 7% + Cianamida Hidrogenada al 2.5%), promoviendo la iniciación floral y brotación vegetativa temprana, favoreciendo el desarrollo de los frutos y logrando un rendimiento estimado de 34.63 T/ha con frutos de mayor peso y diámetro ecuatorial (Cabrera, 2018).

En la Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO) se realizó la investigación "Efecto del despanoje y defoliación sobre el rendimiento de grano de la línea de alta endogamia de amarillo duro *Zea mays* L. (Poaceae) CML 297", concluida la investigación se reporta que en las plantas totalmente despanojadas disminuyó el rendimiento en 35.9 % con respecto al testigo, además, se disminuyó la longitud de mazorca en 8%, en N° de granos por hilera en 4% y la prolificidad en 20% (Quiroz, 2019).

En Cajamarca, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), se realizó la investigación con el objetivo de generar una nueva variedad de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) resistente a mildiu y que tenga mayor productividad; de esta manera se obtuvo la variedad INIA 437 Roja del Norte, con características sobresalientes de tolerancia al mildiu y productividad en comparación a la variedad Blanca (Tejada, 2020).

2.2 Marco teórico

2.2.1 Origen de la quinua

La quinua se cultiva hace 5000 años en los andes de Perú y Bolivia. Fue considerada alimento sagrado por las poblaciones incas, mayas y aztecas. Antes de consumirlo realizaban rituales; también fue utilizada en el proceso de limpieza de la ropa, por su alto contenido de saponinas. Con la llegada de los españoles se dejó de cultivar masivamente, siendo sustituida por el trigo (*Triticum aestivum L.*) y la cebada (*Hodeum vulgare*). El primero en escribir sobre la quinua fue el español Pedro de Valdivia. En la actualidad, este cereal es estudiada, cultivada y consumida por poblaciones de diferentes países, por poseer propiedades nutritivas de calidad y por sus condiciones agronómicas (Orgaz, 2020).

2.2.2 Taxonomía

Según Pérez (2005) la quinua taxonómicamente se clasifica de la siguiente manera:

División	: Fanerógamas o Antofitas.
Clase	: Dicotiledóneas.
Sub clase	: Angiospermas.
Orden	: Centropemales.
Familia	: Chenopodeaceas.
Género	: Chenopodium.
Especie	: <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.

2.2.3 Morfología de la planta

Es una planta herbácea anual, la coloración y fenología varía de acuerdo a la zona agroecológica donde se cultiva (según Apaza et al. 2013; citado por León, 2020). Mide de 1 m hasta 3.5 m de alto de acuerdo a la variedad (Tapia, 1997; citado por Mollisaca, 2021).

a. Raíz

Depende del estado fenológico, inicialmente es pivotante, vigorosa y ramificada; su longitud varía desde 0.8 m a 1.5 m, dependiendo del tipo de suelo, humedad, nutrición y genotipo (Ramírez, 2017).

b. Tallo

En las plantas jóvenes, el tallo es cilíndrico, pero con el tiempo desarrolla vértices internos; su tejido inicialmente es esponjoso y se vuelve hueco al alcanzar la senectud. Su color suele ser crema, aunque también puede variar a verde, amarillo, rojo y, en algunos casos, presentar estrías (Escobar, 2022). Según el color del tallo, ciertas variedades de quinua cumplen un papel complementario en la fotosíntesis debido a los cloroplastos presentes en las células parenquimáticas de la corteza, que facilitan la captación de luz y la producción de energía química en forma de ATP y NADPH (Hernández & Bonifacio, 2018). Aunque su eficiencia es inferior a la de las hojas por la menor densidad de clorofila y estomas, los tallos aportan al metabolismo del carbono al convertir CO₂ en azúcares a través del Ciclo de Calvin (Ruffino & Gastaldi, 2015). Este proceso es crucial en situaciones de estrés, como defoliación o sequías, donde los tallos actúan como órganos fotosintéticos secundarios, asegurando la producción de biomasa y la adaptación de la planta a condiciones adversas (Hernández & Bonifacio, 2018).

Figura 1

Tallo de la quinua de la variedad INÍA 437 Roja del Norte y Blanca de Junín.



Nota. Fotografías propias.

c. Hojas

Son simples, alternas con peciolo largo, fino y acanalado; las inferiores son grandes, romboidales y triangulares, y las superiores pequeñas y lanceoladas. Los bordes dentados, aserrados o lisos y presentan nervaduras pronunciadas y visibles (FAO, 2001; citado por Apaza, 2006). La coloración varía de verde a rojo, de amarillo a violeta, dependiendo de los pigmentos (Clorofila, xantofilas, antocianinas), presenta una cubierta de cristales de oxalato de calcio, en el haz como en el envés (Rojas, 2003; citado por Mayta, 2021). Así mismo, las hojas desempeñan un papel fundamental en el desarrollo del cultivo destacándose como componente clave en el rendimiento y adaptación de la planta, además de ser el órgano principal fotosintético que regulan el intercambio de gases y la transpiración a través de las estomas, controlando la entrada de dióxido de carbono (CO₂) necesario para la fotosíntesis y la pérdida de agua en forma de vapor. El suministro continuo de asimilados desde las hojas hacia los granos durante el llenado es determinante para el rendimiento final. La pérdida prematura de hojas, ya sea por defoliación excesiva o factores ambientales, puede reducir significativamente la cantidad y calidad del grano (FAO, 2016).

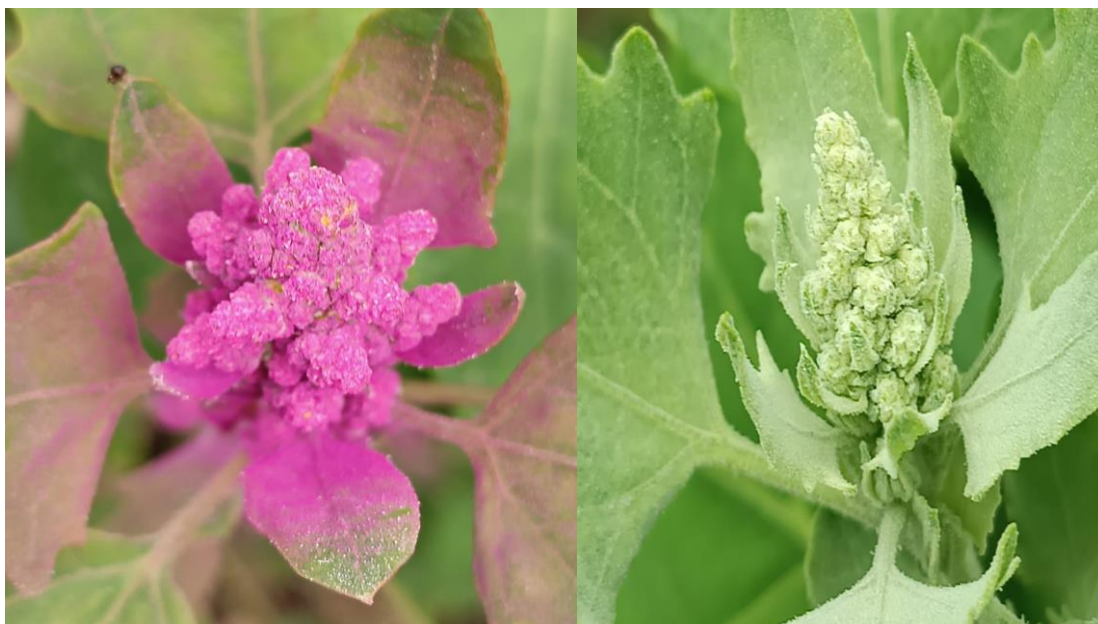
d. Inflorescencia

Es panícula, formada en el ápice del tallo y de las ramas del tercio superior, constituidas por un eje central, varios ejes secundarios y ejes terciarios que junto con los pedicelos sostienen los glomérulos. La longitud y color varía de acuerdo a la variedad y lugar donde se cultiva, van desde los 15 cm hasta los 70 cm, pueden ser de color verde, rosa, morados, roja y purpura (Orgaz, 2020).

Su representación de panoja fue agrupada por primera vez por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2011), en amarantiformes, glomerulada e intermedia (Lescano, 1994; citado por Mayta, 2021). La panícula también contribuye al proceso fotosintético, produciendo azúcares que luego son transportados hacia las flores y semillas, ayudando a la planta en la redistribución de nutrientes hacia las partes reproductivas, lo cual es fundamental para la producción de granos ricos en almidón y proteínas, elementos que dependen de la fotosíntesis para su formación (INIA, 2019).

Figura 2

Inflorescencia de la quinua (variedad Inía 437 Roja de Norte y Blanca de Junín).



Nota. Fotografías propias.

e. Flores

Presentan flores hermafroditas y pistiladas. Las hermafroditas son más grandes y miden entre 3 y 5 mm de diámetro, se encuentran en el ápice del glomérulo y tienen cinco tépalos, cinco anteras y un ovario súpero con dos o tres ramas estigmáticas. Las flores pistiladas son más pequeñas y de 2 a 3 mm de diámetro, se ubican alrededor y debajo de las hermafroditas, con cinco tépalos, un ovario súpero y dos o tres ramas estigmáticas. Estas plantas son predominantemente autógamias, con un cruzamiento del 17% (León, 2020). La proporción de estos tipos de flores varía, y algunas variedades pueden presentar esterilidad masculina (Mayta, 2021).

Figura 3

Flores de la quinua (variedad INÍA 437 Roja de Norte y Blanca de Junín).



Nota. Fotografías propias.

f. Fruto

Es aquenio seco e indehiscente, con forma lenticular y elipsoidal, consta de un pericarpio adherido a la capa de la semilla, y en la superficie contiene alveolos y saponina que le da el sabor amargo al grano (León, 2020).

Figura 4

Frutos de la quinua en estado pastoso (variedad Inia 437 Roja de Norte y Blanca de Junín).



Nota. Fotografía propia.

g. Semilla

Constituido por el fruto maduro sin perigonio, episperma adherida al pericarpio, embrión compuesto por dos cotiledones que cubren la radícula y plúmula, que representan el 30 % del peso del grano (Orgaz, 2020).

2.2.4 Etapas fenológicas

Tabla 1

Fases fenológicas del cultivo de quinua.

Etapas Fenológicas	Descripción
Emergencia	Ocurre cuando la plántula emerge del suelo y extiende las hojas cotiledóneas. Esto ocurre de 7 a 10 días de la siembra.
Dos hojas verdaderas	Ocurre entre 15 a 20 días después de la siembra. Tienen forma de rombo y el siguiente par se encuentran en diferenciación.
Cuatro hojas verdaderas	Estas se diferencian entre los 25 a 30 días después de la siembra, emergen de las axilas de las primeras hojas.
Seis hojas verdaderas	Las hojas cotiledóneas se tornan de color amarillo. Esta fase ocurre de los 35 a 45 días de la siembra.
Ramificación	Desprendimiento de las hojas cotiledóneas y presencia de inflorescencia protegida por hojas, ocurre de los 45 a 50 días de la siembra.
Inicio de panojamiento	Emergencia de inflorescencia con aglomeración de hojas pequeñas que van cubriendo a la panoja, clorosis del primer par de hojas verdaderas, elongación y engrosamiento del tallo. Ocurre de los 55 a 60 días de la siembra.
Panojamiento	Inflorescencia en crecimiento y desarrollo. Ocurre entre 65 y 70 días después de la siembra.
Inicio de la floración	Apertura de la flor hermafrodita con estambres separados, ocurre de los 75 a 80 días de la siembra, periodo sensible a la sequía y heladas.
Floración o antesis	Apertura del 50 % de las flores y desprendimiento de hojas inferiores, ocurre de los 90 a 100 días después de la siembra.

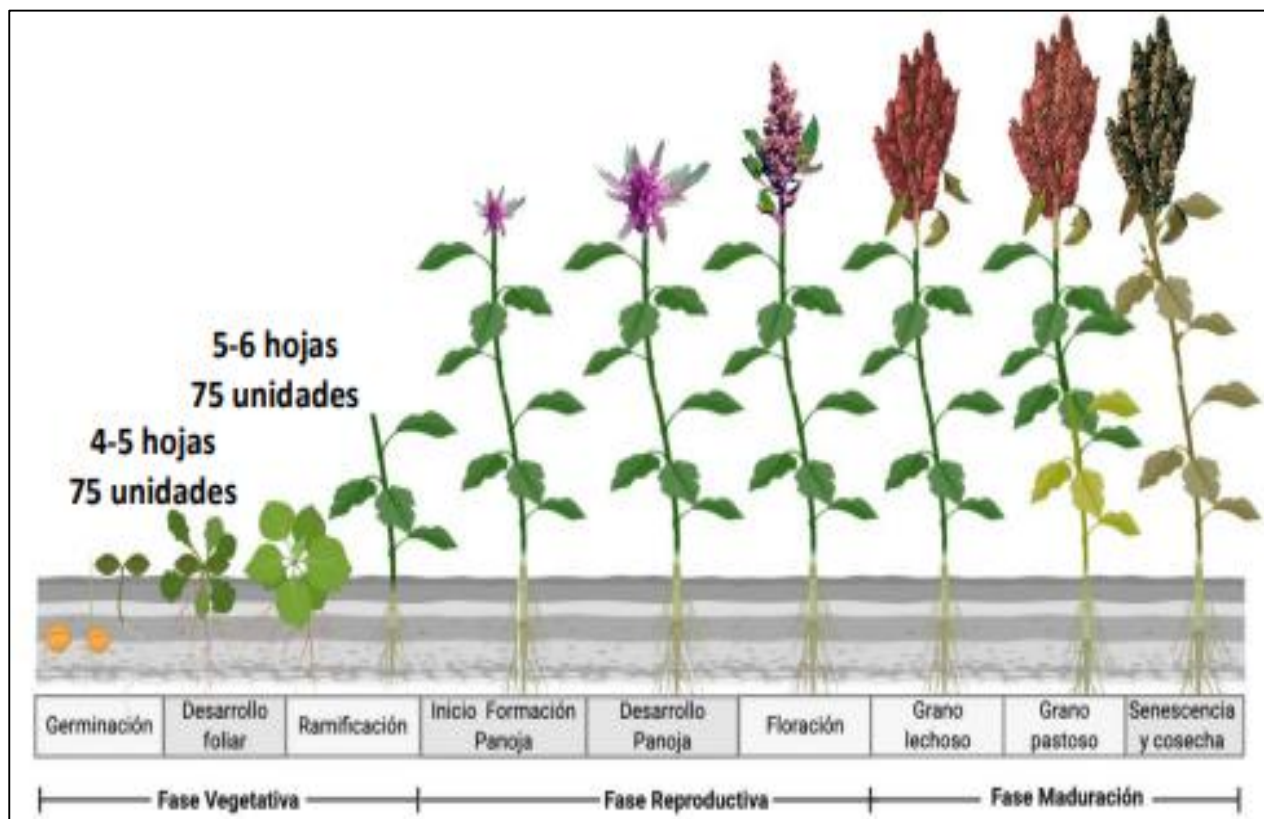
Grano lechoso	Frutos de consistencia lechosa, ocurre de los 100 a 130 días de la siembra.
Grano pastoso	Frutos de consistencia pastosa de color blanco, ocurre de los 130 a 160 días de la siembra.
Madurez fisiológica	Plantas completamente amarillas y defoliadas. El grano al ser presionado presenta resistencia, ocurre de los 160 a 180 días después de la siembra.

Fuente: Manual Técnico del cultivo de quinua.

Elaborado por: Tejada, T (2004).

Figura 5

Etapas fenológicas de la quinua.



Fuente. Elaborado por Castillo et al., (2024).

2.2.5 Variedades de quinua

Existen variedades con alto y bajo contenido de saponina, categorizadas en amargas y dulces (Tejada, 2014; citado por Raico & Roncal, 2022).

a. Blanca de Junín

Liberada en la Región Junín, es de porte herbáceo de 1.5 a 1.7 m, presenta ramificaciones desde el tercio inferior, su periodo vegetativo es de 160 a 180 días, posee bajo contenido de saponinas, es susceptible al tumbado, su rendimiento promedio de grano es de 2.50 t/ha, se cultiva hasta los 3500 msnm (Raico & Roncal, 2022). En Cajamarca alcanzado rendimientos de 1,8 t/ha en suelos de media a baja fertilidad (Tejada, 2004). Se cultiva entre los 2,800 y 3,500 msnm en los valles interandinos del Perú, se caracteriza por su alto rendimiento, adaptabilidad climática y calidad nutricional. Presenta granos de color blanco crema con bajo contenido de saponinas, lo que facilita su consumo. Es rica en proteínas de alto valor biológico y minerales como calcio, hierro y magnesio, siendo una opción destacada en la gastronomía y la seguridad alimentaria (Agrobanco, 2024; FAO, 2024).

b. Inía 437 “Roja del Norte”

Se originó del compuesto genético A, formado en la estación experimental Santa Ana – Huancayo, mediante selección masal simple entre el 2008 y 2012. Este compuesto fue sometido a aclimatación y selección individual múltiple en la estación experimental Baños del Inca, con el objetivo de seleccionar genotipos sobresalientes para la zona de Cajamarca. Se adapta desde los 2642 msnm hasta los 3360 m.s.n.m. Es de crecimiento herbáceo, su tallo es de color purpura, lamina foliar de color verde a roja, panoja de color purpura, presenta un periodo vegetativo de 145 a 150 días dependiendo a la altitud donde se siembra, presenta una altura promedio de planta 145 cm, sus granos son de color blanco, contenido de saponinas muy bajo, rendimiento 1463,27kg/ha y es moderadamente tolerante al mildiu (Tejada, 2020).

2.2.6 Enfermedad más común en el cultivo

a. Mildiu

Enfermedad ocasionada por el Oomycete *Peronospora farinosa* Gaum. Estructuralmente constituido por hifas multinucleadas. Después de 6 días que penetra al tejido del hospedero se

forma esporangióforos que emergen a través de las estomas, formando esporangios inoculo infeccioso durante todo del desarrollo del cultivo (Solveig, 2014).

Este patógeno tiene la capacidad de realizar intercambio genético a través de anteridios y oogonios; dando como resultado oosporas, las cuales pueden permanecer vivas en estado latente dentro la semilla, rastrojo o el suelo, para luego poder germinar e infectar nuevamente al tener HR mayor al 80 %, T° de 15-20 °C (tiempo húmedo y fresco) y hospedero susceptible (Solveig, 2014).

Los síntomas se inician como pequeños puntos cloróticos en el haz de las hojas, luego se desarrollan áreas cloróticas grandes e irregulares cubierto por afelpamiento de color gris, posteriormente las hojas se tornan de color gris marrón, y finalmente se produce la defoliación, ocasionando pérdidas de 20 a 40 % en la producción (Solveig, 2014).

El principal efecto de la enfermedad es la reducción del área foliar fotosintéticamente activa causando defoliación parcial o total, atrofia en el desarrollo de la planta, reducción de tamaño de panoja; también infecta tallos, ramas, inflorescencia; disminuye el número de semillas, peso, calidad de grano, impactando al rendimiento final del cultivo (Danielsen et al. 2003; citado por Casas, 2016).

Para determinar el efecto de la enfermedad, se realiza a través de evaluaciones de incidencia y severidad.

a.1. Incidencia

A través de la incidencia se cuantifica el avance de la enfermedad foliar en la planta (FAO,1985; citado por Ramírez, 2017). Se expresa en porcentaje dividiendo el número de plantas enfermas entre el número total de plantas evaluadas multiplicado por cien (Roncal, 2004).

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{Numero de plantas enfermas}}{\text{numero total de platas evaluadas}} \times 100$$

a.2. Severidad

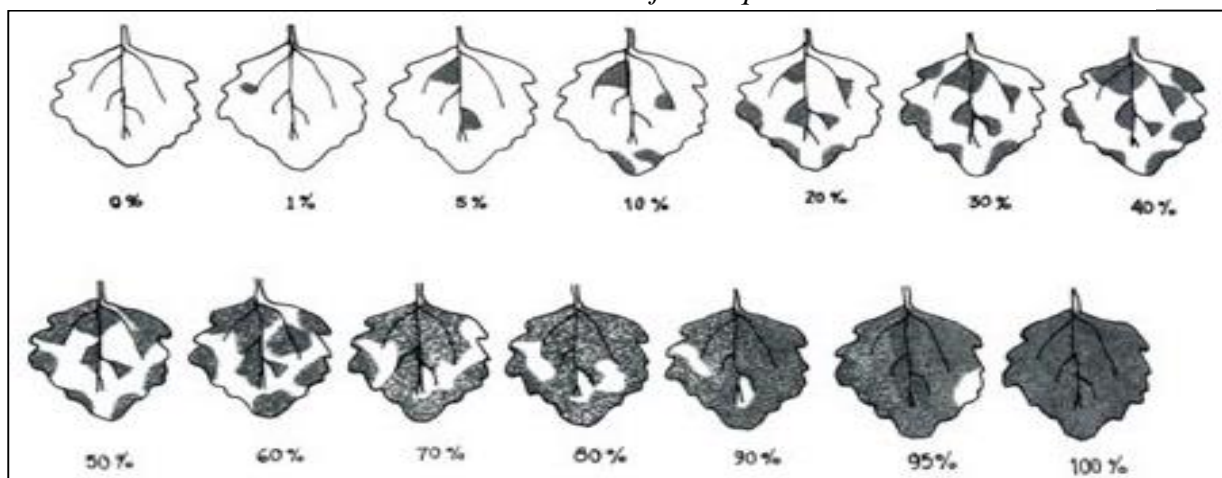
Comprende el área afectada de una planta, para calcular el porcentaje de severidad se utilizan diferentes escalas de evaluación, teniendo en cuenta, la edad de la planta, los órganos afectados, período vegetativo, y otras que permitan precisar la magnitud del daño en base a grados de evaluación; para ello utiliza la siguiente formula (Roncal, 2004).

$$\text{Severidad} = \frac{\text{Sumatoria del (N° de plantas de grano n) x (\% promedio de grado)}}{\text{Numero total de platas evaluadas}}$$

Danielsen y Ames (2000) establecen escalas de evaluación que van de 0 a 100% para severidad, tal como se establece en la figura 2; para lo cual, se toman 10 hojas del tercio inferior, medio y superior de las plantas de cada bloque experimental.

Figura 6

Escala de evaluación de severidad de mildiu en hojas de quinua.



Fuente. Elaborado por Danielsen y Ames (2000), citado por Calixtro, 2017).

2.2.7 Importancia de las hojas en el rendimiento

Las hojas cumplen un papel importante en la productividad de los cultivos, esto se debe a su capacidad fotosintéticamente activa. Sin embargo, al no encontrarse información concreta sobre las hojas de quinua que más influye en el rendimiento, hacemos mención a otros cultivos y su importancia de las hojas según la ubicación en la planta.

En el artículo “Importancia de la hoja bandera en el rendimiento de gramíneas”, publicado por Intagri (2017), indica que la morfología y las características de la hoja bandera como forma, tamaño, contenido de clorofila y capacidad fotosintética de la hoja bandera, afecta significativamente el rendimiento y en la calidad de grano y madurez; siendo parámetros importantes para determinar el rendimiento en cada cultivo (Intagri, 2017).

A continuación, se presentan algunos cultivos y su importancia de las hojas en el rendimiento.

a. Maíz

Las hojas fotosintéticamente activas en maíz, son las que se ubican por encima de la mazorca, estas aportan más del 90 % del peso de los granos, gracias a la fotosíntesis y el otro 10 % es debido a la remoción y translocación de reservas de los órganos vegetativos de la planta (Intagri, 2017).

b. Arroz

En arroz las hojas de importancia fotosintética son las 3 últimas, las cuales proveen de fotosintatos al grano para su llenado e incremento de peso en un 41 a 43 %. Así mismo se ha determinado que los órganos verdes ubicados por encima del nudo de la hoja bandera, contribuyen con más del 85 % de fotosintatos (Intagri, 2017).

c. Trigo

La hoja bandera es la encargada de proveer el 76 % del total fotosintatos almacenados en el grano, sin embargo, la espiga, también contribuye con un 10 %; aunque dicho aporte puede verse afectado por las condiciones ambientales y factores genéticos de la planta. El aporte de la espiga es mayor bajo condiciones de estrés, sobre todo de sequía (Intagri, 2017).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del trabajo de investigación

El presente trabajo de investigación se realizó en el Caserío de Bellavista Alta, Centro Poblado de Combayo, Distrito de la Encañada, Provincia y Departamento Cajamarca. Localizada en la Sierra Norte del Perú, en la vertiente oriental de la Cordillera Andina. En el periodo de tiempo que duró la investigación se registró una temperatura promedio entre 12.6 °C a 13.5 °C, con máximas de 17.8 °C y 19.7 °C, y mínimas de 8 °C y 10 °C. La precipitación promedio varió considerablemente a lo largo del año. Los meses más lluviosos fueron marzo (aproximadamente 494 mm) y febrero (437 mm), mientras que los meses más secos fueron julio (35 mm) y agosto (47 mm), y la humedad relativa promedio fluctuó entre el 60% y el 85%, siendo los niveles más altos en marzo (85%) y los más bajos en agosto (60%) (Senamhi 2023).

Geográficamente se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas:

Altitud: 3300 msnm.

Latitud sur: 7°00'33.6"S (-7.009335).

Longitud Oeste: 78°25'18.8"W (-78.421876).

Figura 7

Ubicación geográfica de la parcela experimental - 2023.



Fuente. ArcGis 2023.

3.2. Condiciones edáficas del campo experimental

El análisis físico químico del campo experimental se realizó en el Laboratorio de Suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), con el fin de conocer bajo qué condiciones nutricionales del suelo se realizó la presente investigación.

Tabla 2

Características edáficas del campo experimental

Parámetro	Unidad	Valores	Interpretación
Textura	(%)	Arena: 58 Arcilla: 23 Limo: 19	Suelo Franco arcillo arenoso
pH	-	6,5	Moderadamente ácido
Materia orgánica	(%)	2,4	Contiene materia orgánica de nivel medio.
Conductividad eléctrica	(ms/m)	4.9	Efecto despreciable de salinidad.
Fosforo disponible	(mg/kg)	28,9	Presenta alto contenido de fósforo.
Potasio disponible	(mg/kg)	245.5	Presenta contenido medio de potasio.
Capacidad Intercambio Catiónico		< 0.5	Suelo muy pobre; necesita aporte importante de materia orgánica para elevar C. I.C

Fuente. Laboratorio de suelos de la estación experimental INIA – Baños del Inca (2023).

3.3 Materiales, equipos y herramientas.

Para llevar a cabo el trabajo de investigación sobre la influencia de la defoliación en el cultivo de quinua, se utilizaron los siguientes materiales, equipos y herramientas:

3.3.1 Material biológico

Se trabajó con 2 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild.), INIA 437 Roja del Norte y Blanca de Junín; estas variedades fueron adquiridas del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) a través del Programa Nacional de Cereales, Granos Andinos y Leguminosas.

3.3.2. Equipo

Balanza de precisión, vernier digital, cámara fotográfica, GPS.

3.3.3. Herramientas

Picos, rastrillos, lampas, hoz, rafia, cinta métrica, wincha, etiquetas, estacas, tierras de podar, zarandas, costales, bolsas kraft.

3.4 Metodología

3.4.1 Diseño experimental

El experimento se condujo bajo el Diseño Bloques Completos al Azar (DBCA), con seis tratamientos y cuatro repeticiones para cada variedad (INIA 437 Roja del Norte y Blanca de Junín). Para el análisis estadístico (ANVA) se utilizó el programa SAS y para la comparación de medidas se utilizó la prueba de Duncan al 5% de probabilidad. Así mismo, se utilizó el modelo estadístico lineal: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$

Y_{ij} = Observación en la unidad, μ = Parámetro, efecto medio, τ_i = Parámetro, efecto del tratamiento, β_j = Parámetro, efecto del bloque; ϵ_{ij} = valor aleatorio, error experimental de la u.e. i,j .

3.4.2. Variables de estudio

Corresponde a: altura de plantas, longitud de panoja, diámetro de panoja, peso de 1000 granos, diámetro de granos y rendimiento. La defoliación en los diferentes tercios de la planta (Inferior, medio, superior, inferior y medio, defoliación total y un testigo), fueron defoliados manualmente a los 60 días después de la siembra, durante la etapa de formación de panoja.

3.4.3 Tratamientos

El presente trabajo de investigación se realizó bajo 6 (seis) tratamientos, los cuales se describen en la Tabla 3.

Tabla 3*tratamientos en estudio.*

Clave	Tratamiento
T1	Testigo (sin defoliación).
T2	Defoliación del tercio inferior.
T3	Defoliación del tercio medio.
T4	Defoliación del tercio superior.
T5	Defoliación del tercio inferior y medio.
T6	Defoliación total de hojas, dejando libre la panoja.

Fuente. Elaboración propia**3.4.4 Características del área experimental**

El área experimental estuvo constituida por las siguientes características experimentales.

a. Característica de la parcela experimental

Ancho	: 2.40 m ²
Largo	: 3 .00 m ²
Numero de surcos	: 03
Distancia entre surcos	: 0.80 m ²
Largo de surcos	: 3 m
Área neta	: 7.20 m ²

b. Característica del bloque

Ancho	: 3 m
Largo	: 28.8 m
N° de bloques	: 4
N° de parcelas/bloque	: 12
Área neta	: 86.4 m ²
Distancia entre bloques	: 1 m
Área neta del experimento	: 345.6 m ²
Área bruta del experimento	: 489.6 m ²

3.4.5 Croquis del experimento

El croquis del experimento en campo se muestra en la Figura 4, donde se puede observar el diseño y ubicación de parcelas experimentales en cada bloque.

Figura 8

Esquema de la distribución de las parcelas experimentales.

IV	V2: Blanca de Junín						V1: INIA 437 Roja del Norte					
	T3 412	T6 411	T2 410	T5 409	T1 408	T4 407	T2 406	T6 405	T4 404	T1 403	T3 402	T5 401
III	V1: INIA 437 Roja del Norte						V2: Blanca de Junín					
	T6 301	T4 302	T1 303	T3 304	T5 305	T2 306	T5 307	T3 308	T1 309	T6 310	T4 311	T2 312
II	V2: Blanca de Junín						V1: INIA 437 Roja del Norte					
	T3 212	T1 211	T4 210	T6 209	T2 208	T5 207	T2 206	T5 205	T3 204	T1 203	T6 202	T4 201
I	V1: INIA 437 Roja del Norte						V2: Blanca de Junín					
	T1 101	T4 102	T6 103	T2 104	T5 105	T3 106	T5 107	T3 108	T1 109	T4 110	T2 111	T6 112

Nota. I-IV: Bloques, 101- 412: Identificación de parcelas experimentales, T1-T6: Tratamientos, VI -V2:

Variedades.

3.4.6 Conducción del experimento

a. Preparación del terreno

La roturación del suelo se llevó a cabo con tracción animal los días 17 y 18 de enero de 2023, seguido del mullido, que se realizó dos días después.

b. Delimitación de parcelas y surcado

Se realizó de acuerdo a las características y croquis del área experimental; para lo cual, se utilizó Wincha, estacas, cordeles, rafia y etiquetas; y para el trazado de surcos se utilizó lampas y palanas.

c. Siembra

Se realizó de forma manual, arrojando la semilla en chorro continuo a un costado del surco, con el objetivo de evitar la pudrición por el exceso de humedad o lavado de semillas por efectos de las precipitaciones. Las semillas se taparon con una pequeña rama manual, a una profundidad no mayor a 2 cm. La densidad de siembra fue de 10 kg/ha. No se aplicó ningún tipo de fertilizantes, con el fin de obtener información bajo las mismas condiciones en que cultivan la quinua los agricultores del lugar.

e. Riego

No se utilizó ningún sistema de riego, debido a que se sembró en época de lluvia, con la cual se mantuvo durante todo el desarrollo del cultivo.

f. Deshierbo

Se realizaron tres deshierbos en forma manual. El primer a los 45 días después de la siembra, el segundo en la etapa de formación de panoja y el tercero en la etapa de llenado de grano.

g. Raleo

Se realizó cuando las plantas tenían una altura promedio de 15 a 20 cm, quedando 12 plantas por metro lineal.

h. Defoliación

La defoliación se realizó a los 90 días después de la siembra; utilizando tijeras manuales desinfectadas en hipoclorito sodio al 2.5%; de acuerdo a los tratamientos en estudio.

i. Aporque

Se realizó en la etapa de llenado de grano.

j. Cosecha

Se realizó a los 7 meses a partir de la siembra, cuando la planta estuvo totalmente seca, defoliada, y los granos adquirieron una consistencia resistente a la presión de la uña. Para fines de evaluación solo se cosecho el surco central de cada parcela. Con ayuda de una hoz se cortaron las panojas, luego se colocó en costales de acuerdo a los bloques, tratamientos y variedades. Finalmente fue trasladado a la Estación Experimental Agraria Baños del Inca, donde se expuso al sol durante 4 días.

k. Trillado

Los costales que contenían las panojas, se distribuyeron unas a continuación de otra en la superficie de la losa deportiva, con la finalidad de hacer pasar las llantas de una camioneta, que facilite el desprendimiento de grano.

l. Limpieza de granos

El venteado se llevó a cabo manualmente, aprovechando el viento y utilizando zarandas. Luego, se colocaron en bolsas de papel kraft, etiquetadas según los tratamientos y variedades.

3.6.7 Variables evaluadas

a. Altura de planta

Se tomó diez plantas al azar del surco central de cada parcela, luego con una Wincha se midió la distancia comprendida desde la base de la planta hasta la base de la panoja, obteniendo un promedio expresado en centímetros (cm).

b. Longitud de panoja

Se tomó diez plantas al azar del surco central de cada parcela experimental, luego con la ayuda de una cinta métrica se midió desde la base hasta la parte terminal de la panoja, obteniendo el resultado en centímetros (cm).

c. Diámetro de panoja

Se tomó diez plantas en madurez fisiológica al azar por cada parcela experimental, luego con una cinta métrica se midió el punto más ancho de la panoja, el resultado se expresó en centímetros (cm).

d. Rendimiento

Se determinó el peso total de los granos cosechados del surco central de cada parcela experimental, haciendo uso de una balanza de precisión, expresando el resultado en kg/ha.

e. Peso de mil granos (gr)

Se realizó haciendo uso de una balanza analítica; expresado en gramos (gr).

f. Diámetro de granos

Se tomaron diez semillas al azar de cada parcela experimental, luego con ayuda de un vernier electrónico se procedió a determinar el diámetro de las diez semillas expresado en milímetros (mm).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Influencia de la defoliación en la altura de planta (cm)

4.1.1. Variedad INIA 437 Roja del Norte

Tabla 4

Datos de la evaluación de altura de plantas de la variedad INIA 437 Roja del Norte

Altura de plantas evaluadas - variedad INIA 437 Roja del norte.												
Parcela	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	Promedio
T1-V1- 101	67.00	49.00	63.20	62.50	62.50	68.20	63.00	70.00	58.55	57.00	620.95	62.10
T4-V1- 102	53.00	55.50	82.00	68.00	61.50	77.50	70.00	69.00	83.00	63.50	683.00	68.30
T6-V1- 103	59.00	49.00	41.50	41.50	45.00	50.00	63.50	53.00	47.00	41.50	491.00	49.10
T2-V1- 104	89.50	91.00	92.00	70.00	78.00	88.00	81.00	78.00	77.00	66.00	810.50	81.05
T5-V1- 105	98.00	99.00	83.00	82.50	96.00	67.50	60.50	69.00	74.00	72.50	802.00	80.20
T3-V1- 106	93.00	59.50	54.50	27.50	49.50	66.00	69.50	65.00	58.00	59.50	602.00	60.20
T4-V1- 201	76.00	62.00	83.00	76.00	58.00	91.00	81.00	91.00	76.00	73.00	767.00	76.70
T6-V1- 202	68.00	70.00	65.00	61.50	70.00	87.00	77.00	68.00	70.00	82.00	718.50	71.85
T1-V1- 203	78.00	81.00	66.00	68.00	65.00	73.00	71.00	66.00	73.00	84.00	725.00	72.50
T3-V1- 204	51.00	57.00	58.00	60.00	67.00	53.00	51.00	63.00	55.00	71.00	586.00	58.60
T5-V1- 205	66.00	70.00	66.00	46.00	75.00	65.00	50.00	47.00	47.50	58.00	590.50	59.05
T2-V1- 206	62.00	65.00	69.00	66.00	65.00	73.00	72.00	66.00	70.00	70.00	678.00	67.80
T6-V1- 301	45.00	53.00	42.00	41.00	47.50	52.00	51.00	50.00	67.00	48.00	496.50	49.65
T4-V1- 302	70.00	74.00	54.00	63.00	74.00	72.00	80.00	73.00	68.00	52.00	680.00	68.00
T1-V1- 303	41.00	59.00	51.00	60.00	57.00	57.00	62.00	73.00	57.00	85.00	602.00	60.20
T3-V1- 304	79.00	76.00	79.00	87.00	89.00	77.00	65.00	74.00	78.00	75.00	779.00	77.90
T5-V1- 305	79.00	106.00	105.00	100.00	95.00	104.00	76.00	67.00	69.00	66.00	867.00	86.70
T2-V1- 306	60.00	55.00	66.00	53.00	55.00	70.00	56.00	40.00	54.00	45.00	554.00	55.40
T5-V1- 401	34.00	49.00	30.00	45.00	33.00	41.00	34.00	32.00	49.00	54.00	401.00	40.10
T3-V1- 402	61.00	74.00	35.00	35.00	46.00	41.00	67.00	41.00	41.00	62.00	503.00	50.30
T1-V1- 403	64.00	59.00	57.00	66.00	54.00	49.00	64.00	53.00	39.00	37.00	542.00	54.20
T4-V1- 404	39.00	52.00	55.00	45.00	45.00	56.00	46.00	48.00	59.00	53.00	498.00	49.80
T6-V1- 405	65.00	68.00	60.00	53.00	54.00	53.00	42.00	74.00	56.00	50.00	575.00	57.50
T2-V1- 406	57.00	54.00	59.00	46.00	56.00	53.00	58.00	59.00	65.00	63.00	570.00	57.00

Nota. T1: Testigo, T2: Defoliación tercio inferior, T3: Defoliación tercio medio, T4: Defoliación tercio superior, T5: Defoliación tercio inferior y medio, T6: Defoliación total (libre de panoja).

V1: Variedad INIA 437 Roja del Norte.

101-106: Repetición I, 201-206: Repetición II, 301-306: Repetición III, 401-406: Repetición IV.

Tabla 5

Análisis de varianza (ANVA) de altura de planta de la variedad INIA 437 Roja del Norte

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	Ft	
					0.05	0.01
Repeticiones	3	1084.4291	361.4763	2.73 NS	3.287	5.417
Tratamientos	5	251.0020	50.2004	0.38 NS	2.901	4.556
Error	15	1986.3770	132.4251			
Total	23	3321.8083				

GL: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, CM: cuadrados medios, FC: factor calculable, Ft: factor tabular. CV: 18.23 %, NS: diferencias no significativas.

Tabla 6

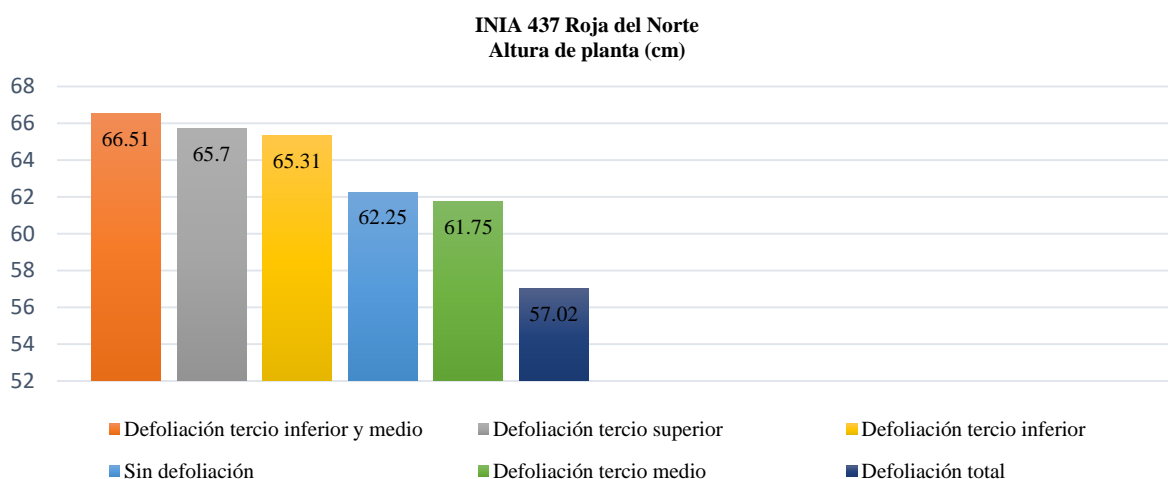
Promedios de la altura de planta de la variedad INIA 437 Roja del Norte

Tratamiento	Altura de planta (cm)
Defoliación tercio inferior y medio	66.51
Defoliación tercio superior	65.70
Defoliación tercio inferior	65.31
Sin defoliación	62.25
Defoliación tercio medio	61.75
Defoliación total	57.02

Fuente. Elaboración propia.

Figura 9

Representación gráfica de los promedios de altura de plantas de la variedad INIA 437 Roja del Norte



4.1.2. Variedad blanca de Junín

Tabla 7

Datos de la altura de plantas de la variedad Blanca de Junín

Altura de plantas evaluadas – variedad Blanca de Junín												
Parcela	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	Promedio
T5-V2- 107	87.00	65.50	68.00	65.00	74.00	71.00	66.00	58.00	76.00	63.00	693.50	69.35
T3-V2- 108	63.00	69.00	64.50	53.00	63.50	66.50	57.00	68.50	67.00	57.50	629.50	62.95
T1-V2- 109	53.50	43.00	44.00	35.50	38.00	45.00	51.50	40.00	45.00	49.00	444.50	44.45
T4-V2- 110	60.50	89.50	68.00	73.00	69.00	61.00	46.00	62.00	49.00	63.00	641.00	64.10
T2-V2- 111	81.00	100.00	96.00	83.00	92.00	70.00	72.00	78.00	59.00	71.00	802.00	80.20
T6-V2- 112	76.00	70.00	89.00	64.00	76.00	65.00	70.00	80.00	64.00	69.00	723.00	72.30
T5-V2- 207	62.00	66.00	55.00	61.00	53.00	58.00	72.00	67.00	60.00	60.00	614.00	61.40
T2-V2- 208	77.00	70.00	85.00	72.00	79.00	85.00	66.00	86.00	88.00	91.00	799.00	79.90
T6-V2- 209	60.00	54.00	65.00	80.00	80.00	57.00	63.00	68.00	62.00	66.00	655.00	65.50
T4-V2- 210	61.00	53.00	66.00	58.00	78.00	82.00	51.00	52.00	60.00	63.00	624.00	62.40
T1-V2- 211	61.00	60.00	73.00	69.00	68.00	65.00	69.00	76.00	75.00	72.00	688.00	68.80
T3-V2- 212	52.00	54.00	31.00	61.00	58.00	53.00	47.00	57.00	55.00	60.00	528.00	52.80
T5-V2- 307	43.00	52.00	43.00	46.00	58.00	63.00	60.00	54.00	59.00	54.00	532.00	53.20
T3-V2- 308	57.00	52.00	62.00	56.00	51.00	45.00	52.00	55.00	47.00	58.00	535.00	53.50
T1-V2- 309	59.00	68.00	60.00	68.00	57.00	68.00	58.00	53.00	56.00	57.00	604.00	60.40
T6-V2- 310	67.00	57.00	71.00	62.00	57.00	74.00	63.00	69.00	81.00	68.00	669.00	66.90
T4-V2- 311	59.00	60.00	63.00	60.00	66.00	63.00	61.00	57.00	70.00	71.00	630.00	63.00
T2-V2- 312	62.00	68.00	63.00	83.00	85.00	80.00	77.00	74.00	65.00	71.00	728.00	72.80
T4-V2- 407	37.00	39.00	36.00	38.00	34.00	24.00	54.00	44.00	52.00	38.00	396.00	39.60
T1-V2- 408	55.00	48.00	46.00	58.00	49.00	50.00	57.00	50.00	46.00	36.00	495.00	49.50
T5-V2- 409	48.00	51.00	47.00	51.00	58.00	63.00	54.00	59.00	53.00	55.00	539.00	53.90
T2-V2- 410	59.00	66.00	62.00	61.00	70.00	68.00	65.00	57.00	50.00	61.00	619.00	61.90
T6-V2- 411	46.00	38.00	60.00	70.00	59.00	48.00	77.00	54.00	55.00	54.00	561.00	56.10
T3-V2- 412	44.00	50.00	53.00	51.00	55.00	48.00	52.00	44.00	47.00	58.00	502.00	50.20

Nota. T1: Testigo, T2: Defoliación tercio inferior, T3: Defoliación tercio medio, T4: Defoliación tercio superior, T5: Defoliación tercio inferior y medio, T6: Defoliación total (libre de panoja). V2: Variedad Blanca de Junín. 107-112: Repetición I, 207-212: Repetición II, 307-312: Repetición III, 407- 412: Repetición IV.

Tabla 8

Análisis de varianza (ANVA) de la altura de planta de la variedad Blanca de Junín

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	Ft	
					0.05	0.01
Repetición	3	730.0353	243.3451	5.46**	3.287	5.417
Tratamiento	5	1039.9792	207.9958	4.67**	2.901	4.556
Error	15	668.5378	44.5691			
Total	23	2438.5523				

GL: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, CM: cuadrados medios, FC: factor calculable, Ft: factor tabular. CV: 10.93 %, **: alta significación estadística.

Tabla 9

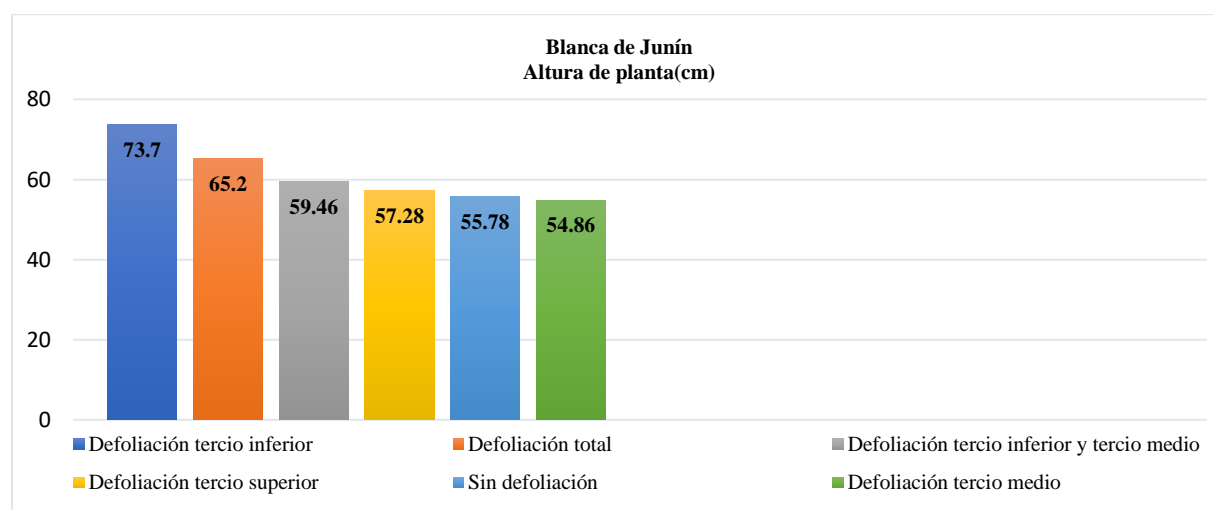
Prueba de Duncan al 0.05 para altura de planta de la variedad Blanca de Junín

Tratamiento	Altura de planta (cm)
Defoliación tercio inferior	73.70 A
Defoliación total	65.20 AB
Defoliación tercio inferior y tercio medio	59.46 B
Defoliación tercio superior	57.28 B
Sin defoliación	55.78 B
Defoliación tercio medio	54.86 B

Nota. Las letras A y B, indican que si existe diferencia estadística entre promedios de los tratamientos.

Figura 10

Representación gráfica de los promedios de altura de plantas de la variedad Blanca de Junín



En las tablas 4 y 7 se presenta los datos generales con los que se ha realizado el Análisis de Varianza (ANOVA), respecto a la altura de planta de la variedad INIA 437 Roja del Norte (V1) y Blanca de Junín (V2), cuyos resultados de la variedad V1, se presenta en la Tabla 5, donde se observa que no existe significación estadística en las Fuentes de Variación de Repeticiones y Tratamientos, porque los valores de Fc son menores a sus respectivos Ft, tanto al 0.01 como al 0.05; por tanto, los promedios de las repeticiones y tratamientos son estadísticamente iguales, aunque numéricamente diferentes, por lo que no es necesario realizar alguna prueba de rango múltiple como Duncan; estos resultados se muestran en la tabla 6 y se representan en la figura 9.

En la V2 cuyos resultados se presenta en la Tabla 8, se observa que existe una alta significación estadística; por lo cual, se puede decir, que los promedios de las repeticiones y tratamientos fueron estadísticamente diferentes, por lo cual se ha realizado la Prueba de rango Múltiple de Duncan al 95 % de probabilidad, cuyo resultado se muestra en la Tabla 9 y se representan en la figura 10.

El coeficiente de variación (CV) para la V1 es 18.23%, y 10.93 % para la V2, lo que significa que la variación entre los datos experimentales no ha sido muy amplia, teniendo un porcentaje aceptable para el presente experimento en campo.

Por lo tanto, luego de haber analizados los resultados obtenidos en las dos variedades de quinua (V1 y V2), podemos decir que la defoliación afecta altura de planta y varía con la variedad. Reportando que en la variedad INIA 437 Roja del Norte (figura 9), la defoliación total (T6), condujo a obtener la menor altura de planta con 57.02 cm. En la variedad Blanca de Junín (figura 10), la defoliación del tercio medio (T3), también afecto la altura de planta, obteniendo 54.86 cm; resultado debido a la disminución de la eficacia fotosintética; característica que coincide con la investigación realizada por Carrasco y López (2015), quienes describen que la defoliación intencional en la quinua reduce la altura de las plantas en un 15-25%, dependiendo de la etapa de desarrollo en la que se realice la defoliación. Esto se debe principalmente a que la defoliación del tercio medio interrumpe el flujo de nutrientes y hormonas que regulan el crecimiento apical. Además, Valdivia y Quispe 2028) argumentan que, al disminuir la cantidad de hojas disponibles para la fotosíntesis, la planta prioriza el crecimiento de órganos reproductivos sobre el crecimiento vegetativo, lo que conlleva una menor altura en plantas defoliadas. Además, en la investigación “defoliación del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)”, Olvera (2014) también

menciona que los resultados obtenidos en su investigación, mostraron que la defoliación total reduce los parámetros de crecimiento y calidad del cultivo.

4.2. Influencia de la defoliación en la longitud de panoja

4.2.1. Variedad INIA 437 Roja del Norte

Tabla 10

Datos de la evaluación de longitud de panoja de la variedad Inía 437 Roja del Norte

Parcela	Longitud de panoja										Total	Promedio
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
T1-V1- 101	33.00	16.50	31.20	29.50	29.50	23.20	23.00	25.00	20.55	17.00	248.45	24.85
T4-V1- 102	23.00	15.50	37.00	31.00	24.50	31.50	23.00	26.00	29.00	30.50	271.00	27.10
T6-V1- 103	24.00	22.00	16.50	21.50	22.00	23.00	25.50	20.00	18.00	12.50	205.00	20.50
T2-V1- 104	46.50	49.00	41.00	33.00	41.00	51.00	43.00	54.00	32.00	30.00	420.50	42.05
T5-V1- 105	59.00	58.00	40.00	40.50	47.00	28.50	29.50	25.00	35.00	33.50	396.00	39.60
T3-V1- 106	35.00	28.00	22.00	9.00	20.00	17.00	30.00	29.00	29.00	28.00	247.00	24.70
T4-V1- 201	33.00	9.00	42.00	39.00	27.00	36.00	34.00	42.00	31.00	24.00	317.00	31.70
T6-V1- 202	25.00	33.00	26.00	25.50	29.00	34.00	28.00	25.00	29.00	33.00	287.50	28.75
T1-V1- 203	33.00	26.00	31.00	29.00	29.00	39.00	22.00	34.00	34.00	49.00	326.00	32.60
T3-V1- 204	28.00	15.00	27.00	24.00	33.00	20.00	22.00	35.00	30.00	37.00	271.00	27.10
T5-V1- 205	34.00	25.00	26.00	17.00	35.00	31.00	18.00	18.00	21.50	29.00	254.50	25.45
T2-V1- 206	17.00	27.00	21.00	30.00	29.00	31.00	32.00	27.00	29.00	30.00	273.00	27.30
T6-V1- 301	14.00	13.00	14.00	15.00	10.50	22.00	20.00	17.00	30.00	18.00	173.50	17.35
T4-V1- 302	27.00	25.00	14.00	22.00	26.00	21.00	26.00	26.00	22.00	28.00	237.00	23.70
T1-V1- 303	24.00	29.00	28.00	30.00	37.00	27.00	27.00	36.00	33.00	50.00	321.00	32.10
T3-V1- 304	38.00	34.00	33.00	41.00	40.00	44.00	32.00	35.00	38.00	36.00	371.00	37.10
T5-V1- 305	46.00	56.00	53.00	47.00	43.00	39.00	39.00	35.00	26.00	22.00	406.00	40.60
T2-V1- 306	24.00	20.00	19.00	17.00	21.00	35.00	23.00	14.00	20.00	20.00	213.00	21.30
T5-V1- 401	14.00	25.00	10.00	13.00	17.00	12.00	5.00	10.00	19.00	25.00	150.00	15.00
T3-V1- 402	18.00	19.00	16.00	15.00	12.00	16.00	22.00	11.00	11.00	17.00	157.00	15.70
T1-V1- 403	28.00	35.00	23.00	43.00	23.00	14.00	30.00	21.00	13.00	14.00	244.00	24.40
T4-V1- 404	19.00	20.00	22.00	22.00	16.00	23.00	16.00	16.00	19.00	21.00	194.00	19.40
T6-V1- 405	16.00	16.00	18.00	18.00	14.00	20.00	12.00	24.00	15.00	15.00	168.00	16.80
T2-V1- 406	17.00	24.00	22.00	17.00	12.00	21.00	22.00	25.00	26.00	23.00	209.00	20.90

Nota. T1: Testigo, T2: Defoliación tercio inferior, T3: Defoliación tercio medio, T4: Defoliación tercio superior, T5: Defoliación tercio inferior y medio, T6: Defoliación total (libre de panoja).

V1: Variedad Inía 437 Roja del Norte.

101-106: Repetición I, 201-206: Repetición II, 301-306: Repetición III, 401-406: Repetición IV.

Tabla 11

Análisis de varianza (ANVA) de la longitud de panoja de la variedad Inía 437 Roja del Norte

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	Ft	
					0.05	0.01
Repetición	3	491.4019	163.8006	3.43*	3.287	5.417
Tratamiento	5	209.5392	41.9078	0.88 NS	2.901	4.556
Error	15	716.5011	47.7667			
Total	23	1417.4423				

GL: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, CM: cuadrados medios, FC: factor calculable, Ft: factor tabular. CV: 26.07 %, *: si existe diferencia estadística, NS: no existe diferencia estadística.

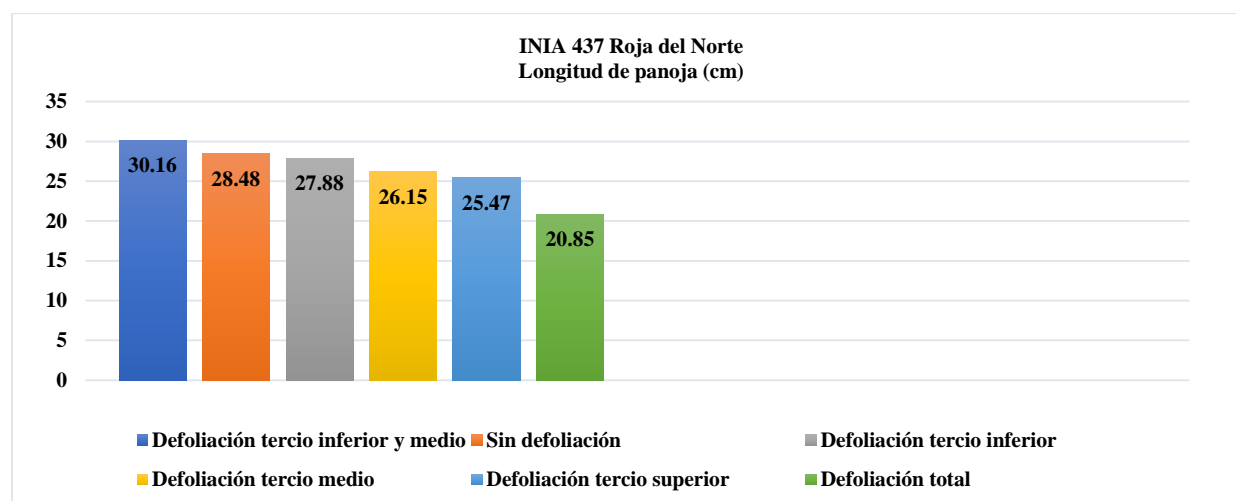
Tabla 12

Promedios de la longitud de panoja de la variedad Inía 437 Roja del Norte

Tratamiento	Longitud de Panoja (cm)
Defoliación tercio inferior y medio	30.16
Sin defoliación	28.48
Defoliación tercio inferior	27.88
Defoliación tercio medio	26.15
Defoliación tercio superior	25.47
Defoliación total	20.85

Figura 11

Representación gráfica de los promedios de longitud de panoja de la variedad INIA 437 Roja del Norte



4.2.2. Variedad blanca de Junín

Tabla 13

Datos de la evaluación de la longitud de panoja de la variedad Blanca de Junín

Parcela	Longitud de panoja										Total	Promedio
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
T5-V2- 107	42.00	28.50	23.00	21.00	39.00	35.00	32.00	24.00	31.00	27.00	302.50	30.25
T3-V2- 108	31.00	28.00	31.50	27.00	24.50	28.50	26.00	28.50	27.00	20.50	272.50	27.25
T1-V2- 109	19.50	14.00	15.00	10.50	11.00	13.00	17.50	13.00	15.00	21.00	149.50	14.95
T4-V2- 110	28.50	43.50	31.00	28.00	32.00	23.00	16.00	30.00	21.00	24.00	277.00	27.70
T2-V2- 111	47.00	52.00	49.00	47.00	38.00	29.00	38.00	36.00	27.00	38.00	401.00	40.10
T6-V2- 112	31.00	32.00	45.00	23.00	43.00	30.00	28.00	40.00	30.00	32.00	334.00	33.40
T5-V2- 207	28.00	37.00	18.00	23.00	23.00	19.00	28.00	21.00	15.00	24.00	236.00	23.60
T2-V2- 208	41.00	30.00	44.00	34.00	36.00	40.00	30.00	41.00	40.00	46.00	382.00	38.20
T6-V2- 209	27.00	30.00	34.00	31.00	38.00	27.00	30.00	33.00	26.00	33.00	309.00	30.90
T4-V2- 210	32.00	27.00	36.00	28.00	39.00	44.00	28.00	29.00	35.00	31.00	329.00	32.90
T1-V2- 211	34.00	33.00	37.00	35.00	25.00	25.00	39.00	39.00	42.00	28.00	337.00	33.70
T3-V2- 212	22.00	24.00	24.00	17.00	18.00	20.00	20.00	21.00	21.00	23.00	210.00	21.00
T5-V2- 307	22.00	17.00	15.00	21.00	28.00	19.00	26.00	29.00	29.00	23.00	229.00	22.90
T3-V2- 308	21.00	25.00	24.00	19.00	24.00	18.00	22.00	27.00	18.00	29.00	227.00	22.70
T1-V2- 309	31.00	36.00	31.00	35.00	26.00	21.00	19.00	24.00	18.00	24.00	265.00	26.50
T6-V2- 310	34.00	21.00	29.00	26.00	28.00	41.00	33.00	25.00	38.00	28.00	303.00	30.30
T4-V2- 311	24.00	25.00	27.00	28.00	34.00	30.00	22.00	28.00	29.00	29.00	276.00	27.60
T2-V2- 312	27.00	31.00	28.00	33.00	25.00	31.00	41.00	38.00	29.00	35.00	318.00	31.80
T4-V2- 407	15.00	14.00	11.00	12.00	17.00	6.00	20.00	15.00	21.00	15.00	146.00	14.60
T1-V2- 408	14.00	12.00	16.00	29.00	13.00	18.00	26.00	26.00	16.00	14.00	184.00	18.40
T5-V2- 409	18.00	21.00	20.00	18.00	24.00	21.00	18.00	26.00	21.00	20.00	207.00	20.70
T2-V2- 410	23.00	37.00	34.00	24.00	37.00	31.00	35.00	17.00	30.00	34.00	302.00	30.20
T6-V2- 411	16.00	11.00	23.00	25.00	19.00	20.00	28.00	17.00	29.00	22.00	210.00	21.00
T3-V2- 412	23.00	17.00	17.00	14.00	15.00	13.00	17.00	15.00	22.00	32.00	185.00	18.50

Nota. T1: testigo, T2: Defoliación tercio inferior, T3: Defoliación tercio medio, T4: Defoliación tercio superior,

T5: Defoliación tercio inferior y medio, T6: Defoliación total (libre de panoja).

V2: Variedad Blanca de Junín.

107-112: Repetición I, 207-212: Repetición II, 307-312: Repetición III, 407- 412: Repetición IV.

Tabla 14

Análisis de varianza (ANVA) de la longitud de panoja de la variedad Blanca de Junín

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	0.05	Ft 0.01
Repetición	3	323.5053	107.8351	5.04*	3.287	5.417
Tratamiento	5	444.8109	88.9621	4.16*	2.901	4.556
Error	15	1089.2740	21.3971			
Total	23	1089.2740				

GL: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, CM: cuadrados medios, FC: factor calculable, Ft: factor tabular. CV: 17.36 %, *: Si existe diferencia estadística.

Tabla 15

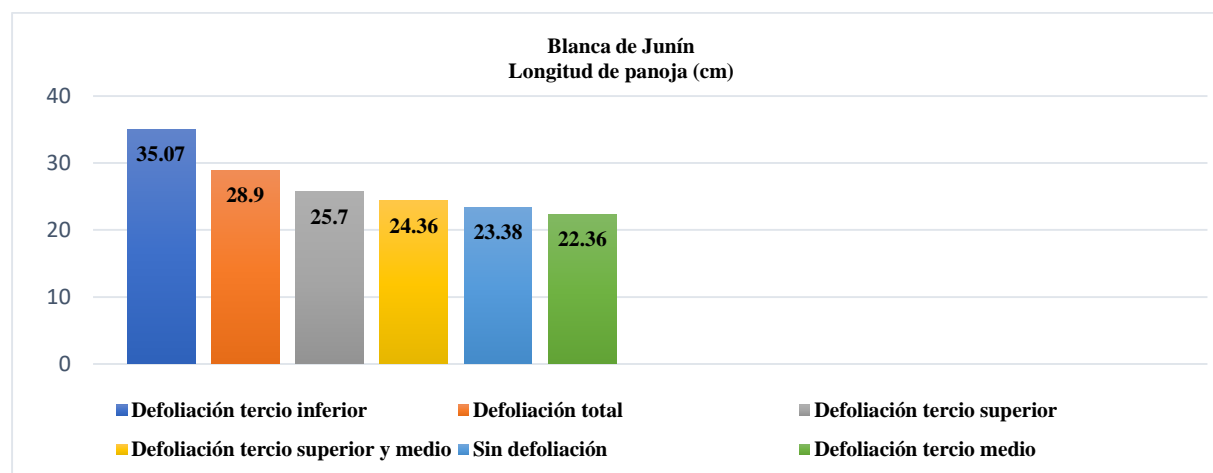
Prueba de Duncan al 0.05 para la longitud de panoja de la variedad Blanca de Junín

Tratamientos	Longitud de Panoja (cm)
Defoliación tercio inferior	35.07 A
Defoliación total	28.90 AB
Defoliación tercio superior	25.70 B
Defoliación tercio superior y medio	24.36 B
Sin defoliación	23.38 B
Defoliación tercio medio	22.36 B

Nota. Las letras A y B, indican que si existe diferencia estadística entre los tratamientos.

Figura 12

Representación gráfica de los promedios de la longitud de panoja de la variedad Blanca de Junín



En las tablas 10 y 13 se presenta los datos generales con los que se ha realizado el ANOVA de la longitud de panoja de la variedad INIA 437 Roja del Norte (V1) y Blanca de Junín (V2), cuyos resultados de la V1 se presenta en la Tabla 11, donde se observa que, si existe significación estadística en la Fuente de Variación de Repeticiones, pero no existe diferencia significativa entre la Fuente de Tratamientos, dado que el F_c es menor que el F_t ; es decir, los promedios de los 5 tratamientos estadísticamente son iguales. El CV para la V1 es 26.07 %, y para la V2 es 17.36 %, lo que significa que la variación entre los datos experimentales no ha sido muy amplia, teniendo un porcentaje aceptable para el presente experimento en campo. Así mismo, en los resultados de la V2 detallados en la Tabla 14, también existe significación estadística, indicando que los promedios de las repeticiones y tratamientos fueron estadísticamente diferentes, por ello, para conocer los resultados con mayor exactitud, se ha realizado la Prueba de rango Múltiple de Duncan al 95 % de probabilidad, cuyo resultado se presenta en la Tabla 15; donde muestra que los promedios de los tratamientos son estadísticamente diferentes, estos datos se representan gráficamente en la figura 12.

Luego de haber analizado los resultados obtenidos de la variedad V1 y V2, podemos decir que, referente a longitud de panoja, en la V1 (figura 11), la defoliación total (T6) también repercute en longitud de ésta, obteniendo 20.86 cm, en comparación del testigo (T1) que se obtuvo 28.48 cm; y en la V2 (figura 12), fue la defoliación del tercio medio (T3) la que mayor influencia tuvo, obteniendo 22.36 cm, en comparación con el testigo 23.38 cm, esta característica coincide con los reportes de Paredes & Ponce (2017), los cuales indican que la defoliación total, puede tener un impacto negativo severo en la longitud de la panoja, reduciendo su tamaño considerablemente, esto se debe a que las hojas juegan un papel fundamental en la translocación de nutrientes hacia la inflorescencia en crecimiento. Al no contar con suficientes nutrientes, la panoja no alcanza su máximo potencial en términos de longitud. Por otro lado, López (2018), indican que la defoliación del tercio medio puede reducir la longitud de la panoja, aunque en menor medida que la defoliación total, debido a que afecta la cantidad de carbohidratos disponibles para el crecimiento de la panoja, pero al mantener las hojas superiores e inferiores, la planta todavía puede compensar parcialmente esta pérdida. Así mismo, Cordova (2022) en su estudio de "Precipitación sólida simulada como factor meteorológico influyente en el rendimiento de la arveja (*Pisum sativum*)", determino que los niveles de defoliación al 75% y 100% reducen el tamaño de vainas.

4.3 Influencia de la defoliación en diámetro de panoja (cm)

4.3.1. Variedad INIA 437 Roja del Norte

Tabla 16

Datos del diámetro de panoja de la variedad Inía 437 Roja del Norte

Parcela	Diámetro de panoja										Total	Promedio
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
T1-V1- 101	3.82	2.55	3.18	3.18	3.50	3.02	3.50	3.02	3.50	2.71	31.99	3.20
T4-V1- 102	3.50	3.82	5.09	4.46	3.82	4.14	3.98	4.77	4.14	4.14	41.85	4.19
T6-V1- 103	3.98	3.50	3.82	3.50	3.34	3.82	3.82	4.46	3.18	3.50	36.92	3.69
T2-V1- 104	5.41	6.37	5.09	5.41	4.45	5.09	4.77	5.73	4.46	4.77	51.56	5.16
T5-V1- 105	5.41	5.41	4.45	4.77	7.64	3.82	4.46	3.82	4.46	4.77	49.01	4.90
T3-V1- 106	3.50	3.82	3.34	3.50	3.50	3.66	3.50	2.86	3.18	3.18	34.06	3.41
T4-V1- 201	3.50	3.18	3.82	3.50	3.18	3.02	3.82	4.77	3.82	4.14	36.76	3.68
T6-V1- 202	3.18	3.18	3.18	3.50	3.50	4.45	2.86	2.71	3.18	3.82	33.58	3.36
T1-V1- 203	4.14	3.18	3.50	3.82	3.18	3.82	2.86	2.71	2.86	4.46	34.53	3.45
T3-V1- 204	2.86	3.18	2.86	2.86	3.18	3.18	2.86	3.18	3.50	3.82	31.51	3.15
T5-V1- 205	3.50	2.86	2.86	2.55	3.82	2.55	2.23	2.86	2.86	2.55	28.64	2.86
T2-V1- 206	2.23	3.18	2.70	2.86	2.55	3.66	3.50	4.14	3.82	3.82	32.46	3.25
T6-V1- 301	2.23	1.91	1.91	1.91	1.91	2.23	2.23	2.55	3.50	2.55	22.92	2.29
T4-V1- 302	3.18	3.18	3.18	2.86	4.14	3.50	3.50	3.18	3.50	3.34	33.58	3.36
T1-V1- 303	2.55	3.50	3.18	3.50	2.86	3.18	3.18	3.82	3.82	4.46	34.06	3.41
T3-V1- 304	6.05	4.46	5.09	6.68	4.77	4.14	3.82	4.14	5.73	3.50	48.38	4.84
T5-V1- 305	4.77	6.68	4.77	6.37	4.45	4.14	3.50	3.82	3.18	3.50	45.20	4.52
T2-V1- 306	2.86	2.55	2.23	2.86	2.55	3.82	2.86	2.23	3.18	2.55	27.69	2.77
T5-V1- 401	1.91	3.50	1.91	2.55	2.23	2.23	1.59	1.91	4.14	3.50	25.46	2.55
T3-V1- 402	2.86	4.14	2.23	2.55	2.23	2.55	2.55	2.55	2.55	3.18	27.37	2.74
T1-V1- 403	2.86	3.50	2.86	4.46	2.86	2.55	3.18	2.86	2.86	2.55	30.56	3.06
T4-V1- 404	2.23	2.55	3.50	2.86	2.55	3.18	2.86	2.55	2.55	2.86	27.69	2.77
T6-V1- 405	3.82	3.18	2.86	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.55	2.23	25.78	2.58
T2-V1- 406	3.50	2.23	2.55	2.55	2.55	2.86	2.55	2.55	3.18	3.18	27.69	2.77

Nota. T1: Testigo, T2: Defoliación tercio inferior, T3: Defoliación tercio medio, T4: Defoliación tercio superior, T5: Defoliación tercio inferior y medio, T6: Defoliación total (libre de panoja).
 V1: Variedad Inía 437 Roja del Norte.
 101-106: Repetición I, 201-206: Repetición II, 301-306: Repetición III, 401-406: Repetición IV.

Tabla 17

Análisis de varianza (ANVA) del diámetro de panoja de la variedad INIA 437 Roja del Norte

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	0.05	Ft 0.01
Repetición	3	5.6136	1.8712	3.82*	3.287	5.417
Tratamiento	5	1.2795	0.2559	0.52 NS	2.901	4.556
Error	15	7.3550	0.4903			
Total	23	14.2482				

GL: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, CM: cuadrados medios, FC: factor calculable, Ft: factor tabular. CV: 20.50 %, *: si existe diferencia estadística, NS: no existe diferencia estadística.

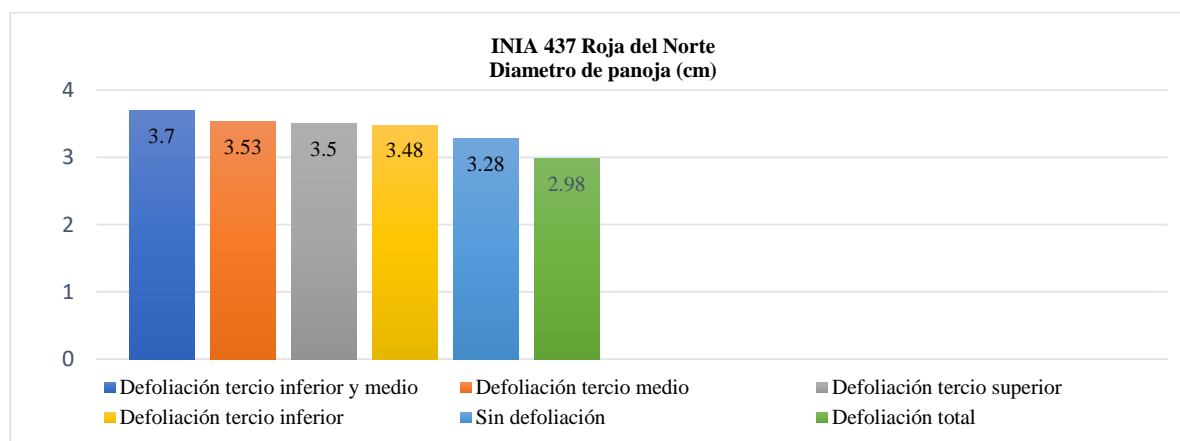
Tabla 18

Promedios de diámetro de panoja de la variedad Inía 437 Roja del Norte

Tratamiento	Diámetro de Panoja (cm)
Defoliación tercio inferior y medio	3.70
Defoliación tercio medio	3.53
Defoliación tercio superior	3.50
Defoliación tercio inferior	3.48
Sin defoliación	3.28
Defoliación total	2.98

Figura 13

Representación gráfica de promedios del diámetro de panoja (cm) de la variedad Inía 437 Roja del Norte



4.3.2. Variedad blanca de Junín

Tabla 19

Datos de la evaluación del diámetro de panoja de la variedad blanca de Junín

Parcela	Diámetro de panoja										Total	Promedio
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
T5-V2- 107	3.50	3.82	3.66	3.50	4.77	2.86	4.46	3.02	4.46	3.18	37.24	3.72
T3-V2- 108	3.82	3.18	3.50	3.18	3.50	3.18	4.46	3.50	3.18	2.55	34.06	3.41
T1-V2- 109	3.18	2.23	2.23	2.07	2.07	2.23	2.86	2.23	2.23	2.71	24.03	2.40
T4-V2- 110	3.18	3.66	3.82	3.50	4.14	3.50	2.55	2.55	2.23	2.39	31.51	3.15
T2-V2- 111	3.82	4.46	4.77	4.46	4.45	3.02	3.34	3.82	2.55	4.14	38.83	3.88
T6-V2- 112	4.77	3.50	3.82	3.50	4.14	3.50	2.86	4.14	2.86	4.14	37.24	3.72
T5-V2- 207	2.86	3.98	2.55	2.86	2.86	2.39	2.55	2.55	2.86	2.86	28.33	2.83
T2-V2- 208	4.77	3.82	4.14	4.46	4.45	5.09	3.18	3.50	4.14	4.77	42.33	4.23
T6-V2- 209	2.86	2.86	3.82	4.46	4.14	2.55	2.86	3.18	4.14	4.46	35.33	3.53
T4-V2- 210	3.82	2.86	3.82	3.98	4.77	5.41	3.18	3.50	2.86	3.82	38.03	3.80
T1-V2- 211	3.18	35.65	3.50	3.82	3.18	2.86	3.82	5.09	5.09	3.82	70.02	7.00
T3-V2- 212	2.55	15.92	19.41	1.91	2.23	2.86	2.55	2.55	2.86	2.55	55.38	5.54
T5-V2- 307	2.55	1.91	2.23	3.18	2.55	2.86	3.18	3.82	3.18	2.86	28.33	2.83
T3-V2- 308	2.55	2.86	2.23	2.55	2.86	2.55	2.86	2.86	2.55	3.50	27.37	2.74
T1-V2- 309	2.86	2.86	3.18	2.86	2.55	2.86	2.86	2.55	2.23	2.55	27.37	2.74
T6-V2- 310	3.50	2.86	2.86	2.86	3.18	5.09	3.82	2.86	4.14	3.50	34.69	3.47
T4-V2- 311	2.55	2.86	3.18	3.82	3.50	2.86	2.86	3.18	3.50	3.50	31.83	3.18
T2-V2- 312	3.50	3.18	3.18	2.86	2.23	2.86	4.14	3.82	2.86	3.18	31.83	3.18
T4-V2- 407	2.55	2.23	2.23	2.23	1.91	1.75	3.18	3.02	3.18	3.50	25.78	2.58
T1-V2- 408	2.55	2.55	2.23	2.86	2.55	2.86	3.18	2.86	2.55	2.23	26.42	2.64
T5-V2- 409	2.55	2.86	2.55	2.55	2.86	2.55	2.23	3.18	3.18	3.82	28.33	2.83
T2-V2- 410	2.86	3.18	3.18	3.18	3.02	3.34	3.18	2.55	2.86	4.14	31.51	3.15
T6-V2- 411	2.55	1.91	3.50	3.18	2.86	2.55	2.86	2.86	2.55	2.23	27.05	2.71
T3-V2- 412	2.86	2.55	2.23	2.23	2.55	2.23	2.23	2.23	2.55	3.50	25.14	2.51

Nota. T1: Testigo, T2: Defoliación tercio inferior, T3: Defoliación tercio medio, T4: Defoliación tercio superior, T5: Defoliación tercio inferior y medio, T6: Defoliación total (libre de panoja).

V2: Variedad Blanca de Junín.

107-112: Repetición I, 207-212: Repetición II, 307-312: Repetición III, 407- 412: Repetición IV.

Tabla 20

Análisis de varianza (ANVA) del diámetro de panoja de la variedad Blanca de Junín

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	0.05	Ft 0.01
Repetición	3	10.5993	3.5331	4.23*	3.287	5.417
Tratamiento	5	1.3015	0.2603	0.31 NS	2.901	4.556
Error	15	12.5293	0.8352			
Total	23	24.4302				

GL: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, CM: cuadrados medios, FC: factor calculable, Ft: factor tabular. CV: 26.82 %, *: si existe diferencia estadística, NS: no existe diferencia estadística.

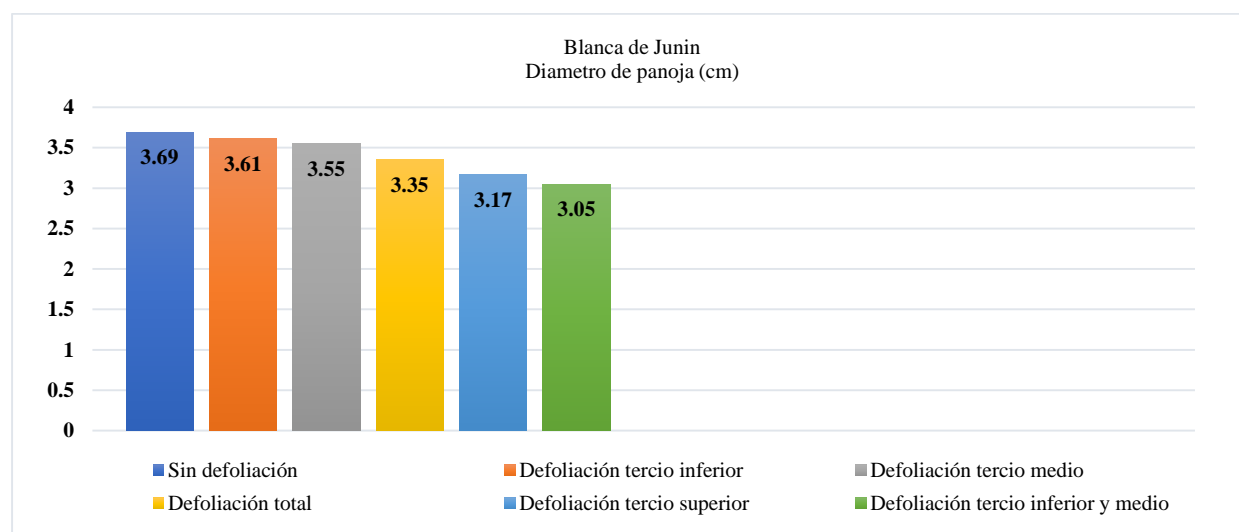
Tabla 21

Promedios de diámetro de panoja de la variedad Blanca de Junín

Tratamientos	Diámetro de Panoja (cm)
Sin defoliación	3.69
Defoliación tercio inferior	3.61
Defoliación tercio medio	3.55
Defoliación total	3.35
Defoliación tercio superior	3.17
Defoliación tercio inferior y medio	3.05

Figura 14

Promedios del diámetro de panoja (cm) de la variedad Blanca de Junín



En las tablas 16 y 19 se presenta los datos generales con los que se ha realizado el ANOVA del diámetro de panoja de la variedad INIA 437 Roja del Norte (V1) y Blanca de Junín (V2), cuyos resultados de la V1 y V2 se presentan en las Tablas 17 y 20, donde se observa que en ambas variedades, existe significación estadística en la Fuente de Variación de Repeticiones, pero no existe diferencia significativa entre la Fuente de Tratamientos, indicando que los promedios de los 5 tratamientos estadísticamente han sido iguales. Así mismo, en la Tabla 18 y 21 se presenta los promedios de los cinco tratamientos, los cuales se muestran gráficamente en la figura 13 y 14. El CV para la V1 es 20.50 %, y para la V2 es 26.82 %, lo que significa que la variación entre los datos experimentales no ha sido muy amplia, teniendo un porcentaje aceptable para el presente experimento en campo.

Finalmente, luego de analizar los resultados estadísticos correspondiente al diámetro de la panoja, podemos decir que la V1 se ve significativamente afectado por la defoliación total (T6), con un diámetro de 2.98 cm (figura 13), y la V2, fue afectada por la defoliación del tercio inferior y medio (T5) con 3.05 cm (figura 14); estos datos coinciden con estudio sobre los efectos de la defoliación en la quinua en la región de Puno, Perú, indicando que la defoliación total genera una reducción considerable en el tamaño de las panojas, lo que afecta directamente la producción de grano (Rojas, 2015). Al eliminar todas las hojas, se interrumpe el flujo de nutrientes hacia la panoja, afectando tanto su diámetro como la calidad del grano producido; de la misma forma ocurre con la defoliación del tercio medio, el cual afecta menos el crecimiento de la panoja. Sin embargo, ambas prácticas, si no son controladas, pueden reducir significativamente la productividad del cultivo.

4.4 Influencia de la defoliación en el rendimiento

4.4.1. Variedad Inía 437 Roja del Norte

Tabla 22

Datos de la evaluación del rendimiento de la variedad Inía 437 Roja del Norte

Rendimiento (kg/ha) Inía 437 Roja del norte		
Parcela	Peso en gr/m² Área= 3m*0.80m = 2.40 m²	Peso en kg/ha
T1-V1- 101	140.10	583.75
T4-V1- 102	171.79	715.79
T6-V1- 103	59.33	247.21
T2-V1- 104	200.55	835.63
T5-V1- 105	195.64	815.17
T3-V1- 106	100.36	418.17
T4-V1- 201	150.00	625.00
T6-V1- 202	103.00	429.17
T1-V1- 203	197.89	824.54
T3-V1- 204	87.18	363.25
T5-V1- 205	96.87	403.63
T2-V1- 206	157.24	655.17
T6-V1- 301	40.32	168.00
T4-V1- 302	173.68	723.67
T1-V1- 303	177.16	738.17
T3-V1- 304	167.91	699.63
T5-V1- 305	180.42	751.75
T2-V1- 306	113.47	472.79
T5-V1- 401	33.24	138.50
T3-V1- 402	71.76	299.00
T1-V1- 403	111.78	465.75
T4-V1- 404	74.57	310.71
T6-V1- 405	76.60	319.17
T2-V1- 406	88.77	369.88

Nota. T1: Testigo, T2: Defoliación tercio inferior, T3: Defoliación tercio medio, T4: Defoliación tercio superior, T5: Defoliación tercio inferior y medio, T6: Defoliación total (libre de panoja).

V1: Variedad Inía 437 Roja del Norte.

101-106: Repetición I, 201-206: Repetición II, 301-306: Repetición III, 401-406: Repetición IV.

Tabla 23

Análisis de varianza (ANVA) del rendimiento (kg/ha) de la variedad Inía 437 Roja del Norte

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	Ft	
					0.05	0.01
Repetición	3	324167.7123	108055.9041	3.84 *	3.287	5.417
Tratamiento	5	340855.9966	68171.1993	2.42 NS	2.901	4.556
Error	15	422020.733	28134.716			
Total	23	1087044.442				

GL: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, CM: cuadrados medios, FC: factor calculable, Ft: factor tabular. CV: 32.53 %, *: si existe diferencia estadística, NS: no existe diferencia estadística.

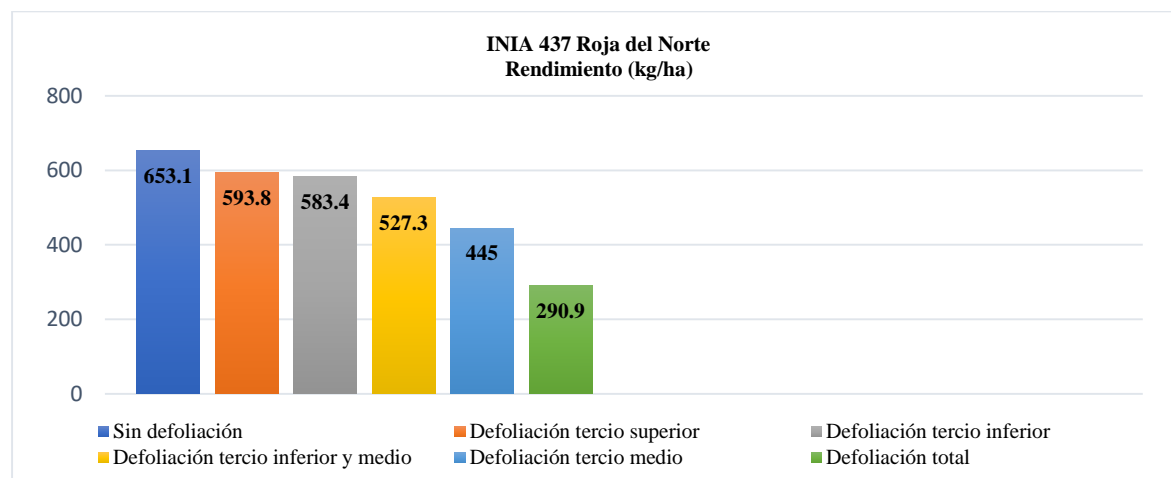
Tabla 24

Promedios de rendimiento (kg/ha) de la variedad Inía 437 Roja del Norte

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)
Sin defoliación	653.10
Defoliación tercio superior	593.80
Defoliación tercio inferior	583.40
Defoliación tercio inferior y medio	527.30
Defoliación tercio medio	445.00
Defoliación total	290.90

Figura 15

Promedios del rendimiento (kg/ha) de la variedad Inía 437 Roja del Norte



4.4.2. Variedad Blanca de Junín

Tabla 25

Datos de la evaluación del rendimiento de la variedad Blanca de Junín

Rendimiento (kg/ha) Blanca de Junín		
Parcela	Peso en gr/m² Área= 3m*0.80m = 2.40 m²	Peso en kg/ha
T5-V2- 107	164.81	686.71
T3-V2- 108	112.50	468.75
T1-V2- 109	145.19	604.96
T4-V2- 110	73.87	307.79
T2-V2- 111	155.99	649.96
T6-V2- 112	118.55	493.96
T5-V2- 207	100.57	419.04
T2-V2- 208	175.25	730.21
T6-V2- 209	160.22	667.58
T4-V2- 210	184.19	767.46
T1-V2- 211	179.78	749.08
T3-V2- 212	90.12	375.50
T5-V2- 307	65.89	274.54
T3-V2- 308	43.22	180.08
T1-V2- 309	78.37	326.54
T6-V2- 310	165.76	690.67
T4-V2- 311	171.78	715.75
T2-V2- 312	127.31	530.46
T4-V2- 407	115.20	480.00
T1-V2- 408	97.96	408.17
T5-V2- 409	97.08	404.50
T2-V2- 410	84.10	350.42
T6-V2- 411	89.35	372.29
T3-V2- 412	49.70	207.08

Nota. T1: Testigo, T2: Defoliación tercio inferior, T3: Defoliación tercio medio, T4: Defoliación tercio superior, T5: Defoliación tercio inferior y medio, T6: Defoliación total (libre de panoja).
V2: Variedad Blanca de Junín.
107-112: Repetición I, 207-212: Repetición II, 307-312: Repetición III, 407-412: Repetición IV.

Tabla 26

Análisis de varianza (ANVA) para el rendimiento (kg/ha) de la variedad Blanca de Junín

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	0.05	Ft 0.01
Repetición	3	240442.4624	80147.4875	4.15*	3.287	5.417
Tratamiento	5	190039.2807	38007.8561	1.97 NS	2.901	4.556
Error	15	289672.1109	19311.4741			
Total	23	720153.8541				

GL: Grados de libertad, SC: Suma de cuadrados, CM: cuadrados medios, FC: factor calculable, Ft: Factor tabular. CV: 28.84, *: si existe diferencia estadística, NS: no existe diferencia estadística.

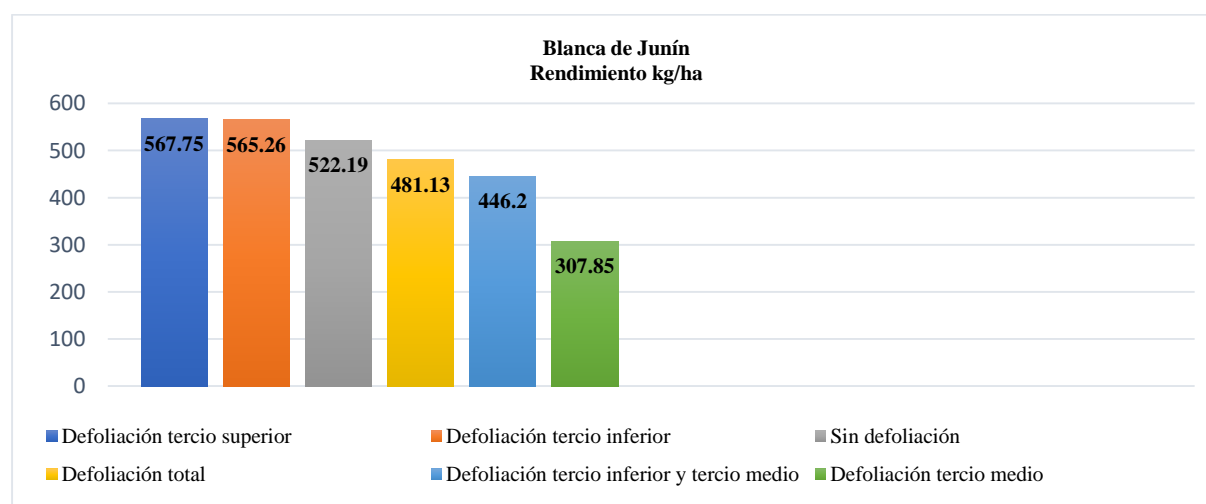
Tabla 27

Promedios de rendimiento (kg/ha) de la variedad Blanca de Junín

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)
Defoliación tercio superior	567.75
Defoliación tercio inferior	565.26
Sin defoliación	522.19
Defoliación total	481.13
Defoliación tercio inferior y tercio medio	446.20
Defoliación tercio medio	307.85

Figura 16

Promedios del rendimiento (kg/ha) de la variedad Blanca de Junín



En las tabla 22 y 25 se presenta los datos generales con los que se ha realizado el ANOVA para determinar el rendimiento de grano de la variedad INIA 437 Roja del Norte (V1) y Blanca de Junín (V2), cuyos resultados de la V1 y V2 se presentan en las Tablas 23 y 26, donde se observa que sí existe significación estadística en la Fuente de Variación de Repeticiones, pero no existe diferencia significativa entre la Fuente de Tratamientos; indicando que los promedios de los 5 tratamientos estadísticamente han sido iguales, aunque numéricamente diferentes, los cuales se representan en la figura 15 y 16. El CV de la V1 es 32.53%, y de la V2 es 28.84%, lo que significa que la variación entre los datos experimentales no ha sido muy amplia, teniendo un porcentaje aceptable para el presente experimento en campo.

Con los resultados obtenidos en ambas variedades podemos indicar que, el tipo de defoliación, también repercutió en el rendimiento. En la V1 (figura 15), la defoliación total (T6) fue la que mayor repercutió al rendimiento con 290.09 kg/h, en comparación al testigo que alcanzó los 653.10 kg/ha, En cambio, en la V2 (figura 16), fue la defoliación del tercio medio (T3) la que redujo significativamente el rendimiento con 307.85 kg/h, en comparación al testigo que alcanzo 567.75 kg/ha. En ambas variedades esta práctica puede tener un efecto negativo. Estudios realizados en Perú demuestran que la defoliación total influye negativamente en el rendimiento de la quinua, ya que las hojas son las principales responsables del proceso de fotosíntesis. Sin hojas, la planta no puede producir la cantidad necesaria de carbohidratos para el desarrollo de los granos, lo puede llevar a una disminución drástica en el peso de las semillas y el número de panículas, factores directamente relacionados con el rendimiento final del cultivo. Según Mujica (2005), la defoliación total reduce significativamente la producción de biomasa y, en consecuencia, la cantidad de grano cosechable; mientras que la defoliación del tercio medio puede ocasionar una disminución moderada en el rendimiento, dependiendo del momento de aplicación y las condiciones ambientales (Mujica, 2005; Mujica & Jacobsen, 2001).

4.5 Influencia de la defoliación en el peso de mil semillas

4.5.1. Variedad Inía 437 Roja del Norte

Tabla 28

Datos de la evaluación del peso de mil semillas de la variedad Inía 437 Roja del Norte

Peso de 1000 semillas (mm) Variedad Inía 437 Roja del Norte.	
Parcela	Peso (mm)
T1-V1- 101	3.10
T4-V1- 102	3.42
T6-V1- 103	3.09
T2-V1- 104	3.92
T5-V1- 105	3.33
T3-V1- 106	3.06
T4-V1- 201	3.29
T6-V1- 202	2.85
T1-V1- 203	3.38
T3-V1- 204	3.05
T5-V1- 205	3.99
T2-V1- 206	3.25
T6-V1- 301	2.62
T4-V1- 302	3.16
T1-V1- 303	3.39
T3-V1- 304	3.41
T5-V1- 305	3.41
T2-V1- 306	3.20
T5-V1- 401	3.19
T3-V1- 402	3.29
T1-V1- 403	2.98
T4-V1- 404	3.12
T6-V1- 405	2.99
T2-V1- 406	2.99

Nota. T1: Testigo, T2: Defoliación tercio inferior, T3: Defoliación tercio medio, T4: Defoliación tercio superior, T5: Defoliación tercio inferior y medio, T6: Defoliación total (libre de panoja).
V1: Variedad Inía 437 Roja del Norte.
101-106: Repetición I, 201-206: Repetición II, 301-306: Repetición III, 401-406: Repetición IV.

Tabla 29

Análisis de varianza (ANVA) del peso de 1000 semillas (gr) de la variedad Inía 437 Roja del Norte

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	Ft	
					0.05	0.01
Repetición	3	0.1974	0.0658	0.93 NS	3.287	5.417
Tratamiento	5	0.7730	0.1546	2.19 NS	2.901	4.556
Error	15	1.0612	0.0707			
Total	23	2.0317				

GL: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, CM: cuadrados medios, FC: factor calculable, Ft: factor tabular. CV: 18.23 %, NS: no existe diferencia estadística.

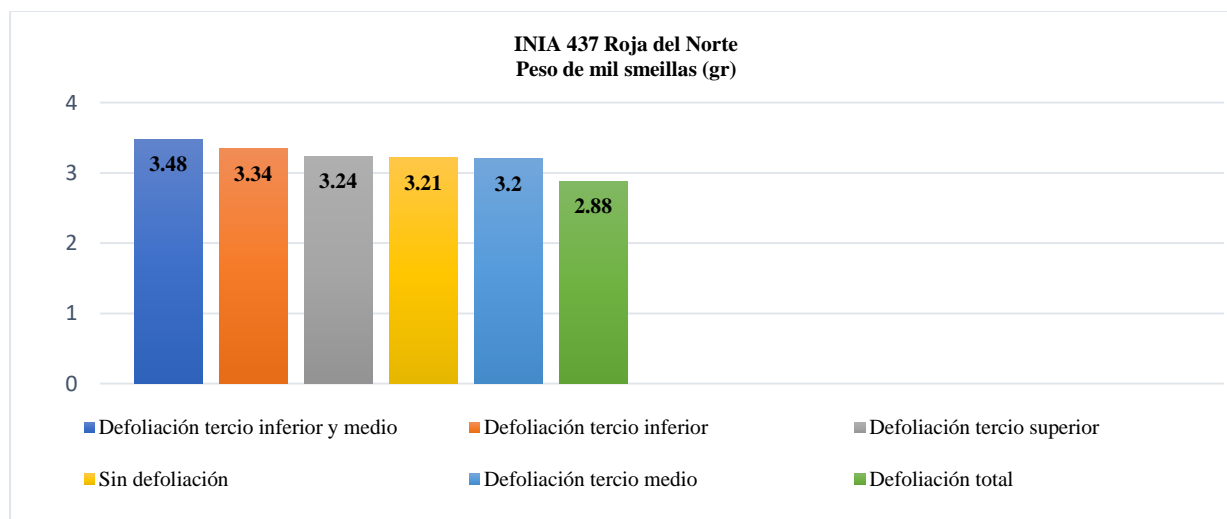
Tabla 30

Promedios del peso de mil semillas (gr) de la variedad Inía 437 Roja del Norte

Tratamiento	Peso de Mil Semillas (gr)
Defoliación tercio inferior y medio	3.48
Defoliación tercio inferior	3.34
Defoliación tercio superior	3.24
Sin defoliación	3.21
Defoliación tercio medio	3.20
Defoliación total	2.88

Figura 17

Promedios del peso de mil semillas (gr) de la variedad inía 437 Roja del Norte



4.5.2. Variedad Blanca de Junín

Tabla 31

Datos del peso de mil semillas de la variedad Blanca de Junín

Peso de 1000 semillas (mm) variedad Blanca de Junín	
Parcela	Peso (mm)
T5-V2- 107	3.25
T3-V2- 108	3.16
T1-V2- 109	2.92
T4-V2- 110	2.94
T2-V2- 111	3.15
T6-V2- 112	3.25
T5-V2- 207	2.94
T2-V2- 208	3.42
T6-V2- 209	3.73
T4-V2- 210	3.45
T1-V2- 211	3.30
T3-V2- 212	2.80
T5-V2- 307	3.07
T3-V2- 308	3.17
T1-V2- 309	3.33
T6-V2- 310	3.45
T4-V2- 311	3.40
T2-V2- 312	3.45
T4-V2- 407	3.16
T1-V2- 408	3.11
T5-V2- 409	3.01
T2-V2- 410	3.15
T6-V2- 411	3.06
T3-V2- 412	2.79

Nota. T1: Testigo, T2: Defoliación tercio inferior, T3: Defoliación tercio medio, T4: Defoliación tercio superior, T5: Defoliación tercio inferior y medio, T6: Defoliación total (libre de panoja).

V2: Variedad Blanca de Junín.

107-112: Repetición I, 207-212: Repetición II, 307-312: Repetición III, 407-412: Repetición IV.

Tabla 32

Análisis de varianza (ANVA) para el peso de 1000 semillas (gr) de la variedad blanca de Junín

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	0.05	Ft 0.01
Repetición	3	0.2901	0.0967	2.89 NS	3.287	5.417
Tratamiento	5	0.4227	0.0845	2.52 NS	2.901	4.556
Error	15	0.5024	0.0334			
Total	23	1.2153				

GL: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, CM: cuadrados medios, FC: factor calculable, Ft: factor tabular. CV: 5.74 %, NS= no existe diferencia estadística.

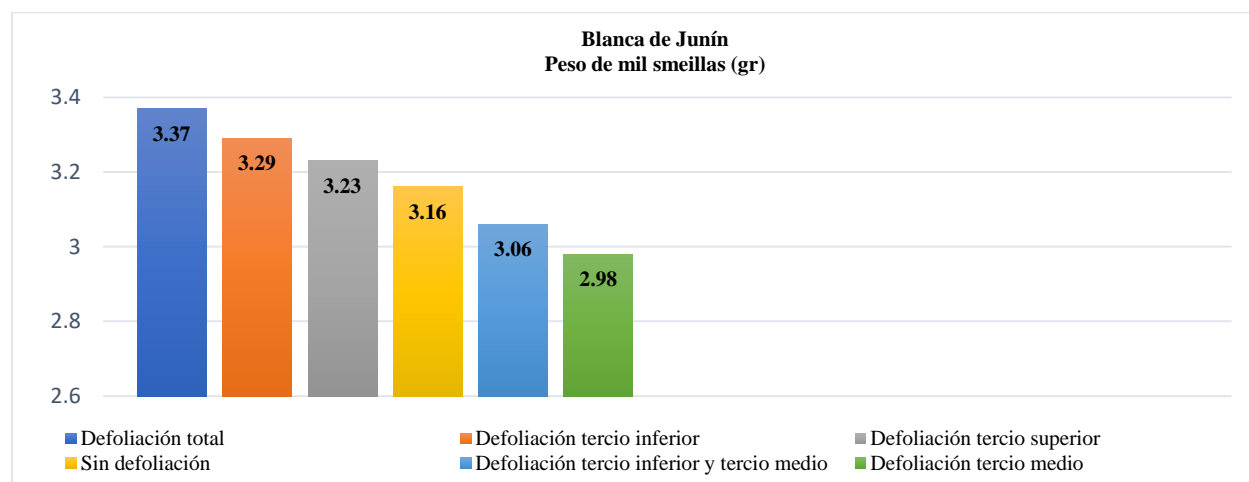
Tabla 33

Promedios del peso de mil semillas (gr) de la variedad Blanca de Junín

Tratamientos	Peso de mil granos (gr)
Defoliación total	3.37
Defoliación tercio inferior	3.29
Defoliación tercio superior	3.23
Sin defoliación	3.16
Defoliación tercio inferior y tercio medio	3.06
Defoliación tercio medio	2.98

Figura 18

Promedios del peso de mil semillas (gr) de la variedad Blanca de Junín



En las tablas 28 y 31, se presenta los datos generales con los que se ha realizado el ANOVA para determinar el peso de mil semillas de la variedad inía 437 Roja del Norte (V1) y Blanca de Junín (V2), cuyos resultados estadísticos se presentan en las Tablas 29 y 32, donde se observa que en ambas variedades no existe significación estadística en la Fuente de Variación de Repeticiones y Tratamientos. Los promedios de los 5 tratamientos se muestran en las tablas 30 y 33, y se representan en las figuras 17 y 18, en los cuales se observa los resultados son estadísticamente iguales, pero numéricamente diferentes. El CV de la V1 es 18.23%, y de la V2 es 5.74 %, lo que significa que la variación entre los datos experimentales no ha sido muy amplia, teniendo un porcentaje aceptable para el presente experimento en campo.

Finalmente, luego de haber realizado en análisis de los resultados obtenidos en ambas variedades, podemos mencionar que, el bajo rendimiento como consecuencia de la defoliación repercutió en el menor peso de 1000 semillas. En la V1, el tratamiento defoliación total (T6) fue el que más afecto, con un peso de 2.88 gr (figura 17) y en la V2 fue la defoliación del tercio medio (T3) con 2.98 gr; datos que se aprecia en las figuras 17 y 18. Esto concuerda con los mencionado por Mujica y Jacobsen (2003), los cuales indican que la defoliación total como la del tercio medio afectan negativamente el diámetro de grano de la quinua. La defoliación total tiende a reducir drásticamente el tamaño de los granos debido a la falta de fotosíntesis y nutrientes, mientras que la defoliación del tercio medio puede resultar en una reducción moderada, dependiendo del momento de la intervención.

4.6 Influencia de la defoliación en el diámetro de grano (mm)

4.6.1. Variedad inía 437 Roja del Norte

Tabla 34

Datos de la evaluación del diámetro de 10 semillas de la variedad inía 437 Roja del Norte

Parcela	Diámetro de 10 semillas variedad inía 437 Roja del Norte										Total	Promedio
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
T1-V1- 101	1.81	2.10	1.86	1.90	1.93	1.72	1.54	2.02	1.99	1.95	18.82	1.88
T4-V1- 102	1.05	1.26	1.23	1.83	1.91	1.74	2.02	1.89	1.88	2.10	16.91	1.69
T6-V1- 103	2.05	2.18	2.23	1.79	1.92	1.77	1.75	1.86	1.82	1.92	19.29	1.93
T2-V1- 104	1.90	1.97	1.92	1.89	2.21	1.89	1.86	1.92	2.07	2.06	19.69	1.97
T5-V1- 105	2.05	1.98	2.11	1.89	1.82	1.94	1.99	2.02	2.01	2.03	19.84	1.98
T3-V1- 106	1.82	1.85	2.00	1.91	1.85	1.88	1.87	2.12	1.92	1.92	19.14	1.91
T4-V1- 201	2.16	1.85	2.01	1.94	1.94	2.12	2.20	2.12	2.20	2.00	20.54	2.05
T6-V1- 202	1.90	1.78	1.92	2.03	1.99	2.10	2.02	1.91	1.85	1.99	19.49	1.95
T1-V1- 203	1.80	1.88	1.89	2.26	2.10	2.08	2.17	2.06	2.15	2.02	20.41	2.04
T3-V1- 204	1.73	1.94	2.06	2.05	2.00	1.84	1.87	1.86	1.77	2.03	19.15	1.92
T5-V1- 205	1.88	2.13	1.81	1.91	1.85	1.94	1.81	1.95	2.04	1.93	19.25	1.93
T2-V1- 206	1.95	1.82	1.93	1.98	2.06	1.99	1.95	1.88	1.92	1.81	19.29	1.93
T6-V1- 301	1.83	2.13	1.88	1.98	1.88	1.94	1.89	1.96	1.81	1.88	19.18	1.92
T4-V1- 302	1.09	1.96	2.06	2.05	1.79	2.09	1.75	1.99	1.90	1.78	18.46	1.85
T1-V1- 303	1.83	2.05	1.93	2.01	1.73	2.02	2.01	1.94	2.07	2.08	19.67	1.97
T3-V1- 304	2.07	2.00	1.84	1.91	2.16	1.97	1.82	1.77	2.04	2.00	19.58	1.96
T5-V1- 305	1.97	1.99	2.10	1.93	1.99	2.05	2.19	2.01	2.03	2.04	20.30	2.03
T2-V1- 306	2.03	1.95	1.74	1.85	1.79	1.66	1.94	1.96	2.00	1.97	18.89	1.89
T5-V1- 401	1.87	1.90	1.93	1.83	1.81	2.09	1.96	2.10	1.87	2.02	19.38	1.94
T3-V1- 402	2.04	1.93	1.90	1.88	1.99	2.05	1.94	2.09	1.95	1.89	19.66	1.97
T1-V1- 403	1.91	2.03	1.97	2.02	1.95	2.11	1.88	1.82	1.72	1.71	19.12	1.91
T4-V1- 404	1.92	2.02	1.95	2.10	1.99	1.92	1.94	1.99	2.06	1.89	19.78	1.98
T6-V1- 405	1.96	1.86	1.71	1.99	1.80	1.81	2.03	2.02	2.13	1.79	19.10	1.91
T2-V1- 406	1.75	1.95	1.89	1.89	1.81	1.72	1.92	1.81	1.86	1.91	18.51	1.85

Nota. T1: testigo, T2: Defoliación tercio inferior, T3: Defoliación tercio medio, T4: Defoliación tercio superior, T5: Defoliación tercio inferior y medio, T6: Defoliación total (libre de panoja).

V1: Variedad inía 437 Roja del Norte.

101-106: Repetición I, 201-206: Repetición II, 301-306: Repetición III, 401-406: Repetición IV.

Tabla 35

Análisis de varianza (ANVA) del diámetro de semilla (mm) de la variedad INIA 437 Roja del Norte

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	Ft	
					0.05	0.01
Repetición	3	0.0179	0.0059	1 NS	3.287	5.417
Tratamiento	5	0.0155	0.0031	0.52 NS	2.901	4.556
Error	15	0.0900	0.0060			
Total	23	0.1235				

GL: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, CM: cuadrados medios, FC: factor calculable, Ft: factor tabular. CV: 4.05 %, NS: no existe diferencia estadística.

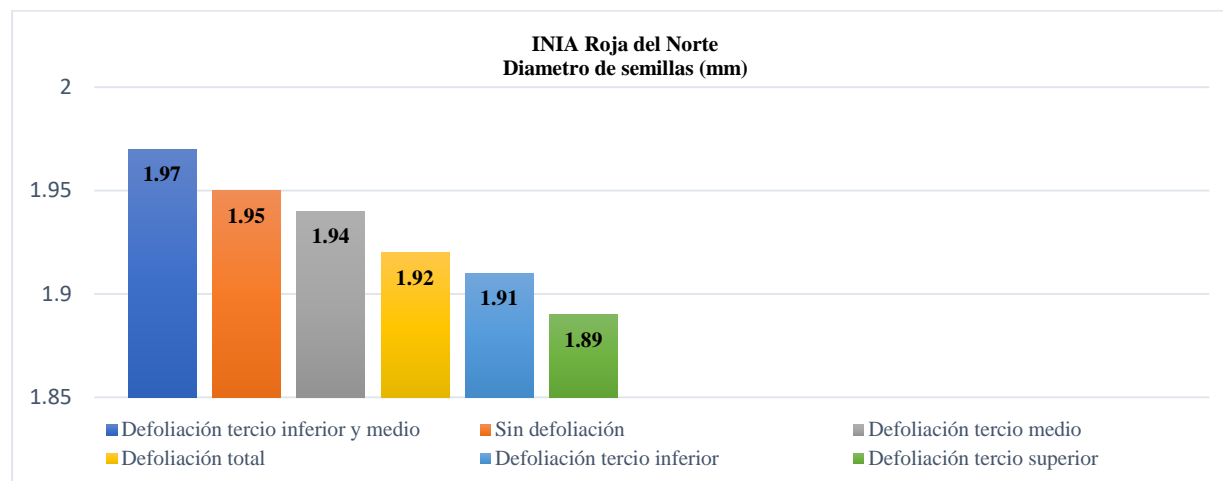
Tabla 36

Promedios de diámetro de semillas (mm) de la variedad inía 437 Roja del Norte

Tratamiento	Diámetro de 10 granos (mm)
Defoliación tercio inferior y medio	1.97
Sin defoliación	1.95
Defoliación tercio medio	1.94
Defoliación total	1.92
Defoliación tercio inferior	1.91
Defoliación tercio superior	1.89

Figura 19

Promedios del peso de diámetro de semillas (mm) de la variedad Inía 437 Roja del Norte



4.6.2. Variedad Blanca de Junín

Tabla 37

Datos de la evaluación del diámetro de 10 semillas de la variedad Blanca de Junín

Parcela	Diámetro de 10 semillas variedad Blanca de Junín										Total	Promedio
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
T5-V2- 107	2.04	1.88	2.17	2.04	1.79	1.85	1.95	1.89	2.04	1.97	19.62	1.96
T3-V2- 108	1.82	1.89	1.76	2.12	2.06	1.96	2.07	1.76	1.77	2.09	19.30	1.93
T1-V2- 109	1.95	2.12	1.87	1.74	1.88	1.89	1.89	2.16	1.91	1.87	19.28	1.93
T4-V2- 110	1.85	1.78	1.88	1.82	1.93	1.89	1.84	1.81	1.89	2.00	18.69	1.87
T2-V2- 111	2.00	1.88	1.78	1.89	1.87	1.75	1.84	1.90	1.88	1.88	18.67	1.87
T6-V2- 112	2.13	1.76	2.15	2.17	1.93	2.13	2.01	1.92	2.06	1.76	20.02	2.00
T5-V2- 207	1.91	2.04	2.07	1.75	2.11	1.98	1.95	1.78	2.10	2.03	19.72	1.97
T2-V2- 208	2.00	1.83	1.95	2.06	1.97	1.93	2.07	2.04	1.90	2.20	19.95	2.00
T6-V2- 209	2.01	2.10	2.24	2.34	1.95	2.07	2.02	2.13	2.01	2.02	20.89	2.09
T4-V2- 210	1.91	1.97	2.02	2.07	1.92	1.74	1.69	1.88	1.99	1.93	19.12	1.91
T1-V2- 211	1.86	1.81	1.97	1.92	1.97	1.92	2.01	1.85	2.19	2.07	19.57	1.96
T3-V2- 212	1.94	1.80	1.83	2.05	1.91	1.82	1.82	1.96	1.78	1.80	18.71	1.87
T5-V2- 307	1.93	1.97	1.97	1.97	2.03	2.03	1.91	1.95	1.96	1.88	19.60	1.96
T3-V2- 308	1.93	1.89	1.66	2.00	2.00	1.83	2.00	1.76	2.01	2.07	19.15	1.92
T1-V2- 309	1.99	1.93	1.88	1.06	2.16	1.80	1.99	1.94	1.83	1.87	18.45	1.85
T6-V2- 310	2.10	1.78	2.15	1.99	2.11	1.75	2.13	2.10	1.93	2.06	20.10	2.01
T4-V2- 311	1.89	2.05	2.11	2.26	2.05	2.12	2.01	2.04	2.91	1.85	21.29	2.13
T2-V2- 312	1.91	2.13	2.09	2.11	1.81	1.70	2.04	1.94	2.02	1.98	19.73	1.97
T4-V2- 407	1.88	1.81	1.73	1.95	1.89	1.64	1.81	2.00	1.86	1.88	18.45	1.85
T1-V2- 408	2.00	1.93	2.01	1.90	1.81	1.75	1.77	1.86	1.95	1.90	18.88	1.89
T5-V2- 409	1.91	1.91	2.15	1.66	1.91	1.85	1.86	1.92	2.01	1.85	19.03	1.90
T2-V2- 410	1.75	1.72	1.74	2.02	1.85	1.96	2.03	1.88	2.03	1.89	18.87	1.89
T6-V2- 411	1.93	1.95	1.84	2.09	1.92	1.63	1.88	2.14	1.93	1.95	19.26	1.93
T3-V2- 412	1.94	1.79	2.00	1.84	1.87	1.99	1.71	1.87	1.90	1.77	18.68	1.87

Nota. T1: testigo, T2: Defoliación tercio inferior, T3: Defoliación tercio medio, T4: Defoliación tercio superior, T5: Defoliación tercio inferior y medio, T6: Defoliación total (libre de panoja).

V2: Variedad Blanca de Junín.

107-112: Repetición I, 207-212: Repetición II, 307-312: Repetición III, 407-412: Repetición IV.

Tabla 38

Análisis de varianza (ANVA) del diámetro de semilla (mm) de la Variedad Blanca de Junín

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	0.05	Ft 0.01
Repetición	3	0.0279	0.0093	2.35 NS	3.287	5.417
Tratamiento	5	0.0300	0.0060	1.51 NS	2.901	4.556
Error	15	0.0595	0.0039			
Total	23	0.1176				

GL: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, CM: cuadrados medios, FC: factor calculable, Ft: factor tabular.
CV: 3.25 %, NS: no existe diferencia estadística.

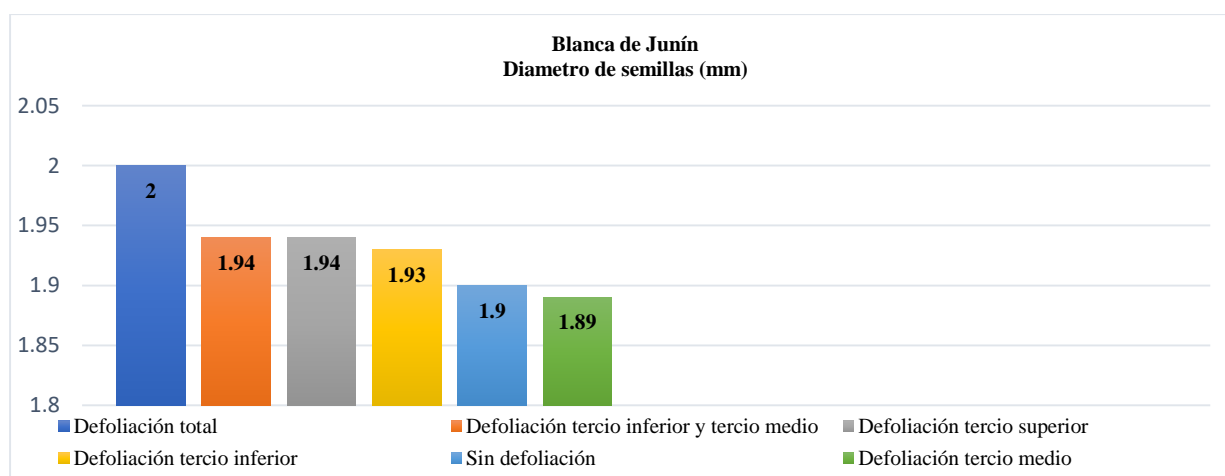
Tabla 39

Promedios de diámetro de semillas (mm) de la Variedad Blanca de Junín

Tratamientos	Diámetro de Grano (mm)
Defoliación total	2.00
Defoliación tercio inferior y tercio medio	1.94
Defoliación tercio superior	1.94
Defoliación tercio inferior	1.93
Sin defoliación	1.90
Defoliación tercio medio	1.89

Figura 20

Promedios de diámetro de semillas (mm) de la Variedad Blanca de Junín



En las tablas 34 y 37, se presenta los datos generales con los que se ha realizado el ANOVA para determinar el diámetro de 10 semillas de la variedad inía 437 Roja del Norte (V1) y Blanca de Junín (V2), cuyos resultados de ambas variedades se presentan en las Tablas 35 y 38, donde se observa que no existe significación estadística en la Fuente de Variación de Repeticiones y tratamientos, indicando que no hay diferencia estadística entre los promedios de los 5 tratamientos. Estos promedios se muestran en la tabla 36 y 39 y se representan en las gráficas 19 y 20, donde se muestran que estadísticamente son iguales, pero numéricamente diferentes. El CV para la V1 es 4.05 %, y para la V2 es 3.25%, lo que significa que la variación entre los datos experimentales no ha sido muy amplia, teniendo un porcentaje aceptable para el presente experimento en campo.

Finalmente, luego de haber analizado los resultados respecto al diámetro de grano podemos indicar que, en la V1 (figura 19), la defoliación del tercio superior (T4) afectó el diámetro de grano, obteniendo un diámetro promedio de 1.89 mm, en comparación con el testigo (T1); en cambio en la V2 (figura 20), la defoliación del tercio medio (T3) repercutió en el diámetro de grano obteniendo 1.89 mm en comparación con el testigo (T1), así mismo se aprecia que con la defoliación total (T6) en la V2, se obtuvo mayor diámetro de grano, esto se debe a que la quinua puede seguir produciendo granos de buen tamaño a pesar de la defoliación, es su capacidad de almacenamiento de nutrientes en los órganos no fotosintéticos, como los tallos y raíces, tal como indica Bonifacio (2003), la quinua tiene una gran capacidad para acumular carbohidratos en sus tejidos de soporte, los cuales moviliza hacia los órganos reproductivos durante el llenado del grano, incluso bajo condiciones de estrés, lo que le permite continuar su desarrollo, aunque haya perdido hojas, su principal fuente de fotosíntesis. Además, posee una plasticidad fisiológica que le permite activar rutas metabólicas alternativas y utilizar tejidos secundarios, como tallos e inflorescencias, para realizar fotosíntesis residual, lo que es crucial en etapas críticas como el llenado del grano (Tapia, 1997).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

La defoliación del tercio inferior (T2), no mostró efectos negativos sobre las variables evaluadas ni en el rendimiento de ambas variedades. En la variedad Blanca de Junín, se observó un incremento del 17.92 % en la altura de planta respecto al testigo, mientras que en la variedad INIA 437 Roja del Norte, el incremento fue del 3.06 %.

La defoliación del tercio medio (T3) en la variedad INIA 437 Roja del Norte, no se observaron efectos negativos en las variables evaluadas y en la variedad Blanca de Junín, esta defoliación tuvo el mayor impacto negativo en el rendimiento, con una reducción del 21.43 % respecto al testigo. También se registró una disminución promedio del 2 % en variables como altura de planta, longitud y diámetro de panoja, peso de 1000 semillas y diámetro de semillas.

La defoliación del tercio superior (T4) en la variedad INIA 437 Roja del Norte, esta defoliación redujo el diámetro de semillas en un 1 % respecto al testigo, sin afectar significativamente las demás variables, y en la variedad Blanca de Junín, no se encontraron impactos significativos en las variables evaluadas.

La defoliación del tercio inferior y medio (T5) no presentó efectos negativos sobre las variables evaluadas en ninguna de las variedades estudiadas.

La defoliación total (T6) en la variedad INIA 437 Roja del Norte fue la más afectada por la defoliación, registrando una disminución en el rendimiento de hasta un 62 % en comparación con el testigo, en contraste, la variedad Blanca de Junín mostró mayor resistencia ante la defoliación, con una contribución positiva en variables como el diámetro y el peso de 1000 semillas. Este comportamiento podría atribuirse a su capacidad para realizar fotosíntesis a través de los tallos, lo que compensa parcialmente la reducción del área foliar.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

Seguir realizando investigaciones de esta naturaleza, con diferentes variedades y ecotipos de quinua.

Investigar el impacto de la defoliación en distintas fases de desarrollo fenológico de la planta (inicio de floración, maduración de panojas, etc.) puede proporcionar información valiosa sobre el momento más crítico para el desarrollo y rendimiento de la quinua.

Se recomienda realizar este tipo de estudios tomando en cuenta la defoliación de las plantas por efecto del mildiu (*Peronospora farinosa*).

Realizar experimentos en invernadero para controlar factores externos y aislar los efectos de la defoliación en diferentes estados fenológicos.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apaza. (2006). Evaluación comparativa del comportamiento agronómico de diez variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el altiplano norte. [Tesis de licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/12657>
- Cabrera, G. (2018). Rendimiento del cultivo de durazno (*Prunus pérsica* L.) bajo condiciones de defoliación forzada en el CIFO-UNHEVAL-Huánuco. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/7872>
- Campos, C. (2018). Accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) ecotipo altiplano en condiciones de costa central. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3558>
- Casas, N. (2016). Alternativas para la generación de valor agregado en los cultivos de mango y quinua. En Artículo. <https://www.uniagraria.edu.co/wp-content/uploads/2018/09/alternativas-para-la-generacion-de-valor-agregado-en-los-cultivos-de-mango-y-quinua.pdf>
- Castillo, León, L., Zurita, A., Quintana, R., Vera, C., & Alfaro, C. (2024). Escala fenológica quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). <https://es.studenta.com/content/135520799/pyt-2017-0495-ma-2-escala-fenológica-quinua>.
- Cordova, M. (2022). Precipitación sólida simulada como factor meteorológico influyente en el rendimiento de la arveja (*Pisium sativum*) en Acobamba [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio Institucional UNH. <https://repositorio.unh.edu.pe/items/be1778b9-92bf-4c6d-9828-c756c010db53>.
- Delgado, R., Escalante, J., Díaz, R., Trinidad, A., Morales, E., & Sosa, E. (2014). Defoliación en maíz y su efecto sobre el rendimiento de frijol y maíz en asociación. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 5(6), 1015–1027. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342014000600009.
- Escobar. (2021). Importancia de las biomoléculas que se producen en el proceso de la fotosíntesis de las plantas superiores C3 y C4 [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/9324/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000308.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- FAO. (2016). Guía de cultivo de la quinua. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/76594aca-c6a8-45e0-97db-39905cd72575/content>
- Gómez, L., & Aguilar, E. (2016). Guía de cultivo de la quinua (2.a ed.). Universidad Nacional Agraria La Molina. <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/i5374s.pdf>
- Hernández, I., & Bonifacio, A. (2018). Contribución fotosintética del tallo en *Chenopodium quinoa* Willd. durante el estrés por defoliación. *Revista de Ecofisiología Vegetal*, 10(3), 45-56.
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). (2019). Aspectos de la fisiología del cultivo de la quinua. *Boletín INIA* N° 362.
- Intagri. (2017). Importancia de la hoja bandera en el rendimiento de gramíneas. *Artículos Técnicos*, 34, 1-4. <https://www.intagri.com/articulos/cereales/importancia-de-la-hoja-bandera-en-el-rendimiento-de-gramineas#:~:text=Esta%20hoja%20bandera%20tiene%20un,a%20los%20granos%20de%20arroz.>
- León, P., Mendoza, C., & Palao, J. (2021). Microorganismos eficaces y *Trichoderma* sp. en el biocontrol de mildiu (*Peronospora variabilis*) en cultivo de quinua. *Acta Agronómica*, 70(4), 1-6. <https://doi.org/10.15446/ACAG.V70N4.95351>.
- León, P. (2020). Caracterización morfológica y componentes de rendimiento de cien accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) procedentes de cuatro regiones del país [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Alicia Repositorio. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNCP_46f829a701ce7a31c02a2336283d6071/Details.
- Mayta, J. (2021). Progenies autofecundadas S5 de la quinua: Un estudio de características agromorfológicas y moleculares (G. Bonetto, J. Becker, & J. Liebl, Eds.). Universidad Nacional de San Agustín. <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/8339da59-edb0-4620-8699-ce8e13414448>
- Ministerio del Ambiente, Senamhi, & Dirección de Agrometeorología. (2021). Ficha técnica agroclimática de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <http://www.fao.org/3/i5374s/i5374s.pdf>
- Mollisaca, P. (2021). Evaluación del rendimiento y análisis bromatológico de subproductos de trilla de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de cuatro variedades en Kiphakipani, municipio de Viacha del departamento de La Paz [Tesis de licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio UMSA. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/26201>

- Mujica, A., Ortiz, R., & Jacobsen, E. (2003). La importancia de los cultivos andinos. *Revista Venezolana de Sociología y Antropología*, 13(1), 14–24. <https://www.redalyc.org/pdf/705/70503603.pdf>
- López, M. (2018). *Agronomía de cultivos andinos*. Instituto de Investigaciones Agrícolas.
- Olvera, F., Salgado, S., Córdova, S., Palma, D. J., López, A., & Castañeda, R. (2024). Defoliación del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la Chontalpa, Tabasco, México. *Agronomía Mesoamericana*, 35, e53608. <https://doi.org/10.15517/am.2024.53608>
- Orgaz, G. (2020). Adaptación de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) a las condiciones agroecológicas de la zona centro peninsular [Trabajo de fin de grado, Universidad Politécnica de Madrid]. https://hdl.handle.net/10261/TFG_GABRIELA_ORGAZ_GARCIA
- Ortiz, A., Medina, M., & Ferreira, N. (2022). Defoliación del maíz (*Zea mays* L.) en floración: ¿Cómo afecta al rendimiento? *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 5(1), 1054–1061. <https://doi.org/10.34188/bjaerv5n1-079>
- Peralta, N., Abbate, P., & Marino, A. (2011). Efecto del régimen de defoliación sobre la producción de grano en trigo doble propósito. *Agriscientia*, 28, 1–11. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/agris/article/view/2782>
- Pérez, Á. (2005). Manejo del cultivo de quinua en la sierra central. Ministerio de Agricultura y Riego del Perú. <https://repositorio.midagri.gob.pe/handle/20.500.13036/688>
- Quelal, M., Nazate, K., Villacres, E., & Cuarán, J. (2019). Obtención y caracterización de un hidrolizado proteico de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). *Enfoque UTE Revista*, 10(1), 1–12. <https://www.redalyc.org/journal/5722/572262062007/html>
- Quiroz, I. (2019). Efecto del despanoje y defoliación sobre el rendimiento de grano de la línea de alta endogamia de maíz amarillo duro *Zea mays* L. (Poaceae) CML 297 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma]. Repositorio de la Universidad Privada Antenor Orrego. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/5692>
- Raico, A., & Roncal, M. (2022). Evaluación de cinco fungicidas orgánicos para el control de mildiu (*Peronospora* sp.) en quinua (*Chenopodium quinoa*) en Cajamarca [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5478>
- Ramírez, B. (2017). Genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) resistentes al mildiu (*Peronospora variabilis*) y métodos de control en el municipio de Colomi [Tesis de

licenciatura, Universidad Mayor de San Simón]. <http://ddigital.umss.edu.bo/browse?type=author&value=RAMIREZ+CHOQUE%2C+BACILIA>

- Ramos, D., & Cárdenas, J. (2023). Recuperación del potencial de rendimiento del cultivo de haba con diferente daño foliar mediante aplicación de bioestimulante en Acobamba [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio de la Universidad Nacional de Huancavelica. <https://repositorio.unh.edu.pe/items/34492ba7-98d8-4967-8a77-5a2be200721c>
- Rojas, A. (2015). Efectos de la defoliación en el cultivo de quinua en la región de Puno. Editorial Agrícola del Perú.
- Roncal, M. S. (2004). Principios de la fitopatología andina. Universidad Nacional de Cajamarca. <http://www.unc.edu.pe>
- Ruffino, A. M., & Gastaldi, D. V. (2015). Adaptaciones anatómicas y funcionales de la quinua en condiciones de estrés. *Agronomía y Ambiente*, 8(2), 35-42
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI. (n.d.). Plataforma del Estado Peruano. Recuperado el 4 de marzo de 2023, de <https://www.gob.pe/senamhi>
- Solveig, T. A. (2014). El mildiu (*Peronospora farinosa*) de la quinua (*Chenopodium quinoa*) en la zona andina (pp. 1–38). <https://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/10/AN60198.pdf>
- Tapia, M. (1997). Quinua y cañihua: Manual de cultivos andinos. Centro Internacional de la Papa. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/16254>
- Tejada, T. (2020). Nueva variedad de “quinua” *Chenopodium quinoa* Wild. (Chenopodiaceae) para la sierra norte del Perú con características agronómicas y comerciales sobresalientes. *Arnaldo*, 27(3), 1–18. https://doi.org/10.2413/3299_arnal_27_03_751
- Valdivia, P., & Quispe, R. (2018). Manejo agronómico de la quinua en el altiplano peruano. Editorial AgroPerú.
- Zuil, S. (2018). Efecto de la defoliación en el rendimiento de girasol. *Girasoles*, 41, 1–3. https://doi.org/10.2413/3299_arnal_27_03_751

ANEXOS

Anexo 1

Datos de evaluaciones en campo y laboratorio para análisis estadístico de la variedad inia 437

Roja del Norte

Parcela	Tratamiento	Repetición	Altura de planta antes de la defoliación (cm)	Número de plantas del surco central (3 m)	Altura de planta a la cosecha (cm)	Longitud de panoja (cm)	Diámetro de panoja (cm)	Peso por parcela (gr) Área= 3m*0.80m=2.40 m ²	Rendimiento (kg/ha)	Peso de 1000 semillas/parcela (gr)	Diámetro de 10 semillas / parcela (mm)
107	Defoliación tercio inferior y medio	1	29.50	53	69.35	30.25	3.72	164.81	686.71	3.25	1.96
108	Defoliación tercio medio	1	33.80	45	62.95	27.25	3.41	112.50	468.75	3.16	1.93
109	Sin defoliación	1	18.40	32	44.45	14.95	2.40	145.19	604.96	2.92	1.93
110	Defoliación tercio superior	1	22.00	30	64.10	27.70	3.15	73.87	307.79	2.94	1.87
111	Defoliación tercio inferior	1	27.20	34	80.20	40.10	3.88	155.99	649.96	3.15	1.87
112	Defoliación total	1	24.50	22	72.30	33.40	3.72	118.55	493.96	3.25	2.00
207	Defoliación tercio inferior y medio	2	24.10	37	61.40	23.60	2.83	100.57	419.04	2.94	1.97
208	Defoliación tercio inferior	2	26.90	50	79.90	38.20	4.23	175.25	730.21	3.42	2.00
209	Defoliación total	2	25.10	44	65.50	30.90	3.53	160.22	667.58	3.73	2.09
210	Defoliación tercio superior	2	20.50	35	62.40	32.90	3.80	184.19	767.46	3.45	1.91
211	Sin defoliación	2	29.80	70	68.80	33.70	7.00	179.78	749.08	3.30	1.96
212	Defoliación tercio medio	2	28.80	66	52.80	21.00	5.54	90.12	375.50	2.80	1.87
307	Defoliación tercio inferior y medio	3	23.30	57	53.20	22.90	2.83	65.89	274.54	3.07	1.96
308	Defoliación tercio medio	3	28.00	46	53.50	22.70	2.74	43.22	180.08	3.17	1.92
309	Sin defoliación	3	24.90	42	60.40	26.50	2.74	78.37	326.54	3.33	1.85
310	Defoliación total	3	26.10	42	66.90	30.30	3.47	165.76	690.67	3.45	2.01
311	Defoliación tercio superior	3	24.70	37	63.00	27.60	3.18	171.78	715.75	3.40	2.13
312	Defoliación tercio inferior	3	32.60	32	72.80	31.80	3.18	127.31	530.46	3.45	1.97
407	Defoliación tercio superior	4	18.90	38	39.60	14.60	2.58	115.20	480.00	3.16	1.85
408	Sin defoliación	4	19.10	47	49.50	18.40	2.64	97.96	408.17	3.11	1.89
409	Defoliación tercio inferior y medio	4	22.30	50	53.90	20.70	2.83	97.08	404.50	3.01	1.90
410	Defoliación tercio inferior	4	23.00	44	61.90	30.20	3.15	84.10	350.42	3.15	1.89
411	Defoliación total	4	26.00	68	56.10	21.00	2.71	89.35	372.29	3.06	1.93
412	Defoliación tercio medio	4	25.40	54	50.20	18.50	2.51	49.70	207.08	2.79	1.87

Anexo 2

Datos de evaluaciones en campo y laboratorio para análisis estadístico de la variedad Blanca de Junín

Parcela	Tratamiento	Repetición	Altura de planta antes de la defoliación (cm)	Número de plantas del surco central (3 m)	Altura de planta a la cosecha (cm)	Longitud de panoja (cm)	Diámetro de panoja (cm)	Peso por parcela (gr) Área= 3m*0.80m=2.40 m ²	Rendimiento (kg/ha)	Peso de 1000 semillas/parcela (gr)	Diámetro de 10 semillas / parcela (mm)
101	Sin defoliación	1	28.10	50	62.10	24.85	3.20	140.10	583.75	3.10	1.88
102	Defoliación tercio superior	1	29.40	39	68.30	27.10	4.19	171.79	715.79	3.42	1.69
103	Defoliación total	1	18.30	24	49.10	20.50	3.69	59.33	247.21	3.09	1.93
104	Defoliación tercio inferior	1	31.70	50	81.05	42.05	5.16	200.55	835.63	3.92	1.97
105	Defoliación tercio inferior y medio	1	31.80	33	80.20	39.60	4.90	195.64	815.17	3.33	1.98
106	Defoliación tercio medio	1	25.40	29	60.20	24.70	3.41	100.36	418.17	3.06	1.91
201	Defoliación tercio superior	2	33.30	23	76.70	31.70	3.68	150.00	625.00	3.29	2.05
202	Defoliación total	2	32.20	29	71.85	28.75	3.36	103.00	429.17	2.85	1.95
203	Sin defoliación	2	38.10	37	72.50	32.60	3.45	197.89	824.54	3.38	2.04
204	Defoliación tercio medio	2	21.90	29	58.60	27.10	3.15	87.18	363.25	3.05	1.92
205	Defoliación tercio inferior y medio	2	32.70	41	59.05	25.45	2.86	96.87	403.63	3.99	1.93
206	Defoliación tercio inferior	2	39.10	45	67.80	27.30	3.25	157.24	655.17	3.25	1.93
301	Defoliación total	3	26.10	46	49.65	17.35	2.29	40.32	168.00	2.62	1.92
302	Defoliación tercio superior	3	37.70	54	68.00	23.70	3.36	173.68	723.67	3.16	1.85
303	Sin defoliación	3	27.20	52	60.20	32.10	3.41	177.16	738.17	3.39	1.97
304	Defoliación tercio medio	3	31.80	36	77.90	37.10	4.84	167.91	699.63	3.41	1.96
305	Defoliación tercio inferior y medio	3	37.80	45	86.70	40.60	4.52	180.42	751.75	3.41	2.03
306	Defoliación tercio inferior	3	23.60	32	55.40	21.30	2.77	113.47	472.79	3.20	1.89
401	Defoliación tercio inferior y medio	4	24.30	24	40.10	15.00	2.55	33.24	138.50	3.19	1.94
402	Defoliación tercio medio	4	27.60	38	50.30	15.70	2.74	71.76	299.00	3.29	1.97
403	Sin defoliación	4	27.10	37	54.20	24.40	3.06	111.78	465.75	2.98	1.91
404	Defoliación tercio superior	4	23.60	44	49.80	19.40	2.77	74.57	310.71	3.12	1.98
405	Defoliación total	4	42.70	46	57.50	16.80	2.58	76.60	319.17	2.99	1.91
406	Defoliación tercio inferior	4	28.20	57	57.00	20.90	2.77	88.77	369.88	2.99	1.85

Anexo 4

Instalación de experimento y siembra de las dos variedades de quinua (Inía 437 Roja del norte y Blanca de Junín)

**Anexo 3**

Deshierbo y raleo del cultivo

**Anexo 5**

Identificación de parcelas experimentales



Anexo 6

Evaluación de mildiu (tercio inferior, medio y superior) en las dos variedades de quinua

**Anexo 7**

Defoliación de los diferentes tercios en las dos variedades de quinua



Anexo 8

Cultivo de las dos variedades de quinua.

**Anexo 9**

Medida de la altura de plantas (cm).



Anexo 10

Medida del diámetro de panoja (cm).

**Anexo 11**

Determinación del diámetro de panoja (cm).



Anexo 12

Cosecha de la quinua (Variedad INIA 437 roja del norte y blanca de Junín)..

**Anexo 13**

Colocación de muestras en superficie plana para trillado.



Anexo 14**Proceso de limpiado de grano.****Anexo 15***Peso de granos por tratamiento (Kg/ha).*

Anexo 16

Conteo de 1000 semillas por tratamiento.

**Anexo 17**

Peso de las 1000 semillas por tratamiento y bloque.



Anexo 18

Determinación de diámetro de 10 granos por tratamiento.

**Anexo 19**

Asesores y colaboradores durante el desarrollo del experimento y cosecha del cultivo

