



# Universidad Católica de Santa María

**Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas  
Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica y Agrícola**

**Efecto de tres dosis de hierro y zinc sobre crecimiento, rendimiento y  
variable fisiológica en tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*  
*Willd.*) Huasacache-Arequipa**

Tesis presentada por:

**Aguilar Flores, Percy**

**ORCID: 0009-0003-3548-7023**

para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo y Agrícola

Asesor:

**Dr. Zegarra Flores, Jorge Arturo**

**ORCID: 0000-0002-5430-4283**

Arequipa - Perú

2026

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**

**INGENIERIA AGRONOMICA Y AGRICOLA**

**TITULACIÓN CON TESIS**

**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 31 de Marzo del 2026

**Dictamen: 013806-C-EPIAyA-2026**

Visto el borrador del expediente 013806, presentado por:

**2021185251 - AGUILAR FLORES PERCY**

Titulado:

**EFFECTO DE TRES DOSIS DE HIERRO Y ZINC SOBRE CRECIMIENTO, RENDIMIENTO Y VARIABLE FISIOLÓGICA EN TRES VARIEDADES DE QUINUA (CHENOPODIUM QUINOA WILLD.) HUASACACHE-AREQUIPA**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

Titulo Profesional/Titulo de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

**INGENIERO AGRONOMO Y AGRÍCOLA**

**29568810 - COLOMA DONGO FROY ENGELBERT  
DICTAMINADOR**



**29500662 - DIAZ VENTO INGRIND MIRNA  
DICTAMINADOR**



**41785189 - RAMIREZ CHOQUEHUANCA SHIRLEY GABRIELA  
DICTAMINADOR**



# EFFECTO DE TRES DOSIS DE HIERRO Y ZINC SOBRE CRECIMIENTO, RENDIMIENTO Y VARIABLE FISIOLÓGICA EN TRES VARIETADES DE QUINUA (CHENOPODIUM QUINOA WILLD.) HUASACACHE-AREQUIPA

## INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Católica de Santa María	7%
	Trabajo del estudiante	
2	docobook.com	1%
	Fuente de Internet	
3	hdl.handle.net	1%
	Fuente de Internet	
4	vsip.info	1%
	Fuente de Internet	
5	terralatinoamericana.org.mx	1%
	Fuente de Internet	
6	repositorio.umsa.bo	1%
	Fuente de Internet	
7	oa.upm.es	1%
	Fuente de Internet	

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mis padres, Vicente Aguilar Paucar y Maura Flores Cárdenas a quienes amo con todo mi corazón; y admiro su esfuerzo, dedicación, y trabajo constante, a mis hermanos y hermanas, sobrinos, sobrinas y amigos cercanos por el apoyo moral y palabras de motivación y aliento que me dieron dejándome un ejemplo de superación en todo aspecto y a todas aquellas personas que han sido de motivación para mí.



## AGRADECIMIENTOS

Primeramente, mi agradecimiento para mi Dios altísimo quien ha sido mi fortaleza para continuar en esta formación académica superando las dificultades y darme la determinación constante ante cualquier adversidad de la vida.

A mis padres, hermanos sobrinos y amigos cercanos por los buenos consejos y motivación que me dieron para continuar con mis estudios superiores.

A mi asesor de tesis mis sinceros agradecimientos al Dr. Jorge Arturo Zegarra Flores, por haberme dado la oportunidad de ser ejecutor de este proyecto de investigación y a la vez haberme acompañado en la revisión de la tesis y a su buena enseñanza como docente.

A los miembros del jurado, Ing. Froy Engelbert, Coloma Dongo, Ing. Ingrid, Mirna Diaz Vento, Ing. Shirley Gabriela Ramírez Choquehuanca, estimados y buenos docentes quienes se tomaron su tiempo para poder revisar el presente trabajo de investigación y haberme impartido las recomendaciones y las mejoras del caso.

A mis docentes que me brindaron sus buenas enseñanzas y conocimientos encaminándome de buena manera en la vida académica y profesional y de lo cual estoy profundamente agradecido.

A mis buenos amigos que conocí y que me dieron sus buenos deseos, es especial a mi gran amigo Clever Ronald, con quien afrontamos momentos de angustia superación y resiliencia en esta vida universitaria y a todas las amistades que de una u otra manera contribuyeron para la culminación del presente trabajo.

## RESUMEN

La investigación se realizó en el campo experimental del Fundo “La Banda” Huasacache de la Universidad Católica de Santa María, distrito de Jacobo Hunter, Arequipa, durante la campaña 2024, con el objetivo de evaluar el efecto de tres dosis combinadas de hierro y zinc sobre el crecimiento, rendimiento y variable fisiológica de tres variedades de quinua (Altiplano, Kancolla y Blanca de Juli). El trabajo se realizó en un área total de 600 m<sup>2</sup>, para el experimento se utilizó un diseño de parcelas divididas en bloques completos al azar, con el factor variedad en la parcela principal, el factor dosis de biofortificación en la subparcela, tres niveles de dosis en la cual la 1<sup>ra</sup> dosis consistió en 1 kg ha<sup>-1</sup> Fe + 0 kg ha<sup>-1</sup> Zn, la 2<sup>da</sup> dosis en 0 kg ha<sup>-1</sup> Fe + 1 kg ha<sup>-1</sup> Zn, la 3<sup>ra</sup> dosis en 1 kg ha<sup>-1</sup> Fe + 1 kg ha<sup>-1</sup> Zn, y un tratamiento testigo, tres variedades y cinco bloques, evaluándose variables de crecimiento (altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, longitud de hoja y pecíolo), componentes de rendimiento y rendimiento de grano. El análisis de varianza mostró efectos altamente significativos de la variedad sobre la mayoría de variables de crecimiento y sobre el rendimiento de grano, se determinó que la variedad Altiplano alcanzó los mayores promedios de altura de planta con 196.1 cm en el cuarto muestreo, superando a Blanca de Juli (177.7 cm) y Kancolla (160.0 cm), mientras que en número de hojas mostró en el segundo muestreo 251 hojas frente a 238 en Blanca de Juli y 194 en Kancolla, diferencias estadísticamente significativas entre variedades, pero no entre dosis de hierro y zinc; en rendimiento de grano por hectárea también se obtuvieron diferencias significativas entre variedades, con Altiplano registrando 884.5 kg ha<sup>-1</sup>, seguida de Blanca de Juli con 574.0 kg ha<sup>-1</sup> y Kancolla con 272.1 kg ha<sup>-1</sup>, sin efectos significativos de las dosis ni de la interacción variedad por dosis sobre estas variables. Se concluye que la biofortificación foliar con las tres dosis combinadas de hierro y zinc evaluadas mantiene un adecuado desarrollo vegetativo y productivo de la quinua, pero no mejora de forma significativa el rendimiento respecto a las dosis menores, siendo la elección de la variedad particularmente Altiplano el factor determinante para optimizar la producción de quinua en las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache.

**Palabras clave:** Biofortificación, hierro, zinc.

## ABSTRACT

The research was carried out in the experimental field of the "La Banda" Huasacache Farm of the Catholic University of Santa María, Jacobo Hunter district, Arequipa, during the 2024 campaign, with the objective of evaluating the effect of three combined doses of iron and zinc on the growth, yield and physiological variable of three varieties of quinoa (Altiplano, Kancolla and Blanca de Juli). The work was carried out in a total area of 600 m<sup>2</sup>, for the experiment a split plot design in randomized complete blocks was used, with the variety factor in the main plot, the biofortification dose factor in the subplot, three dose levels in which the 1st dose consisted of 1 kg ha<sup>-1</sup> Fe + 0 kg ha<sup>-1</sup> Zn, the 2nd dose in 0 kg ha<sup>-1</sup> Fe + 1 kg ha<sup>-1</sup> Zn, the 3rd dose in 1 kg ha<sup>-1</sup> Fe + 1 kg ha<sup>-1</sup> Zn, and a control treatment, three varieties and five blocks, evaluating growth variables (plant height, stem diameter, number of leaves, leaf and petiole length), yield components and grain yield. The analysis of variance showed highly significant effects of the variety on most growth variables and on grain yield. It was determined that the Altiplano variety reached the highest average plant height with 196.1 cm in the fourth sampling, surpassing Blanca de Juli (177.7 cm) and Kancolla (160.0 cm). In terms of the number of leaves, it showed 251 leaves in the second sampling compared to 238 in Blanca de Juli and 194 in Kancolla. These differences were statistically significant between varieties, but not between doses of iron and zinc. In grain yield per hectare, significant differences were also obtained between varieties, with Altiplano registering 884.5 kg ha<sup>-1</sup>, followed by Blanca de Juli with 574.0 kg ha<sup>-1</sup> and Kancolla with 272.1 kg ha<sup>-1</sup>, without significant effects of the doses or the variety-by-dose interaction on these variables. It is concluded that foliar biofortification with the three combined doses of iron and zinc evaluated maintains adequate vegetative and productive development of quinoa, but does not significantly improve yield compared to the lower doses, with the choice of variety, particularly Altiplano, being the determining factor to optimize quinoa production under the conditions of the "La Banda" Huasacache farm.

**Keywords:** Biofortification, iron, zinc.

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I .....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Enunciado del problema.....	1
1.2. Descripción del Problema .....	1
1.3. Justificación del trabajo.....	2
1.3.1. Aspecto general .....	2
1.3.2. Aspecto tecnológico .....	2
1.3.3. Aspecto social.....	2
1.3.4. Aspecto económico.....	3
1.3.5. Importancia.....	3
1.4. Objetivos .....	4
1.4.1. Objetivo general .....	4
1.4.2. Objetivo específico.....	4
1.5. Hipótesis.....	4
CAPÍTULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1 Análisis bibliográfico .....	5
2.1.1 Importancia de los micronutrientes en las plantas.....	5
2.1.2 Absorción y transporte de hierro y zinc en las plantas.....	6
2.1.3 Deficiencia de hierro y zinc.....	8

2.1.4	Interacción entre hierro y zinc.....	10
2.1.5	Composición mineral de la quinua.....	11
2.1.6	Importancia del hierro y zinc en el desarrollo y calidad nutricional de la quinua.....	13
2.1.7	Efectos de la fertilización con hierro y zinc.....	13
2.1.8	Origen e Importancia de la Quinua.....	15
2.1.9	Situación actual.....	15
2.2	Antecedentes de la investigación.....	33
CAPÍTULO III.....		38
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	38
3.1	Materiales.....	38
3.1.1	Localización del trabajo.....	38
3.1.2	Ubicación política.....	38
3.1.3	Posición geográfica.....	38
3.1.4	Temporal.....	39
3.1.5	Materiales biológicos.....	39
3.1.6	Materiales de laboratorio.....	39
3.1.7	Materiales de campo.....	40
3.1.8	Materiales de escritorio.....	40
3.1.9	Equipos.....	41
3.1.10	Maquinaria.....	41
3.1.11	Otros materiales.....	41
3.2	Métodos.....	41
3.2.1	Muestreo.....	41
3.2.1.1	Universo:.....	41

3.2.1.2	Tamaño de muestra.....	41
3.2.1.3	Procedimiento de muestreo .....	42
3.3	Métodos de evaluación.....	42
3.3.1	Metodología de la experimentación. ....	42
3.3.2	Factores.....	44
3.3.3	Recopilación de la información.....	46
3.3.3.1	Parámetros biométricos .....	46
3.4	Evaluación estadística. ....	53
3.4.1	Diseño Experimental .....	53
3.4.2	Modelo aditivo lineal.....	53
3.4.3	Unidades experimentales.....	54
3.4.4	Análisis estadísticos.....	55
a.	Análisis de varianza.....	55
CAPÍTULO IV.....		56
4.	RESULTADOS .....	56
4.1	Evaluación de Parámetros biométricos .....	56
4.1.1	Altura de Planta .....	56
4.1.2	Diámetro de Tallo.....	59
4.1.3	Número de hojas.....	62
4.1.4	Longitud de panoja.....	66
4.1.5	Diámetro de panoja.....	69
4.1.6	Longitud de peciolo.....	72
4.1.7	Longitud de hoja.....	75
4.1.8	Ancho de hoja.....	78
4.2	Rendimiento en producción de biomasa y grano. ....	81

4.2.1	Rendimiento de peso fresco de panoja .....	81
4.2.2	Rendimiento de peso seco de panoja.....	82
4.2.3	Rendimiento de peso fresco de tallo.....	86
4.2.4	Rendimiento de peso seco de tallo .....	86
4.2.5	Rendimiento de peso fresco de raíz.....	91
4.2.6	Rendimiento de peso seco de raíz.....	91
4.2.7	Rendimiento de quinua en grano (gr. planta-1).....	96
4.2.8	Rendimiento de quinua en grano (kg. ha <sup>-1</sup> ) .....	99
4.3	Evaluación de contenido de clorofila (Unid. SPAD) .....	102
CAPÍTULO V.....		107
5.	DISCUSIÓN.....	107
CAPÍTULO VI.....		118
6.	CONCLUSIONES.....	118
CAPÍTULO VII .....		120
7.	RECOMENDACIONES .....	120
REFERENCIAS.....		121

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro de fechas de aplicación de dosis de micronutrientes de Fe y Zn .....	44
Tabla 2 Cuadro de tratamientos. ....	45
Tabla 3 Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc sobre altura de planta (cm).....	57
Tabla 4 Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc sobre el diámetro de tallo (cm) .....	60
Tabla 5 Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc sobre el número de hojas .....	64
Tabla 6 Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc en la longitud de panoja (cm) .....	67
Tabla 7 Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc en el diámetro de panoja (cm).....	70
Tabla 8 Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc en la longitud de peciolo (cm) .....	73
Tabla 9 Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc en la longitud de hoja (cm) .....	76
Tabla 10 Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc en el ancho de hoja (cm).....	79
Tabla 11 Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc sobre rendimiento en materia fresca y seca de panoja (gr).....	83
Tabla 12 Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc sobre rendimiento en materia fresca y seca de tallo (gr) .....	88
Tabla 13 Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc sobre rendimiento de materia fresca y seca de raíz (gr) .....	93
Tabla 14 Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc en rendimiento de quinua en grano (gr. planta <sup>-1</sup> ).....	97
Tabla 15 Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc en rendimiento de quinua en grano (kg. ha <sup>-1</sup> ).....	100
Tabla 16 Cuadro resumen de rendimientos de grano en kg. ha <sup>-1</sup> en tres variedades de quinua.....	102

**Tabla 17** Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc sobre la concentración de clorofila (Unidades-SPAD).....103



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Tipo de crecimiento de tres variedades de quinua .....	16
Figura 2	Características del tallo de las variedades de quinua .....	18
Figura 3	Características de la hoja de las variedades de quinua.....	19
Figura 4	Características de la panoja de las variedades de quinua.....	20
Figura 5	Características del grano de las variedades de quinua .....	21
Figura 6	Fase fenológica de la inflorescencia .....	24
Figura 7	Etapas de crecimiento fenológico de la quinua.....	26
Figura 8	Ubicación del campo experimental en el Fundo “La Banda” Huasacache.....	39
Figura 9	Vista del campo experimental.....	42
Figura 10	Equipo utilizado en el manejo fitosanitario del cultivo .....	43
Figura 11	Medición del carácter altura de planta .....	46
Figura 12	Medición del diámetro del tallo superior .....	47
Figura 13	Conteo del número de hojas por planta.....	48
Figura 14	Toma de datos de longitud de peciolo .....	48
Figura 15	Toma de datos de longitud de la hoja .....	49
Figura 16	Toma de datos de ancho de la hoja .....	49
Figura 17	Diámetro de la panoja .....	50
Figura 18	Longitud de panoja.....	50
Figura 19	Toma de datos del contenido de clorofila por hoja.....	52
Figura 20	Croquis experimental y distribución de unidades experimentales.....	55
Figura 21	Altura de planta (cm) producto de la aplicación de diferentes dosis de hierro y zinc en tres variedades de quinua, en cuatro momentos de muestreo.....	58

Figura 22	Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre la altura de planta (cm) .....	58
Figura 23	Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre la altura de planta (cm).....	59
Figura 24	Diámetro del tallo (cm) producto de la aplicación de diferentes dosis de hierro y zinc en tres variedades de quinua, en cuatro momentos de muestreo.....	61
Figura 25	Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre el diámetro del tallo (cm) .....	61
Figura 26	Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre el diámetro del tallo (cm) .....	62
Figura 27	Numero de hojas producto de la aplicación de diferentes dosis de hierro y zinc en tres variedades de quinua, en cuatro momentos de muestreo.....	65
Figura 28	Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre el número de hojas .....	65
Figura 29	Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre el número de hojas .....	66
Figura 30	Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre la longitud de panoja (cm) .....	68
Figura 31	Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre la longitud de panoja (cm).....	68
Figura 32	Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre el diámetro de panoja (cm) .....	71
Figura 33	Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre el diámetro de panoja (cm).....	71

Figura 34	Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre la longitud de peciolo (cm) .....	74
Figura 35	Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre la longitud de peciolo (cm).....	74
Figura 36	Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre la longitud de hoja (cm) .....	77
Figura 37	Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre la longitud de panoja (cm).....	77
Figura 38	Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre el ancho de hoja (cm) .....	80
Figura 39	Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre el ancho de hoja (cm) .....	80
Figura 40	Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre el peso fresco de panoja (g).....	84
Figura 41	Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre el peso fresco de panoja (g).....	84
Figura 42	Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre el peso seco de panoja (g).....	85
Figura 43	Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre el peso seco de panoja (g) .....	85
Figura 44	Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre el peso fresco del tallo (g).....	89
Figura 45	Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre el peso fresco del tallo (g) .....	89

Figura 46	Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre el peso seco del tallo (g).....	90
Figura 47	Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre el peso seco del tallo (g).....	90
Figura 48	Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre el peso fresco de la raíz (g).....	94
Figura 49	Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre el peso fresco de la raíz (g).....	94
Figura 50	Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre el peso seco de la raíz (g).....	95
Figura 51	Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre el peso seco de la raíz (g).....	95
Figura 52	Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre el rendimiento de quinua en grano (g. planta <sup>-1</sup> ).....	98
Figura 53	Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre el rendimiento de quinua en grano (g. planta <sup>-1</sup> ).....	98
Figura 54	Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre el rendimiento de quinua en grano (kg. ha <sup>-1</sup> ).....	101
Figura 55	Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre el rendimiento de quinua en grano (kg. ha <sup>-1</sup> ).....	101
Figura 56	Contenido de clorofila producto de la aplicación de diferentes dosis de hierro y zinc en tres variedades de quinua, en cuatro momentos de muestreo.....	105
Figura 57	Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre el contenido de clorofila (Unid. SPAD).....	105

Figura 58	Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre el contenido de clorofila (Und. SPAD).....	106
Figura 59	Etapa de crecimiento del cultivo de la quinua. ....	161
Figura 60.	Etapa de desarrollo de la inflorescencia.....	161
Figura 61.	Evaluando el estado vegetativo del cultivo.....	162
Figura 62.	Efectuando el control fitosanitario del cultivo de quinua. ....	162
Figura 63.	Dosificación de hierro y zinc .....	163
Figura 64.	Evaluando el diámetro del tallo .....	163
Figura 65	Evaluando el contenido de clorofila en hojas .....	164
Figura 66	Evaluando la altura de la planta .....	164
Figura 67	Evaluando la longitud de panoja.....	165
Figura 68	Evaluando el diámetro de panoja.....	165
Figura 69	Evaluando la longitud del peciolo.....	166
Figura 70	Evaluando la longitud de la hoja.....	166
Figura 71	Evaluando el ancho de la hoja.....	167
Figura 72	Cultivo de quinua en fase de madurez fisiología.....	167
Figura 73	Cosecha del cultivo de quinua. ....	168
Figura 74	Secado de plantas en parcela.....	168
Figura 75	Traslado de cosecha de plantas de quinua hacia el invernadero .....	169
Figura 76	Pesado de biomasa de materia fresca.....	169
Figura 77	Producción de biomasa de materia seca.....	170
Figura 78	Pesado de biomasa de materia seca.....	170
Figura 79	Actividad de almacenamiento y post cosecha.....	171
Figura 80	Embolsado del producto final (Semillas limpias de quinua). ....	171

Figura 81 Pesado de semillas de quinua por variedad y tratamiento. .... 172

Figura 82 Ensacado de semillas de quinua y entrega del producto..... 172



## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Cartilla de evaluación de altura de planta (cm).....	131
Anexo 2	Cartilla de evaluación de diámetro de tallo (cm) .....	135
Anexo 3	Cartilla de evaluación de número de hojas .....	139
Anexo 4	Cartilla de evaluación de longitud de panoja (cm) .....	143
Anexo 5	Cartilla de evaluación de diámetro de panoja (cm).....	144
Anexo 6	Cartilla de evaluación de longitud de peciolo (cm) .....	145
Anexo 7	Cartilla de evaluación de longitud de hoja (cm) .....	146
Anexo 8	Cartilla de evaluación de ancho de hoja (cm).....	147
Anexo 9	Cartilla de evaluación de rendimiento de peso fresco y peso seco de quinua variedad Kancolla (gr) .....	148
Anexo 10	Cartilla de evaluación de rendimiento de peso fresco y peso seco de quinua variedad Altiplano (gr).....	149
Anexo 11	Cartilla de evaluación de rendimiento de peso fresco y peso seco de quinua variedad Blanca de Juli (cm).....	150
Anexo 12	Cartilla de evaluación de rendimiento de granos por planta (gr. planta <sup>-1</sup> ).....	151
Anexo 13	Cartilla de evaluación de contenido de clorofila (Unid. SPAD).....	152
Anexo 14	Cartilla de evaluación de rendimiento de granos en kg por hectárea (kg. ha <sup>-1</sup> ).....	156
Anexo 15	Área de instalación del cultivo de quinua en m <sup>2</sup> y por ha.....	157
Anexo 16	Resultado de Análisis de suelo.....	158
Anexo 17	Evidencias del trabajo de investigación.....	161

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

#### 1.1. Enunciado del problema

El problema central que aborda esta investigación es la falta de conocimiento específico sobre cómo diferentes dosis de hierro y zinc influyen en el crecimiento, rendimiento y variable fisiológica de distintas variedades de quinua. Esta información es necesaria para desarrollar estrategias de biofortificación eficaces y mejorar el valor nutricional de este importante cultivo.

#### 1.2. Descripción del Problema

Las diferentes variedades de quinua pueden responder de manera distinta a las condiciones de cultivo y a la aplicación de micronutrientes. Es necesario determinar cuáles variedades son más adecuadas para la zona específica del estudio. En tanto el hierro y el zinc son micronutrientes esenciales tanto para el crecimiento y desarrollo de las plantas como para la nutrición humana. La deficiencia de estos elementos en los suelos puede afectar negativamente la productividad y el valor nutricional de la quinua. Es por ello que se va a suministrar la dosis óptima de hierro y zinc a las tres variedades de quinua para maximizar el rendimiento y la calidad nutricional de la quinua en las condiciones específicas del Fundo La Banda Huasacache. Es posible que exista una interacción significativa entre las variedades de quinua y las dosis de hierro y zinc, lo que podría influir en la eficacia de la fertilización y en los resultados finales del cultivo. Aunque existen estudios sobre la fertilización de quinua, hay una falta de información detallada sobre el efecto combinado de diferentes dosis de hierro y zinc en variedades específicas de quinua en las condiciones particulares de Arequipa. La investigación podría proporcionar información valiosa para futuros programas de biofortificación de quinua, contribuyendo a mejorar la seguridad alimentaria y nutricional.

### **1.3. Justificación del trabajo**

#### ***1.3.1. Aspecto general***

La investigación busca determinar cómo diferentes dosis de hierro y zinc mejoran las características agronómicas de tres variedades específicas de quinua. Este estudio es relevante debido a la importancia del hierro y el zinc como micronutrientes esenciales que pueden influir en el desarrollo de las plantas, especialmente en su capacidad para resistir enfermedades, mejorar la calidad nutricional del grano y maximizar el rendimiento total del cultivo.

#### ***1.3.2. Aspecto tecnológico***

Uno de los aspectos relativos a la tecnología, que se manifiesta en la investigación es el uso de técnicas de espectrofotometría de absorción atómica para la exacta determinación del contenido de minerales como hierro y zinc en las semillas de quinua. Esta técnica permite determinar la concentración del mineral después de someterlas a germinación o al tratamiento con diferentes dosis de minerales, el cual se considera un factor importante para determinar la mejora nutricional de las variedades de quinua que se estudian. Por otro lado, la siembra controlada de dosis determinadas de hierro y zinc a las semillas también representa un tipo de tecnología para mejorar el potencial de valorar el contenido nutricional de las variedades de quinua en relación al tratamiento aplicado.

#### ***1.3.3. Aspecto social***

Un aspecto social de la investigación sobre el efecto de hierro y zinc en diferentes variedades de quinua es su relevancia para la lucha contra la desnutrición y la inseguridad alimentaria, especialmente en regiones vulnerables. La quinua es reconocida por su alto valor nutricional, superior al de muchos cereales tradicionales, y contiene minerales esenciales como hierro y zinc en cantidades significativas. La mejora del contenido de estos minerales en la quinua contribuye a combatir problemas de salud pública como la anemia y la desnutrición,

proporcionando un alimento accesible y nutritivo para comunidades que enfrentan estas dificultades. Además, la promoción de la quinua como cultivo sustentable y nutricionalmente superior favorece la seguridad alimentaria y el desarrollo socioeconómico en zonas rurales donde se cultiva tradicionalmente, incentivando la conservación de prácticas agrícolas ancestrales y mejorando la calidad de vida de agricultores y consumidores.

#### **1.3.4. Aspecto económico**

La investigación sobre el efecto de tres dosis de hierro y zinc en variedades de quinua también posee un aspecto económico porque el valor añadido que se genera por la mejora nutricional aportada al producto final permite incrementar la competitividad en el mercado. La quinua enriquecida con hierro y zinc puede ser un producto diferenciado con este potencial para poder ser promovido y vendido como un superalimento o un suplemento nutricional, lo cual podría en ocasiones justificar precios más altos y atraer a consumidores diferentes que se preocupen por la alimentación y la salud. Por otro lado, los productos derivados como suplemento son alimentos enriquecidos con quinua que están diseñados para poder ser consumidos para tratar la deficiencia nutricional, lo que puede representar una oportunidad económica para los productores y los agentes en el campo de los alimentos naturales, generando ingresos adicionales y favoreciendo el desarrollo de la cadena productiva de la quinua en el ámbito local y global.

#### **1.3.5. Importancia**

La principal relevancia de la investigación que se presenta está dada por la posibilidad de mejorar la calidad nutricional de un alimento de extraordinaria importancia como lo es la quinua, mediante una biofortificación mineral con minerales como el hierro y el zinc, lo cual puede tener un impacto muy importante en salud pública, ya que puede ayudar a reducir las deficiencias minerales más comunes como la anemia o la falta de zinc, lo que resulta de

particular interés para poblaciones vulnerables. Además, la mejora de la calidad nutricional va en la dirección de favorecer la seguridad alimentaria y el desarrollo de cultivos de quinua que mejoren la condición de las comunidades productoras y consumidoras, tanto en el ámbito social como en el económico. Por tanto, la investigación puede no sólo contribuir avanzando en las ciencias agronómicas y nutricionales, sino también en el ámbito social y económico para aquellas regiones donde se cultiva quinua.

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto de tres dosis de hierro y zinc sobre el crecimiento, rendimiento y variable fisiológica en tres variedades de quinua Altiplano, Kancolla y Blanca de Juli, en el fundo Huasacache – Arequipa 2024.

##### **1.4.2. Objetivo específico**

- Evaluar las características agromorfológicas de tres variedades de quinua Altiplano, Kancolla y Blanca de Juli.
- Determinar rendimiento de biomasa y grano.
- Determinar la concentración de clorofila.

#### **1.5. Hipótesis**

Dado que el hierro (Fe) y el zinc (Zn) son micronutrientes indispensables para el desarrollo vegetal, es probable que con la aplicación de diferentes dosis de hierro y zinc el cultivo muestre efectos significativos y diferenciados en el crecimiento, rendimiento y variable fisiológica en las tres variedades de quinua.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Análisis bibliográfico

##### 2.1.1 *Importancia de los micronutrientes en las plantas.*

Ocho de los diecisiete nutrientes esenciales para las plantas son microelementos, fundamentales en las reacciones redox biológicas. Los microelementos esenciales son: B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni y Zn, y se requieren en concentraciones menores a 100 µg/g de masa seca. Elementos como Cu, Zn, Fe y Mn se aplican como quelatos, mientras que B y Mo se suministran en forma de sales (Rodríguez & Florez, 2004).

El boro, cobre, hierro, manganeso y zinc son micronutrientes esenciales para las plantas, necesarios en pequeñas cantidades. Desempeñan un papel importante en el desarrollo y crecimiento vegetal, regulando nutrientes, metabolismo, producción de carbohidratos, síntesis de clorofila, y el desarrollo de semillas y frutos (Tripathi et al., 2015).

Los micronutrientes vegetales, como Fe, Mn, Cu, Mo, Zn, B, Cl y Ni, son vitales para las plantas en bajas concentraciones. Son necesarios para el crecimiento y desarrollo, desempeñando roles en la estructura celular, la función enzimática y la fotosíntesis. Su importancia en la producción de cultivos ha llevado a un creciente interés por parte de fitonutricionistas y agrónomos (E. A. Kirkby, V. Römheld, 2004).

Los micronutrientes son oligoelementos esenciales en pequeñas cantidades que las plantas necesitan para sobrevivir. Su papel incluye la protección celular, regulación genética, transducción de señales, transporte intracelular y producción de metabolitos. La deficiencia de estos nutrientes impacta negativamente la producción de metabolitos secundarios y varía según la especie vegetal (Bhat et al., 2020).

La deficiencia de zinc es la carencia de micronutrientes más extendida a nivel mundial, con un impacto significativo en cultivos clave como el maíz, el arroz y el trigo. La segunda

deficiencia más común es la de boro, afectando principalmente a las dicotiledóneas más que a las gramíneas. Además, la deficiencia de hierro representa un problema importante en regiones con clima mediterráneo y suelos calcáreos (Alloway, 2008).

El estado de los micronutrientes en la planta huésped al ser atacada por un patógeno es decisivo para su defensa. Se analizan las rutas metabólicas relacionadas en la síntesis de fenoles y lignina, y cómo ciertos micronutrientes pueden influir en ellas. Aunque la remisión total de la enfermedad es difícil, la fertilización con micronutrientes puede reducir la enfermedad a niveles aceptables, facilitando así el control ulterior mediante prácticas culturales o biocidas orgánicos convencionales, lo que resulta más eficiente y económico (Graham & Webb, 1991).

### **2.1.2 Absorción y transporte de hierro y zinc en las plantas.**

El hierro en el suelo y soluciones nutritivas se presenta principalmente como quelatos  $Fe^{3+}$  y  $Fe^{2+}$ , siendo la forma absorbida por las raíces principalmente  $Fe^{2+}$ . Esta forma catiónica es vital para el desarrollo de cloroplastos y la síntesis de clorofila y ferredoxina, esenciales en la fotosíntesis y reducción del nitrógeno. En condiciones controladas, el 80% del hierro se encuentra en cloroplastos de hojas en crecimiento, evidenciando su rol en la fotosíntesis. La deficiencia de hierro puede resultar de desequilibrios con otros elementos, pH alto que genera compuestos insolubles, o la presencia de aluminio soluble en suelos ácidos que limita su absorción (Rodríguez & Florez, 2004).

El zinc se absorbe en las plantas como catión divalente ( $Zn^{2+}$ ) y es transportado por xilema, siendo poco móvil internamente. Es vital como componente de la enzima anhidrasa carbónica, que ayuda en la formación de ácido carbónico. Además, el zinc es necesario para mantener las biomembranas al formar complejos con fosfolípidos y sulfidrilo, previniendo daños oxidativos; su deficiencia incrementa la permeabilidad de las membranas. También es parte del aminoácido triptófano, precursor de auxinas, y en plantas de tomate con deficiencia

de zinc, se observa un retardo en la elongación del tallo asociado a una disminución en la síntesis de ácido indol-3-acético (AIA). (Rodríguez & Florez, 2004)

La absorción de Zn en las plantas es un proceso regulado por transportadores y quelantes de metales, influenciado por factores como la etapa de crecimiento, condiciones del suelo y la estación. Investigaciones en especies hiperacumuladoras han revelado que la homeostasis del Zn se mantiene a través de transportadores específicos y secuestro vacuolar como mecanismos de detoxificación (Gupta et al., 2016).

Los oligoelementos, como el hierro y el zinc, son necesarios para el crecimiento vegetal y la integridad estructural. Sin embargo, la deficiencia de estos elementos en humanos ha aumentado, siendo causada principalmente por dietas pobres en Fe y Zn. Las estrategias de biofortificación podrían mejorar la concentración de estos oligoelementos en los cultivos. La absorción de oligoelementos es un proceso fisiológico complejo, influenciado por factores como la etapa de crecimiento, las condiciones del suelo y la temporada del año (P. K. Singh et al., 2020).

La absorción de hierro en respuesta al estrés por deficiencia de Fe ocurre a través de la raíz, donde se liberan iones de hidrógeno y reductores. Esto provoca una disminución del pH en la rizósfera y la reducción de  $\text{Fe}^{3+}$  a  $\text{Fe}^{2+}$ , facilitando la absorción de hierro ferroso principalmente a través de las raíces laterales jóvenes, posiblemente mediante un transportador (Brown, 1978).

Se investigó el impacto de la nutrición con Zn en la liberación de fitosideróforos (PS) y la absorción y transporte de  $^{65}\text{Zn}$  y  $^{59}\text{Fe}$  en dos genotipos de trigo: *Triticum aestivum* cv. Warigal y *T. turgidum* conv. durum cv. Durati, con diferente tolerancia a la deficiencia de Zn. No se encontraron diferencias significativas en las concentraciones de Zn en raíz y brote entre los genotipos. Sin embargo, la deficiencia de Zn redujo el crecimiento de los brotes de Durati más que en Warigal. Las raíces deficientes en Zn de Durati liberaron cinco veces más PS que

las suficientes, y las de Warigal liberaron 37 veces más PS en comparación con sus raíces con suficiente Zn. Las raíces de Warigal deficientes en Zn liberaron tres veces más PS que las de Durati en condiciones similares (Rengel et al., 1998).

El hierro es necesario para la fotosíntesis en las plantas, que han creado sistemas complejos para su absorción del suelo. Sin embargo, esta captación puede conllevar riesgos, ya que el hierro es tóxico y los mecanismos de absorción son poco selectivos, permitiendo la entrada de metales tóxicos. Para mitigarlo, las plantas regulan la captación de hierro a nivel transcripcional y postraduccional, y han desarrollado mecanismos alternativos para manejar la entrada de otros metales. El hierro en las células se redistribuye a cloroplastos o mitocondrias, o se almacena en la vacuola de manera segura (Thomine & Vert, 2013).

### **2.1.3 Deficiencia de hierro y zinc.**

La deficiencia de hierro en las plantas se manifiesta como clorosis intervenal, especialmente en hojas jóvenes. Las rosas son particularmente vulnerables, y su deficiencia puede ser agravada por altos niveles de nitratos en la rizosfera. En sistemas de riego, el hierro puede causar taponamientos, especialmente si el agua proviene de pozos profundos ricos en este mineral, ya que se forma  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , que es insoluble y se precipita lentamente, necesitando medidas correctivas para evitar daños (Rodríguez & Florez, 2004).

La deficiencia de zinc se inicia en las hojas jóvenes, que muestran amarillamiento y reducción en tamaño. En rosa, se observa por la muerte de los puntos de crecimiento y el desarrollo de brotes laterales, formando rosetas. Su disponibilidad aumenta con la disminución del pH y la presencia de sulfato, pero disminuye en pH básico y en suelos con alta disponibilidad de fósforo, además de la interacción con cobre, hierro y manganeso (Rodríguez & Florez, 2004).

La carencia de zinc es el problema más común de insuficiencia de micronutrientes en las cosechas a nivel global. Es indispensable para animales y plantas, ya que actúa como un

regulador enzimático en diversos procesos bioquímicos. Muchas tierras cultivables carecen de zinc, y un tercio de la población mundial no recibe la cantidad adecuada. Los factores del suelo que afectan la absorción de zinc incluyen baja presencia total de zinc, pH alto, abundancia de calcita y materia orgánica, y altos niveles de sodio, calcio, magnesio, bicarbonato y fosfato. El maíz es el grano más susceptible, seguido por el trigo en suelos calcáreos y arroz en terrenos inundados, que también presentan deficiencia de zinc (Alloway, 2009).

El maíz (*Zea mays L.*) es el tercer cereal más importante globalmente y vital para la seguridad alimentaria en África subsahariana, ya que aporta energía y micronutrientes. Las deficiencias de zinc (Zn) y hierro (Fe) son factores de riesgo significativos para problemas como anemia y enfermedades infecciosas, afectando a más de dos mil millones de personas a nivel mundial. La pobreza, el acceso limitado a dietas equilibradas y la baja disponibilidad de nutrientes son las principales causas de estas deficiencias (Akhtar et al., 2018).

El hierro (Fe) y el zinc (Zn) son indispensables para las plantas, y su deficiencia puede afectar gravemente sus funciones. Para superar esta escasez, las plantas implementan diversos métodos para asegurar la correcta absorción de estos minerales. Mejorar los cultivos alimentarios es una estrategia eficaz contra la desnutrición por falta de Fe y Zn. Sin embargo, el proceso de absorción, transporte y almacenamiento de estos minerales en las semillas es complejo, involucrando factores como la forma de las raíces, la distribución de nutrientes y el almacenamiento, todos regulados por transportadores, quelantes y factores de transcripción (S. Singh et al., 2021).

La carencia de zinc es la quinta causa más importante de fallecimientos y enfermedades en los países en vías de desarrollo. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), cada año mueren aproximadamente 800. 000 personas por falta de zinc, incluyendo 450. 000 niños menores de cinco años. Cerca de un tercio de la población mundial padece de insuficiencia de zinc (Das & Green, 2016).

En la agricultura global, la escasez de zinc (Zn) en terrenos calcáreos afecta especialmente a los cereales. La capacidad de las plantas para crecer adecuadamente ante esta deficiencia varía, siendo algunas más eficientes que otras en la absorción de Zn del suelo. Esta eficiencia parece depender de la habilidad de la planta para tomar Zn, facilitada por características como un sistema de absorción efectivo, raíces que exploran más terreno, y la liberación de sustancias que movilizan y facilitan la absorción del Zn. Además, se sugiere que la cantidad de Zn presente en la semilla podría influir en dicha eficiencia (B. Singh et al., 2005).

#### **2.1.4 Interacción entre hierro y zinc.**

El nitrógeno, fósforo, azufre, zinc y hierro son elementos imprescindibles para el crecimiento efectivo de las plantas. Su deficiencia puede conducir a una reducción en la producción. A menudo, se han estudiado estos nutrientes de manera aislada, pero hay una falta de investigación sobre sus interacciones a nivel molecular. Nutrientes como N, P y S no solo influyen entre sí, sino que también afectan el uso de nutrientes menores. Un factor de transcripción conocido como PHR1, que responde a la falta de fosfato, regula el equilibrio de estos nutrientes en la planta (Kumar et al., 2021).

El Fe en exceso hace mal a otros minerales. Esto pasa mucho con el manganeso (Mn). Hicimos un estudio en un invernadero. Queríamos ver cómo afecta el Fe puesto en la tierra. También miramos el Fe puesto en las hojas. Y el Mn puesto en la tierra. Esto fue en trigo para ver su peso seco y cuántos minerales tomaba. El suelo era calcáreo. Los resultados no mostraron gran cambio en el peso seco del trigo. Esto fue con Fe-EDDHA en la tierra o sulfato de Fe en la hoja. Poner más Fe sí subió lo que se tomaba de este mineral. Pero bajó lo que se tomaba de Mn, zinc (Zn) y cobre (Cu) (Ghasemi-Fasaei & Ronaghi, 2008).

El estudio examina la importancia de una nutrición balanceada en las cosechas, destacando cómo los nutrientes principales y oligoelementos interactúan en las plantas. Se evalúan relaciones entre nutrientes mediante el crecimiento y cambios en su cantidad: una

relación es sinérgica si la combinación mejora la cosecha más que un solo nutriente, antagónica si la combinación la disminuye, y sin relación si no hay cambios. Estas interacciones son complejas, dado que un nutriente puede tener múltiples influencias entre sí. (Fageria, 2001).

Se realizó un experimento en invernadero en la Universidad Agrícola HP, Palampur, para estudiar la interacción entre Zn y Fe en el cultivo de arroz, utilizando  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  y  $FeSO_4 \cdot 3H_2O$  en diferentes concentraciones. La adición de 5 ppm de Zn mejoró el rendimiento de grano y paja, mientras que 10 ppm de Zn mostró efectos significativos con la inclusión de Fe. La presencia de  $CaCO_3$  favoreció mayores rendimientos. La concentración de Zn y Fe en los tejidos de arroz varió según las aplicaciones: la paja tuvo el mayor Zn (20,1 ppm) y el grano el menor (14,3 ppm), mientras que las concentraciones de Fe fueron más altas en la paja (343 ppm) que en el grano (165 ppm). Además, se observó que las concentraciones de Zn y Fe disminuyeron en presencia de  $CaCO_3$  (Verma & Tripathi, 1983).

El mijo perla (*Pennisetum glaucum*) se cultiva en trópicos semiáridos donde el clima es variable. Se estudiaron los patrones de interacción genotipo-ambiente ( $G \times E$ ) y se encontró que los efectos de  $G \times E$  fueron muy significativos ( $P < 0,01$ ) en el rendimiento de grano y en las concentraciones de Fe (37,4-45,4 mg kg<sup>-1</sup>) y Zn (35,5-38,8 mg kg<sup>-1</sup>). Los dos primeros componentes principales explicaron el 32,1%, 27,4% y 42,6% de la varianza total para el rendimiento de grano y las concentraciones de estos nutrientes, respectivamente (Bashir et al., 2014).

### **2.1.5 Composición mineral de la quinua.**

La quinua, originaria de los Andes y perteneciente a la familia *Chenopodiaceae*, es una planta altamente adaptable que posee un valor nutritivo excepcional, destacando en proteínas, grasas, fibra, vitaminas y minerales. Su composición incluye un balance óptimo de aminoácidos esenciales y es apta para personas con enfermedad celíaca al ser libre de gluten.

Sin embargo, su consumo es limitado debido al alto precio de los granos importados y a la falta de conocimiento sobre sus beneficios. (Filho et al., 2017).

La quinua contiene una alta concentración de d-xilosa (120,0 mg/100 g) y maltosa (101,0 mg/100 g), con baja cantidad de glucosa (19,0 mg/100 g) y fructosa (19,6 mg/100 g), lo que sugiere su uso en la elaboración de bebidas de malta. Además, el aceite extraído presenta un índice de acidez del 0,50 %, un índice de yodo de 54,0 %, un índice de peróxidos de 2,44 % y un índice de saponificación de 192,0% (Ogungbenle, 2003).

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) es un pseudocereal altamente nutritivo, conocido por su 15% de proteínas y su equilibrada gama de aminoácidos. Además de ser rica en minerales y vitaminas, contiene polifenoles, fitoesteroles y flavonoides con potenciales beneficios nutraceuticos. Presenta propiedades funcionales como solubilidad, retención de agua, gelificación, emulsificación y formación de espuma, habilitándola para diversas aplicaciones. También se le reconoce como un cultivo productor de aceite, con una notable proporción de omega-6 y vitamina E. (Abugoch James, 2009).

Se realizaron investigaciones sobre el perfil nutricional de varias partes de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*), como retoños, follaje y granos, para comparar los valores nutricionales de las flores con los de las hojas y granos. Se evaluaron componentes como proteína bruta, grasa bruta, fibra, cenizas, hidratos de carbono, aminoácidos esenciales y minerales. Los resultados mostraron que, en peso seco, las flores tienen más proteína, fibra, aminoácidos esenciales y minerales que los granos, mientras que el follaje contiene más proteína y grasa que las flores, preservando todos los aminoácidos esenciales y minerales. Las flores tienen mayor fibra y menor grasa en comparación con las hojas y granos (Pathan et al., 2024).

Los aminoácidos presentes en la quinua muestran un equilibrio adecuado, equiparándose a los de la proteína de soja, la caseína y el trigo. Gran parte del almidón de la

quinua se halla en las células del perisperma. La proporción de grasa en la semilla de quinua ronda el 6,9 %, superando a la de otros granos. La mayoría de los minerales en la quinua exhiben una concentración más alta que en el trigo, que tiene carencias en hierro, cobre, manganeso y zinc. La quinua alberga diversos elementos desfavorables, tales como saponinas (0,1-5 %), ácido fítico (1,05-1,35 %) e inhibidores de proteasas (Wu, 2015).

### **2.1.6 Importancia del hierro y zinc en el desarrollo y calidad nutricional de la quinua.**

El enriquecimiento de granos de quinua (*Chenopodium quinoa*) con hierro (Fe) puede beneficiar la salud y el acceso alimentario. Un estudio en invernadero evaluó diferentes métodos de aplicación de Fe: al riego de las raíces, pulverización en hojas, una combinación de ambos y un grupo de control sin Fe. La pulverización de Fe en hojas durante el crecimiento y reproducción mejoró el crecimiento y producción de quinua, posiblemente por una mayor absorción de Fe que favoreció la fotosíntesis. Además, los granos presentaron mejor calidad, con aumentos en Fe, ácido ascórbico (AsA), proteínas y manganeso (Mn), y reducciones en compuestos que dificultan la absorción de nutrientes y fósforo (P) (Lata-Tenesaca et al., 2023).

### **2.1.7 Efectos de la fertilización con hierro y zinc.**

El uso de hierro y zinc (sulfato ferroso y sulfato de zinc) en la tierra incrementó significativamente la producción de espigas, granos por espiga, y el peso de 1000 granos, así como el contenido de carbohidratos, almidón y proteína en los granos de trigo, siendo efectos óptimos con 7,5 mg kg<sup>-1</sup> de tierra. Sin embargo, dosis mayores (hasta 12,5 mg kg<sup>-1</sup>) resultaron en una reducción de estos beneficios, acercándose a los niveles del grupo de control. Las mejoras fueron más pronunciadas en condiciones de campo en comparación con cultivos en maceta. La cantidad natural de hierro y zinc en el suelo es baja, por lo que se considera que el nivel crítico es esencial para la producción de carbohidratos y proteínas en el trigo (Hemantaranjan & Garg, 1988).

La acumulación de proteínas, hierro y zinc en los granos de arroz se ve influenciada por el entorno. Se cultivaron 32 variedades de arroz en tres sitios con dosis de nitrógeno de 80 y 120 kg/hm<sup>2</sup>. Aumentar la dosis de nitrógeno (120 kg/hm<sup>2</sup>) incrementó significativamente el contenido de proteínas en los granos, pero no afectó las concentraciones de hierro y zinc. Esto sugiere que la absorción de microelementos no se ve impactada por el nitrógeno. Sin embargo, el nivel de acidez, la materia orgánica y la presencia natural de hierro y zinc en el suelo sí influyen en su concentración en los granos (Chandel et al., 2010).

En un estudio controlado en invernadero, la aplicación de sulfato ferroso y sulfato de zinc aumentó los niveles de clorofila, ácido indol-3-acético, nitrato reductasa y biomasa seca en frijoles comunes (*Phaseolus vulgaris L.*). La combinación de hierro y zinc fue más efectiva en retrasar el envejecimiento de las hojas en comparación con los controles. En las plantas no tratadas, la degradación de clorofila se aceleró tras la floración, provocando un envejecimiento prematuro. La reducción en la función de nitrato reductasa y ácido indol-3-acético en estas plantas intensificó este proceso. El hierro, solo o combinado con zinc, mostró un efecto positivo en retardar el envejecimiento en las plantas (Garg et al., 1986).

A través de pruebas en campo, se examinó el efecto de la aspersión foliar de fertilizantes combinados en la presencia de hierro (Fe) y zinc (Zn) en semillas de guisantes (*Pisum sativum L.*). Se encontró que la combinación de sulfato ferroso (0,1 % FeSO<sub>4</sub>), urea (0,5 %) y ácido húmico (0,2 % AH) aumentó significativamente el hierro, pero disminuyó el zinc. Por su parte, la mezcla de sulfato de zinc (0,2 % ZnSO<sub>4</sub>), urea y ácido húmico aumentó considerablemente el zinc, afectando negativamente la captación de hierro. Se recomienda una mezcla óptima de 0,1 % FeSO<sub>4</sub>, 0,2 % ZnSO<sub>4</sub>, 0,2 % AH y 0,5 % urea para mejorar ambos nutrientes (Jin et al., 2006).

Este estudio investiga la influencia de la adición de aminoácidos a fertilizantes foliares de hierro (Fe) y zinc (Zn) en el boniato. Se encontró que la aplicación de estos fertilizantes, especialmente con un 0,4 % de aminoácidos, incrementó las concentraciones de Fe y Zn en un

70,2 % y 59,8 % en condiciones de invernadero, y un 52,9 % y 43,7 % en el campo, respectivamente. También se observó una mejora en la producción de raíces y en la cantidad de betacaroteno presente en el boniato (Sun et al., 2019).

### **2.1.8 Origen e Importancia de la Quinoa.**

La quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) es un cultivo andino domesticado hace miles de años, fundamental para las culturas prehispánicas y que ha visto su cultivo relegado a zonas marginales debido a la introducción de otros cultivos. Sin embargo, el creciente interés global en alimentos nutritivos ha permitido su revaloración y aumento en la producción. La quinoa se cultiva en diversas condiciones geográficas y climáticas en Sudamérica, presentando un amplio rango de temperaturas y variedades de suelos. Sus requerimientos nacionales y mundiales han crecido, lo que impulsa su cultivo y la posibilidad de mejorar la productividad mediante un manejo agronómico adecuado (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016)

### **2.1.9 Situación actual.**

#### **2.1.9.1 Clasificación taxonómica**

De acuerdo con Angiosperm Phylogeny Group (2020) y según el sistema APG IV (2016) propone la siguiente clasificación taxonómica:

**Reino:** Plantae

**Clado:** Angiospermas

**Clado:** Eudicotiledoneas

**Clado:** Superasteridas

**Orden:** Caryophyllales

**Familia:** Amaranthaceae

**Subfamilia:** Chenopodioideae

**Género:** *Chenopodium*

**Especie:** *Chenopodium quinoa Willd.*

### 2.1.9.2 Morfología de la Quinua

- **Raíz.**

La raíz de quinua es del tipo pivotante, consta de una raíz principal de la cual salen un gran número de raíces laterales muy ramificadas. La longitud de las raíces es variable, de 0.8 a 1.5 m. Su desarrollo y crecimiento está determinado por el genotipo, tipo de suelos, nutrición y humedad entre otros factores (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016)

- **Tipo de crecimiento.**

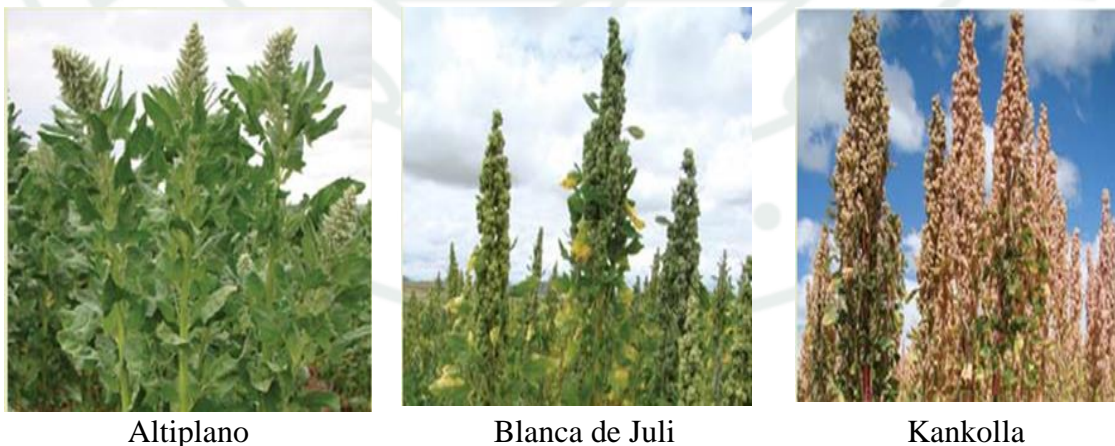
Este carácter es evaluado desde la etapa de crecimiento hasta la etapa de floración, siendo las variedades Altiplano, Blanca de Juli y Kancolla del tipo herbáceo (Apaza Mamani et al., 2013)

- **Habito de crecimiento.**

Para clasificar el hábito de crecimiento de las plantas en las tres variedades se realiza la evaluación durante la etapa de floración, por lo que en esta etapa las plantas alcanzan su madurez fisiológica. siendo las variedades Altiplano, Blanca de Juli y Kancolla de habito de crecimiento simple (Apaza Mamani et al., 2013)

#### Figura 1

#### Tipo de crecimiento de tres variedades de quinua



*Nota.* Tomado de Apaza Mamani et al. (2013)

- **Tallo.**

El tallo en la unión con el cuello de raíz es cilíndrico y a medida que se aleja del suelo se vuelve anguloso en las zonas de nacimiento de hojas y ramas. La corteza es firme y compacta formada por tejidos fuertes y lignificados. Cuando los tallos son jóvenes la médula es suave, cuando los tallos maduran la médula es esponjosa y seca y en la cosecha se cae y el tallo queda hueco o vacío.

El color básico del tallo en la época de floración puede ser verde, verde-amarillo, naranja, rosado, rojo y púrpura. En algunas variedades se puede apreciar la presencia de estrías con colores variables como el verde, amarillo, rosado y púrpura y en otras la presencia de axilas de color rosado, rojo y púrpura. Las combinaciones resultantes del color básico del tallo, el color de las estrías y el color de axilas puede ser empleado para identificar variedades. A la madurez el color del tallo, en general, se torna de un color crema o rosado con diferentes intensidades (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016)

- **Color del tallo principal.**

Este dato se registra en la etapa de madurez fisiológica para observar el color predominante y la escala de colores en este caso se ha presentado el color de tallo verde en las tres variedades (Apaza Mamani et al., 2013)

- **Presencia de estrías.**

Este dato fue observado en el tallo principal de la planta en etapa de floración el cual tanto la variedad Altiplano, Blanca de Juli y Kancolla presentan estrías en el tallo (Apaza Mamani et al., 2013)

- **Color de estrías.**

Esta característica fue observada en la parte media del tercio medio de la planta en etapa de floración el cual es la siguiente: las variedades Altiplano y Blanca de Juli presentan estrías

color verde claro y la variedad Kancolla presenta estrías color purpura (Apaza Mamani et al., 2013)

- **Presencia de ramificación.**

Esta característica fue observada en plena fase de floración el cual se determinó de la siguiente manera: tanto Altiplano, Blanca de Juli y Kancolla no presentan ramificación (Ausente). (Apaza Mamani et al., 2013)

## **Figura 2**

### **Características del tallo de las variedades de quinua**



Altiplano



Blanca de Juli



Kancolla

*Nota.* Tomado de Apaza Mamani et al. (2013)

- **Hojas.**

Las hojas son alternas y de carácter polimorfo porque las hojas basales son romboidales, mientras las hojas superiores, alrededor de la inflorescencia son lanceoladas, son dentadas en el borde, la coloración varía de verde a rojo con diferentes tonalidades, las hojas inferiores pueden medir hasta 15 cm de largo y 12cm de ancho (Quispe, 2017).

- **Forma de la hoja.**

Para describir esta característica, se seleccionó y se describió las hojas del tercio medio del tallo principal de la planta en etapa de floración y la forma de las hojas fueron calificadas de la siguiente manera: Altiplano y Kancolla de tipo Romboidal y Blanca de juli de tipo Triangular (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016).

- **Color del peciolo.**

Esta característica fue observada en los peciolos de las hojas en la parte media de las plantas en etapa de floración, determinando los siguientes colores: Altiplano y Blanca de Juli de peciolo color Verde, mientras que Kankolla de peciolo color Purpura (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016).

- **Borde de la hoja.**

Esta característica fue evaluada en las hojas de la parte media de las plantas, el cual se observó el borde de las hojas para clasificarlas de la siguiente manera: tanto Altiplano, Blanca de Juli y Kankolla tienen el borde de la hoja dentado (Apaza Mamani et al., 2013).

**Figura 3**

**Características de la hoja de las variedades de quinua**



*Nota.* Tomado de Apaza Mamani et al. (2013)

- **Inflorescencia**

Es una panoja con una longitud variable de 15 – 70 cm. Generalmente se encuentra en el ápice de la planta y en el ápice de las ramas. Tiene un eje principal, ejes secundarios y eje terciarios. Considerando la forma y posición de los glomérulos (grupos de flores) se clasifican en amarantiformes, glomerulatas e intermedias (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016)

- **Flores.**

Las flores son sésiles o pediceladas y están agrupadas en glomérulos. La posición del glomérulo en la inflorescencia y la posición de las flores dentro del glomérulo, determinan el tamaño y el número de los granos o frutos. (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016)

- **Color de la panoja en la floración.**

Esta característica se evaluó observando los colores que presentaron las panojas durante la floración el cual se tiene el siguiente registro: las variedades Altiplano y Blanca de Juli presentan una panoja en floración de color verde y la variedad Kancolla una panoja de color rojo (Apaza Mamani et al., 2013)

- **Color de la panoja en la cosecha.**

Para esta característica se observó la coloración que presentaban las panojas durante la cosecha teniendo el siguiente registro: las variedades Altiplano y Blanca de Juli presentan una panoja de coloración blanca y la variedad Kancolla una panoja de coloración roja (Apaza Mamani et al., 2013)

- **Forma de la panoja.**

Se determinó la forma de la panoja en la madurez fisiológica, clasificándose este carácter de la siguiente manera: las variedades Altiplano y Kancolla presentan una panoja de forma Amarantiforme mientras que la variedades Blanca de Juli presenta una panoja de forma Glomerulada (Apaza Mamani et al., 2013)

#### **Figura 4**

#### **Características de la panoja de las variedades de quinua**



Altiplano



Blanca de Juli



Kancolla

*Nota.* Tomado de Apaza Mamani et al. (2013).

- **Fruto.**

Es un aquenio de forma lenticular, elipsoidal, cónico o esferoidal, cubierto por el perigonio sepaloide o las envolturas florales que rodean el fruto y se desprenden con facilidad a la madurez; sin embargo, en algunos casos puede permanecer adherido al grano incluso después de la trilla dificultando la cosecha y el procesamiento industrial de los granos.

El fruto está constituido del pericarpio (capa del fruto) y la semilla. El pericarpio está adherido a la capa de las semillas y el nivel de adherencia es variable, tiene alveolos en su superficie y la saponina que le da el sabor amargo al grano. El fruto puede alcanzar un diámetro de 1.5 a 3 mm. (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016).

- **Forma del grano.**

Esta característica se determinó con la ayuda de figuras clasificándose de la siguiente manera: tanto Altiplano, Blanca de Juli y Kankolla tienen una forma de grano de tipo cilíndrico (Apaza Mamani et al., 2013)

**Figura 5**

**Características del grano de las variedades de quinua**



*Nota.* Tomado de Apaza Mamani et al. (2013)

### ***2.1.9.3 Características fisiológicas de la Quinua.***

Zvietcovitch (1976), indica que la quinua es una planta C3, a causa del tipo anatómico de sus hojas, que tienen bien definido la presencia del parénquima clorofiliano de empalizada. Esta característica determina la poca eficiencia en la asimilación del CO<sub>2</sub> con relación a las plantas del tipo C4.

Asimismo Dizes y Bonifacio (1992), en observaciones realizadas de cortes transversales de limbos de la hoja de quinua, indican que la estructura anatómica es típica de una planta C3, ya que las hojas presentan un parénquima de empalizada con muchas capas de células dispuestas perpendicularmente a la epidermis, que a su vez cuenta con un gran número de vesículas pilosas, cuya función es retener pequeñas porciones de agua, acondicionando la humedad relativa alrededor de la hoja y reduciendo la transpiración (Melendez Hidalgo, 2009)

### ***2.1.9.4 Fases Fenológicas***

#### **a. Germinación.**

Las semillas de quinua en condiciones adecuadas de humedad, oxígeno y temperatura pueden germinar muy rápidamente. El agua es esencial para la iniciación del proceso y el mantenimiento de un metabolismo apropiado. Las temperaturas del suelo son igualmente importantes para la iniciación del proceso. La primera estructura en emerger es la radícula la cual se alarga hacia abajo dentro del suelo y da inicio a la formación del sistema radicular. El hipocótilo sale de la semilla y crece hacia arriba y atraviesa el suelo o emerge llevando los cotiledones que se abren y se tornan verdes iniciando el proceso de fotosíntesis (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016).

#### **b. Desarrollo vegetativo.**

La aparición de las primeras y segundas hojas verdaderas ocurre entre las dos hojas cotiledonales, expandiéndose en direcciones opuestas y perpendiculares a los cotiledones. Se observan primordios de las terceras y cuartas hojas en el ápice, y antes de la expansión total de

las dos primeras, se forma la quinta hoja verdadera y surgen yemas en las axilas de las primeras hojas. En esta etapa, se desprenden las hojas cotiledonales.

El crecimiento de hojas sigue un patrón simétrico, pero al alcanzar 10 pares de hojas verdaderas, las yemas axilares empiezan a formar ramas, alterando la simetría de disposición. En el ápice de crecimiento se observa la formación del primordio floral, con algunos genotipos mostrando un crecimiento más rápido en esta fase, proporcionando ventaja competitiva contra malezas (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016).

**c. Ramificación.**

La ramificación en las plantas comienza con cinco pares de hojas verdaderas, integrándose con el desarrollo vegetativo y de botones florales. Las yemas axilares se activan secuencialmente, empezando por la de la primera hoja. Además, se observan cristales de oxalato de calcio en las hojas, lo que confiere una apariencia cristalina y variaciones de color entre genotipos. Esta etapa es clave, ya que es cuando se consumen principalmente las hojas como hortaliza (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016).

**d. Desarrollo del Botón floral.**

Esta fase fenológica, que se superpone al desarrollo vegetativo y a la ramificación, se caracteriza por la rápida aparición del primordio floral en el extremo superior de la planta, visible como una estructura compacta con hojas protectoras y cubierta de pubescencia rica en oxalato de calcio. Es evidente alrededor de la etapa de 5 pares de hojas, y su desarrollo se describe desde su aparición hasta la formación de una estructura piramidal que indica el inicio de la inflorescencia (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016).

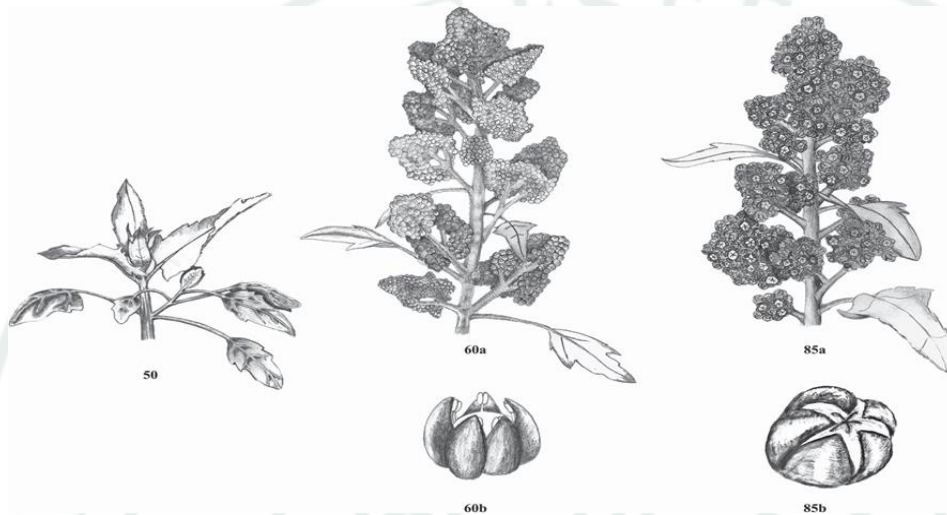
**e. Desarrollo de la Inflorescencia o Panoja.**

Esta fase implica el desarrollo de la inflorescencia, donde los primordios de glomérulos se alargan, formando ejes principales, secundarios y terciarios, junto con hojas características. Se producen flores y estructuras reproductivas, y la inflorescencia está recubierta por

pubescencia rica en oxalato de calcio, con colores que varían entre blanco, rosa y púrpura, contribuyendo a la coloración de cada variedad. Un desarrollo similar se observa en las ramificaciones del tallo. (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016)

## Figura 6

### Fase fenológica de la inflorescencia



**Nota.** Etapas de crecimiento fenológico de emergencia de inflorescencia (50), plena floración (60a) y grano grueso en el nivel de inflorescencia principal (85a) de quinua (*Quinoa de Chenopodium*) según la escala BBCH. Se incluyeron flores detalladas (60b) y vetas gruesas (85b). Tomado de Sosa-Zuniga et al. (2017).

La longitud de la inflorescencia depende del genotipo y del medio ambiente y varía de 15 a 70 cm.

Es a partir de esta fase fenológica que se observa el inicio de defoliación en la base de la planta.

En esta fase ocurre el ataque de mildiu y el complejo Eurysacca y otros insectos de inflorescencia (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016).

#### f. Floración.

La fase de floración comienza con la apertura simultánea de flores hermafroditas y pistiladas, siendo más visibles las hermafroditas con anteras amarillas. Esta apertura puede

iniciarse en la flor hermafrodita del ápice o en diversas flores en la inflorescencia. Algunas variedades abren flores simultáneamente en diferentes glomérulos durante el periodo de floración. La floración en las panojas de las ramas puede coincidir o extenderse más allá de la floración principal, durando las flores abiertas de 5 a 7 días, con máxima apertura entre las 10 a.m. y las 2 p.m. En general existe asincronía en la floración, que es un mecanismo importante para tolerar temperaturas extremas durante la floración y asegurar que parte de la inflorescencia pueda tener flores viables. En la misma panoja la floración puede durar de 12 a 15 días. La duración de la floración es variable, en algunas variedades es corta y en otras puede tomar más tiempo (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016).

**g. Antesis.**

La fase de liberación de polen ocurre durante la floración de las flores hermafroditas, que producen abundante polen atraído por insectos polinizadores y el viento. Se estima que la polinización cruzada alcanza alrededor del 17%. Esta fase finaliza con la muerte de las anteras, el cierre del perigonio sepaloide y la eliminación de hojas en la base de la planta (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016).

**h. Fruto, Crecimiento y Estado acuoso.**

Después de la fecundación, los frutos comienzan a crecer y desarrollarse, evaluándose su crecimiento según el tamaño y la proporción dentro del perigonio sepaloide al 25%, 50%, 75% y 100%. Esta fase, llamada "estado acuoso", se caracteriza por la presencia de una sustancia acuosa y la formación de las partes constitutivas del fruto, especialmente los cotiledones. La duración de este periodo varía según la variedad y el medio ambiente (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016).

**i. Fruto en Estado lechoso.**

En esta fase de desarrollo, los granos alcanzan su tamaño completo y comienzan a recibir fotosintatos de las hojas, mientras que la sustancia acuosa se transforma en lechosa. El

fruto cambia de color, diferenciándose del perigonio sepaloide, el cual se abre con el engrosamiento del grano, revelando los cinco tépalos en forma de estrella y el color del pericarpio. El tercio superior de las hojas permanece verde y activo fotosintéticamente, mientras que los dos tercios inferiores comienzan a decolorarse o están en senescencia (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016).

**j. Fruto en Estado masoso.**

Los frutos de quinua, al ser presionados, presentan una consistencia pastosa y una humedad del 45%, indicando la madurez fisiológica de la planta. Durante la madurez de cosecha, se observa una pérdida de humedad, reduciendo los frutos secos a un 20% que se pueden partir con la uña, mientras que los granos al 12-14% requieren ser partidos con los dientes. Estos niveles de humedad son comparables a los de los frutos de cereales (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016).

**Figura 7**

**Etapas de crecimiento fenológico de la quinua**



**Nota.** Etapas de crecimiento fenológico de la quinua (*Quinoa de Chenopodium*) según la escala BBCH. Tomado de Sosa-Zuniga et al. (2017).

### **2.1.9.5 Variedades**

#### **a. INIA 431-Altiplano**

Seleccionada en la estación experimental de Patacamaya. Introducida en Puno en 1989, es de grano grande de 1.8 a 2 mm de diámetro de color blanco. Periodo vegetativo de 160 días (precoz), rendimiento 2500 Kg. /ha, tolerante al mildiu. Se recomienda su cultivo en la zona circunlacustre (Apaza Mamani et al., 2013).

#### **Datos generales**

Nombre común: INIA 431-Altiplano

Nombre corriente: INIA 431-Altiplano

Localidad geográfica: Puno

País de origen: Perú

Usos comunes e históricos: Consumo tradicional: Sopas, ensaladas (hojas), guisos, postres y bebidas. Agroindustria: Perlada, laminada, molienda, fideos (Apaza Mamani et al., 2013).

#### **Características de cultivo y planta**

Altitud y piso ecológico predominante: altura de 3800 y 3950 m.s.n.m zona agroecológica circunlacustre y suni.

Lugares de adaptación: actualmente se cultiva en la Costa del Pacífico del Perú

Color de la planta (promedio): verde (Apaza Mamani et al., 2013).

#### **Requerimientos de los factores climáticos**

Clima: semiseco frio

Precipitación pluvial y humedad del suelo: precipitación pluvial de 400 a 560 mm. (Apaza Mamani et al., 2013).

#### **Características de la quinua**

Tipo de crecimiento: semitardio

Altura de la planta: altura de planta 1,50 m

Color de axilas: purpura

Presencia de estrías: si

Color del tallo: verde

Forma de la panoja: generalmente amarantiforme

Densidad de la panoja: Intermedia

Diámetro de panoja: 8,60 cm de diámetro

Color del grano: blanco

Tamaño de grano: 2,20 mm

Sabor del grano: dulce

Período vegetativo: de 150 días para el altiplano y 120 días para la costa

Rendimiento de grano por ha: promedio de 3000 kg/ha

Resistencia a heladas: moderadamente tolerante a la baja temperatura, sequía y humedad.

Respuesta al mildiu: tolerante al mildiu (Apaza Mamani et al., 2013).

**b. *Kancolla*.**

Grano mediano de 1.6 a 1.9 mm de diámetro, de color blanco o rosado, alto contenido en saponina, periodo vegetativo 160 a 180 días (tardía) rendimiento 3500 Kg. / ha, tolerancia intermedia al mildiu, recomendable para zonas alejadas del lago Titicaca, como Juliaca, Cabanillas, Azángaro (Apaza Mamani et al., 2013).

**Datos generales**

Nombre común: Kancolla

Nombre corriente: Kancolla

Localidad geográfica: Cabanillas, Puno

País de origen: Perú

Usos comunes e históricos: Consumo tradicional: Sopas, ensaladas (hojas), guisos, postres y bebidas, Agroindustria: Perlada, laminada, molienda, fideos, saponina (Apaza Mamani et al., 2013).

### **Características de cultivo y planta**

Altitud y piso ecológico predominante: altura de 3800 y 3900 m.s.n.m. región agroecológica circunlacustre y suni.

Lugares de adaptación: recomendable para las zonas alejadas del lago Titicaca, como Juliaca, Cabanillas, Azángaro.

Color de la planta (promedio): verde (Apaza Mamani et al., 2013).

### **Requerimientos de los factores climáticos**

Clima: frío y seco

Precipitación pluvial y humedad del suelo: precipitación pluvial de 450 a 600 mm

Temperatura: 4° a 15°C. (Apaza Mamani et al., 2013).

### **Características de la quinua**

Tipo de crecimiento: lenta

Altura de la planta: tamaño mediano de 80 cm

Color de axilas: purpura

Presencia de estrías: si

Color del tallo: verde

Forma de la panoja: generalmente amarantiforme

Densidad de la panoja: Intermedia

Diámetro de panoja: 6,20 a 7,80 de diámetro

Color del grano: blanco

Tamaño de grano: 1,80 mm

Sabor del grano: suave y agradable

Período vegetativo: 160 a 180 días

Rendimiento de grano por ha: promedio de 2500 kg/ha

Resistencia a heladas: tolerante

Respuesta al mildiu: tolerante al mildiu (Apaza Mamani et al., 2013).

### ***c. Blanca de Juli***

Selección de ecotipos locales de Juli-Puno, grano mediano con 1.4 a 1.8 mm de diámetro, de color blanco, semidulce, tipo de panoja glomerulada algo laxa, periodo vegetativo 160 a 170 días (semitardia), rendimiento 2500 Kg. /ha, tolerancia intermedio al mildiu, apta para zona circunlacustre, zonas de Juli, Pomata, Zepita, Península de Chucuito e Ilave (Apaza Mamani et al., 2013).

#### **Datos generales**

Nombre común: blanca de juli

Nombre corriente: blanca de juli

Localidad geográfica: Chucuito-Juli (Puno)

País de origen: Perú

Usos comunes e históricos: Se utiliza generalmente para la elaboración de harina, la quinua perlada, hojuelas, expandido, graneado, colorantes, fideo, extruídos y otros (Apaza Mamani et al., 2013).

#### **Características de cultivo y planta**

Altitud y piso ecológico predominante: altura de 3 800 m.s.n.m región agroecológica de Suni.

Lugares de adaptación: apta para zona circunlacustre, zonas de Juli, Pomata, Zepita, Península de Chucuito e Ilave.

Color de la planta (promedio): blanco (Apaza Mamani et al., 2013).

### **Requerimientos de los factores climáticos**

Clima: frío y seco

Precipitación pluvial y humedad del suelo: baja precipitación 400 – 800 mm.

Temperatura: mínima -2 a 2° C (Apaza Mamani et al., 2013)

### **Características de la quinua**

Tipo de crecimiento: lenta

Altura de la planta: tamaño mediano de 80 cm.

Color de axilas: blanco

Presencia de estrías: si

Color del tallo: blanco cremoso

Forma de la panoja: glomerulada algo laxa

Densidad de la panoja: intermedia

Diámetro de panoja: 7,00 a 8,00 cm de diámetro

Color del grano: blanco

Tamaño de grano: 1.60 mm

Sabor del grano: semidulce

Período vegetativo: 160 a 170 días

Rendimiento de grano por ha: supera los 1200 a 2500 kg/ha

Resistencia a heladas: tolerante

Respuesta al mildiu: tolerancia intermedio al mildiu (Apaza Mamani et al., 2013).

### **Requerimientos del cultivo:**

#### **a. Temperatura.**

La quinua es altamente adaptable a diversos climas, desde desérticos hasta templados y fríos. Las temperaturas óptimas para su crecimiento varían entre 15 y 25°C. Puede tolerar heladas y altas temperaturas durante el desarrollo vegetativo, pero no en la fase de floración,

donde temperaturas extremas pueden causar esterilidad del polen y afectar negativamente su desarrollo, resultando en granos inmaduros o de bajo peso (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016).

**b. Humedad-Precipitación.**

El periodo de precipitación en la Región Andina es de septiembre-octubre a mayo-junio, con variaciones anuales que oscilan entre 200 mm a 1000 mm, dependiendo de la ubicación. La quinua se cultiva con una precipitación de 300 mm a 1000 mm, siendo óptima entre 500 mm y 800 mm. Los momentos críticos para la productividad son la germinación-emergencia y el crecimiento y llenado del fruto. Para un buen establecimiento del cultivo, se requiere una precipitación de 60 a 100 mm, influenciada por el tipo de suelo y la humedad almacenada (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016).

**c. Fotoperiodo.**

La quinua, cultivada desde tiempos antiguos desde Colombia hasta Argentina, presenta variaciones en su sensibilidad al fotoperiodo según la altitud y latitud. Las variedades tropicales requieren más tiempo antes de la antesis, mientras que las del Altiplano y las de nivel del mar tienen ciclos más cortos. Es importante considerar estas condiciones al introducir nuevas variedades, ya que las ecuatorianas necesitan al menos 15 días con 10 horas de luz, además de evitar altas temperaturas y días largos para optimizar el rendimiento (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016).

**d. Suelos.**

La quinua crece mejor en suelos bien drenados, semi profundos y ricos en materia orgánica, evitando aquellos susceptibles a anegamientos. Se cultiva en suelos con un pH entre 4.5 y 9.0, adaptándose a diferentes regiones como los valles interandinos del Norte del Perú y el altiplano peruano boliviano (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016).

#### **e. Fertilización.**

La fertilización es importante para el cultivo de quinua, dada su alta demanda de nutrientes. Se debe realizar un análisis de suelo para determinar la disponibilidad de nutrientes, lo que permite ajustar la fertilización. La quinua puede producir entre 6000 y 7000 kg/ha con adecuada fertilización, pero muchos suelos en condiciones de sierra son de baja fertilidad, resultando en rendimientos bajos, aproximadamente 1000 kg/ha, debido a la falta de devolución de minerales tras la cosecha continua (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016).

#### **f. Absorción y Remoción de Nutrientes.**

La quinua requiere diversos nutrientes para un adecuado crecimiento, principalmente macroelementos como oxígeno, carbono, hidrógeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre, así como microelementos en menores cantidades, incluyendo hierro, boro, zinc, cobre, sodio, molibdeno, cloro, cobalto y sílice. Los tres primeros elementos provienen del aire, mientras que los otros 16 deben aplicarse al suelo o a la planta, dependiendo de la fertilidad del suelo y el uso de fertilizante en el cultivo (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016).

#### **g. Dosis de fertilización.**

Las dosis de fertilización para la quinua deben ajustarse al potencial de rendimiento de la variedad y a la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Se han alcanzado rendimientos de 6000 a 7000 kg/ha en campos de agricultores con aplicaciones de 300-120-300 kg/ha de nitrógeno-fósforo-potasio en suelos franco-arenosos a 1200 m.s.n.m., utilizando riego para administrar los nutrientes (Gómez Pando & Aguilar Castellanos, 2016).

## **2.2 Antecedentes de la investigación**

En la tesis titulada “Efecto de cuatro concentraciones de zinc sobre los parámetros productivos y fisiológicos en germinados de *Vigna radiata*”. La investigación tuvo como finalidad evaluar el efecto de 4 dosis de zinc en relación al testigo sobre los parámetros

agronómicos y fisiológicos con semillas de frijol mungo para la obtención de germinados enriquecidos con zinc. Se demostró que el T3 (225  $\mu\text{g. ml}^{-1}$ ) de zinc, ayudó a mejorar la germinación, el crecimiento radicular y de plúmula, la concentración de ácido indolacético y concentración de zinc, respecto al tratamiento control (0  $\mu\text{g. ml}^{-1}$ ). Con respecto al T4 con (300  $\mu\text{g. ml}^{-1}$ ) de zinc, se evidenció toxicidad. Al biofortificar las semillas con zinc, se promueve un mejor rendimiento en las variables agronómicas y fisiológicas, puede ser una alternativa factible y rápida para obtener un alimento rico en zinc (Loaiza Castillo, 2023).

En la tesis titulada “Efecto de tres métodos de suministro de zinc sobre el rendimiento y calidad nutricional de harina de tres variedades de Trigo (*Triticum aestivum* L.)”. Describe que el zinc es un micronutriente que participa en varias funciones fisiológicas plantas y humanos, sin embargo su deficiencia en los suelos ocasiona que los cultivos de cereales presenten bajas concentraciones en sus productos finales. La presente investigación se propone evaluar el efecto de tres suministros combinados de zinc (semilla-edáfico, semilla-foliar, edáfico-foliar) sobre los parámetros de rendimiento de cultivo y calidad de harina, en tres variedades de trigo (I-San Jacinto, I-Mirador, I-Imbabura). Los resultados expusieron que, para los parámetros de rendimiento de cultivo, el suministro semilla (0.1 M por 12 horas)-foliar (4 kg  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O. ha}^{-1}$  en 800 L.  $\text{ha}^{-1}$ ) en interacción con la variedad I-San Jacinto mejoró la altura de plantas alcanzando 95.7 cm, al número de espigas por metro cuadrado con 493 espigas  $\text{m}^2$ , número de espiguillas (25,33 espiguillas por espiga), número de granos (44 granos por espiga), y también al rendimiento con 4967,8 kg.  $\text{ha}^{-1}$ . Para la variedad I-Mirador con suministro semilla-foliar, favoreció a la concentración de ácido indol acético fue de 12,4  $\mu\text{g. ml}^{-1}$ , contenido de fitato 30 mg.  $\text{kg}^{-1}$ , en la misma variedad la concentración de zinc fue de 44,21 mg.  $\text{kg}^{-1}$  con el suministro edáfico (50 kg  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O. ha}^{-1}$ )-foliar (4 kg  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O. ha}^{-1}$  en 800 L.  $\text{ha}^{-1}$ ). En conclusión, la biofortificación agronómica de zinc en el cultivo de trigo ayuda a mejorar sus características fisiológicas y productivas, y sobre todo es una

alternativa innovadora al manejo de cultivo de cereales ya que brinda una producción sin deficiencias de micronutrientes y se consigue alimentos enriquecidos biológicamente (Puma Ninacuri, 2023).

En la tesis titulada “Efecto de diferentes concentraciones de zinc sobre parámetros de crecimiento en germinados de alfalfa (*Medicago sativa*) y su potencial fortificación para consumo humano”. La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes concentraciones de zinc (0, 10, 20, 30, 40  $\mu\text{g.ml}^{-1}$ ) sobre los parámetros de crecimiento (porcentaje de germinación, longitud del germinado, peso seco, rendimiento biológico, y el efecto sensorial respecto al sabor, adicional la biodisponibilidad del zinc. En este trabajo se demostró que con 40  $\mu\text{g.ml}^{-1}$  de zinc, el contenido de zinc fue hasta 315% superior y promovió el crecimiento hasta un 35% respecto al tratamiento control (0  $\mu\text{g.ml}^{-1}$ ). Los parámetros de crecimiento, porcentaje de germinación, materia seca, rendimiento biológico, no se vieron afectados negativamente. En conclusión, remojar semillas con zinc puede promover el crecimiento, no afecta la germinación ni el sabor, además de mejorar el contenido nutricional, por lo cual las semillas germinadas de alfalfa fortificadas, pueden ser una alternativa viable, moderna y rápida para obtener un alimento enriquecido con zinc (Salvatierra, 2022).

En la tesis titulada “Evaluación de dos fuentes de hierro y sus dosis para la biofortificación de trigo (*Triticum aestivum*) variedad Imbabura y San Jacinto”. Se evaluó la biofortificación foliar con dos fuentes de hierro en plantas de Trigo (*Triticum aestivum*) variedades Imbabura y San Jacinto a nivel de maceta a fin de conocer la mejor fuente y dosis (E.D.D.H.A de hierro y Sulfato de hierro), dosis (0,10 y 40 mg. l<sup>-1</sup>) en la que se bioacumula el hierro en el trigo. La investigación se realizó en invernadero mediante un experimento completamente al azar (DCA), con doce tratamientos y tres repeticiones por fertilizante, cada ocho días se evaluaron las variables agronómicas (largo de raíz, altura de plantas), mientras que las de laboratorio (peso seco, absorción de clorofila y bioacumulación de hierro) se

realizaron a los 90 días de la siembra. Se usó una prueba de comparación de Duncan para la validación estadística. Los resultados de la investigación mostraron que el T6 (E.D.D.H.A, 40 mg. l-1) con 5,10 ppm para la variedad San Jacinto y el T9 (FeSO<sub>4</sub>, 40 mg. l-1) con 5,01 ppm para la variedad Imbabura presentaron la mayor bioacumulación de hierro en las plantas de trigo (Beltrán Correa, 2023).

En el artículo titulado “Biofortificación de frijol verdín (*Phaseolus vulgaris* L.) con quelato y sulfato de hierro”. El objetivo fue determinar el efecto del quelato y sulfato de hierro aplicado de forma foliar y edáfica en el contenido mineral, nutricional, y compuestos bioactivos del grano de frijol variedad Verdín. Se aplicaron las dosis de 0, 25, 50 y 100 mg de quelato de hierro foliar y dosis de 0, 0.25 y 0.50 g por planta de sulfato de hierro edáfico, lo que origina 12 tratamientos que se evaluaron bajo un diseño de bloques al azar en arreglo factorial 4×3 donde el primer factor fueron las dosis foliares y el segundo factor las dosis edáficas. En el grano se determinó el contenido de hierro, zinc, manganeso, níquel, calcio, potasio, cenizas, proteínas, grasas, fibra, fenoles totales, flavonoides, antocianinas y capacidad antioxidante. Las aplicaciones individuales de hierro edáfico y foliar tuvieron efectos significativos ( $P < 0.0001$ ), presentando la aplicación edáfica de 0.50 g de hierro los mayores incrementos de 17.38%, 20.69%, 10.93%, 5.82% y 2.84% del contenido de hierro, níquel, proteína, fibra cruda y capacidad antioxidante con respecto a la dosis sin hierro edáfico. Pero se observaron efectos antagónicos en el contenido de zinc y grasas al incrementar la dosis de hierro. La aplicación simultánea de hierro edáfico y foliar presentó diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ), presentando el mayor incremento de hierro (75.91%), níquel (30.61%), cenizas (114.69%), proteína (18.14%) y fibra cruda (15.34%) la aplicación de 100 mg foliar y 0.50 g edáfico con respecto a la combinación sin hierro. La aplicación combinada de hierro puede ser benéfica para aumentar el contenido mineral, nutricional y algunos compuestos bioactivos; pero se debe tener

cuidado para minimizar los efectos negativos en otros nutrientes y propiedades del grano (Félix et al., 2024).



## CAPÍTULO III

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Materiales

##### 3.1.1 *Localización del trabajo*

La investigación se realizó en el campo experimental del Fundo Huasacache de la Universidad Católica de Santa María, ubicado en el distrito de J.D. Hunter, provincia y Región Arequipa.

##### 3.1.2 *Ubicación política*

- Departamento: Arequipa
- Provincia: Arequipa
- Distrito: Jacobo Hunter
- Sector: Huasacache

##### 3.1.3 *Posición geográfica*

- Latitud sur: 225947"S
- Latitud norte: 8178676"O
- Elevación: 2,203 m s. n. m.

**Figura 8**

**Ubicación del campo experimental en el Fundo “La Banda” Huasacache**



*Nota.* Tomado de *Google Earth Pro*

En el gráfico se muestra la ubicación del lugar de la investigación situado en fundo LA BANDA HUASACACHE

### **3.1.4 Temporal**

El trabajo de investigación comenzó en julio del 2024.

### **3.1.5 Materiales biológicos**

- Semillas certificada de quinua variedad Altiplano, Kancolla y Blanca de Juli, procedente de la estación experimental del INIA – Illpa- Puno
- Compost
- Estiércol animal (vacuno, ovino, etc.)
- Residuos de cosechas anteriores

### **3.1.6 Materiales de laboratorio**

- Estufa
- Buretas
- Balanza de precisión electrónica

- Bandejas
- Bolsas de papel Kraft
- Mandil
- Matraz
- PH metro
- Conductímetro
- Clorofilómetro

### **3.1.7 *Materiales de campo***

- Regla metálica
- Hilos de colores
- Vernier digital
- Flexómetro
- Lampas
- Cartillas de evaluación
- Letreros
- Tijera

### **3.1.8 *Materiales de escritorio***

- Cuaderno
- Lapiceros
- Lápiz
- Cámara fotográfica
- Marcador
- Laptop
- Impresora

### **3.1.9 Equipos**

- GPS
- Mochila de fumigar Jacto de 20 Lt.

### **3.1.10 Maquinaria**

- Tractor de arado
- Tractor de disco

### **3.1.11 Otros materiales**

- Software RStudio
- Microsoft Excel

## **3.2 Métodos**

### **3.2.1 Muestreo**

#### **3.2.1.1 Universo:**

Las unidades experimentales fueron parcelas de 40 m<sup>2</sup>, en el cual cada parcela consto de 8 surcos dividido por 4 dosis cada uno de doble surco y de un ancho de 4 mts. y una longitud de 10 mts. y distanciamientos de 0.3 m entre plantas y un espacio de 0.8 m entre surcos, conformando una totalidad de 15 bloques y el área total fue de 600 m<sup>2</sup>. El área total neta fue de 1999.8 m<sup>2</sup>.

#### **3.2.1.2 Tamaño de muestra**

Para determinar el tamaño de la muestra se realizó de dos formas, la primera consistió en la selección de cuadrantes de 10 m<sup>2</sup>, la segunda consistió en seleccionar 5 plantas de quinua por dosis de tratamiento. Las unidades experimentales se formaron con 15 bloques con tres variedades y un total de 300 UE, que permitieron evaluar las características agroformológicas de acuerdo a la dosis.

### 3.2.1.3 Procedimiento de muestreo

La mayor parte del muestreo se realizó en campo y en menor medida en laboratorio en un intervalo de cada quince días en un promedio máximo de cuatro evaluaciones por variable.

## 3.3 Métodos de evaluación

### 3.3.1 Metodología de la experimentación.

#### *a. Manejo en el campo*

El campo experimental donde se desarrolló la investigación está ubicado en el Fundo La Banda Husacache el cual le pertenece a la UCSM

### Figura 9

#### Vista del campo experimental



#### *b. Siembra*

La densidad de siembra de las semillas de quinua se realizó con distanciamiento de 0.60 m entre surcos por 0.48 m entre plantas en un área de 600 m<sup>2</sup> del cual se obtendría unas 2 083 plantas y una población de 34 722 plantas por hectárea aproximadamente, considerando cada variedad en un espacio de 40 m<sup>2</sup> por parcela establecidas al azar en el área del terreno.

### ***c. Riego***

Se realizó el riego de establecimiento del cultivo antes de la preparación del suelo para mantener la humedad del suelo previo a la siembra, posteriormente se realizó el riego después de la siembra para favorecer la germinación y establecimiento del cultivo.

Los riegos de mantenimiento del cultivo se realizaron en un intervalo de 10 días evitando el exceso de humedad.

### ***d. Manejo fitosanitario***

El control de plagas se da partir del mes de setiembre, fumigándose todas las variedades de quinua contra el complejo de polillas de la inflorescencia como (*Eurissacca melanocampta*, *Eurissacca quinoae*) las aplicaciones de plaguicidas se realizaron de acuerdo a la programación e incidencia de la plaga, manteniendo los protocolos de seguridad.

### **Figura 10**

#### **Equipo utilizado en el manejo fitosanitario del cultivo**



### ***e. Labores culturales.***

En las primeras fases del cultivo hasta su crecimiento se realizaron el desmalezado de malas hierbas con la ayuda de una lampa para no afectar el normal desarrollo del cultivo y poder realizar las evaluaciones pertinentes.

### *f. fertilización de fondo.*

La quinua tiene una gran demanda de nutrientes y materia orgánica, de acuerdo con el plan de fertilización de la quinua se estimó que la necesidad de fertilizante promedio para el cultivo fue en un balance de 240-200-80 de NPK.

### *g. Fertilización foliar con micronutrientes.*

Se realizó las aplicaciones de hierro (Fe) y zinc (Zn) al cultivo de quinua mediante vía foliar contemplando tres niveles de aplicación y un tratamiento testigo distribuidos en dosis: Testigo-D1, D2, D3 y D4 para lo cual se programó fechas específicas para su aplicación el cual se detalla en el siguiente cuadro.

**Tabla 1**

**Cuadro de fechas de aplicación de dosis de micronutrientes de Fe y Zn**

<b>Fertilización foliar con micronutrientes en el cultivo de quinua</b>				
<b>Fecha</b>	<b>Dosis de Fe y Zn</b>			
	Testigo -D1	D2	D3	D4
1ra Aplicación	11/09/2024			
2da Aplicación	17/10/2024			

### **3.3.2 Factores**

#### **a) Variedades de quinua**

- **Altiplano**

Seleccionada en la estación experimental de Patacamaya. Introducida en Puno en 1989, es de grano grande de 1.8 a 2 mm de diámetro de color blanco. Periodo vegetativo de 160 días (precoz), rendimiento 2500 Kg. /ha, tolerante al mildiu. Se recomienda su cultivo en la zona circunlacustre.

- **Blanca de Juli**

Seleccionada en Juli-Puno, de grano mediano con 1.4 a 1.8 mm de diámetro, de

color blanco, semi dulce, periodo vegetativo de 160 a 170 días (semitardía) rendimiento de 2500 kg/ha con tolerancia al mildiu, apta para la zona circunlacustre.

- **Kankolla**

Grano mediano de 1.6 a 1.9 mm de diámetro, de color blanco o rosado, alto contenido en saponina, periodo vegetativo 160 a 180 días (tardía) rendimiento 3500 Kg. / ha, tolerancia intermedia al mildiu, recomendable para zonas alejadas del lago Titicaca, como Juliaca, Cabanillas, Azángaro.

**b) Dosis foliar de micronutrientes**

Se definió cuatro niveles:

- Dosis 1: 0 kg ha<sup>-1</sup> Fe + 0 kg ha<sup>-1</sup> Zn
- Dosis 2: 1 kg ha<sup>-1</sup> Fe + 0 kg ha<sup>-1</sup> Zn
- Dosis 3: 0 kg ha<sup>-1</sup> Fe + 1 kg ha<sup>-1</sup> Zn
- Dosis 4: 1 kg ha<sup>-1</sup> Fe + 1 kg ha<sup>-1</sup> Zn

**Tratamientos:**

**Tabla 2**

**Cuadro de tratamientos.**

Tratamiento	Variedad	Dosis (kg ha <sup>-1</sup> ) /Aplicación	
		Fe	Zn
T1 (V <sub>1</sub> D <sub>1</sub> )	Altiplano	0	0
T2 (V <sub>1</sub> D <sub>2</sub> )	Altiplano	1	0
T3 (V <sub>1</sub> D <sub>3</sub> )	Altiplano	0	1
T4 (V <sub>1</sub> D <sub>4</sub> )	Altiplano	1	1
T5 (V <sub>2</sub> D <sub>1</sub> )	Blanca de Juli	0	0
T6 (V <sub>2</sub> D <sub>2</sub> )	Blanca de Juli	1	0
T7 (V <sub>2</sub> D <sub>3</sub> )	Blanca de Juli	0	1
T8 (V <sub>2</sub> D <sub>4</sub> )	Blanca de Juli	1	1
T9 (V <sub>3</sub> D <sub>1</sub> )	Kankolla	0	0
T10 (V <sub>3</sub> D <sub>2</sub> )	Kankolla	1	0
T11 (V <sub>3</sub> D <sub>3</sub> )	Kankolla	0	1
T12 (V <sub>3</sub> D <sub>4</sub> )	Kankolla	1	1

### 3.3.3 Recopilación de la información.

El registro de las evaluaciones en campo se llevó a cabo primeramente en cartillas de evaluación del cultivo y de igual manera transcribiendo en un cuaderno de campo, para luego ser transferidas a una hoja de cálculo de Excel.

#### 3.3.3.1 Parámetros biométricos

##### *a. Altura de la planta*

Se midió la altura de la planta desde el nivel del suelo hasta la punta de la panoja, en 5 plantas de cada subparcela, para ello se utilizó un flexómetro de 5 m de longitud. Esta labor se realizó entre el 27 de setiembre hasta el 15 de noviembre del 2024 en un intervalo de 15 días, desde la etapa de formación de la panoja hasta la etapa de grano lechoso y culminando en la etapa de grano pastoso, indicando este la madurez fisiológica.

**Figura 11**

**Medición del carácter altura de planta**



##### *b. Diámetro del tallo principal*

Esta variable se midió en la madurez fisiológica de las plantas identificando la parte media del tallo y con la ayuda de un vernier en forma horizontal se toma las medidas en las tres variedades evaluadas, esta labor se realizó entre el 27 de setiembre hasta el 15 de noviembre del 2024 en un intervalo de 15 días.

### **Figura 12**

#### **Medición del diámetro del tallo superior**

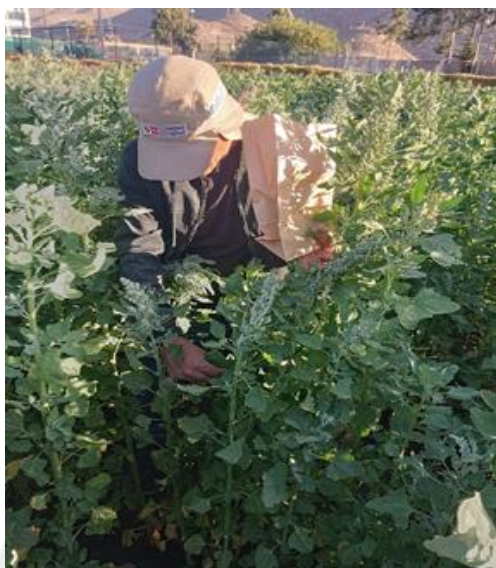


#### ***c. Número de hojas***

Para medir esta variable se realiza el conteo de las hojas principales y estipulas multiplicado x 4 obteniendo el número total de hojas esta evaluación se realizó entre el 27 de setiembre hasta el 15 de noviembre del 2024, en un intervalo de 15 días.

### Figura 13

#### Conteo del número de hojas por planta



#### *d. Longitud del peciolo*

Para medir esta variable se identificó las hojas de la parte media de las plantas esta evaluación se realizó el 13 de octubre del 2024, durante la floración una vez alcanzada el máximo desarrollo fisiológico y con la ayuda de una regla milimétrica se registró el promedio.

### Figura 14

#### Toma de datos de longitud de peciolo



#### *e. Longitud máxima de la hoja*

Esta evaluación se realizó el 13 de octubre del 2024, en la cual se tomó las medidas con la ayuda de una regla milimétrica sobre un tablero de fondo blanco, desde la punta de la hoja hasta donde acaba el peciolo.

## Figura 15

### Toma de datos de longitud de la hoja



#### *f. Ancho máximo de la hoja*

Esta variable se evaluó el 13 de octubre del 2024 empleando las mismas hojas evaluadas en los anteriores casos, también con la ayuda de una regla milimétrica se midió el ancho de las hojas de un extremo al otro.

## Figura 16

### Toma de datos de ancho de la hoja



#### *g. Diámetro de la panoja*

Esta variable se midió en la madurez fisiológica de las plantas identificando la parte media de la panoja y con la ayuda de un vernier en forma horizontal se registró la medición en las tres variedades el 13 de octubre del 2024.

**Figura 17**

**Diámetro de la panoja**



***h. Longitud de la panoja***

Esta variable se midió desde la base hasta la punta de la panoja con la ayuda de un flexómetro esta evaluación se llevó a cabo en la fase fenológica de grano pastoso el 13 de octubre del 2024.

**Figura 18**

**Longitud de panoja**



### **3.3.3.2 Componentes de rendimiento**

#### ***a. Determinación de materia fresca y seca***

para medir esta variable se realiza la extracción de la planta fresca entera, procediendo a medirla, se disecciona las partes botánicas de la planta, se procede a pesar cada una de las partes botánicas en una balanza analítica, se empaca en papel craft y se lleva a la estufa por 48 horas y lo obtenido de la materia seca se procede a pesarla en la balanza se registran los promedios y se hacen las comparaciones entre el peso de la materia fresca y seca, esta evaluación se inició el 17 de diciembre del 2024 y culminó los días 24 y 25 de enero del 2025.

#### ***b. Rendimiento en gr. planta<sup>-1</sup>***

Esta variable se evaluó el 28 de enero de 2025, en la etapa de postcosecha, mediante la extracción del grano tomando cinco plantas por cada dosis de tratamiento, que en total resultaron en 300 muestras, con la ayuda de una balanza electrónica se llegó a pesar las semillas en gr. planta<sup>-1</sup> tomando en cuenta la selección por variedad y parcela de tratamiento.

#### ***c. Rendimiento en Kg/ha<sup>-1</sup>***

Esta variable se evaluó el 28 de enero de 2025 en la etapa de postcosecha, el cual consistió en la extracción y el pesado del grano de quinua en kg/ha<sup>-1</sup> de la totalidad de bloques evaluados tomando en cuenta la selección por variedad y dosis de tratamiento.

### **3.3.3.3 Variable fisiológica**

#### ***a. Contenido de clorofila***

Para medir esta variable se utiliza un equipo medidor de clorofila SPAD, las hojas se colocan en la pinza del equipo y se mide la absorción de luz en diferentes longitudes de onda registrado los valores numéricos en la pantalla, esta labor se realizó entre el 27 de setiembre hasta el 15 de noviembre del 2024 en un intervalo de 15 días.

**Figura 19**

**Toma de datos del contenido de clorofila por hoja**



### **3.3.4 Variables de respuesta**

#### **a. Variables independientes**

- Dosis de fertilización
  - Dosis 1: 0 kg Fe ha<sup>-1</sup> + 0 kg Zn ha<sup>-1</sup>
  - Dosis 2: 1 kg Fe ha<sup>-1</sup> + 0 kg Zn ha<sup>-1</sup>
  - Dosis 3: 0 kg Fe ha<sup>-1</sup> + 1 kg Zn ha<sup>-1</sup>
  - Dosis 4: 1 kg Fe ha<sup>-1</sup> + 1 kg Zn ha<sup>-1</sup>

#### **b. Variables dependientes**

- Variedades de quinua
  - Altiplano
  - Kancolla
  - Blanca de Juli
- Observación de parámetros biométricos
  - Altura de planta (cm)
  - Diámetro de tallo (cm)
  - Número de hojas
  - Longitud de panoja (cm)

- Diámetro de panoja (cm)
- Longitud de peciolo (cm)
- Longitud de Hoja (cm)
- Ancho de hoja (cm)
- Observación de rendimiento y producción de biomasa
  - Rendimiento en materia fresca (gr)
  - Rendimiento en materia seca (gr)
  - Rendimiento de quinua en grano (gr. planta<sup>-1</sup>)
  - Rendimiento de quinua en grano (kg. ha<sup>-1</sup>)
- Observación de variable fisiológica
  - Concentración de clorofila (Und. SPAD)

### **3.4 Evaluación estadística.**

#### **3.4.1 Diseño Experimental**

Se instaló un diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo de parcelas divididas con dos factores (variedades de quinua y Dosis de micronutrientes) el diseño conto con 15 bloques, 3 variedades y 4 dosis con 5 repeticiones y 300 muestras evaluadas.

#### **3.4.2 Modelo aditivo lineal**

El modelo estadístico para este diseño es:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + A_j + (RA)_{ij} + B_k + (AB)_{jk} + e_{ijk}$$

donde:

- $Y_{ijk}$ : valor observado de la variable dependiente en el bloque  $i$ , nivel  $j$  del factor A y nivel  $k$  del factor B.
- $\mu$ : media general del experimento.
- $R_i$ : efecto del bloque o repetición  $i$ .

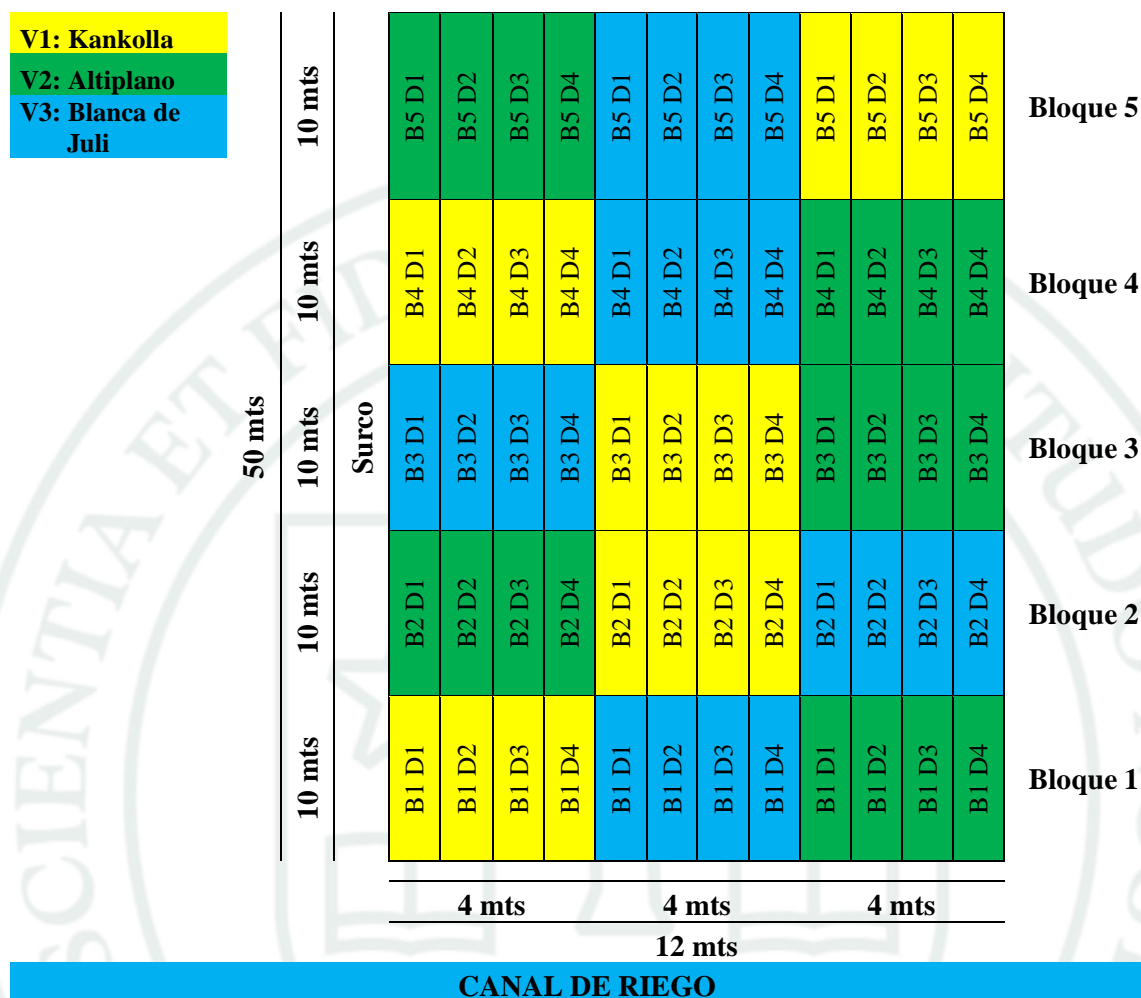
- $A_j$ : efecto del factor A (aplicado en parcelas principales).
- $(RA)_{ij}$ : interacción bloque  $\times$  factor A (error del factor A o error(a)).
- $B_k$ : efecto del factor B (aplicado en subparcelas).
- $(AB)_{jk}$ : interacción del factor A  $\times$  factor B.
- $e_{ijk}$ : error experimental correspondiente a las subparcelas (error(b)).

### 3.4.3 *Unidades experimentales*

Las unidades experimentales comprenden 15 bloques con 4 tratamientos; con 3 variedades, 4 dosis y 5 repeticiones, que abarcan 60 unidades experimentales y 300 muestras en un área total de 600 m<sup>2</sup>

Figura 20

Croquis experimental y distribución de unidades experimentales



### 3.4.4 Análisis estadísticos

#### a. Análisis de varianza

- Explicar si existen diferencias significativas en el rendimiento entre las diferentes dosis de hierro, dosis de zinc y variedades de quinua.
- Indicar si hay interacción entre los tres factores
- Si se encuentran diferencias significativas, realizar pruebas de comparación múltiple (como Tukey o Duncan) para determinar específicamente qué tratamientos difieren entre sí.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS

#### 4.1 Evaluación de Parámetros biométricos

##### 4.1.1 *Altura de Planta*

De acuerdo a los datos recopilados en el Anexo N°1 se procedió a realizar el análisis de varianza ANOVA y con los datos de los cuatro momentos de muestreos se elaboró la Tabla N°2 para la observación de altura de planta (cm), donde:

El presente resultado (Tabla N°2) muestra significancia para el efecto entre las variedades, no se encontraron significancia entre las dosis, en la interacción variedad y dosis no muestra significancia. La comparación de medias de los tratamientos se encuentra en la Figura N°21.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor dosis (Figura N°22) en los cuatro muestreos de altura de planta no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre las dosis de biofortificación (D1, D2, D3 y D4), según la prueba de comparación de medias aplicada, ya que todas compartieron la misma letra (“a”) en cada fecha de evaluación.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor variedad (Figura N°23) se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las variedades de quinua a lo largo de los cuatro muestreos. La variedad Altiplano presentó las mayores alturas con un máximo de 196.1 cm en el 4to muestreo siendo estadísticamente diferente de, Blanca de Juli que ocupó una posición intermedia con máximos en torno a 177.7 cm. y Kankolla que registra las menores alturas con máximos en torno a 160 cm., conformando grupos estadísticamente distintos según las letras indicadas en cada fecha de evaluación, lo que evidencia un efecto marcado de la variedad sobre el crecimiento en altura. Altiplano tuvo un aumento en un 85%, Kankolla en un 81% y Blanca de Juli en un 72%

**Tabla 3**

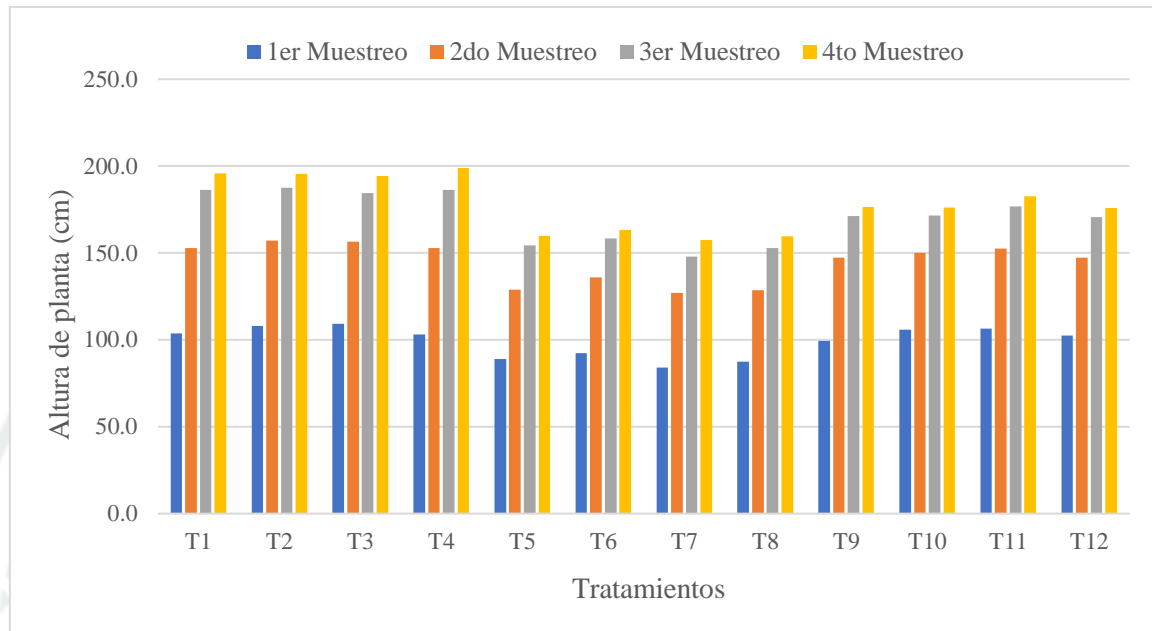
**Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc sobre altura de planta (cm)**

Factor	Altura de Planta (cm)			
	1 <sup>er</sup> Muestreo	2 <sup>do</sup> Muestreo	3 <sup>er</sup> Muestreo	4 <sup>to</sup> Muestreo
<b>Variedad</b>				
ALTIPLANO	106.0 a	154.8 a	186.2 A	196.1 a
KANCOLLA	88.2 b	130.1 b	153.4 C	160.0 c
BLANCA DE JULI	103.6 a	149.3 a	172.5 B	177.7 b
<b>Dosis</b>				
D1	97.4 a	143.0 a	170.7 A	177.4 a
D2	102.0 a	147.7 a	172.5 A	178.2 a
D3	99.9 a	145.3 a	169.6 A	178.1 a
D4	97.6 a	142.9 a	169.9 A	178.0 a
<b>Variedad x Dosis</b>				
ALTIPLANO * D1	103.7 ab	152.9 a	186.2 A	195.9 ab
ALTIPLANO * D2	108.0 a	157.1 a	187.7 A	195.4 ab
ALTIPLANO * D3	109.3 a	156.5 a	184.4 A	194.4 ab
ALTIPLANO * D4	103.0 ab	152.8 a	186.4 A	198.8 a
KANCOLLA * D1	89.0 cde	128.9 c	154.5 Bcd	160.0 cd
KANCOLLA * D2	92.3 bcde	135.9 bc	158.4 Bcd	163.2 cd
KANCOLLA * D3	84.0 e	126.9 c	147.8 D	157.3 d
KANCOLLA * D4	87.4 de	128.6 c	152.8 Cd	159.5 d
BLANCA DE JULI * D1	99.6 abcd	147.3 ab	171.2 Abc	176.4 abcd
BLANCA DE JULI * D2	105.8 ab	150.0 ab	171.5 Abc	176.0 bcd
BLANCA DE JULI * D3	106.4 a	152.5 a	176.7 Ab	182.5 abc
BLANCA DE JULI * D4	102.5 abc	147.4 ab	170.6 Abc	175.9 bcd
<b>F.V.</b>	<b>1<sup>er</sup> Muestreo</b>	<b>2<sup>do</sup> Muestreo</b>	<b>3<sup>er</sup> Muestreo</b>	<b>4<sup>to</sup> Muestreo</b>
<b>Bloques</b>	0.000 *	0.000 *	0.000 *	0.000 *
<b>Variedad</b>	0.007 *	0.000 *	0.000 *	0.001 *
<b>Dosis</b>	0.161	0.275	0.865	0.997
<b>V x D</b>	0.364	0.772	0.747	0.833
<b>CV Parcela (%)</b>	13.80%	7.70%	8.40%	9.90%
<b>CV Subparcela (%)</b>	6.30%	5.20%	6.00%	5.80%
<b>Normalidad (Shapiro-Wilk)</b>	0.6177	0.1520	0.4796	0.6998
<b>Homogeneidad (Bartlett)</b>	0.2244	0.8708	0.8888	0.8095

\* : Significancia estadística del 5%

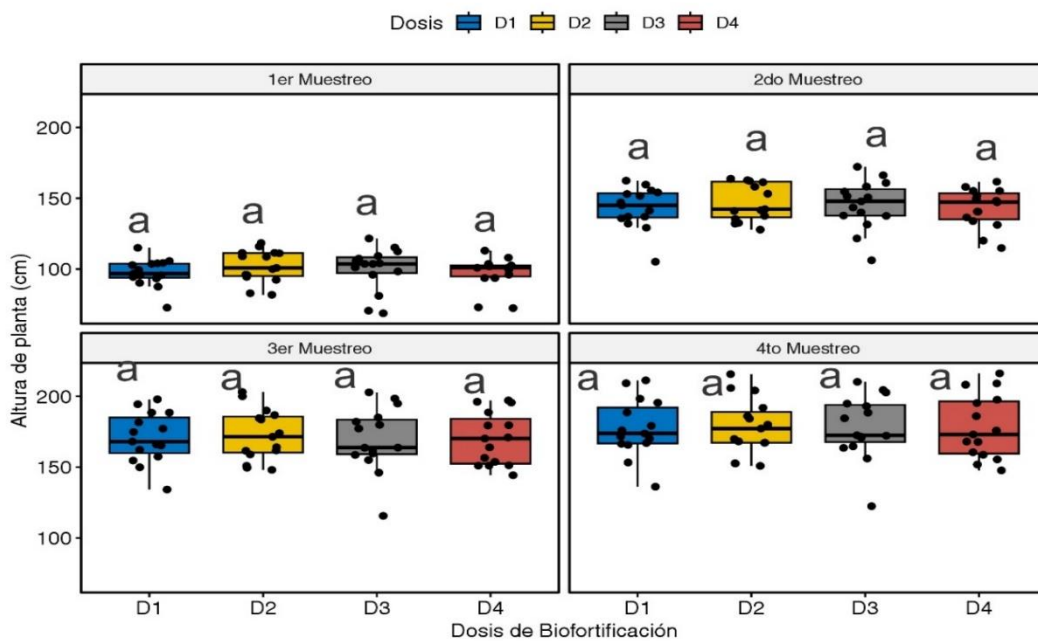
**Figura 21**

**Altura de planta (cm) producto de la aplicación de diferentes dosis de hierro y zinc en tres variedades de quinua, en cuatro momentos de muestreo**



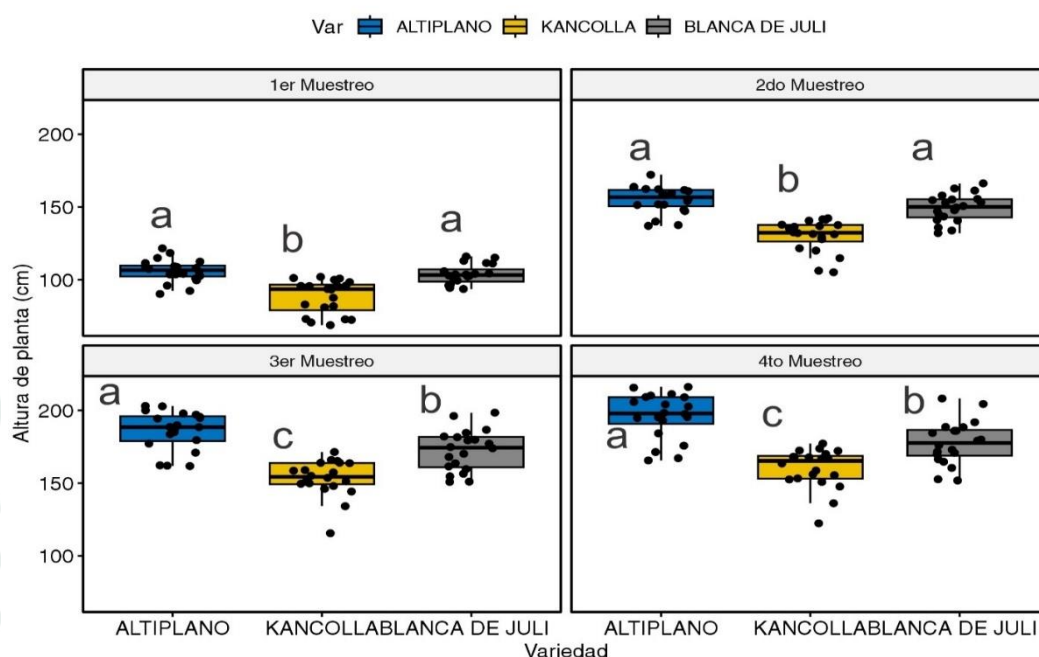
**Figura 22**

**Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre la altura de planta (cm)**



**Figura 23**

**Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre la altura de planta (cm)**



#### 4.1.2 Diámetro de Tallo

De acuerdo a los datos recopilados en el Anexo N°2 se procedió a realizar el análisis de varianza ANOVA y con los datos de los cuatro momentos de muestreo se elaboró la Tabla N°3 para la observación del diámetro de tallo (cm), donde:

El presente resultado (Tabla N°3) no se encontró significancia en los efectos de los principales factores, la interacción variedad y dosis tampoco muestra significancia alguna. la comparación de medias de los tratamientos se encuentra en la Figura N°24.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor dosis (Figura N°25) En los cuatro muestreos del diámetro de tallo no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre las dosis de biofortificación (D1, D2, D3 y D4), de acuerdo con la prueba de comparación de medias aplicada, ya que todas compartieron la misma letra (“a”) en cada fecha de evaluación.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor variedad (Figura N°26) En los cuatro muestreos del diámetro de tallo no se detectaron diferencias estadísticas

significativas entre las variedades Altiplano, Kankolla y Blanca de Juli, según la prueba de comparación de medias aplicada, ya que todas compartieron la misma letra (“a”) en cada fecha de evaluación. Altiplano tuvo un aumento en un 44%, Kankolla en un 45% y Blanca de Juli en un 35%

**Tabla 4**

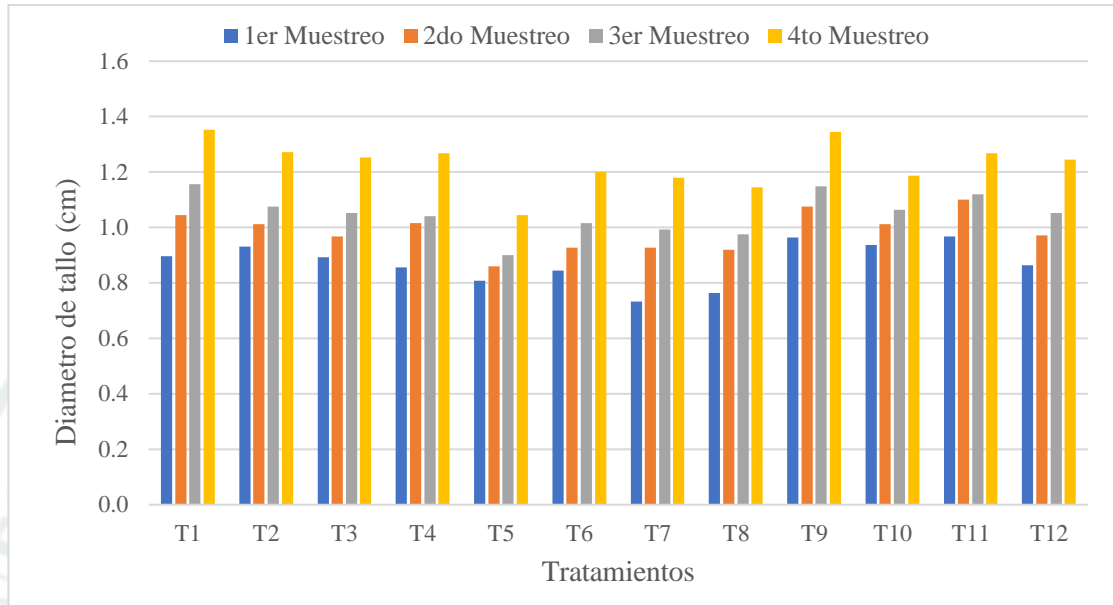
**Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc sobre el diámetro de tallo (cm)**

Factor	Diámetro de Tallo (cm)			
	1 <sup>er</sup> Muestreo	2 <sup>do</sup> Muestreo	3 <sup>er</sup> Muestreo	4 <sup>to</sup> Muestreo
<b>Variedad</b>				
ALTIPLANO	0.9 a	1.0 a	1.1 A	1.3 a
KANCOLLA	0.8 a	0.9 a	1.0 A	1.1 a
BLANCA DE JULI	0.9 a	1.0 a	1.1 A	1.3 a
<b>Dosis</b>				
D1	0.9 a	1.0 a	1.1 A	1.2 a
D2	0.9 a	1.0 a	1.1 A	1.2 a
D3	0.9 a	1.0 a	1.1 A	1.2 a
D4	0.8 a	1.0 a	1.0 A	1.2 a
<b>Variedad x Dosis</b>				
ALTIPLANO * D1	0.9 a	1.0 a	1.2 A	1.4 a
ALTIPLANO * D2	0.9 a	1.0 a	1.1 A	1.3 a
ALTIPLANO * D3	0.9 a	1.0 a	1.1 A	1.3 a
ALTIPLANO * D4	0.9 a	1.0 a	1.0 A	1.3 a
KANCOLLA * D1	0.8 a	0.9 a	0.9 A	1.0 a
KANCOLLA * D2	0.8 a	0.9 a	1.0 A	1.2 a
KANCOLLA * D3	0.7 a	0.9 a	1.0 A	1.2 a
KANCOLLA * D4	0.8 a	0.9 a	1.0 A	1.1 a
BLANCA DE JULI * D1	1.0 a	1.1 a	1.1 A	1.3 a
BLANCA DE JULI * D2	0.9 a	1.0 a	1.1 A	1.2 a
BLANCA DE JULI * D3	1.0 a	1.1 a	1.1 A	1.3 a
BLANCA DE JULI * D4	0.9 a	1.0 a	1.1 A	1.2 a
<b>F.V.</b>	<b>1<sup>er</sup> Muestreo</b>	<b>2<sup>do</sup> Muestreo</b>	<b>3<sup>er</sup> Muestreo</b>	<b>4<sup>to</sup> Muestreo</b>
<b>Bloques</b>	0.000 *	0.000 *	0.000 *	0.000 *
<b>Variedad</b>	0.069	0.306	0.386	0.420
<b>Dosis</b>	0.454	0.963	0.876	0.958
<b>V x D</b>	0.923	0.822	0.691	0.419
<b>CV Parcela (%)</b>	19.90%	26.50%	28.10%	28.50%
<b>CV Subparcela (%)</b>	15.70%	16.50%	14.80%	12.90%
<b>Normalidad (Shapiro-Wilk)</b>	0.4894	0.2468	0.2431	1.0000
<b>Homogeneidad (Bartlett)</b>	0.8729	0.8149	0.4920	0.7818

\* : Significancia estadística del 5%

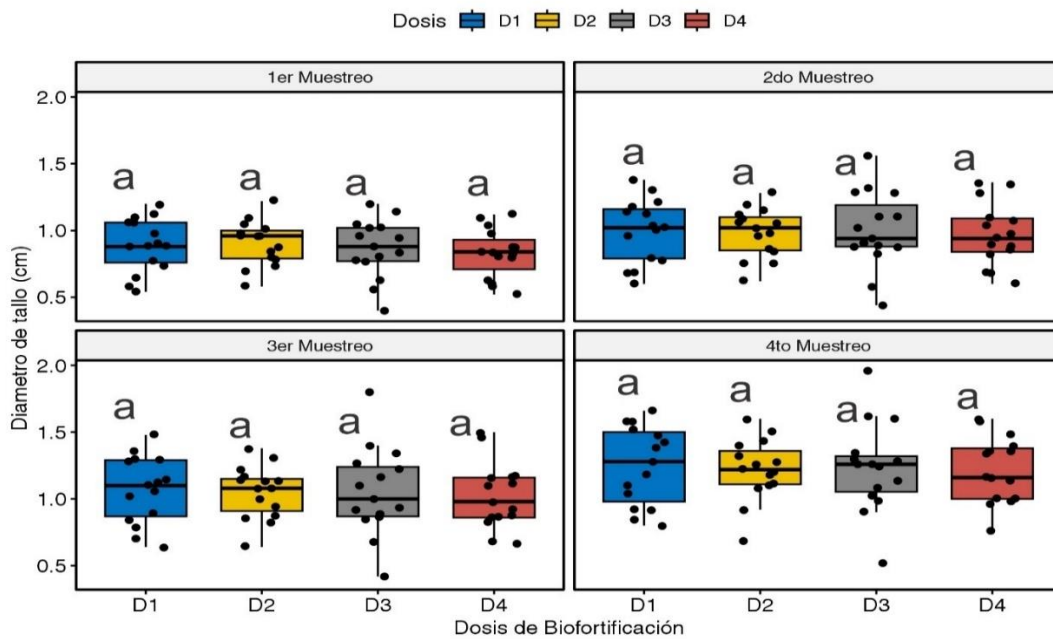
**Figura 24**

**Diámetro del tallo (cm) producto de la aplicación de diferentes dosis de hierro y zinc en tres variedades de quinua, en cuatro momentos de muestreo.**



**Figura 25**

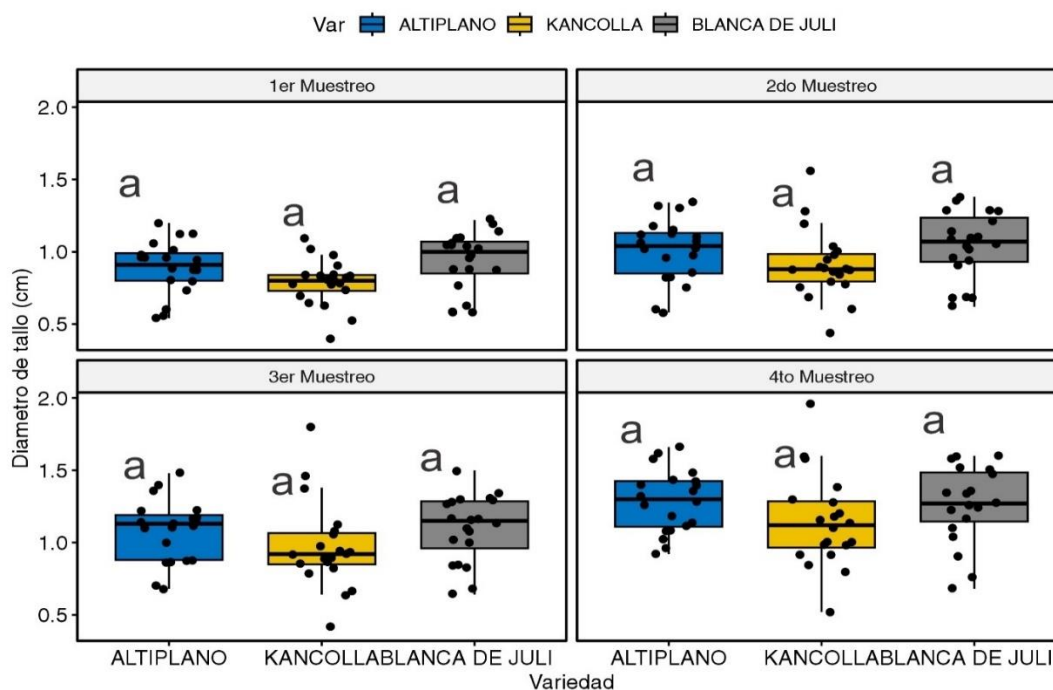
**Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre el diámetro del tallo (cm)**



**Figura 26**

**Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre el diámetro del tallo**

(cm)



#### 4.1.3 Número de hojas

De acuerdo a los datos recopilados en el Anexo N°3 se procedió a realizar el análisis de varianza ANOVA y con los datos de los cuatro muestreos se elaboró la Tabla N°4 para la observación del número de hojas, donde:

El presente resultado (Tabla N°4) muestra que el factor variedad alcanzó significancia en segunda, tercera y cuarta muestreo ( $p=0.0069$ ,  $0.0501$ ,  $0.0294$  respectivamente), pero no en la primera ( $p=0.2815$ ). Esto indica diferencias reales entre variedades en los muestreos, aunque no en todos. El factor dosis no fue significativo en ninguno de los muestreos. La interacción variedad y dosis tampoco fue significativa en ninguna de las muestras. la comparación de medias de los tratamientos se encuentra en la figura N°27.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor dosis (Figura N°28) en los cuatro muestreos del número de hojas por planta no se encontraron diferencias

estadísticas significativas entre las dosis de biofortificación (D1, D2, D3 y D4), según la prueba de comparación de medias aplicada, ya que todas compartieron la misma letra (“a”) en cada fecha de evaluación.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor variedad (Figura N°29) el análisis del número de hojas por planta evidenció que las diferencias entre variedades se manifiestan a partir del segundo muestreo.

Altiplano con 251 hojas y Blanca de Juli con 238 hojas presentaron mayor número de hojas que Kancolla con 194 hojas en el segundo muestreo; en el tercero, Altiplano fue la variedad con más hojas con 243 , Kancolla la de menos con 178 hojas y Blanca de Juli ocupó una posición intermedia con 214 hojas; en el cuarto muestreo, Kancolla superó a Altiplano en número de hojas con 170 hojas, mientras que Blanca de Juli se mantuvo en un grupo intermedio con 130 hojas, de acuerdo con las letras de la prueba de comparación de medias.

Altiplano tuvo un aumento en un 50%, Kancolla en un 32% y Blanca de Juli en un 38% comparando el 1.er con el 4.to muestreo (donde ya hay senescencia), Altiplano reduce su número de hojas en torno a -30%, Blanca de Juli cerca de -16%, mientras que Kancolla aún presenta un ligero aumento de  $\approx 26\%$  respecto al inicio.

**Tabla 5**

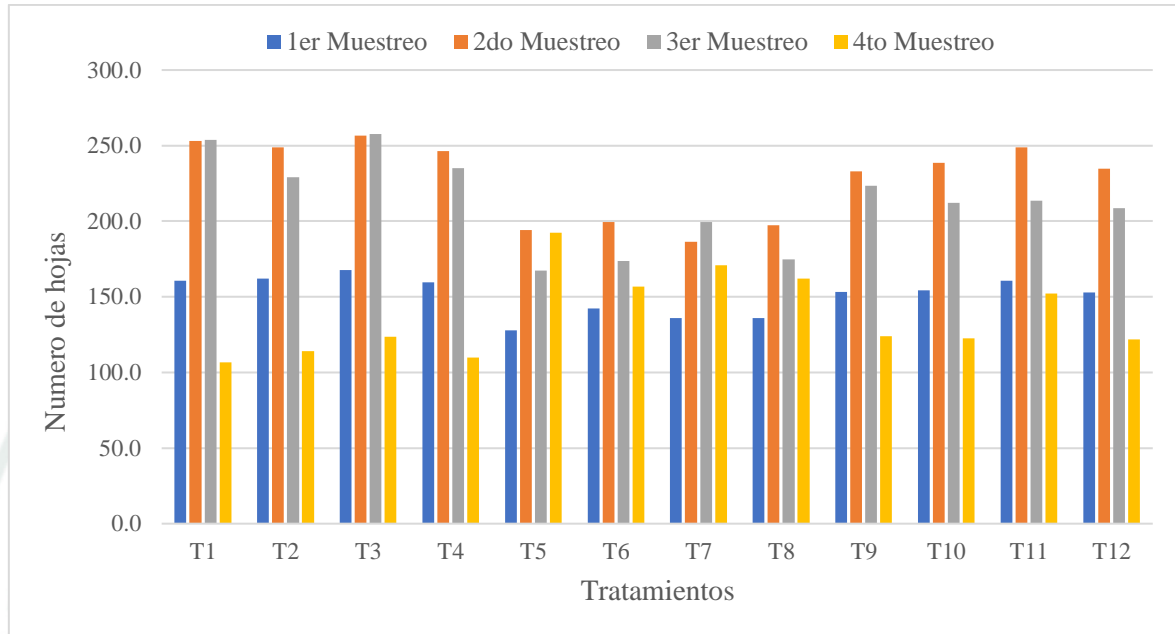
**Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc sobre el número de hojas**

Factor	Número de Hojas			
	1 <sup>er</sup> Muestreo	2 <sup>do</sup> Muestreo	3 <sup>er</sup> Muestreo	4 <sup>to</sup> Muestreo
<b>Variedad</b>				
ALTIPLANO	162.6 a	251.3 a	243.8 A	113.6 b
KANCOLLA	135.4 a	194.3 b	178.8 B	170.5 a
BLANCA DE JULI	155.3 a	238.9 a	214.5 Ab	130.1 ab
<b>Dosis</b>				
D1	147.3 a	226.7 a	214.9 A	141.0 a
D2	152.9 a	229.0 a	205.0 A	131.0 a
D3	154.7 a	230.7 a	223.6 A	148.9 a
D4	149.5 a	226.2 a	206.1 A	131.3 a
<b>Variedad x Dosis</b>				
ALTIPLANO * D1	160.8 ab	253.2 ab	253.8 A	106.6 c
ALTIPLANO * D2	162.2 ab	248.8 abc	229.0 Ab	114.1 bc
ALTIPLANO * D3	167.6 a	256.8 a	257.6 A	123.7 bc
ALTIPLANO * D4	159.6 ab	246.4 abc	235.0 Ab	109.9 c
KANCOLLA * D1	127.8 b	194.0 bc	167.4 B	192.5 a
KANCOLLA * D2	142.2 ab	199.4 abc	173.7 B	156.6 abc
KANCOLLA * D3	135.8 ab	186.4 c	199.5 Ab	170.7 ab
KANCOLLA * D4	135.8 ab	197.4 abc	174.7 B	162.1 abc
BLANCA DE JULI * D1	153.2 ab	233.0 abc	223.5 Ab	124.0 bc
BLANCA DE JULI * D2	154.2 ab	238.8 abc	212.3 Ab	122.4 bc
BLANCA DE JULI * D3	160.8 ab	248.8 abc	213.7 Ab	152.2 abc
BLANCA DE JULI * D4	153.0 ab	234.8 abc	208.6 Ab	121.9 bc
<b>F.V.</b>	<b>1<sup>er</sup> Muestreo</b>	<b>2<sup>do</sup> Muestreo</b>	<b>3<sup>er</sup> Muestreo</b>	<b>4<sup>to</sup> Muestreo</b>
<b>Bloques</b>	0.000 *	0.000 *	0.000 *	0.002 *
<b>Variedad</b>	0.282	0.007 *	0.050 *	0.029 *
<b>Dosis</b>	0.625	0.970	0.341	0.227
<b>V x D</b>	0.960	0.940	0.777	0.419
<b>CV Parcela (%)</b>	34.10%	18.70%	33.20%	39.90%
<b>CV Subparcela (%)</b>	11.20%	12.40%	14.80%	19.50%
<b>Normalidad (Shapiro-Wilk)</b>	0.6701	0.0307	0.0513	0.4366
<b>Homogeneidad (Bartlett)</b>	0.6348	0.4633	0.8247	0.5171

\* : Significancia estadística del 5%

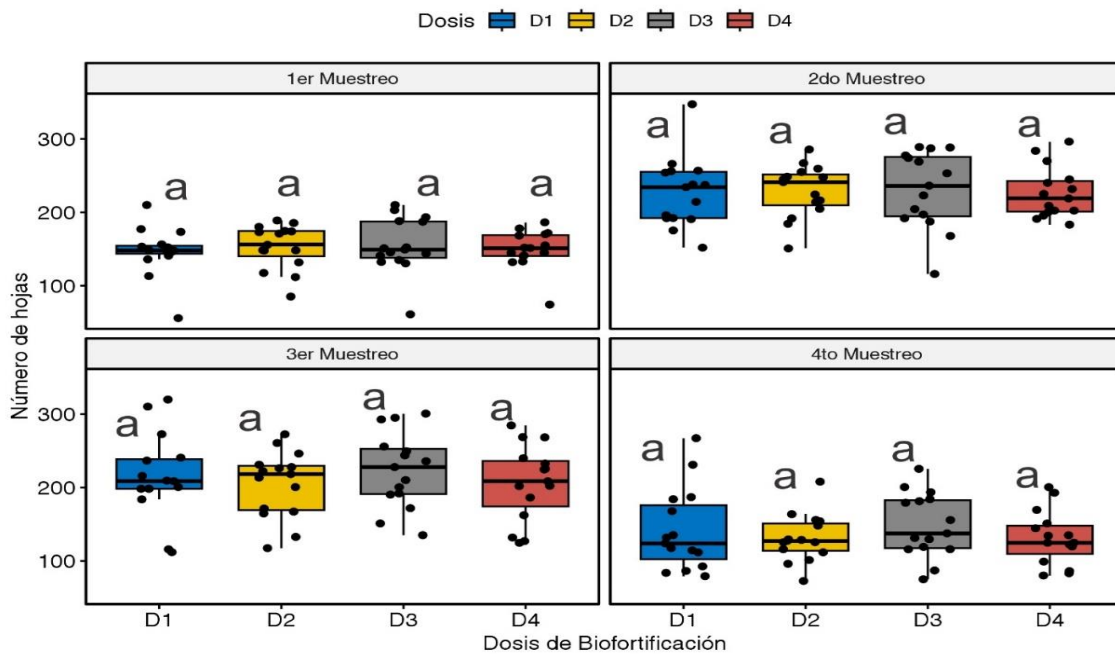
**Figura 27**

**Numero de hojas producto de la aplicación de diferentes dosis de hierro y zinc en tres variedades de quinua, en cuatro momentos de muestreo.**



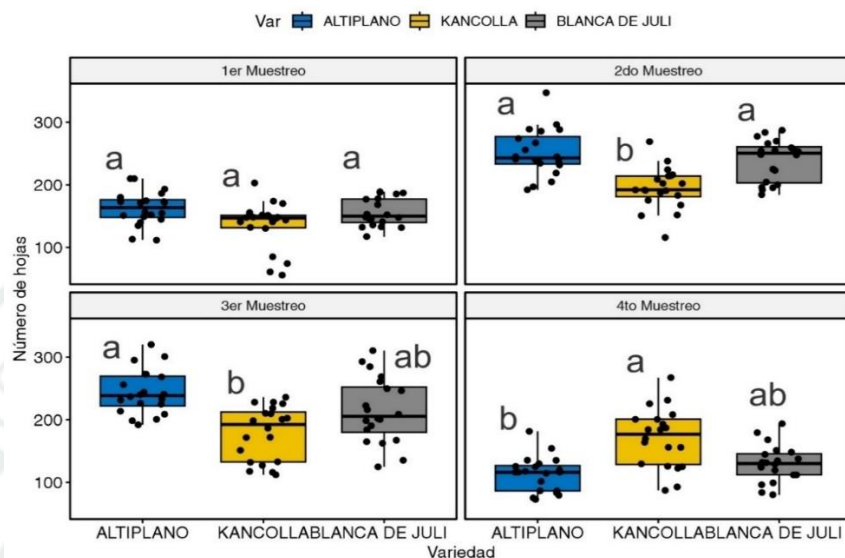
**Figura 28**

**Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre el número de hojas**



**Figura 29**

**Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre el número de hojas**



#### 4.1.4 Longitud de panoja

De acuerdo a los datos recopilados en el Anexo N°4 se procedió a realizar el análisis de varianza ANOVA y se elaboró la Tabla N°5 para la *observación* de la longitud de panoja (cm), donde:

En el presente resultado (Tabla N°5) se encontró significancia en el efecto de la variedad, sin embargo, no se registraron significancia en el efecto de las dosis ni en la interacción variedad y dosis.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor dosis (Figura N°30) Todas las dosis (D1, D2, D3 y D4) quedan identificadas con la letra “a” por lo que no se encontraron diferencias estadísticas significativas en la longitud de panoja, entre las dosis, la diferencia porcentual máxima fue tan solo del 4.2 % entre la dosis con el promedio más bajo (D3) y la de mayor promedio (D1).

En la comparación de medias de los efectos principales del factor variedad (Figura N°31) indica que Altiplano con 56.8 cm. y Blanca de juli con 56 cm. no difieren estadísticamente entre sí, pero sí presentan diferencias significativas respecto a Kancolla con

38.4 cm., que mostró una longitud de panoja considerablemente menor. no sólo establece una diferencia estadísticamente significativa con Altiplano y Blanca de Juli, sino que, por el contrario, hay que hablar de un efecto negativo sobre la longitud de panojas, que se ve afectada como resultado de utilizar la variedad Kancolla, tal como se ha establecido en las pruebas visuales de las medianas.

Entre las variedades, el incremento porcentual más alto en la longitud de panoja fue aproximadamente del 47.91 % al comparar la variedad con el valor más bajo (KANCOLLA) en contraste con la de valor superior (ALTIPLANO).

**Tabla 6**

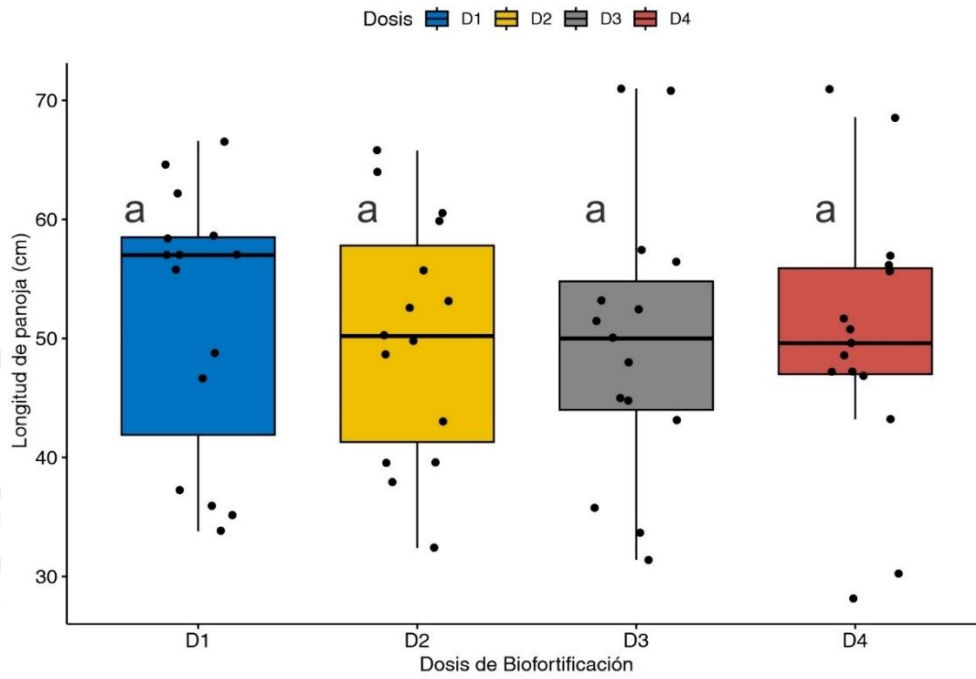
**Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc en la longitud de panoja (cm)**

<b>Factor</b>	<b>Longitud de Panoja (cm)</b>
<b>Variedad</b>	
ALTIPLANO	56.8 a
KANCOLLA	38.4 b
BLANCA DE JULI	56.0 a
<b>Dosis</b>	
D1	51.7 a
D2	50.2 a
D3	49.6 a
D4	50.1 a
<b>Variedad x Dosis</b>	
ALTIPLANO * D1	55.0 a
ALTIPLANO * D2	59.2 a
ALTIPLANO * D3	55.6 a
ALTIPLANO * D4	57.4 a
KANCOLLA * D1	38.2 b
KANCOLLA * D2	38.5 b
KANCOLLA * D3	37.8 b
KANCOLLA * D4	39.1 b
BLANCA DE JULI * D1	61.8 a
BLANCA DE JULI * D2	52.9 a
BLANCA DE JULI * D3	55.5 a
BLANCA DE JULI * D4	53.8 a
<b>F.V.</b>	<b>Valor P</b>
<b>Bloques</b>	0.006 *
<b>Variedad</b>	0.000 *
<b>Dosis</b>	0.819
<b>V x D</b>	0.335
<b>CV Parcela (%)</b>	14.20%
<b>CV Subparcela (%)</b>	12.10%
<b>Normalidad (Shapiro-Wilk)</b>	0.8707
<b>Homogeneidad (Bartlett)</b>	0.6093

\* : Significancia estadística del 5%

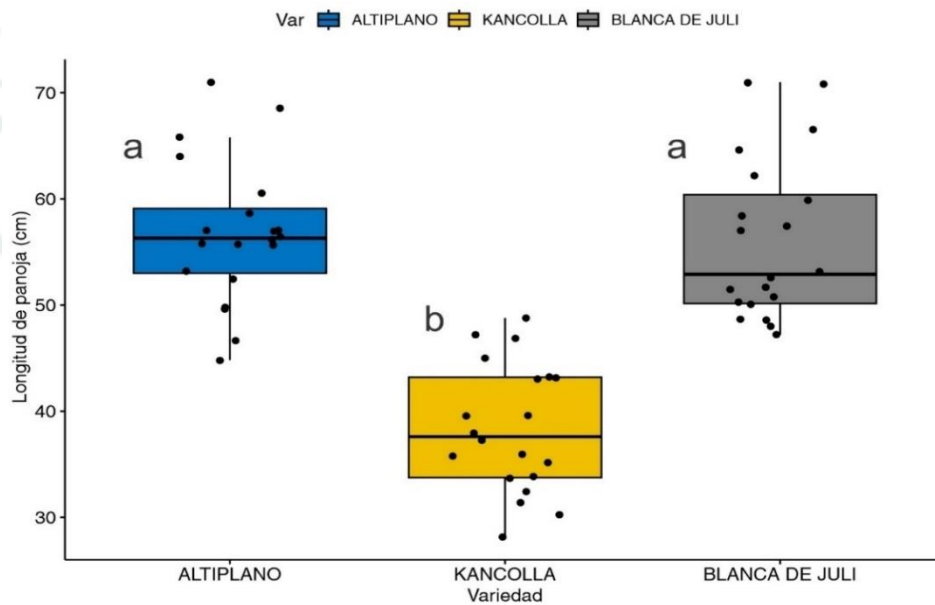
**Figura 30**

**Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre la longitud de panoja (cm)**



**Figura 31**

**Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre la longitud de panoja (cm)**



#### 4.1.5 *Diámetro de panoja*

De acuerdo a los datos recopilados en el Anexo N°5 se procedió a realizar el análisis de varianza ANOVA y se elaboró la (Tabla N°6) para la **observación** del diámetro de panoja (cm), donde:

En el presente resultado (Tabla N°6) no se encontraron significancia en los efectos principales, de igual manera la interacción variedad y dosis no fue significativa.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor dosis (Figura N°32) no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre las cuatro dosis de biofortificación evaluadas (D1, D2, D3 y D4), según la prueba de comparación de medias aplicada, ya que todas compartieron la misma letra (“a”).

En la comparación de medias de los efectos principales del factor variedad (Figura N°33) no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las variedades Altiplano, Kankolla y Blanca de Juli, según la prueba de comparación de medias aplicada, ya que todas compartieron la misma letra (“a”).

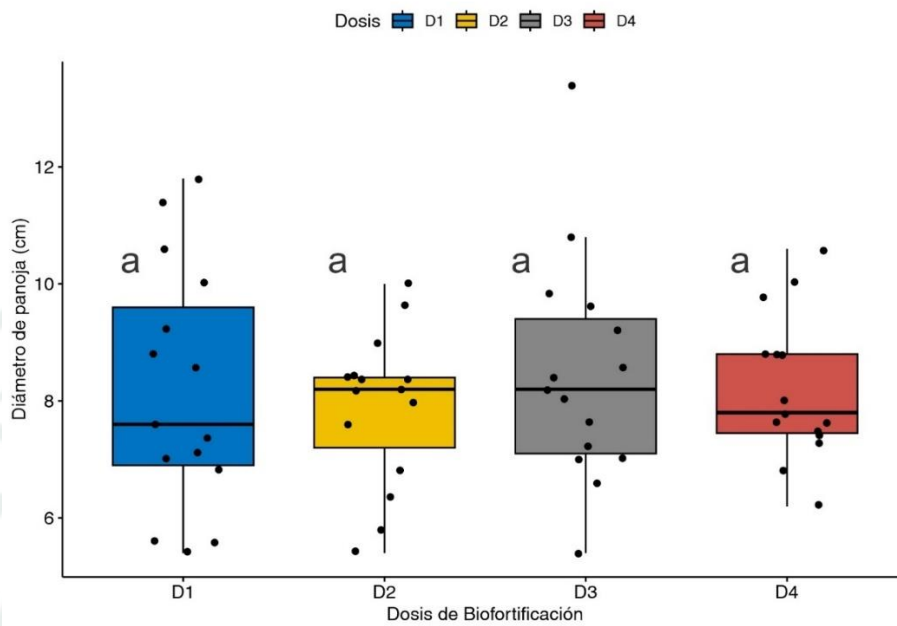
**Tabla 7****Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc en el diámetro de panoja (cm)**

<b>Factor</b>	<b>Diámetro de Panoja (cm)</b>
<b>Variedad</b>	
ALTIPLANO	7.7 a
KANCOLLA	8.5 a
BLANCA DE JULI	8.4 a
<b>Dosis</b>	
D1	8.2 a
D2	7.9 a
D3	8.5 a
D4	8.2 a
<b>Variedad x Dosis</b>	
ALTIPLANO * D1	7.5 a
ALTIPLANO * D2	7.3 a
ALTIPLANO * D3	8.3 a
ALTIPLANO * D4	7.7 a
KANCOLLA * D1	9.0 a
KANCOLLA * D2	8.3 a
KANCOLLA * D3	8.4 a
KANCOLLA * D4	8.3 a
BLANCA DE JULI * D1	8.0 a
BLANCA DE JULI * D2	8.1 a
BLANCA DE JULI * D3	8.7 a
BLANCA DE JULI * D4	8.6 a
<b>F.V.</b>	<b>Valor P</b>
<b>Bloques</b>	0.000 *
<b>Variedad</b>	0.485
<b>Dosis</b>	0.694
<b>V x D</b>	0.842
<b>CV Parcela (%)</b>	26.10%
<b>CV Subparcela (%)</b>	15.20%
<b>Normalidad (Shapiro-Wilk)</b>	0.0577
<b>Homogeneidad (Bartlett)</b>	0.4164

\* : Significancia estadística del 5%

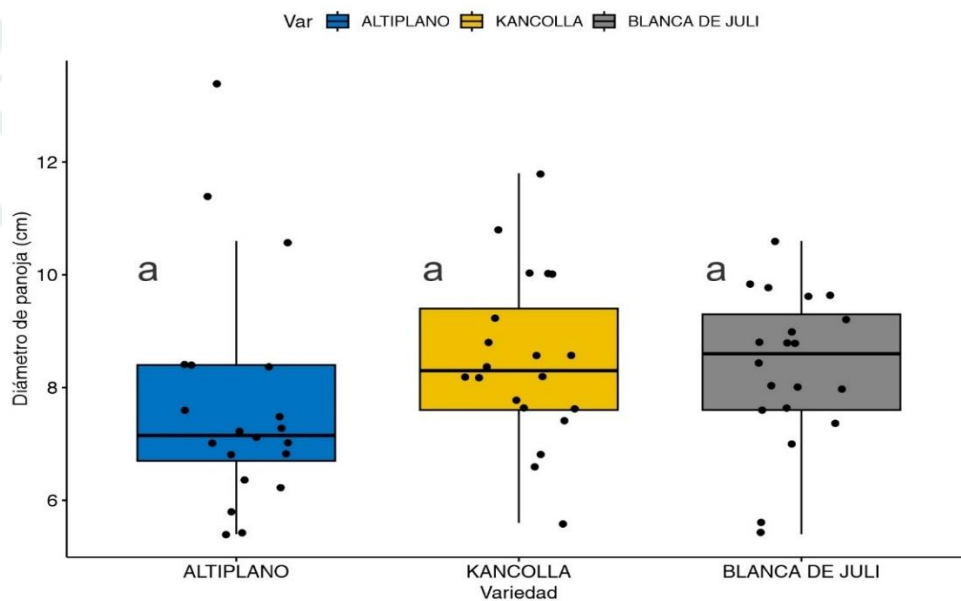
**Figura 32**

**Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre el diámetro de panoja (cm)**



**Figura 33**

**Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre el diámetro de panoja (cm)**



#### **4.1.6 Longitud de peciolo**

De acuerdo a los datos recopilados en el Anexo N°6 se procedió a realizar el análisis de varianza ANOVA y se elaboró la Tabla N°7 para la observación de la longitud de peciolo (cm), donde:

En el presente resultado (Tabla N°7) no se encontraron significancia en los efectos principales, de igual manera la interacción variedad y dosis no fue significativa.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor dosis (Figura N°34) no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las cuatro dosis de biofortificación evaluadas (D1, D2, D3 y D4), según la prueba de comparación de medias aplicada, ya que todas compartieron la misma letra (“a”). En cuanto a las dosis, la diferencia porcentual máxima observada fue de aproximadamente un 9,4%.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor variedad (Figura N°35) no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las variedades Altiplano, Kankolla y Blanca de Juli, según la prueba de comparación de medias aplicada, ya que todas compartieron la misma letra (“a”). Entre las variedades, el aumento porcentual máximo en la longitud de peciolo fue de 11% (considerando el valor más bajo y el más alto registrado).

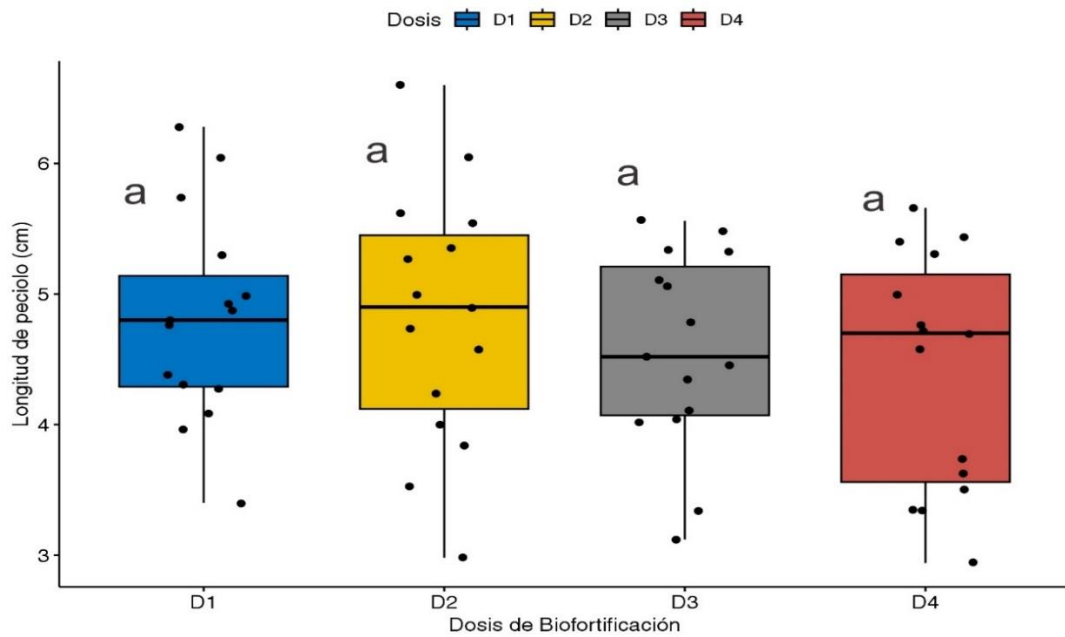
**Tabla 8****Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc en la longitud de peciolo (cm)**

<b>Factor</b>	<b>Longitud de Peciolo (cm)</b>
<b>Variedad</b>	
ALTIPLANO	4.8 a
KANCOLLA	4.4 a
BLANCA DE JULI	4.8 a
<b>Dosis</b>	
D1	4.8 a
D2	4.8 a
D3	4.6 a
D4	4.4 a
<b>Variedad x Dosis</b>	
ALTIPLANO * D1	5.1 a
ALTIPLANO * D2	5.3 a
ALTIPLANO * D3	4.5 a
ALTIPLANO * D4	4.5 a
KANCOLLA * D1	4.4 a
KANCOLLA * D2	4.4 a
KANCOLLA * D3	4.2 a
KANCOLLA * D4	4.4 a
BLANCA DE JULI * D1	4.9 a
BLANCA DE JULI * D2	4.7 a
BLANCA DE JULI * D3	5.0 a
BLANCA DE JULI * D4	4.4 a
<b>F.V.</b>	<b>Valor P</b>
<b>Bloques</b>	0.000 *
<b>Variedad</b>	0.059
<b>Dosis</b>	0.240
<b>V x D</b>	0.550
<b>CV Parcela (%)</b>	12.20%
<b>CV Subparcela (%)</b>	13.70%
<b>Normalidad (Shapiro-Wilk)</b>	0.4503
<b>Homogeneidad (Bartlett)</b>	0.9455

\* : Significancia estadística del 5%

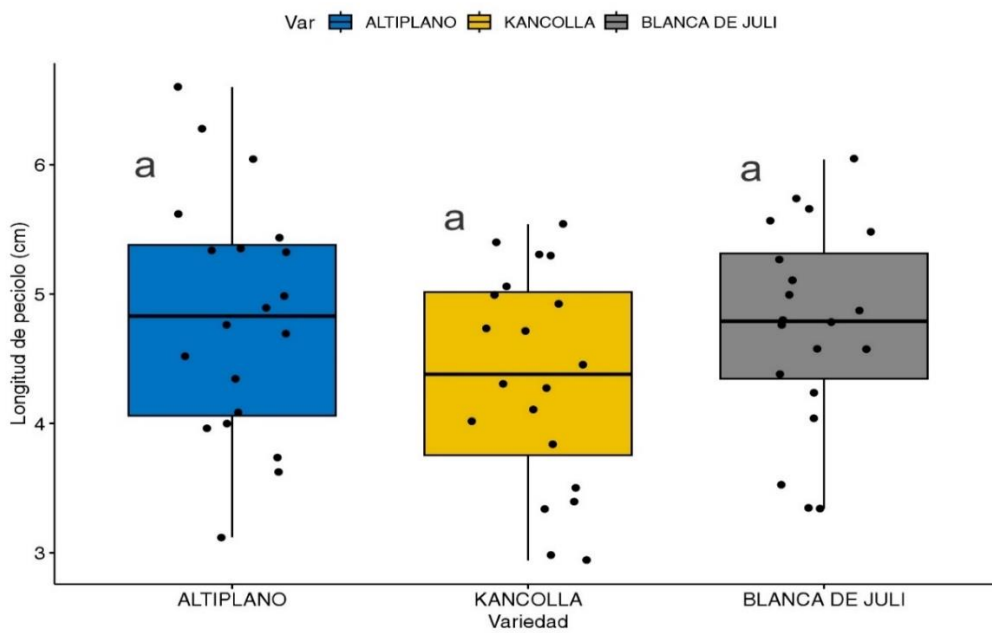
**Figura 34**

**Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre la longitud de peciolo (cm)**



**Figura 35**

**Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre la longitud de peciolo (cm)**



#### 4.1.7 Longitud de hoja

De acuerdo a los datos recopilados en el Anexo N°7 se procedió a realizar el análisis de varianza ANOVA y se elaboró la Tabla N°8 para la observación de longitud de hoja (cm), donde:

En el presente resultado (Tabla N°8) no se encontró significancia en los efectos principales del factor variedad, en el caso de los efectos principales del factor dosis muestra significancia, la interacción Variedad por Dosis no es significativo.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor dosis (Figura N°36) se encontró diferencias estadísticas significativas entre las dosis de biofortificación, las dosis D1 ( $0 \text{ kg Fe ha}^{-1} + 0 \text{ kg Zn ha}^{-1}$ ) con 6.6 cm. y D2 ( $1 \text{ kg Fe ha}^{-1} + 0 \text{ kg Zn ha}^{-1}$ ) con 6.6 cm. registraron las mayores longitudes de hoja y formaron un mismo grupo estadístico (“a”), la dosis D4 ( $1 \text{ kg Fe ha}^{-1} + 1 \text{ kg Zn ha}^{-1}$ ) con 6.1 cm. presentó la menor longitud de hoja (“b”) y la dosis D3 ( $0 \text{ kg Fe ha}^{-1} + 1 \text{ kg Zn ha}^{-1}$ ) con 6.3 cm. se ubicó en un grupo intermedio (“ab”), sin diferir de las dosis bajas ni de la dosis alta, de acuerdo con la prueba de comparación de medias aplicada. Entre las dosis, la diferencia porcentual máxima fue de aproximadamente un 8.2%.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor variedad (Figura N°37) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para las variedades Altiplano, Kankolla y Blanca de Juli, ya que todas ellas comparten la misma letra (“a”).

Entre las variedades, el aumento máximo fue de aproximadamente un 9.8% (de la variedad con menor longitud de hoja a la de mayor longitud).

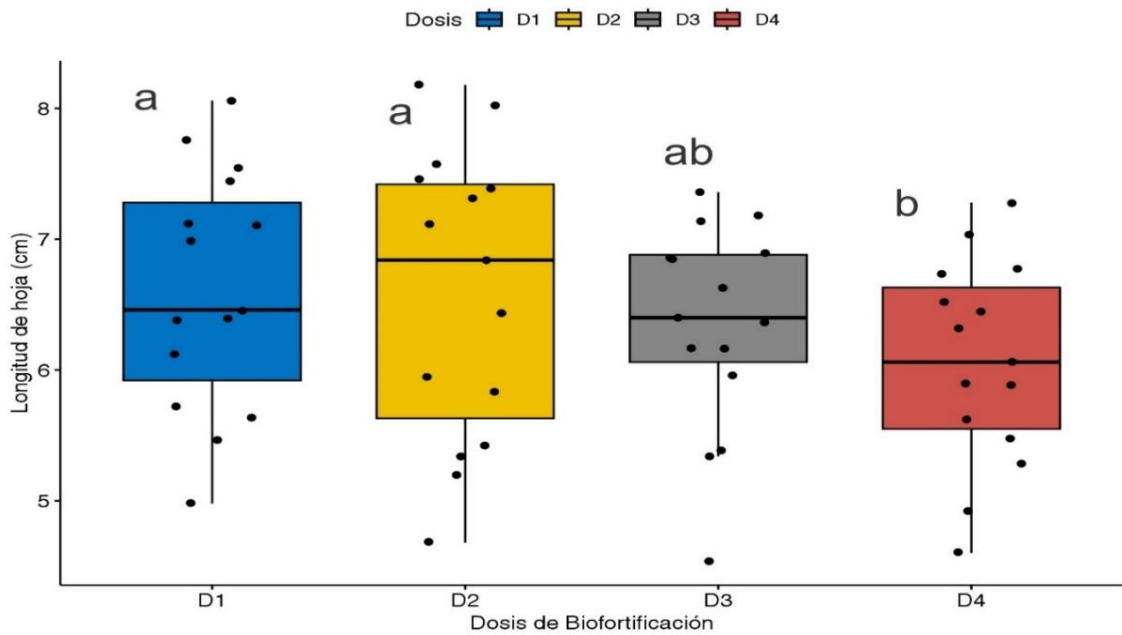
**Tabla 9****Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc en la longitud de hoja (cm)**

<b>Factor</b>	<b>Longitud de Hoja (cm)</b>
<b>Variedad</b>	
ALTIPLANO	6.4 a
KANCOLLA	6.7 a
BLANCA DE JULI	6.1 a
<b>Dosis</b>	
D1	6.6 a
D2	6.6 a
D3	6.3 ab
D4	6.1 b
<b>Variedad x Dosis</b>	
ALTIPLANO * D1	6.5 ab
ALTIPLANO * D2	6.8 a
ALTIPLANO * D3	6.0 ab
ALTIPLANO * D4	6.2 ab
KANCOLLA * D1	6.9 a
KANCOLLA * D2	7.0 a
KANCOLLA * D3	6.7 ab
KANCOLLA * D4	6.3 ab
BLANCA DE JULI * D1	6.4 ab
BLANCA DE JULI * D2	5.9 ab
BLANCA DE JULI * D3	6.3 ab
BLANCA DE JULI * D4	5.7 b
<b>F.V.</b>	<b>Valor P</b>
<b>Bloques</b>	0.000 *
<b>Variedad</b>	0.092
<b>Dosis</b>	0.017 *
<b>V x D</b>	0.198
<b>CV Parcela (%)</b>	12.60%
<b>CV Subparcela (%)</b>	7.90%
<b>Normalidad (Shapiro-Wilk)</b>	0.1055
<b>Homogeneidad (Bartlett)</b>	0.8403

\* : Significancia estadística del 5%

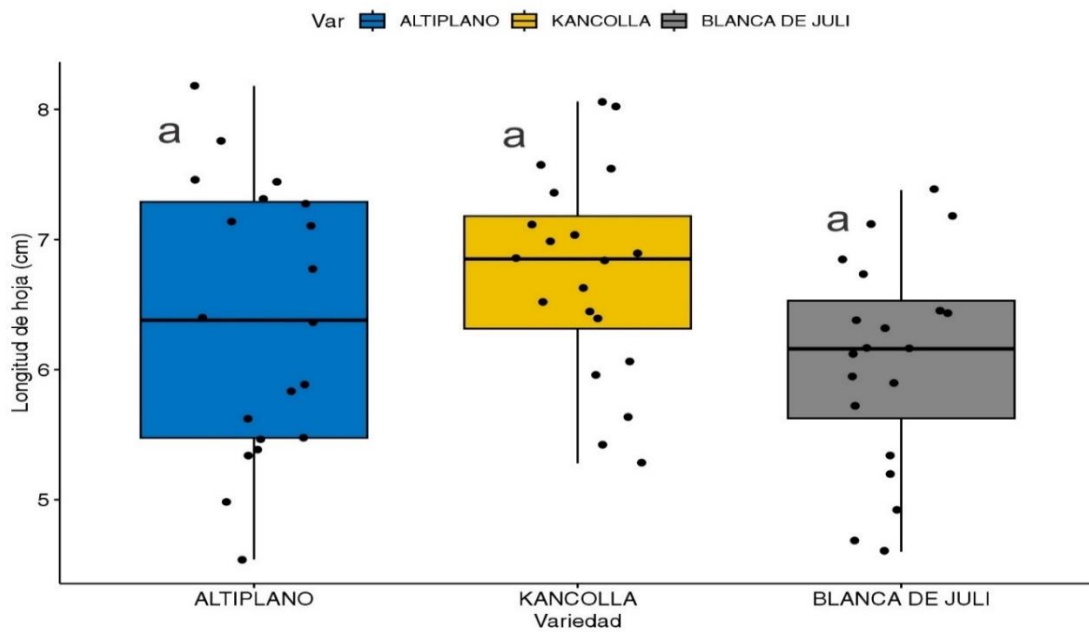
**Figura 36**

**Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre la longitud de hoja (cm)**



**Figura 37**

**Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre la longitud de panoja (cm)**



#### **4.1.8 Ancho de hoja**

De acuerdo a los datos recopilados en el Anexo N°8 se procedió a realizar el análisis de varianza ANOVA y se elaboró la Tabla N°9 para la observación de ancho de hoja (cm), donde:

En el presente resultado (Tabla N°9) se encontró significancia para los efectos del factor variedad, no se encontró significancia entre las dosis, la interacción variedad y dosis no fue significativo.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor dosis (Figura N°38) no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las cuatro dosis de biofortificación evaluadas (D1, D2, D3 y D4), de acuerdo con la prueba de comparación de medias, ya que todas compartieron la misma letra (“a”). Entre las dosis, la diferencia porcentual máxima fue de aproximadamente 5%.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor variedad (Figura N°39) se encontró diferencias estadísticas significativas entre las variedades de quinua, La variedad Kankolla registró el mayor ancho de hoja con 5.7 cm., seguida por Blanca de Juli con 5 cm. y, finalmente, por Altiplano con 3.9 cm., la cual presentó los valores más bajos; las tres variedades formaron grupos estadísticamente distintos según la prueba de comparación de medias (letras a, b y c en la figura).

Entre las variedades, el aumento porcentual máximo en el ancho de la hoja fue de aproximadamente 48.4%, al comparar el valor más bajo (ALTIPLANO) con el más alto (KANCOLLA) en el rango.

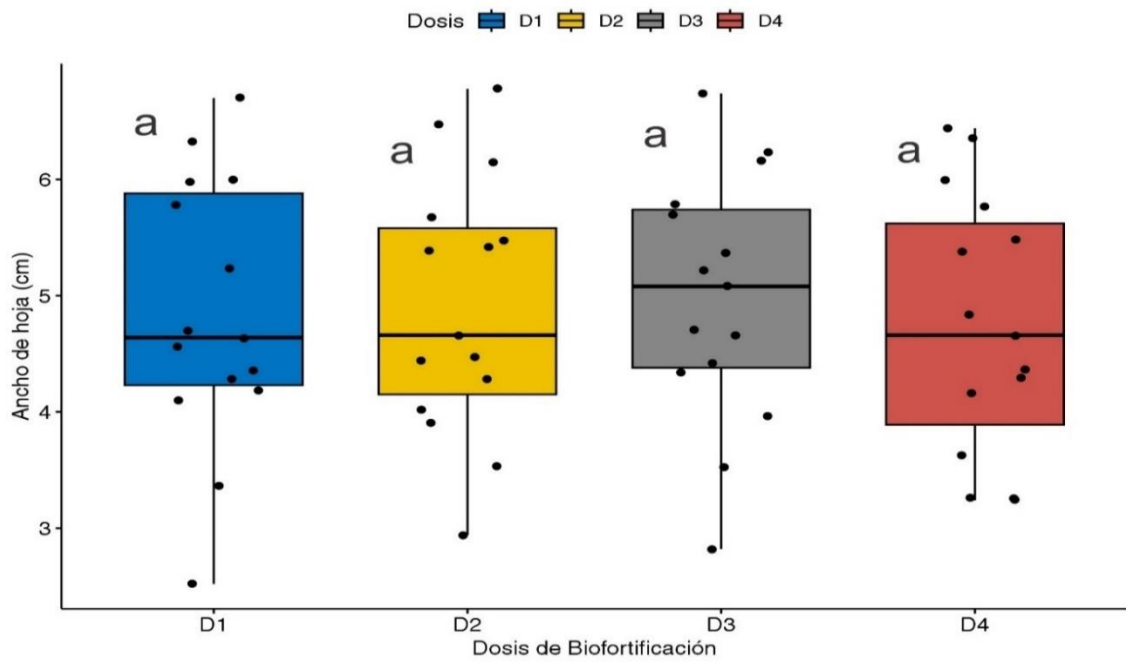
**Tabla 10****Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc en el ancho de hoja (cm)**

<b>Factor</b>	<b>Ancho de Hoja (cm)</b>
<b>Variedad</b>	
ALTIPLANO	3.9 c
KANCOLLA	5.7 a
BLANCA DE JULI	5.0 b
<b>Dosis</b>	
D1	4.8 a
D2	4.9 a
D3	5.0 a
D4	4.7 a
<b>Variedad x Dosis</b>	
ALTIPLANO * D1	3.8 d
ALTIPLANO * D2	3.9 cd
ALTIPLANO * D3	4.0 cd
ALTIPLANO * D4	3.7 d
KANCOLLA * D1	5.7 a
KANCOLLA * D2	5.7 a
KANCOLLA * D3	5.7 a
KANCOLLA * D4	5.7 ab
BLANCA DE JULI * D1	5.0 ab
BLANCA DE JULI * D2	5.1 ab
BLANCA DE JULI * D3	5.2 ab
BLANCA DE JULI * D4	4.8 bc
<b>F.V.</b>	<b>Valor P</b>
<b>Bloques</b>	0.000 *
<b>Variedad</b>	0.000 *
<b>Dosis</b>	0.462
<b>V x D</b>	0.980
<b>CV Parcela (%)</b>	14.70%
<b>CV Subparcela (%)</b>	8.60%
<b>Normalidad (Shapiro-Wilk)</b>	0.6087
<b>Homogeneidad (Bartlett)</b>	0.9998

\* : Significancia estadística del 5%

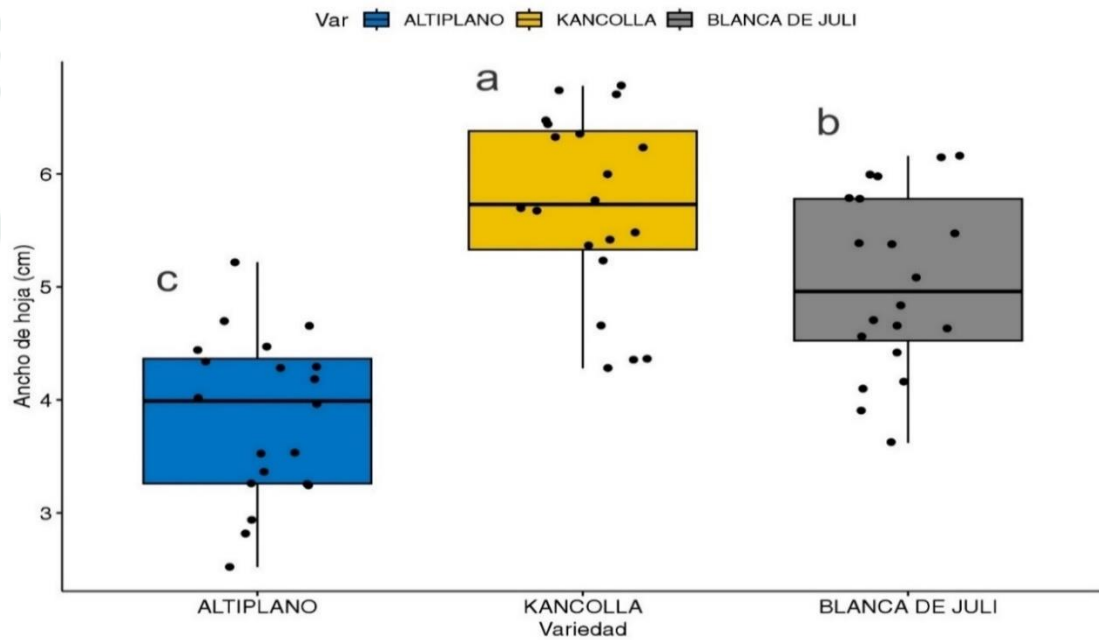
**Figura 38**

**Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre el ancho de hoja (cm)**



**Figura 39**

**Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre el ancho de hoja (cm)**



## **4.2 Rendimiento en producción de biomasa y grano.**

### **4.2.1 Rendimiento de peso fresco de panoja**

De acuerdo a los datos recopilados en el Anexo N°9 se procedió a realizar el análisis de varianza ANOVA y se elaboró la Tabla N°10 para la observación del rendimiento de peso fresco de la panoja (gr), donde:

En los resultados (Tabla N°10) de los efectos principales del factor dosis, no se encontró significancia sobre el peso fresco de panoja, los efectos principales del factor variedad demuestra significancia, la interacción variedad y dosis no fue significativo.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor dosis para el peso fresco de panoja (figura N°40) no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre las cuatro dosis de biofortificación (D1, D2, D3 y D4), según la prueba de comparación de medias aplicada, ya que todas compartieron la misma letra (“a”) en el gráfico.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor variedad para el peso fresco de panoja (Figura N°41) se evidenció diferencias estadísticas significativas entre las variedades de quinua. La variedad Blanca de Juli registró el mayor peso fresco de panoja con 142.2 g. seguida por Kankolla con 135.2 g. y, finalmente, por Altiplano con 101.5 g. que presentó los valores más bajos; Kankolla se ubicó en un grupo intermedio (“ab”), mientras que Blanca de Juli y Altiplano conformaron grupos distintos (“a” y “b”, respectivamente), de acuerdo con la prueba de comparación de medias.

Se observó un incremento relativo significativo en el peso fresco de panoja en algunas variedades de quinua, siendo BLANCA DE JULI la variedad que presentó el mayor peso, aproximadamente un 40 % superior al ALTIPLANO.

#### **4.2.2 Rendimiento de peso seco de panoja**

De acuerdo a los datos recopilados en el Anexo N°9 se procedió a realizar el análisis de varianza ANOVA y se elaboró la Tabla N°10 para la observación de rendimiento de peso seco de la panoja (gr), donde:

En los resultados de los efectos de los principales factores, no se encontraron significancia sobre el peso seco de la panoja, la interacción variedad y dosis no mostró significancia alguna.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor dosis para el peso seco de panoja (Figura N°42) no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las cuatro dosis de biofortificación evaluadas (D1, D2, D3 y D4), según la prueba de comparación de medias aplicada, ya que todas compartieron la misma letra (“a”).

En la comparación de medias de los efectos principales del factor variedad para el peso seco de panoja (Figura N°43) no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las variedades Altiplano, Kankolla y Blanca de Juli, de acuerdo con la prueba de comparación de medias aplicada, ya que todas compartieron la misma letra (“a”).

**Tabla 11**

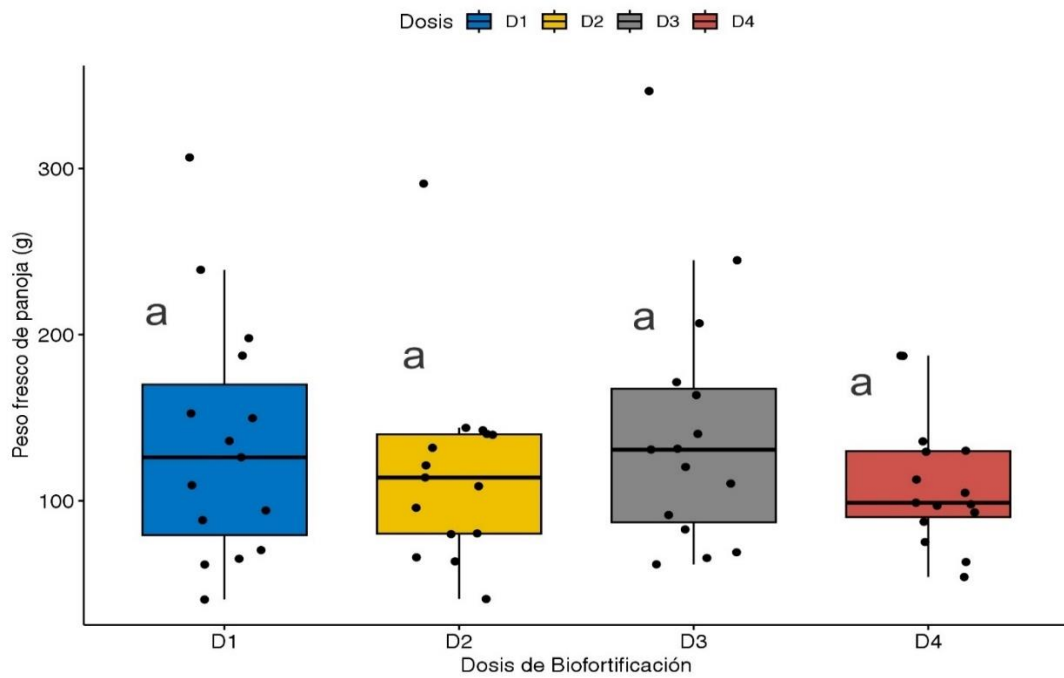
**Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc sobre rendimiento en materia fresca y seca de panoja (gr)**

<b>Factor</b>	<b>Peso Fresco Panoja (gr)</b>	<b>Peso Seco Panoja (gr)</b>
<b>Variedad</b>		
ALTIPLANO	101.5 b	56.6 a
KANCOLLA	135.2 ab	64.4 a
BLANCA DE JULI	142.2 a	67.4 a
<b>Dosis</b>		
D1	135.0 a	65.6 a
D2	117.3 a	57.5 a
D3	142.5 a	70.9 a
D4	110.3 a	57.2 a
<b>Variedad x Dosis</b>		
ALTIPLANO * D1	127.2 a	68.8 a
ALTIPLANO * D2	82.1 a	45.8 a
ALTIPLANO * D3	101.7 a	58.5 a
ALTIPLANO * D4	94.9 a	53.4 a
KANCOLLA * D1	116.5 a	52.0 a
KANCOLLA * D2	116.6 a	55.1 a
KANCOLLA * D3	193.7 a	93.4 a
KANCOLLA * D4	114.0 a	57.0 a
BLANCA DE JULI * D1	161.4 a	75.9 a
BLANCA DE JULI * D2	153.4 a	71.7 a
BLANCA DE JULI * D3	132.0 a	60.8 a
BLANCA DE JULI * D4	122.0 a	61.2 a
<b>F.V.</b>		
<b>Bloques</b>	<b>Valor P</b>	<b>Valor P</b>
<b>Variedad</b>	0.000 *	0.004 *
<b>Dosis</b>	0.038 *	0.373
<b>V x D</b>	0.295	0.382
	0.215	0.181
<b>CV Parcela (%)</b>	34.20%	37.50%
<b>CV Subparcela (%)</b>	40.60%	39.90%
<b>Normalidad (Shapiro-Wilk)</b>	0.2177	0.0203
<b>Homogeneidad (Bartlett)</b>	0.1459	0.0046

\* : Significancia estadística del 5%

**Figura 40**

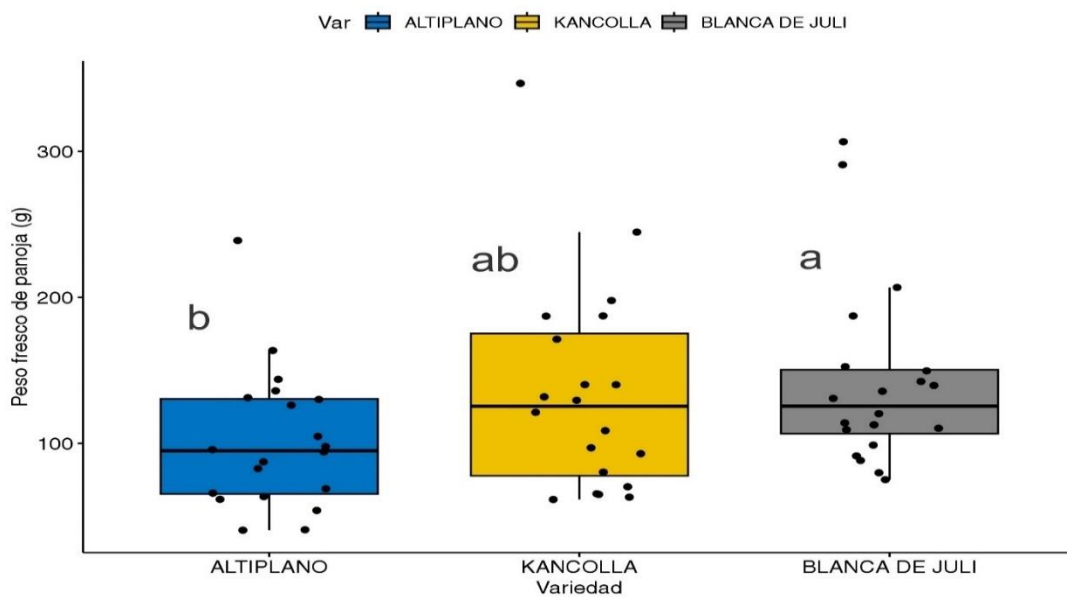
**Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre el peso fresco de panoja (g)**



**Figura 41**

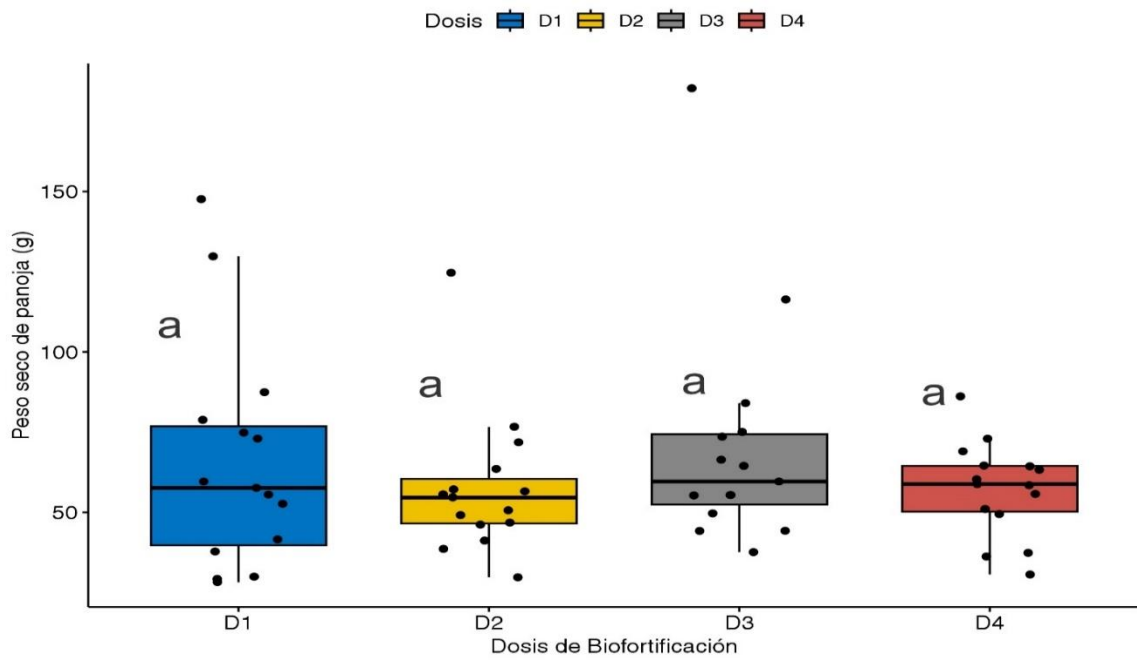
**Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre el peso fresco de panoja**

(g)



**Figura 42**

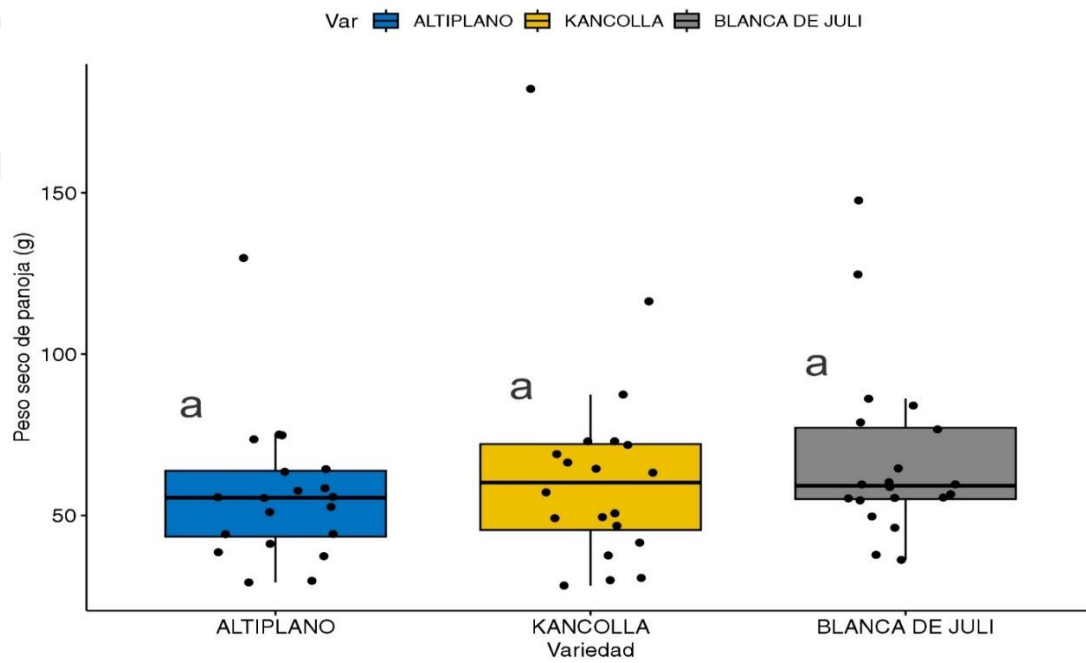
**Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre el peso seco de panoja (g)**



**Figura 43**

**Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre el peso seco de panoja**

(g)



#### **4.2.3 Rendimiento de peso fresco de tallo**

De acuerdo a los datos recopilados en el Anexo N°10 se procedió a realizar el análisis de varianza ANOVA y se elaboró la Tabla N°11 para la observación de rendimiento de peso fresco de tallo (gr), donde:

En los resultados de los efectos de los principales factores, no se encontraron significancia sobre el peso fresco de tallo, la interacción variedad y dosis no mostro significancia alguna.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor dosis para el peso fresco de tallo (Figura N°44) no se observaron diferencias estadísticas significativas entre las cuatro dosis de biofortificación (D1, D2, D3 y D4), según la prueba de comparación de medias aplicada, ya que todas compartieron la misma letra (“a”). El peso fresco de los tallos incrementó en su valor porcentual entre la dosis con menor valor (D4: 91.1 g) y la dosis con mayor valor (D3: 120.2 g) aproximadamente en un 31.94%.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor variedad para el peso fresco de tallo (Figura N°45) no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las variedades Altiplano, Kankolla y Blanca de Juli, de acuerdo con la prueba de comparación de medias aplicada, ya que todas compartieron la misma letra (“a”). Respecto a las variedades, el peso fresco de los tallos varió entre “Kancolla” (100.1 g) y “Blanca de Juli” (119.4 g), aumentando en este caso, un 19.28%.

#### **4.2.4 Rendimiento de peso seco de tallo**

De acuerdo a los datos recopilados en el Anexo N°10 se procedió a realizar el análisis de varianza ANOVA y se elaboró la Tabla N°11 para la *observación* de rendimiento del peso seco en tallos (gr), donde:

En los resultados de los efectos principales, no se encontraron significancia sobre el peso seco de tallo, la interacción variedad y dosis no mostro significancia alguna

En la comparación de medias de los efectos principales del factor dosis para el peso seco de tallo (figura N°46) no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las cuatro dosis de biofortificación evaluadas (D1, D2, D3 y D4), según la prueba de comparación de medias, ya que todas compartieron la misma letra (“a”). El peso seco de tallos (se posiciona entre un mínimo de dosis: D4: 37.0 g y en una máxima: D3: 49.1 g); aumentando, aproximadamente en un 32.70%.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor variedad para el peso seco de tallo (Figura N°47) no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre las variedades Altiplano, Kankolla y Blanca de Juli, según la prueba de comparación de medias aplicada, ya que todas compartieron la misma letra (“a”) en el gráfico.

**Tabla 12**

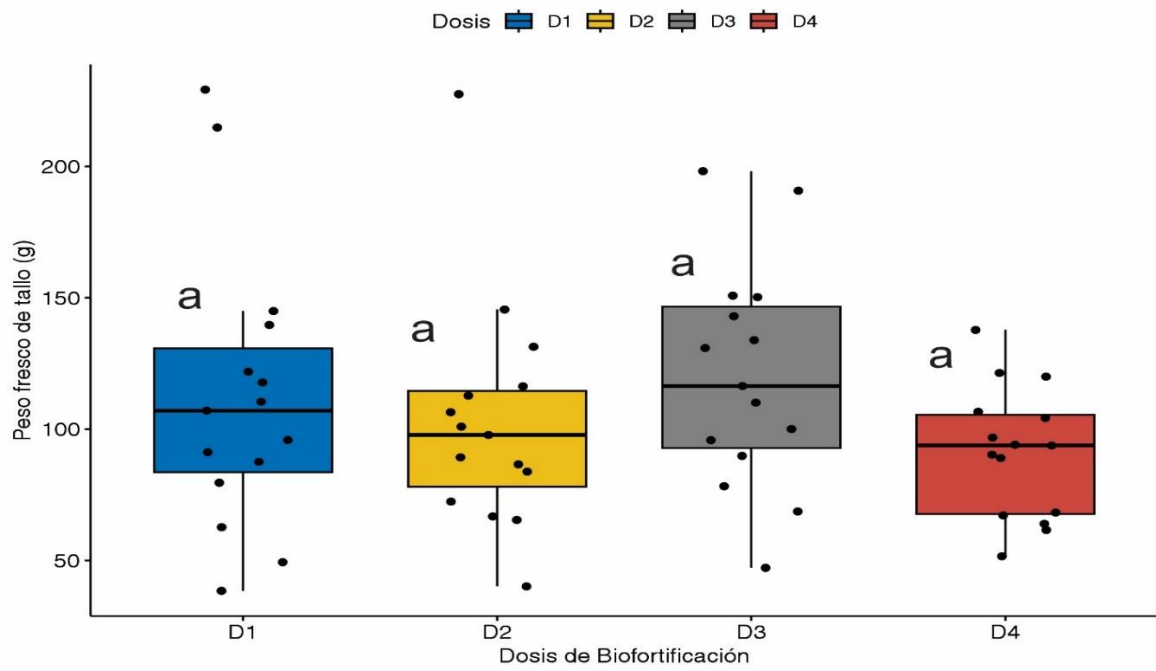
**Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc sobre rendimiento en materia fresca y seca de tallo (gr)**

<b>Factor</b>	<b>Peso Fresco Tallo (gr)</b>	<b>Peso Seco Tallo (gr)</b>
<b>Variedad</b>		
ALTIPLANO	100.7 a	44.3 a
KANCOLLA	100.1 a	39.8 a
BLANCA DE JULI	119.4 a	44.9 a
<b>Dosis</b>		
D1	112.7 a	46.1 a
D2	102.9 a	39.9 a
D3	120.2 a	49.1 a
D4	91.1 a	37.0 a
<b>Variedad x Dosis</b>		
ALTIPLANO * D1	116.2 a	51.6 a
ALTIPLANO * D2	86.3 a	38.7 a
ALTIPLANO * D3	106.2 a	46.8 a
ALTIPLANO * D4	94.2 a	40.2 a
KANCOLLA * D1	91.4 a	37.3 a
KANCOLLA * D2	89.9 a	34.3 a
KANCOLLA * D3	139.4 a	55.3 a
KANCOLLA * D4	79.5 a	32.4 a
BLANCA DE JULI * D1	130.4 a	49.4 a
BLANCA DE JULI * D2	132.4 a	46.6 a
BLANCA DE JULI * D3	115.1 a	45.1 a
BLANCA DE JULI * D4	99.6 a	38.3 a
<b>F.V.</b>	<b>Valor P</b>	<b>Valor P</b>
<b>Bloques</b>	0.000 *	0.000 *
<b>Variedad</b>	0.206	0.330
<b>Dosis</b>	0.129	0.076
<b>V x D</b>	0.255	0.424
<b>CV Parcela (%)</b>	33.00%	25.50%
<b>CV Subparcela (%)</b>	32.20%	31.70%
<b>Normalidad (Shapiro-Wilk)</b>	0.2398	0.4661
<b>Homogeneidad (Bartlett)</b>	0.1591	0.1427

\* : Significancia estadística del 5%

**Figura 44**

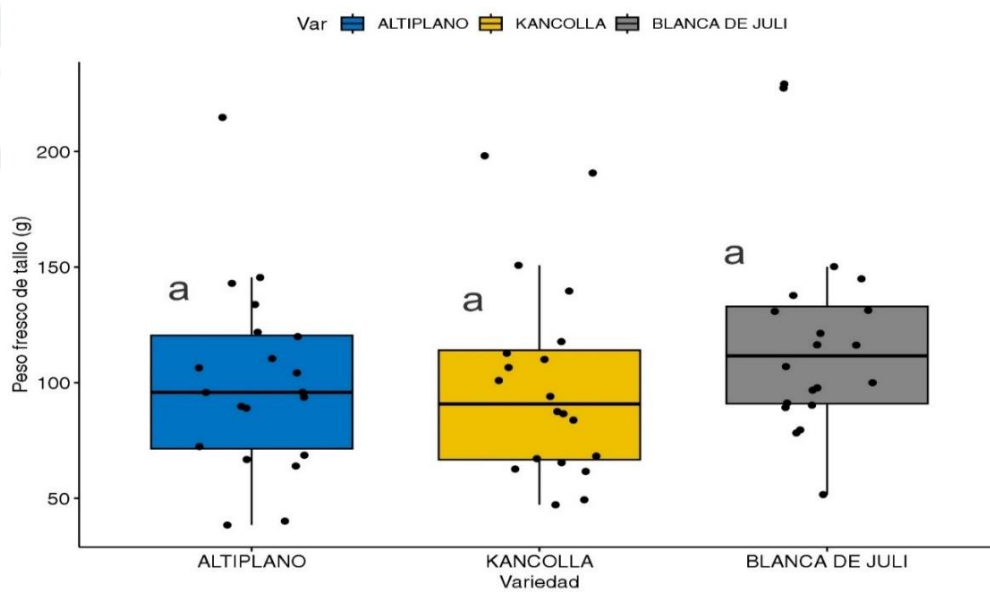
**Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre el peso fresco del tallo (g)**



**Figura 45**

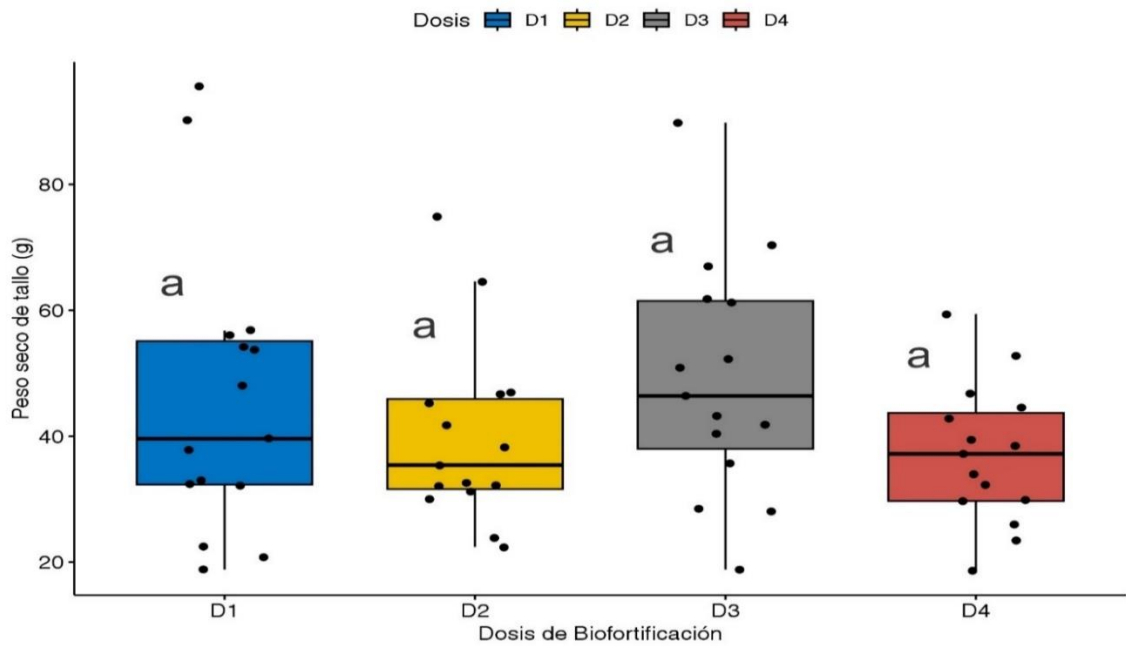
**Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre el peso fresco del tallo**

(g)



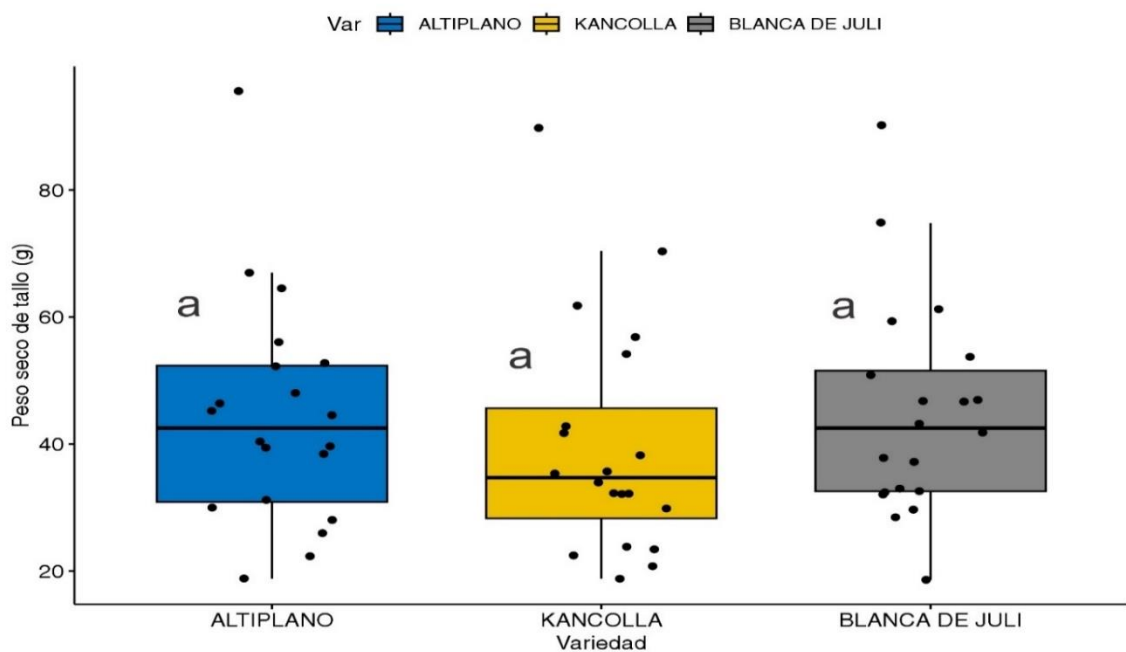
**Figura 46**

**Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre el peso seco del tallo (g)**



**Figura 47**

**Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre el peso seco del tallo (g)**



#### **4.2.5 Rendimiento de peso fresco de raíz**

De acuerdo a los datos recopilados en el Anexo N°11 se procedió a realizar el análisis de varianza ANOVA y se elaboró la Tabla N°12 para la observación de rendimiento de peso fresco de raíz (gr), donde:

En los resultados de los efectos de los principales factores, no se encontraron significancia sobre el peso fresco de raíz, la interacción variedad y dosis no mostro significancia alguna.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor dosis para el peso fresco de raíz (Figura N°48) no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las cuatro dosis de biofortificación evaluadas (D1, D2, D3 y D4), según la prueba de comparación de medias aplicada, ya que todas compartieron la misma letra (“a”). El peso fresco de la raíz incrementó en su valor porcentual entre la dosis con menor valor (D4: 12.7 g) y la dosis con mayor valor (D2: 24.0 g) aproximadamente en un 88.98%.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor variedad para el peso fresco de raíz (Figura N°49) no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las variedades Altiplano, Kankolla y Blanca de Juli, de acuerdo con la prueba de comparación de medias aplicada, ya que todas compartieron la misma letra (“a”).

#### **4.2.6 Rendimiento de peso seco de raíz**

De acuerdo a los datos recopilados en el Anexo N°11 se procedió a realizar el análisis de varianza ANOVA y se elaboró la Tabla N°12 para la **observación** de rendimiento de peso seco de raíz (gr), donde:

En los resultados de los efectos de los principales factores, no se encontraron significancia sobre el peso fresco de raíz, la interacción variedad y dosis no mostro significancia alguna.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor dosis para el peso seco en raíz (Figura N°50) En el análisis del peso seco de raíz no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre las cuatro dosis de biofortificación evaluadas (D1, D2, D3 y D4), según la prueba de comparación de medias aplicada, ya que todas compartieron la misma letra (“a”). El peso seco de la raíz incrementó en su valor porcentual entre la dosis con menor valor (D4: 7.5 g) y la dosis con mayor valor (D3: 9.9 g) aproximadamente en un 55.88%.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor variedad para el peso seco en raíz (Figura N°51) no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre las variedades Altiplano, Kankolla y Blanca de Juli, de acuerdo con la prueba de comparación de medias aplicada, ya que todas compartieron la misma letra (“a”).

**Tabla 13**

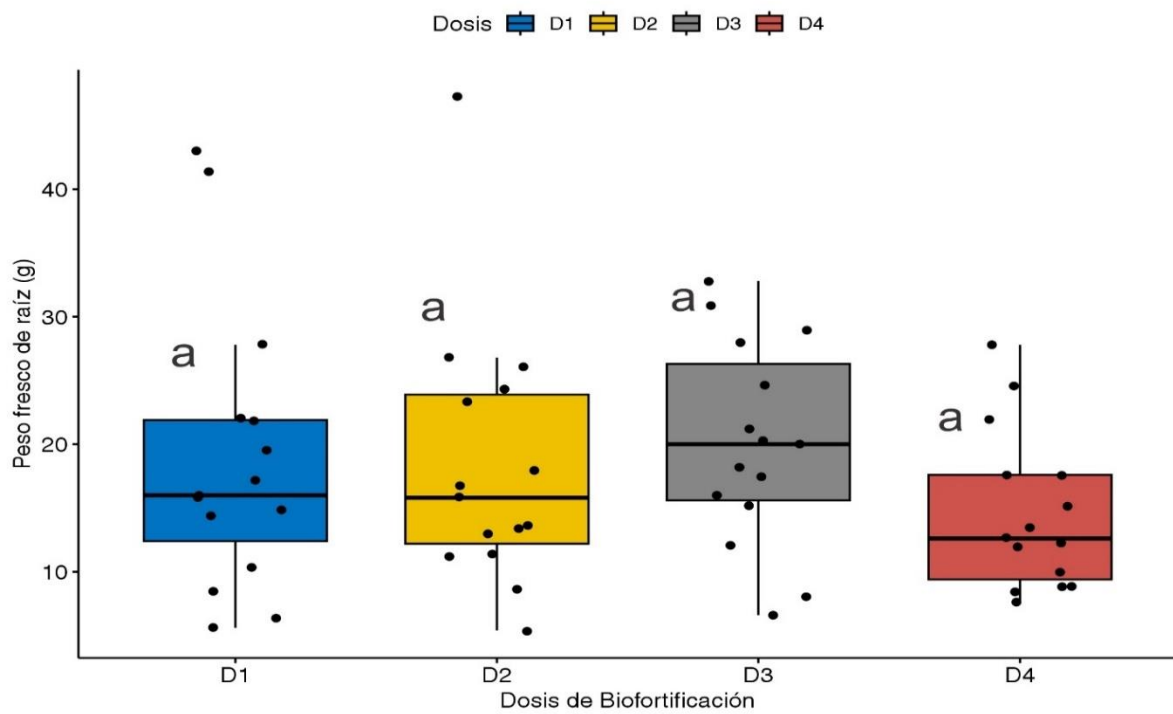
**Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc sobre rendimiento de materia fresca y seca de raíz (gr)**

<b>Factor</b>	<b>Peso Fresco Raíz (gr)</b>	<b>Peso Seco Raíz (gr)</b>
<b>Variedad</b>		
ALTIPLANO	16.6 a	8.4 a
KANCOLLA	16.2 a	8.1 a
BLANCA DE JULI	21.1 a	9.7 a
<b>Dosis</b>		
D1	19.0 a	8.7 a
D2	18.3 a	9.1 a
D3	20.0 a	9.9 a
D4	14.6 a	7.5 a
<b>Variedad x Dosis</b>		
ALTIPLANO * D1	21.1 a	10.2 a
ALTIPLANO * D2	15.8 a	7.9 a
ALTIPLANO * D3	16.9 a	8.8 a
ALTIPLANO * D4	12.7 a	6.8 a
KANCOLLA * D1	14.0 a	6.5 a
KANCOLLA * D2	15.2 a	8.8 a
KANCOLLA * D3	21.4 a	10.1 a
KANCOLLA * D4	14.2 a	7.1 a
BLANCA DE JULI * D1	21.8 a	9.3 a
BLANCA DE JULI * D2	24.0 a	10.5 a
BLANCA DE JULI * D3	21.7 a	10.6 a
BLANCA DE JULI * D4	16.9 a	8.4 a
<b>F.V.</b>	<b>Valor P</b>	<b>Valor P</b>
<b>Bloques</b>	0.000 *	0.001 *
<b>Variedad</b>	0.059	0.136
<b>Dosis</b>	0.210	0.293
<b>V x D</b>	0.590	0.724
<b>CV Parcela (%)</b>	33.20%	26.10%
<b>CV Subparcela (%)</b>	40.50%	38.90%
<b>Normalidad (Shapiro-Wilk)</b>	0.1779	0.1549
<b>Homogeneidad (Bartlett)</b>	0.5177	0.5529

\* : Significancia estadística del 5%

**Figura 48**

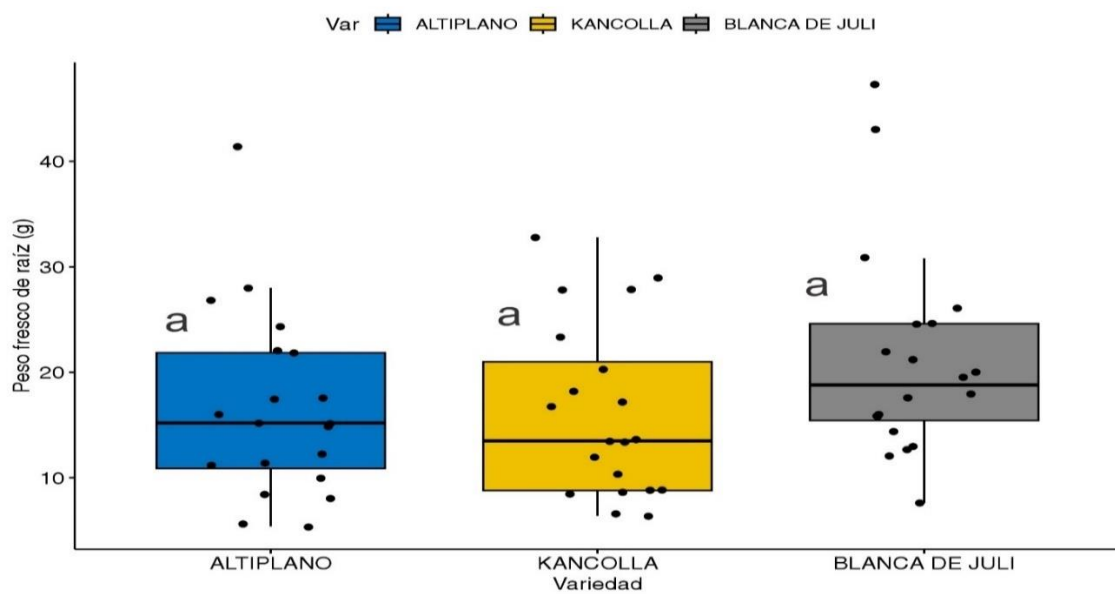
**Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre el peso fresco de la raíz (g)**



**Figura 49**

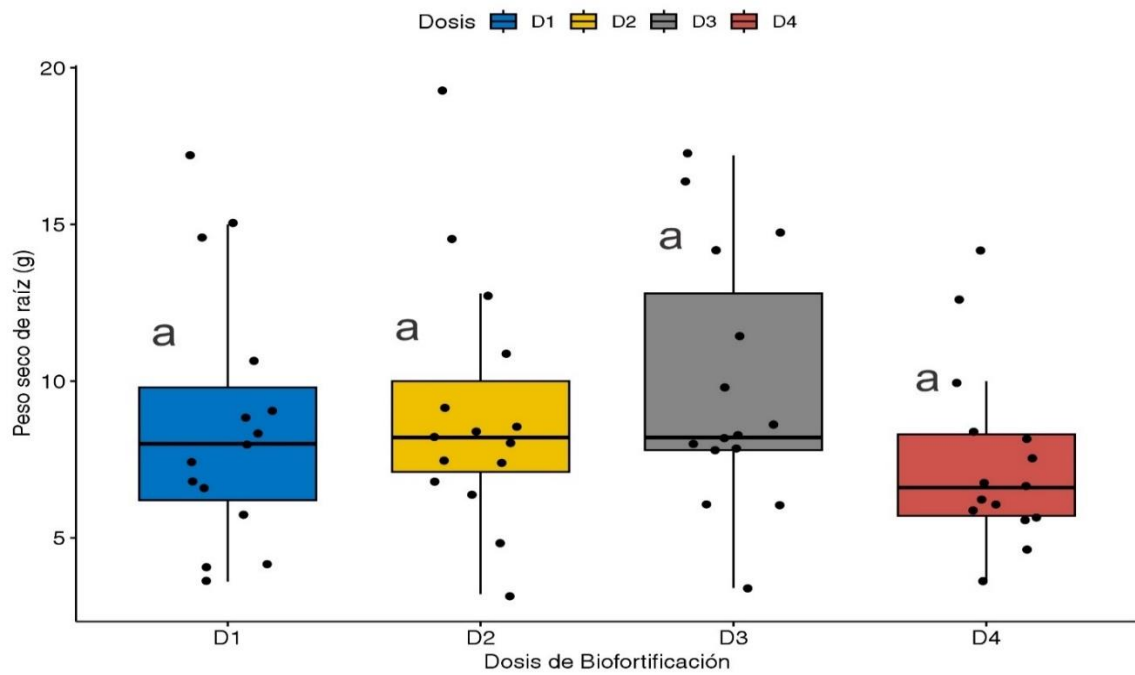
**Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre el peso fresco de la raíz**

(g)



**Figura 50**

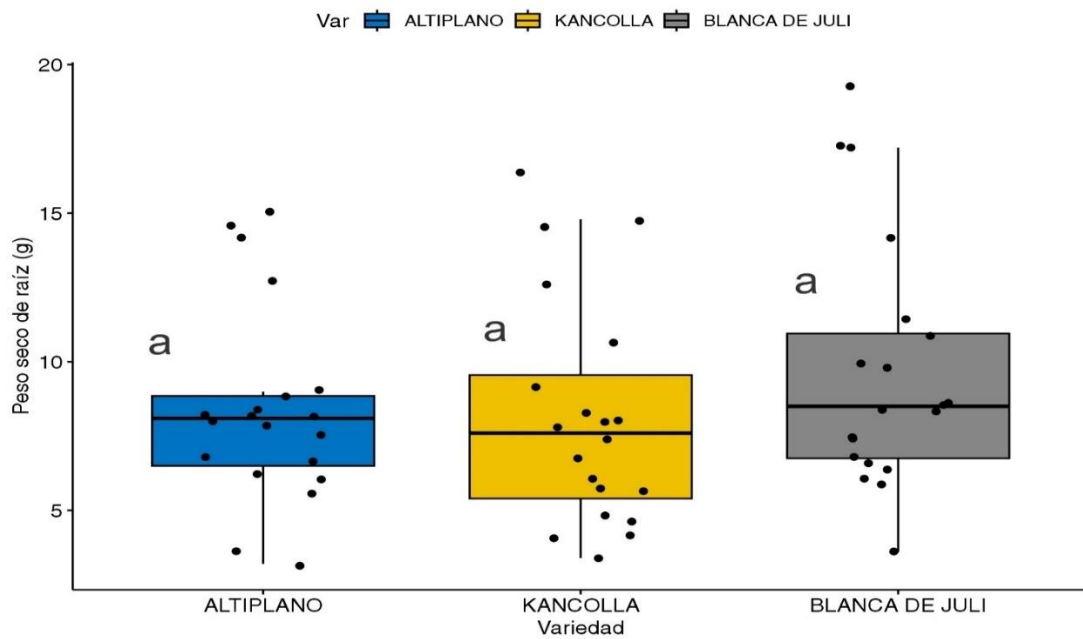
**Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre el peso seco de la raíz (g)**



**Figura 51**

**Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre el peso seco de la raíz**

(g)



#### 4.2.7 Rendimiento de quinua en grano (gr. planta<sup>-1</sup>)

De acuerdo a los datos recopilados en el Anexo N°12 se procedió a realizar el análisis de varianza ANOVA y se elaboró la Tabla N°13 para la **observación** del rendimiento de quinua en grano g. planta<sup>-1</sup> donde:

En los resultados de los efectos de los principales factores, no se encontraron significancia sobre el rendimiento de quinua en grano (g. planta<sup>-1</sup>) la interacción variedad y dosis no demostró significancia alguna.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor dosis de rendimiento de quinua en g. planta<sup>-1</sup> (Figura N°52) no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre las cuatro dosis de biofortificación (D1, D2, D3 y D4), según la prueba de comparación de medias aplicada, ya que todas compartieron la misma letra (“a”).

En la comparación de medias de los efectos principales del factor variedad de rendimiento de quinua en g.planta<sup>-1</sup> (Figura N°53) no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las variedades Altiplano, Kancolla y Blanca de Juli, de acuerdo con la prueba de comparación de medias aplicada, ya que todas compartieron la misma letra (“a”). Altiplano fue un 12.5% más productivo que Kancolla. Altiplano superó a Blanca de Juli en un 3.3%. Blanca de Juli produjo un 8.9% más que Kancolla.

**Tabla 14**

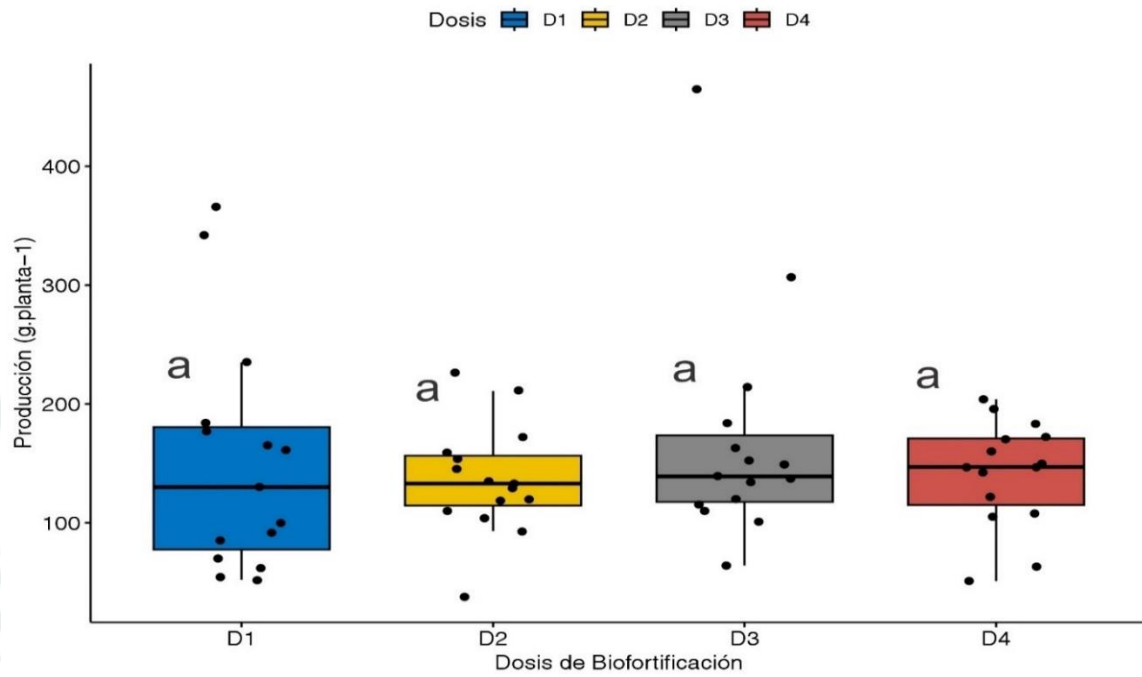
**Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc en rendimiento de quinua en grano (gr. planta<sup>-1</sup>)**

<b>Factor</b>	<b>Rendimiento de Quinua en Grano (gr. planta<sup>-1</sup>)</b>
<b>Variedad</b>	
ALTIPLANO	157.5 a
KANCOLLA	140.0 a
BLANCA DE JULI	152.4 a
<b>Dosis</b>	
D1	151.7 a
D2	136.5 a
D3	170.3 a
D4	141.3 a
<b>Variedad x Dosis</b>	
ALTIPLANO * D1	195.4 a
ALTIPLANO * D2	123.2 a
ALTIPLANO * D3	161.6 a
ALTIPLANO * D4	149.6 a
KANCOLLA * D1	86.6 a
KANCOLLA * D2	125.2 a
KANCOLLA * D3	217.8 a
KANCOLLA * D4	130.4 a
BLANCA DE JULI * D1	173.0 a
BLANCA DE JULI * D2	161.2 a
BLANCA DE JULI * D3	131.4 a
BLANCA DE JULI * D4	144.0 a
<b>F.V.</b>	
<b>Valor P</b>	
<b>Bloques</b>	0.419
<b>Variedad</b>	0.858
<b>Dosis</b>	0.557
<b>V x D</b>	0.106
<b>CV Parcela (%)</b>	67.80%
<b>CV Subparcela (%)</b>	46.10%
<b>Normalidad (Shapiro-Wilk)</b>	0.0144
<b>Homogeneidad (Bartlett)</b>	0.0002

\* : Significancia estadística del 5%

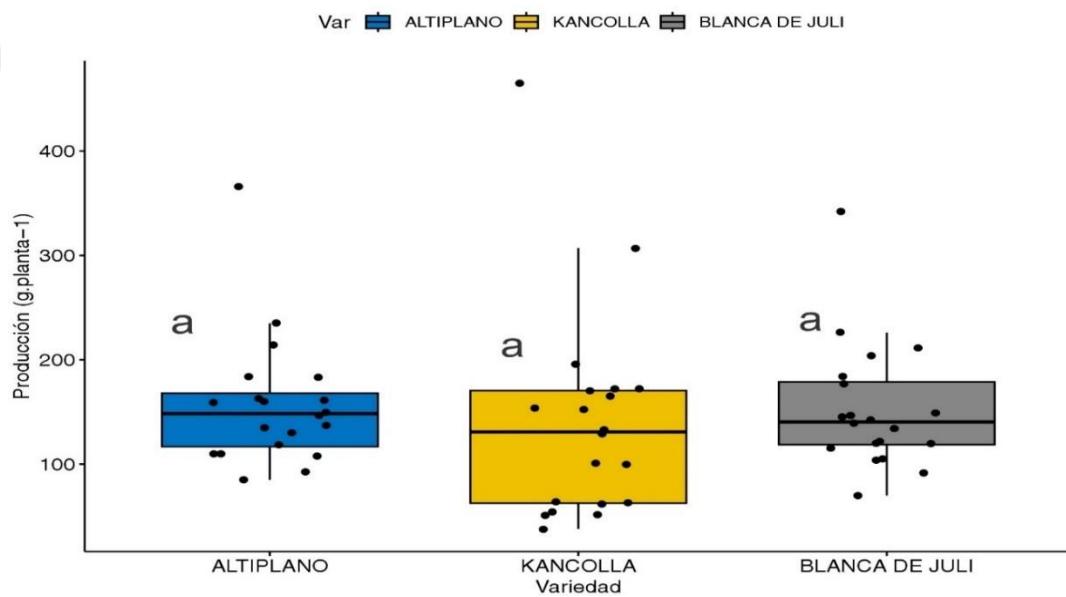
**Figura 52**

**Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre el rendimiento de quinua en grano (g. planta<sup>-1</sup>)**



**Figura 53**

**Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre el rendimiento de quinua en grano (g. planta<sup>-1</sup>)**



#### 4.2.8 Rendimiento de quinua en grano (kg. ha<sup>-1</sup>)

De acuerdo a los datos recopilados en el Anexo N°13 se procedió a realizar el análisis de varianza ANOVA y se elaboró la Tabla N°14 para la *observación* de rendimiento de quinua en grano en (kg. ha<sup>-1</sup>), donde:

En los resultados de los efectos principales del factor variedad se encontraron diferencias estadísticamente significativas, los efectos principales del factor dosis no tubo significancia. La interacción variedad y dosis no es significativo.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor dosis del rendimiento de quinua en kg. ha<sup>-1</sup> (Figura N°54) no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las cuatro dosis de biofortificación evaluadas (D1, D2, D3 y D4), de acuerdo con la prueba de comparación de medias, ya que todas comparten la misma letra (“a”). El mayor rendimiento promedio entre dosis 1 y 2 (D1 0 kg Fe ha<sup>-1</sup> + 0 kg Zn ha<sup>-1</sup> de 595.47 kg/ha<sup>-1</sup>) y (D2 1 kg Fe ha<sup>-1</sup> + 0 kg Zn ha<sup>-1</sup> de 551.18 kg/ha<sup>-1</sup>) muestra un aumento de solo 8% entre el valor máximo y el mínimo.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor variedad del rendimiento de quinua en kg. ha<sup>-1</sup> (Figura N°55) se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las variedades evaluadas, la variedad Altiplano alcanzó el mayor rendimiento con 884.5 kg ha<sup>-1</sup>, seguida por Blanca de Juli con 574 kg ha<sup>-1</sup>, mientras que Kancolla con 272.1 kg ha<sup>-1</sup> obtuvo el rendimiento más bajo; estas tres variedades conformaron grupos estadísticamente distintos (letras a, b y c, respectivamente), de acuerdo con la prueba de comparación de medias aplicada.

Altiplano superó a Kancolla por 225%. En la comparación Altiplano y Blanca de Juli, Altiplano superó a Blanca de Juli por 54%. En la comparación de Blanca de Juli y Kancolla, Blanca de Juli produjo 111% más que Kancolla.

**Tabla 15**

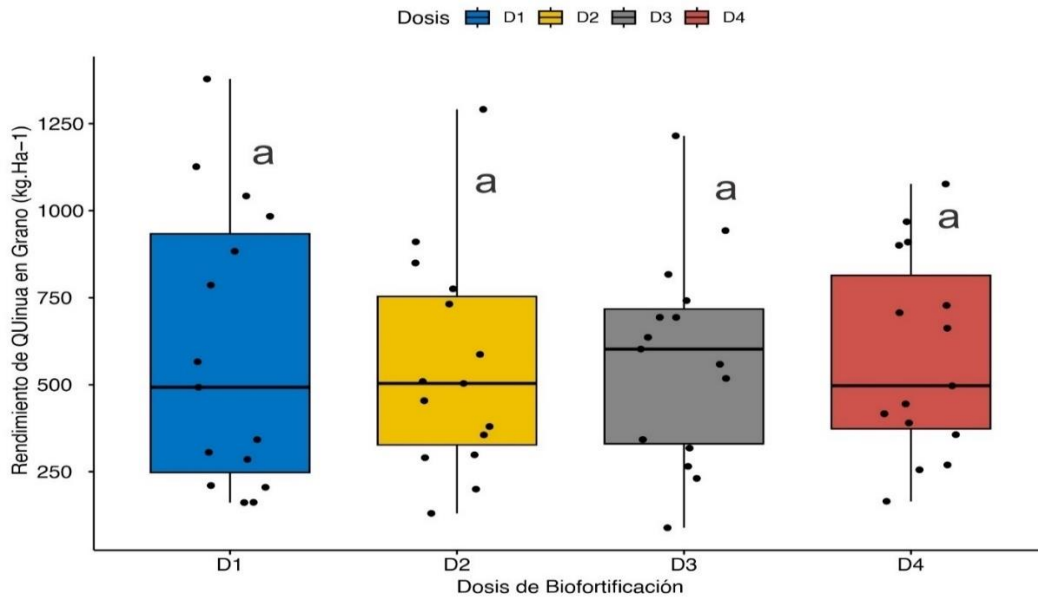
**Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc en rendimiento de quinua en grano (kg. ha<sup>-1</sup>)**

<b>Factor</b>	<b>Rendimiento de Quinua en Grano (kg. ha<sup>-1</sup>)</b>
<b>Variedad</b>	
ALTIPLANO	884.5 a
KANCOLLA	272.1 c
BLANCA DE JULI	574.0 b
<b>Dosis</b>	
D1	595.5 a
D2	551.2 a
D3	577.7 a
D4	583.2 a
<b>Variedad x Dosis</b>	
ALTIPLANO * D1	1014.9 a
ALTIPLANO * D2	866.2 ab
ALTIPLANO * D3	870.6 ab
ALTIPLANO * D4	786.5 ab
KANCOLLA * D1	204.9 d
KANCOLLA * D2	255.1 d
KANCOLLA * D3	341.2 cd
KANCOLLA * D4	287.4 d
BLANCA DE JULI * D1	566.7 bcd
BLANCA DE JULI * D2	532.4 bcd
BLANCA DE JULI * D3	521.2 bcd
BLANCA DE JULI * D4	675.8 abc
<b>F.V.</b>	<b>Valor P</b>
<b>Bloques</b>	0.089 *
<b>Variedad</b>	0.001 *
<b>Dosis</b>	0.913
<b>V x D</b>	0.261
<b>CV Parcela (%)</b>	52.10%
<b>CV Subparcela (%)</b>	30.10%
<b>Normalidad (Shapiro-Wilk)</b>	0.2549
<b>Homogeneidad (Bartlett)</b>	0.0823

\* : Significancia estadística del 5%

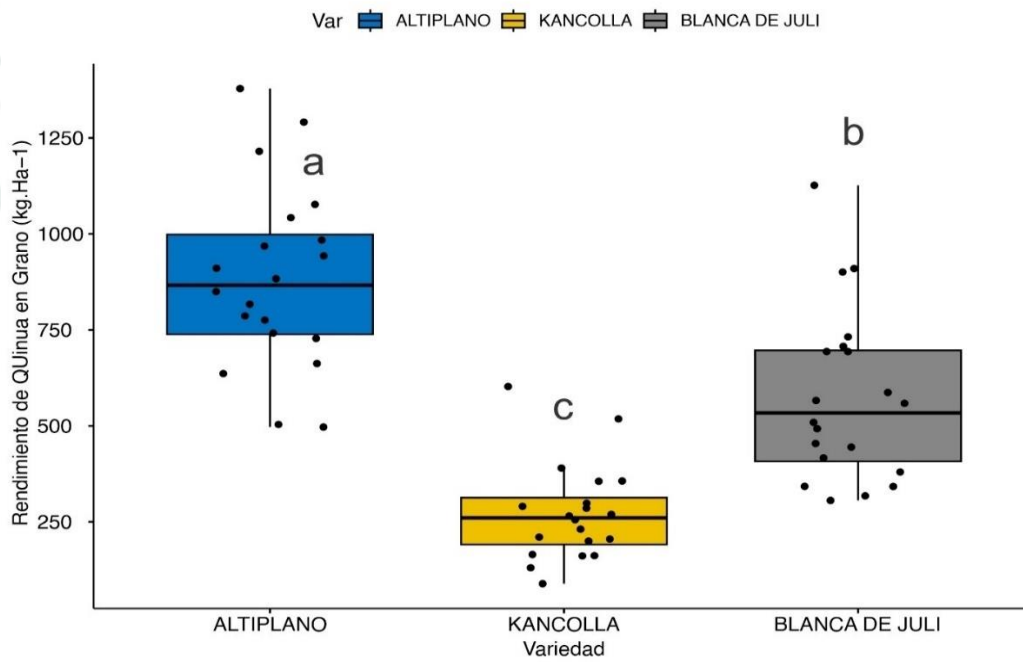
**Figura 54**

**Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre el rendimiento de quinua en grano (kg. ha<sup>-1</sup>)**



**Figura 55**

**Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre el rendimiento de quinua en grano (kg. ha<sup>-1</sup>)**



**Tabla 16**

**Cuadro resumen de rendimientos de grano en kg. ha<sup>-1</sup> en tres variedades de quinua.**

<b>Rendimiento de grano de quinua en kg . ha<sup>-1</sup> en tres variedades de quinua</b>			
<b>N° Bloques</b>	<b>Altiplano</b>	<b>Blanca de Juli</b>	<b>Kancolla</b>
1	17.477	11.567	4.365
2	13.456	10.2	3.529
3	14.279	5.892	5.154
4	11.379	6.343	6.536
5	14.169	11.917	2.186
<b>Total, kg</b>	<b>70.76</b>	<b>45.919</b>	<b>21.77</b>
<b>Rendimiento, Total</b>		<b>138.449 kg</b>	

### **4.3 Evaluación de contenido de clorofila (Unid. SPAD)**

#### **4.3.1 Contenido de clorofila**

De acuerdo a los datos recopilados en el Anexo N° 14 se procedió a realizar el análisis de varianza ANOVA y con los datos de los cuatro momentos de muestreo se elaboró la Tabla N° 15 para la *observación* del contenido de clorofila (Unid. SPAD), donde:

El presente resultado (Tabla N° 15) no se encontró significancia entre las variedades en ninguno de los muestreos, en los efectos del factor dosis del segundo muestreo demuestra significancia, pero no existe tal significancia en los demás muestreos, la interacción variedad y dosis no fue significativa en ninguno de los muestreos, la comparación de medias de los tratamientos se encuentra en la Figura N° 56.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor dosis (Figura N° 57) El contenido de clorofila foliar no presentó diferencias estadísticas significativas entre las dosis de biofortificación en el 1.er, 3.er y 4.to muestreo, mientras que en el 2.do muestreo la dosis más alta D4 (1kg Fe ha<sup>-1</sup> + 1kg Zn ha<sup>-1</sup>) tuvo mayor concentración de clorofila, registrando valores superiores de 61 SPAD en comparación con el testigo D1 (0 kg Fe ha<sup>-1</sup> + 0 kg Zn ha<sup>-1</sup>) con 54.8 SPAD la dosis mas baja, conformando grupos estadísticamente diferenciados según la prueba de comparación de medias.

Por tanto, la biofortificación solo influyó transitoriamente sobre el contenido de clorofila en la etapa intermedia del cultivo, mientras que en el resto de las evaluaciones las plantas mostraron niveles de clorofila similares entre dosis, con una tendencia general a disminuir hacia las últimas fases del ciclo.

En la comparación de medias de los efectos principales del factor variedad (Figura N°58) En los cuatro muestreos del contenido de clorofila foliar no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre las variedades Altiplano, Kancolla y Blanca de Juli, según la prueba de comparación de medias aplicada, ya que todas compartieron la misma letra (“a”) en cada fecha de evaluación.

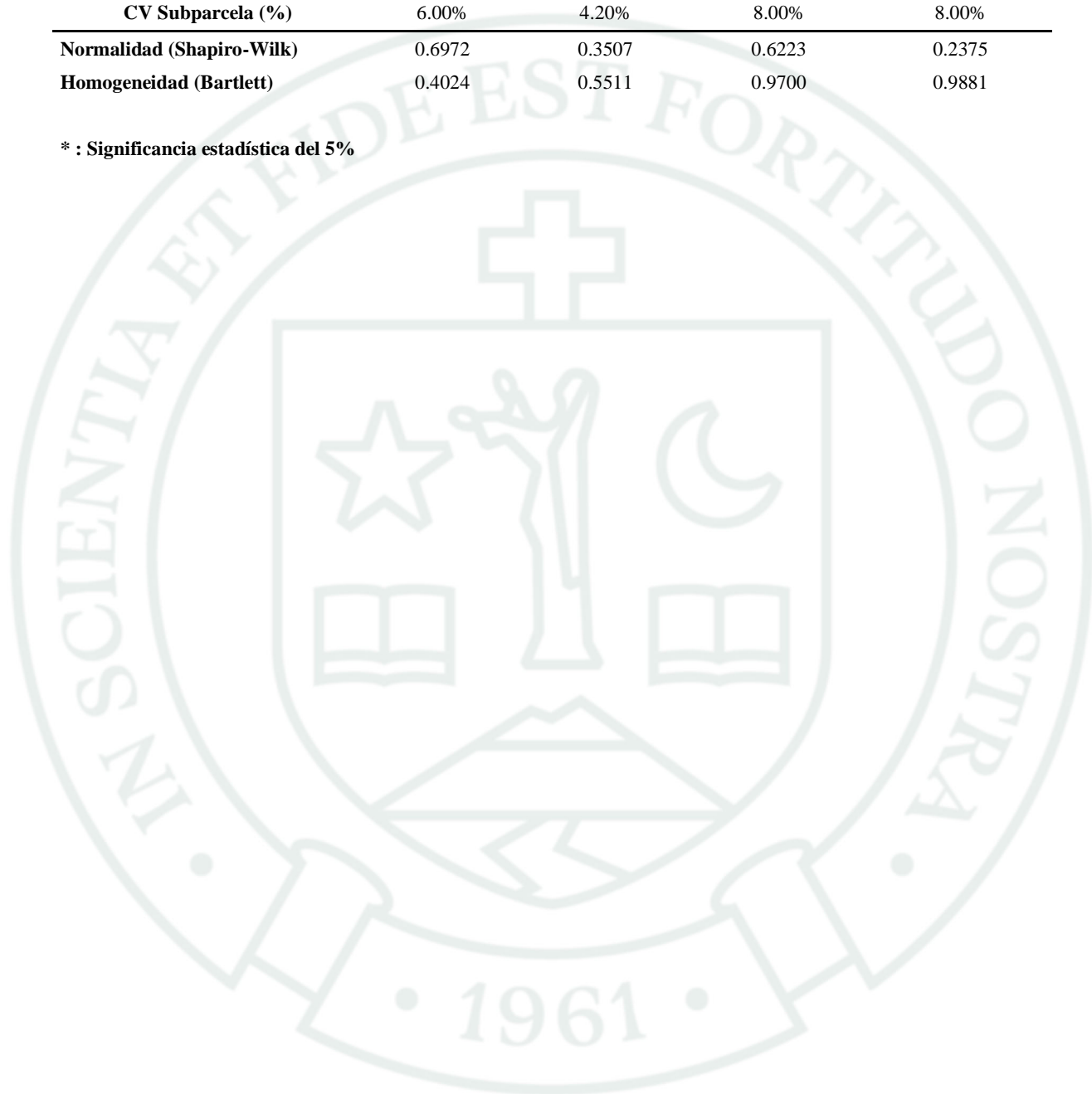
**Tabla 17**

**Efecto de la aplicación edáfica de hierro y zinc sobre la concentración de clorofila (Unidades-SPAD).**

Factor	Concentración de Clorofila (Un-SPAD)			
	1 <sup>er</sup> Muestreo	2 <sup>do</sup> Muestreo	3 <sup>er</sup> Muestreo	4 <sup>o</sup> Muestreo
<b>Variedad</b>				
ALTIPLANO	54.8 a	57.9 a	47.5 A	47.3 A
KANCOLLA	54.6 a	55.7 a	47.9 A	46.7 A
BLANCA DE JULI	56.4 a	58.8 a	50.6 A	51.5 A
<b>Dosis</b>				
D1	55.4 a	54.8 c	48.2 A	48.7 A
D2	56.5 a	56.9 bc	48.5 A	48.2 A
D3	54.9 a	57.3 b	48.6 A	48.5 A
D4	54.3 a	61.0 a	49.2 A	48.5 A
<b>Variedad x Dosis</b>				
ALTIPLANO * D1	55.6 a	55.4 c	47.9 A	47.8 A
ALTIPLANO * D2	55.9 a	57.2 bc	48.7 A	48.8 A
ALTIPLANO * D3	53.8 a	57.3 bc	47.4 A	46.5 A
ALTIPLANO * D4	53.9 a	61.8 ab	45.9 A	46.1 A
KANCOLLA * D1	54.2 a	53.4 c	48.2 A	46.9 A
KANCOLLA * D2	55.6 a	56.0 c	46.5 A	45.6 A
KANCOLLA * D3	53.5 a	55.9 c	46.1 A	45.9 A
KANCOLLA * D4	55.1 a	57.3 bc	50.7 A	48.5 A
BLANCA DE JULI * D1	56.3 a	55.5 c	48.5 A	51.3 A
BLANCA DE JULI * D2	58.1 a	57.4 bc	50.4 A	50.2 A
BLANCA DE JULI * D3	57.4 a	58.5 abc	52.3 A	53.3 A
BLANCA DE JULI * D4	54.0 a	63.8 a	51.0 A	51.0 A

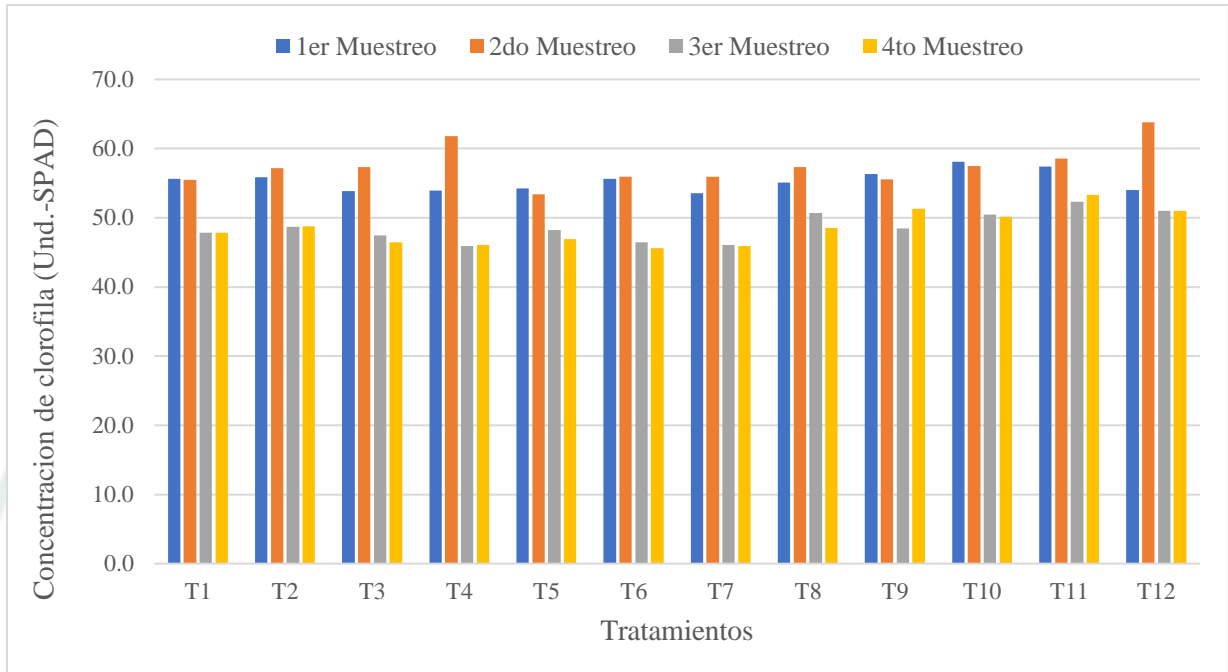
<b>F.V.</b>	<b>1<sup>er</sup> Muestreo</b>	<b>2<sup>do</sup> Muestreo</b>	<b>3<sup>er</sup> Muestreo</b>	<b>4<sup>o</sup> Muestreo</b>
<b>Bloques</b>	0.000 *	0.000 *	0.000 *	0.000 *
<b>Variedad</b>	0.593	0.153	0.444	0.162
<b>Dosis</b>	0.341	0.000 *	0.909	0.986
<b>V x D</b>	0.735	0.352	0.290	0.567
<b>CV Parcela (%)</b>	10.90%	8.20%	16.30%	15.70%
<b>CV Subparcela (%)</b>	6.00%	4.20%	8.00%	8.00%
<b>Normalidad (Shapiro-Wilk)</b>	0.6972	0.3507	0.6223	0.2375
<b>Homogeneidad (Bartlett)</b>	0.4024	0.5511	0.9700	0.9881

\* : Significancia estadística del 5%



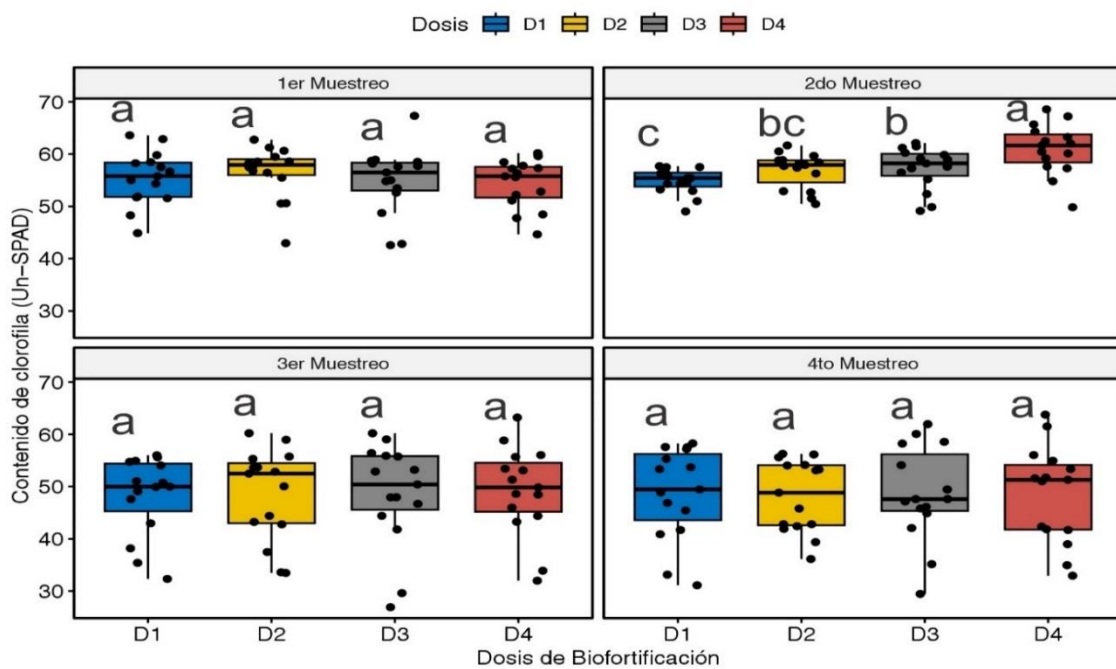
**Figura 56**

**Contenido de clorofila producto de la aplicación de diferentes dosis de hierro y zinc en tres variedades de quinua, en cuatro momentos de muestreo.**



**Figura 57**

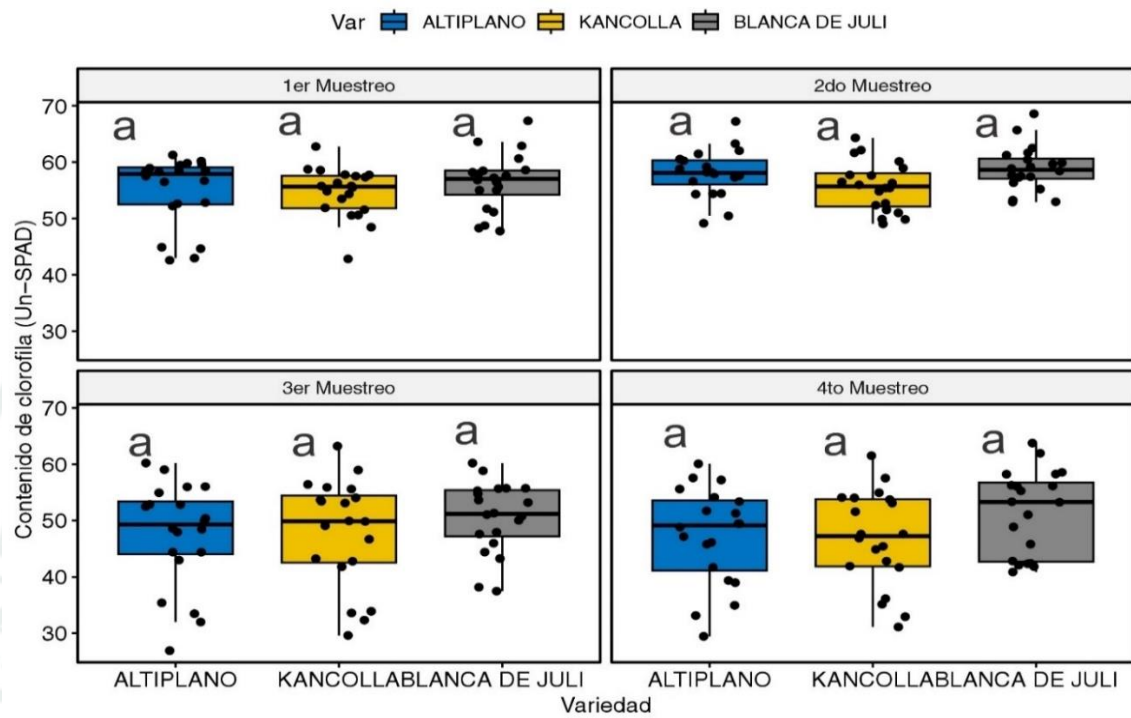
**Efecto de la dosis en la concentración de hierro y zinc sobre el contenido de clorofila (Unid. SPAD)**



**Figura 58**

**Efecto de la variedad en la concentración de hierro y zinc sobre el contenido de clorofila**

**(Unid. SPAD)**



## CAPÍTULO V

### 5. DISCUSIÓN

#### 5.1 Parámetros biométricos

##### 5.1.1 Altura de planta

Los resultados obtenidos para la altura de planta revelaron efectos altamente significativos de la variedad en los cuatro muestreos, sin diferencias por dosis ni la interacción variedad x dosis. Altiplano alcanzó 196.1 cm en el cuarto muestreo, superando a Blanca de Juli con (177.7 cm) y Kancolla con (160.0 cm), con incrementos del 85%, 72% y 81% respectivamente desde el primer muestreo. Estas diferencias se mantuvieron consistentes, reflejando un vigor vegetativo superior en Altiplano.

La altura de planta es superior a lo observado por Chinchay Córdova (2017) quien reporta que la variedad Kancolla obtuvo el mayor promedio con 151,6 cm de altura de planta, siendo estadísticamente igual a la variedad INIA 431-Altiplano quien obtuvo promedio de 148,3 cm de altura de planta, superando estadísticamente al tratamiento (variedad) Negra de Oruro quien obtuvo promedio de 132,7 cm de altura de planta.

Igualmente, los valores obtenidos para Altiplano (hasta 196 cm) superan los reportados por Urdanegui et al. (2021), que reporta 167 cm en la variedad Blanca Junín, atribuible a variedades altiplánicas más vigorosas.

##### 5.1.2 Diámetro de tallo

Los resultados para el diámetro de tallo en quinua con valores de entre (0.7-1.4 cm a lo largo de cuatro muestreos) revelan ausencia de efectos significativos de las dosis combinadas de Fe y Zn (para dosis, variedad e interacción variedad x dosis), con incrementos progresivos del 35-45% en todas las variedades, reflejando desarrollo vegetativo normal sin limitaciones

por micronutrientes. Altiplano y Blanca de Juli alcanzaron 1.3 cm. al final, superando ligeramente a Kancolla (1.1-1.2 cm), aunque sin diferencias estadísticas.

El diámetro de tallo es similar a lo observado por Chinchay Córdova (2017) el cual reporta que las variedades Kancolla y Negra de Oruro obtuvieron los mayores promedios estadísticamente iguales entre sí con 1,64 cm y 1,56 cm de diámetro del tallo respectivamente y superando estadísticamente al tratamiento (variedad) INIA 431-Altiplano quien obtuvo un promedio de 1,36 cm de diámetro del tallo. Según Gómez (2016), quien describe tallos cilíndricos-angulosos en quinua altiplánica (1-8 cm diámetro potencial), con variación por genotipo más que nutrición en suelos fértiles.

De igual manera los resultados obtenidos para el diámetro de tallo resultan similares a los encontrados por Apaza Mamani et al. (2013) quien registra tallos simples en Altiplano, Kancolla y Blanca de Juli, coincidiendo con ausencia de ramificación y diámetros ~1-1.7 cm en catálogos INIA para Blanca de Juli y Kancolla.

### **5.1.3 Numero de hojas**

Los resultados del número de hojas en variedades de quinua (Altiplano, Kancolla y Blanca de Juli) revelan un efecto altamente significativo de la variedad desde el segundo muestreo, con Altiplano liderando con (251 hojas), seguida de Blanca de Juli con (239 hojas) y en última ubicación Kancolla con (194 hojas), aunque las dosis de Fe/Zn no influyeron ni la interacción variedad x dosis. En el cuarto muestreo, la senescencia provocó defoliación marcada en Altiplano (114 hojas) y Blanca de Juli (130 hojas), mientras Kancolla retuvo más (171 hojas), incrementando un 26% desde el inicio.

El número de hojas es inferior a lo observado por Casa Quinatoa (2017) quien reportó en cultivo de amaranto un aproximado de entre 378-681 hojas en variedades (Valentina y Nezhenka), atribuible a ciclo más largo y mayor ramificación en *Amaranthus* vs. *Chenopodium*; sin embargo, su CV (7.56%) valida nuestra precisión (11-20%).

De igual manera el número de hojas es superior a lo observado por Jaramillo Martínez (2020) con 454 hojas en amaranto argentino vs. 110 y 37 en otras variedades, similar a nuestro gradiente Altiplano > Blanca de juli > Kancolla, destacando selección genética sobre nutrición foliar en quinua, Según Gómez (2016) describe polimorfismo foliar C3 con vesículas pilosas reduciendo transpiración, explicando retención en Kancolla pese a dosis iguales.

#### **5.1.4 Longitud de panoja**

Los resultados revelan que la longitud de panoja tuvo un promedio de 56.8 cm. en Altiplano y 56.0 cm. en Blanca de Juli, superando significativamente a Kancolla con 38.4 cm, sin efectos significativos de las dosis de hierro y zinc, ni la interacción variedad x dosis. Esta brecha del 47.9% a favor de Altiplano y Blanca de Juli subraya el dominio genotípico sobre la arquitectura de la inflorescencia, clave para el rendimiento reproductivo en quinua.

La longitud de panoja es superior en Altiplano y Blanca de juli a lo observado por Chinchay Córdova (2017) quien reporta que las variedades Kancolla e INIA 431 Altiplano obtuvieron los mayores promedios, pero estadísticamente iguales entre sí con 49,0 cm y 48,2 cm de longitud de la panoja, respectivamente; superando estadísticamente al tratamiento variedad Negra de Oruro quien obtuvo promedio de 40,9 cm de longitud de la panoja.

Sin embargo nuestros resultados son menores a lo observado por Manjarres-Hernández et al. (2021) quien reporta que la variedad Blanca de Jericó Tuta2 presentó la longitud de panoja más larga, PL = 72,4 cm y la Quinua Peruana tuvo la longitud de panícula más corta, PL = 39,0 cm.

#### **5.1.5 Diámetro de panoja**

Los resultados del diámetro de panoja en quinua tuvieron un promedio para Kancolla de 8.5 cm. seguido ligeramente de Blanca de juli con 8.4 cm y en ultima ubicación Altiplano

con 7.7 cm. sin diferencias significativas entre, variedades, ni la interacción variedad x dosis. Estos valores reflejan homogeneidad en el desarrollo reproductivo, con CV del 26.5%.

El diámetro de panoja es similar a lo observado por Chinchay Córdova (2017) quien reporta que la variedad Negra de Oruro, obtuvo el mayor promedio con 8,4 cm. de diámetro ecuatorial de la panoja, superando estadísticamente a los tratamientos (variedad) Kancolla e INIA 431- Altiplano quienes obtuvieron promedios de 5,2 cm y 3,8 cm de diámetro ecuatorial de la panoja.

Sin embargo Sucasaca (2023) quien reporta promedios en las variedades 03-05-958 BG Titicaca (16.04 cm), 0302-112 BG Salcedo Inia (15.44 cm) quienes obtuvieron los mayores diámetros de panoja, en cambio las variedades 03-07-259BG Witulla rojo intenso (4.59cm), 03-07661 BG Negra Kullana (4.84 cm), obtuvieron las panojas de menor diámetro. Los promedios iniciales resultan superiores a los encontrados en la investigación.

#### **5.1.6 Longitud de peciolo**

Los resultados para la longitud del peciolo en variedades de quinua (Altiplano, Kancolla y Blanca de Juli) bajo aplicaciones foliares de hierro y zinc, revelan ausencia de diferencias significativas tanto para variedad, dosis ni la interacción variedad x dosis, con promedios uniformes alrededor de 4.4-4.8 cm y variación máxima del 9.4% entre dosis. Las deficiencias de micronutrientes no limitan el elongamiento del peciolo, posiblemente por disponibilidad basal adecuada de Zn y Fe para la división celular en meristemas foliares.

La longitud de peciolo es inferior a los reportados en descriptores estándar para quinua, donde el peciolo alcanza 8-10 cm. en accesiones del banco de germoplasma peruano (MINAM, s.f.), o hasta 28-36 mm en evaluaciones agronómicas en Puno (repositorio UNCP).

Similarmente, Lazo Santa Cruz (2016) halló longitudes foliares totales mayores en Altiplano vs. Kancolla, atribuyendo variabilidad genética a adaptación altiplánica, pero sin efecto de micronutrientes detectado en la investigación. En contraste, estudios de

biofortificación como el de UNICA (2025) en Chíncha con variedad INIA-446 Atipaq reportan impactos en longitud de panoja pero no en pecíolo, alineándose con nuestra falta de respuesta a Fe/Zn, posiblemente por aplicación foliar tardía o saturación enzimática (auxinas dependientes de Zn).

### **5.1.7 Longitud de hoja**

Los resultados sobre la longitud de hoja en variedades de quinua bajo biofortificación con Fe y Zn revelan efectos significativos de las dosis, pero no de las variedades ni la interacción variedad x dosis, con promedios de 6.6 cm en D1 y D2 (sin Fe/Zn o solo Fe), descendiendo a 6.1 cm en D4 (Fe+Zn combinado). Esta reducción sugiere un posible antagonismo entre Fe y Zn en la expansión foliar, limitando el crecimiento celular en limbo foliar. Las dosis D1 (testigo) y D2 (1 kg Fe ha<sup>-1</sup>) alcanzaron las mayores longitudes (6.6 cm, grupo "a"), superando a D4 (6.1 cm, grupo "b") en un 8.2%, mientras D3 (solo Zn, 6.3 cm) fue intermedia.

Estos resultados difieren de Flores Hernandez (2025) quien reportó incrementos en biomasa foliar con sulfatos de Fe/Zn en quinua INIA-446-ATIPAQ, atribuidos a mejor absorción y elongación celular, aunque sin medir longitud específica de hoja. La combinación Fe+Zn en D4 podría inhibir la movilidad de Zn en xilema, reduciendo auxinas y expansión laminar, como indica la interacción negativa. Las variedades no mostraron diferencias, con Kancolla (6.7 cm) > Altiplano (6.4 cm) > Blanca de Juli (6.1 cm), variando solo 9.8%.

Los resultados obtenidos contrastan con (Lazo Santa Cruz, 2016) donde Kancolla exhibió la menor longitud de hoja (33 cm total, inferido promediado ~6-7 cm por hoja) frente a otras variedades como Blanca de Juli. Catálogo FAO (2013) corrobora longitudes genotípicas similares (9-12 cm máximos para Blanca de Juli, 6.4-9.6 cm para Kancolla).

### **5.1.8 Ancho de hoja**

Los resultados muestran diferencias significativas en el ancho de hoja entre variedades de quinua, con Kancolla registrando el valor más alto (5.7 cm), seguida de Blanca de Juli (5.0 cm) y Altiplano (3.9 cm), sin efectos de las dosis de hierro y zinc, ni la interacción variedad x dosis. Las dosis de biofortificación foliar no influyeron en esta variable, lo que sugiere que el genotipo determina principalmente el tamaño foliar en estas condiciones. El análisis de varianza indicó significancia solo para el factor variedad en el ancho de hoja, con un CV de subparcela del 8.60% y normalidad confirmada (Shapiro-Wilk  $p=0.6087$ ). Kancolla superó a las otras en un 46% respecto a Altiplano, alineándose con su morfología romboidal descrita por Apaza Mamani et al (2013), quien reporta hojas más anchas en esta variedad. Blanca de Juli mostró valores intermedios, consistente con su forma triangular.

Nuestros valores difieren con Quispe (2017), quien describe hojas de quinua andina hasta 12 cm de ancho en hojas inferiores, aunque nuestros muestreos en tercio medio son más conservadores debido a la etapa de floración.

En contraste, Altiplano presentó el menor ancho (3.9 cm), posiblemente por su adaptación a suelos altioplánicos con menor expansión foliar para reducir transpiración, similar a observaciones de Gómez (2016) sobre variabilidad genética en morfología foliar. La ausencia de efecto de Fe-Zn concuerda con Lata-Tenesaca et al. (2023), quien halló mejoras en biomasa pero no en dimensiones foliares con Fe foliar en quinua.

## **5.2 Rendimiento de biomasa y grano.**

### **5.2.1 Peso fresco y materia seca de panoja**

Los resultados muestran que el peso fresco de panoja varió significativamente entre variedades, con Blanca de Juli alcanzando 142.2 g, seguida de Kancolla (135.2 g) y Altiplano (101.5 g), mientras que las dosis de Fe y Zn no influyeron. Para peso seco de panoja, no hubo

diferencias significativas ni por variedad, ni por dosis, con promedios de 56.6-67.4 g por variedad.

Los resultados obtenidos fueron superiores a los encontrados por Chinchay Córdova (2017) que reporta que variedades Negra de Oruro, Kancolla e INIA 431 obtuvieron promedios de 14,7 g, 11,6 g y 11,0 g de peso de la panoja por planta respectivamente.

Sin embargo estos hallazgos contrastan con estudios donde la biofortificación con micronutrientes eleva la biomasa de inflorescencia; por ejemplo, Lata-Tenesaca et al. (2023) reporta mejoras en producción de quinua vía aplicación foliar de Fe, atribuidas a mayor fotosíntesis y acumulación de AsA y proteínas en granos. Coinciden con Alfonso Galvis et al. (2017) quien en quinua INIAP-Tunkahuan bajo deficiencias nutricionales observó variaciones en biomasa, pero enfatizando efectos genotípicos sobre el peso de panoja similar a la superioridad de Blanca de Juli aquí (40% más que Altiplano).

### **5.2.2 Peso fresco y materia seca de tallo**

Los resultados para el peso fresco y seco del tallo en quinua revelan ausencia de efectos significativos de las dosis de hierro y zinc, dosis y para la interacción variedad x dosis, con promedios de peso fresco entre 91.1 g (D4) y 120.2 g (D3), y peso seco de 37.0 g (D4) a 49.1 g (D3). Las variedades mostraron variabilidad no significativa, con promedios para Altiplano 100.7 g peso fresco/44.3 g peso seco; Kancolla 100.1 g peso fresco/39.8 g peso seco; Blanca de Juli 119.4 g peso fresco/44.9 g peso seco), indicando que la biomasa de tallo depende más de factores genéticos y ambientales locales que de la biofortificación aplicada.

Según Sucasaca (2023) describe tallos en quinua de 11-46 mm diámetro en variedades bolivianas, correlacionando con biomasa mayor en tipos robustos con peso fresco de ~100 g/planta este promedio es comparable con los resultados encontrados, pero la no significancia de Fe y Zn resalta adaptación local de variedades Altiplano sobre Witulla rojo (mayor vigor).

Sin embargo EL-Harty et al. (2021) y Urdanegui et al. (2021) confirman variabilidad genética en biomasa de quinua, pero sin énfasis en Fe/Zn; registrando promedios actuales de peso seco ~42 g lo cual este promedio es superado por Blanca de Juli.

### **5.2.3 Peso fresco y materia seca de raíz**

Los resultados sobre el peso fresco y materia seca de raíz en variedades de quinua (Altiplano, Kancolla y Blanca de Juli) bajo biofortificación con Fe y Zn revelan ausencia de efectos significativos de dosis, variedades ni en la interacción variedad x dosis, con promedios de 16.2-21.1 g (peso fresco) y 8.1-9.7 g (materia seca). Blanca de Juli mostró los valores más altos (21.1 g fresco, 9.7 g seco), aunque sin distinción estadística. Las dosis D1-D4 no diferencian el peso fresco (14.6-20.0 g) ni peso seco (7.5-9.9 g) de raíz, con D2 (24.0 g fresco en Blanca de Juli) y D3 superior en seco, pero todos en grupo "a". Esto refleja absorción foliar limitada hacia raíces o reservas edáficas suficientes, evitando respuestas a Fe/Zn extras. Las tres variedades exhiben biomasa radicular homogénea, con Blanca de Juli liderando levemente (21.1 g peso fresco vs. 16.6 g Altiplano), sin significancia.

Los resultados obtenidos fueron inferiores a los encontrados por H. Ramírez et al. (2006) quien reporta pesos frescos de raíz en hortalizas (acelga/coliflor >57 g) atribuibles a diferencias genotípicas y ciclos cortos en hortalizas vs. quinua andina.

Sin embargo los resultados obtenidos fueron superiores a los encontrados por Pérez Hernández (2016) quien halló en Chile jalapeño pesos frescos de 9-17 g (Steiner superior), cercanos pero inferiores en peso seco (1-2.7 g.)

### **5.2.4 Rendimiento en grano (g. planta<sup>-1</sup>)**

Los resultados del rendimiento en grano por planta (g planta<sup>-1</sup>) en quinua no mostraron diferencias significativas por dosis de hierro y zinc, variedad ni la interacción variedad x dosis, con promedios de Altiplano (157.5 g), Blanca de Juli (152.4 g) y Kancolla (140 g), y dosis entre 136.5-170.3 g. La ausencia de significancia en dosis (D1-D4) sugiere que biofortificación

foliar no incrementa grano por planta bajo densidad de siembra estándar (600 m<sup>2</sup>), posiblemente por saturación nutricional o dilución en biomasa vegetativa. Las variedades exhiben potencial similar (Altiplano +12.5% vs. Kancolla), atribuible a genética más que a Fe/Zn, alineado con Gómez (2016) quien reporta 2500-3500 kg ha<sup>-1</sup> potencial para Altiplano y Blanca de Juli.

Los resultados resultan similares a los encontrados por Mestanza Uquillas et al. (2019) quien reporta máximos de 143.15 g planta<sup>-1</sup> en genotipo O-5, inferiores a Altiplano, pero superiores a su O-2 (95.87 g); las diferencias podrían deberse a menor densidad.

Los resultados coinciden a los encontrados por Ramírez et al., (2016) que registro 260.7 g planta<sup>-1</sup> en variedad Piartal vs. 140 g en variedad Nariño, coincidiendo con la variedad Kancolla, destacando superioridad de Altiplano local.

Sin embargo Flores Hidalgo (2025) obtuvo 2290 kg ha<sup>-1</sup> (T1-Alt-150), extrapolable a ~115 g planta<sup>-1</sup> (asumiendo ~20.000 plantas ha<sup>-1</sup>), inferior a nuestros promedios, posiblemente por menor fertilización de fondo. Estos rendimientos (140-157 g planta<sup>-1</sup>) proyectan 2800-3140 kg ha<sup>-1</sup>, competitivos con Gómez (2016) (2500 kg ha<sup>-1</sup> Altiplano), pero limitados por Kancolla (2721 kg ha<sup>-1</sup> total). Priorizar Altiplano optimiza producción sin dosis extras de Fe/Zn, recomendando análisis foliares para confirmar biofortificación en grano.

### **5.2.5 Rendimiento en grano (kg ha<sup>-1</sup>)**

Los resultados del rendimiento en grano de quinua revelan diferencias altamente significativas por variedad, con Altiplano destacando a 884.5 kg ha<sup>-1</sup>, seguida de Blanca de Juli (574.0 kg ha<sup>-1</sup>) y Kancolla (272.1 kg ha<sup>-1</sup>), mientras que las dosis de hierro y zinc y la interacción variedad x dosis no mostraron efectos significativos. Esta superioridad de Altiplano (225% más que Kancolla) subraya el rol genético dominante sobre la biofortificación en condiciones del Fundo Huasacache (2203 m s.n.m., suelos francos). El promedio general (576 kg ha<sup>-1</sup>) refleja un potencial moderado, limitado por densidad de siembra y clima seco-andino.

Los resultados obtenidos fueron inferiores a los encontrados por Chinchay Córdova (2017) que reporta que la variedad Kancolla obtuvo el mayor promedio con 3566,7 kg.ha<sup>-1</sup> de rendimiento, superando estadísticamente a los tratamientos (variedad) Negra de Oruro e INIA 431 quienes obtuvieron promedios 2880,6 kg.ha<sup>-1</sup> y 2815,8 kg.ha<sup>-1</sup> respectivamente.

Sin embargo los resultados obtenidos superan parcialmente a lo reportado por Flores Hidalgo (2025) con máximos de 2290 kg ha<sup>-1</sup> en Altiplano-fertilizado, pero quedan por debajo de Sánchez Idrogo et al. (2020) >5000 kg ha<sup>-1</sup> en Pasankalla, atribuible a menor fertilización NPK (240-200-80) y altitud media (no >3800 m).

Sin embargo (C. V. Ramírez et al., 2016) y Mestanza Uquillas et al. (2019) confirman variabilidad genotípica, con Altiplano competitivo en grano/planta (157.5 g vs. 140-260 g reportados). Diferencias responden a edafoclimáticas y densidad (estimada ~30,000 pl/ha). La primacía varietal valida Altiplano para maximizar producción sin dosis extras de Fe-Zn, optimizando costos en biofortificación (reducción ~33% vs. D4).

### **5.3 Concentración de clorofila**

#### **5.3.1 Contenido de clorofila**

Los resultados del contenido de clorofila foliar, medidos en unidades SPAD en cuatro muestreos durante el ciclo de quinua, revelan un efecto transitorio y limitado de la biofortificación foliar con hierro y zinc, con significancia solo en el segundo muestreo, donde la dosis máxima D4 (1 kg Fe ha<sup>-1</sup> + 1 kg Zn ha<sup>-1</sup>) alcanzó 61.0 SPAD, superando al testigo D1 (54.8 SPAD). Las tres variedades (Altiplano, Kancolla y Blanca de Juli) no mostraron diferencias significativas en todos los muestreos, con valores iniciales ~55 SPAD descendiendo a ~48 SPAD por senescencia natural, ni hubo interacción variedad x dosis significativa.

Según Alfonso Galvis et al. (2017). Reporta incremento de clorofila de quinua (INIAP-Tunkahuan) de 15.06 SPAD (14 ddt) a 65.09 SPAD (56 ddt), con diferencias altamente significativas desde 14 ddt. En contraste, nuestro ensayo de campo mostró un pico menor (61

SPAD a ~42 ddt en D4) y efecto efímero. Mientras ellos enfatizan sensibilidad a micronutrientes en etapas tempranas, nuestros datos validan que dosis combinadas Fe-Zn mantienen niveles óptimos (45-60 SPAD, rango saludable para quinua) sin exceder umbrales de toxicidad.

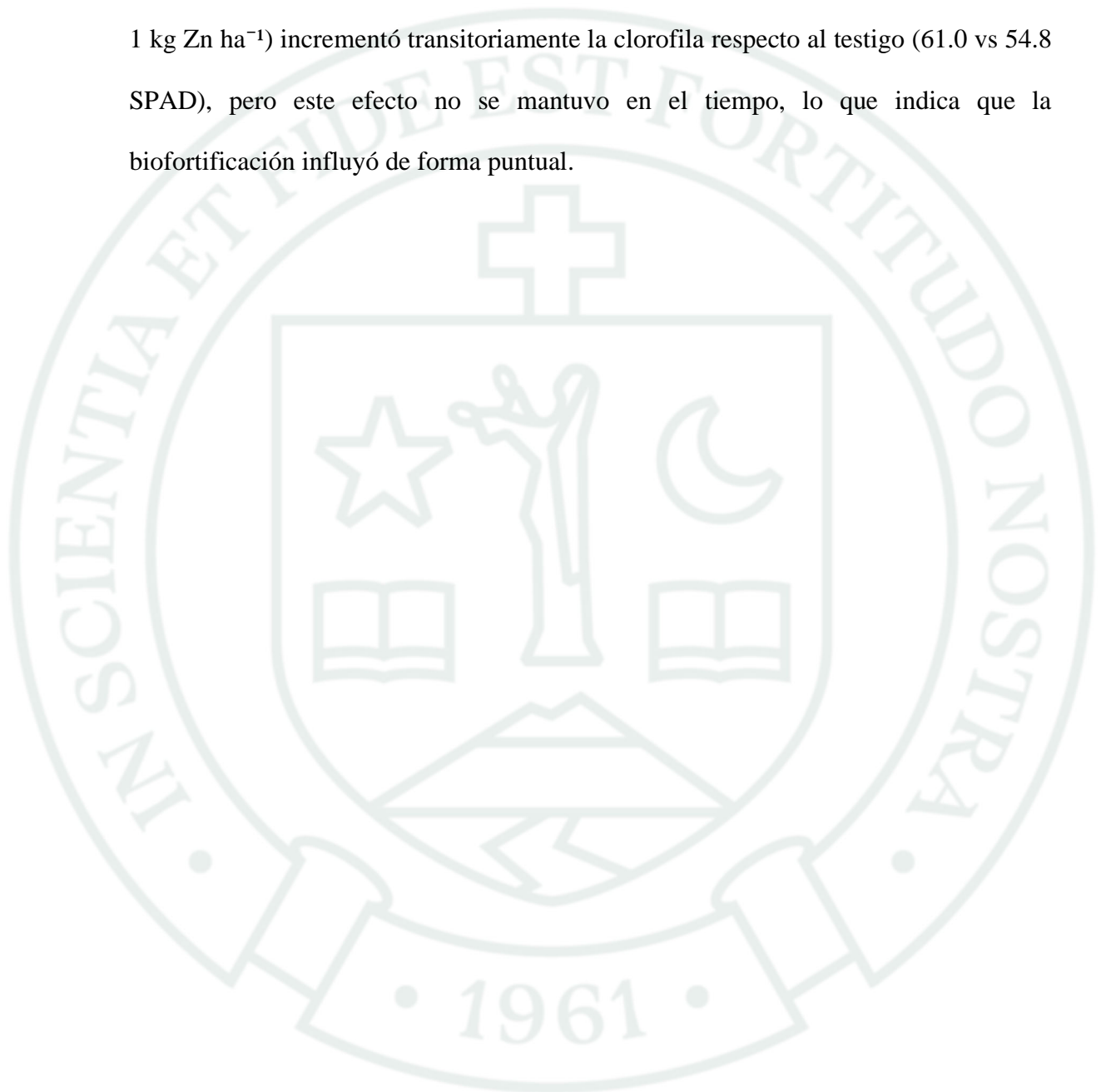
Sin embargo Arias Mullo (2022) evaluó clorofila en amaranto (*Amaranthus* spp.) con tratamientos variados, obteniendo promedios bajos: 9.66 CCI (día 100), 4.41 CCI (día 120) y 6.62 CCI (día 140), con T2 superior, pero valores globales <11 CCI. Nuestros valores SPAD (~55 inicial a ~48 final) superan ampliamente estos (CCI ~ SPAD/4-5 aproximado), reflejando mayor eficiencia fotosintética en quinua bajo biofortificación vs. amaranto en sus condiciones (posiblemente limitadas por estrés o genotipo). La tendencia descendente coincide (senescencia), pero nuestro efecto dosis transitorio en fase vegetativa contrasta con su variabilidad por tratamiento persistente, sugiriendo superior tolerancia de quinua a Fe/Zn en altiplano andino.

## CAPÍTULO VI

### 6. CONCLUSIONES

1. La aplicación foliar de las tres dosis combinadas de hierro y zinc no produjo efectos significativos sobre las variables biométricas (altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, longitud y diámetro de panoja, longitud de pecíolo y hoja, ancho de hoja), ni sobre los rendimientos de biomasa y de grano, por lo que la biofortificación evaluada mantiene un desarrollo adecuado, pero no mejora de manera significativa el crecimiento ni la productividad respecto a la dosis sin micronutrientes.
2. La variedad Altiplano mostró el mejor desempeño agronómico, con mayor altura de planta (196.1 cm en el cuarto muestreo), mayor número de hojas en las primeras etapas y el más alto rendimiento de grano (884.5 kg ha<sup>-1</sup>), superando significativamente a Blanca de Juli (574.0 kg ha<sup>-1</sup>) y Kancolla (272.1 kg ha<sup>-1</sup>), lo que confirma que la elección de la variedad es el factor determinante para optimizar la producción de quinua en las condiciones de Huasacache.
3. La variedad Blanca de Juli se caracterizó por un peso fresco de panoja superior (142.2 g) y rendimientos intermedios de grano, mientras que Kancolla presentó menor longitud de panoja (38.4 cm) y el rendimiento más bajo, evidenciando que existen contrastes varietales en la partición de biomasa hacia estructuras reproductivas y en la eficiencia de conversión a grano, los cuales deben considerarse en la selección de materiales para programas de biofortificación con hierro y zinc.

4. La aplicación edáfica de hierro y zinc no modificó de manera sostenida el contenido de clorofila foliar en las tres variedades de quinua, ya que en el 1.er, 3.er y 4.to muestreo no hubo diferencias significativas entre dosis ni entre variedades, manteniéndose valores SPAD similares. Solo en el 2.do muestreo la dosis más alta (D4: 1 kg Fe ha<sup>-1</sup> + 1 kg Zn ha<sup>-1</sup>) incrementó transitoriamente la clorofila respecto al testigo (61.0 vs 54.8 SPAD), pero este efecto no se mantuvo en el tiempo, lo que indica que la biofortificación influyó de forma puntual.



## CAPÍTULO VII

### 7. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda priorizar el uso de la variedad Altiplano en programas de producción y biofortificación de quinua en el Fundo La Banda Huasacache, debido a que manifestó los mejores atributos de crecimiento y el mayor rendimiento en grano frente a Kancolla y Blanca de Juli, manteniendo respuestas estables a las diferentes dosis de hierro y zinc evaluadas.
2. Considerando que las tres dosis combinadas de hierro y zinc no generaron diferencias estadísticas importantes ni en el crecimiento vegetativo ni en el rendimiento, se sugiere adoptar la dosis intermedia como manejo de referencia, dado que permite obtener rendimientos comparables a las otras dosis, con un uso potencialmente más eficiente de fertilizantes y menores costos de producción.
3. Se recomienda realizar estudios complementarios que incluyan análisis directos del contenido de hierro y zinc en grano y tejidos vegetativos, así como ensayos en diferentes campañas y condiciones edafoclimáticas, para validar la estabilidad de las respuestas observadas y optimizar los esquemas de biofortificación en las variedades de quinua más promisorias.
4. Se recomienda priorizar la biofortificación edáfica con hierro y zinc solo para aumentar el contenido de clorofila, dado que solo se observó un efecto transitorio de la dosis más alta en un muestreo, sin diferencias en evaluaciones posteriores. La fertilización de base y el manejo adecuado del cultivo son suficientes para mantener niveles adecuados de clorofila durante el ciclo.

## REFERENCIAS

- Abugoch James, L. E. (2009). Chapter 1 Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). En *Advances in Food and Nutrition Research* (Vol. 58, pp. 1-31). Elsevier.  
[https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(09\)58001-1](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(09)58001-1)
- Akhtar, S., Osthoff, G., Mashingaidze, K., & Labuschagne, M. (2018). Iron and Zinc in Maize in the Developing World: Deficiency, Availability, and Breeding. *Crop Science*, 58(6), 2200-2213. <https://doi.org/10.2135/cropsci2018.02.0133>
- Alfonso Galvis, G. A., Alvarado Ochoa, S. P., & Cartagena Ayala, Y. E. (2017). *Evaluación de deficiencias nutricionales en el cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) bajo invernadero*. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4804>
- Alloway, B. J. (2008). Micronutrients and Crop Production: An Introduction. En B. J. Alloway (Ed.), *Micronutrient Deficiencies in Global Crop Production* (pp. 1-39). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6860-7\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6860-7_1)
- Alloway, B. J. (2009). Soil factors associated with zinc deficiency in crops and humans. *Environmental Geochemistry and Health*, 31(5), 537-548.  
<https://doi.org/10.1007/s10653-009-9255-4>
- Angiosperm Phylogeny Group. (2020). *APG IV: Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants* [Dataset]. The Catalogue of Life Partnership. <https://doi.org/10.15468/FZUAAM>
- Apaza Mamani, V., Cáceres Sanizo, G., Estrada Zúniga, R., & Pinedo Taco, R. E. (2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú*.  
<https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/76>
- Arias Mullo, D. S. (2022). *Evaluación Del Efecto Del Agua Magnetizada En La Segunda Fase Floración—Cosecha Del Amaranto (Amaranthus Caudatus L) Variedad*

*Selenaya Sosulka, CEASA - Latacunga—Cotopaxi, 2021- 2022.*

<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8776>

Bashir, E. M. A., Ali, A. M., Ali, A. M., Ismail, M. I., Parzies, H. K., & Haussmann, B. I. G.

(2014). Patterns of pearl millet genotype-by-environment interaction for yield performance and grain iron (Fe) and zinc (Zn) concentrations in Sudan. *Field Crops Research*, 166, 82-91. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.06.007>

Beltrán Correa, A. E. (2023). *Evaluación de dos fuentes de hierro y sus dosis para la biofortificación de trigo (Triticum aestivium) variedad Imbabura y San Jacinto Carátula*. 50-62.

Bhat, B. A., Islam, S. T., Ali, A., Sheikh, B. A., Tariq, L., Islam, S. U., & Hassan Dar, T. U.

(2020). Role of Micronutrients in Secondary Metabolism of Plants. En T. Aftab & K. R. Hakeem (Eds.), *Plant Micronutrients: Deficiency and Toxicity Management* (pp. 311-329). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-49856-6\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-030-49856-6_13)

Brown, J. C. (1978). Mechanism of iron uptake by plants. *Plant, Cell & Environment*, 1(4), 249-257. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1978.tb02037.x>

Casa Quinatoa, C. R. (2017). *Evaluación del comportamiento agronómico con la utilización de bioestimuladores de crecimiento orgánico en dos variedades de amaranto (amaranthus spp) originarios de vniissok (rusia) para la producción de biomasa bajo cubierta, sector Lasso-Latacunga-Cotopaxi 2016*".

<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/4170>

Chandel, G., Banerjee, S., See, S., Meena, R., Sharma, D. J., & Verulkar, S. B. (2010).

Effects of Different Nitrogen Fertilizer Levels and Native Soil Properties on Rice Grain Fe, Zn and Protein Contents. *Rice Science*, 17(3), 213-227.

[https://doi.org/10.1016/S1672-6308\(09\)60020-2](https://doi.org/10.1016/S1672-6308(09)60020-2)

- Chinchay Córdova. (2017). *Adaptabilidad de tres genotipos del cultivo de quinua (Chenopodium quinoa WILLD) EN LA PROVINCIA DE LAMAS*.  
<https://repositorio.unsm.edu.pe/item/526c8e7b-cbed-4ad1-a4f4-fb6434d5406c>
- Das, S., & Green, A. (2016). Zinc in Crops and Human Health. En U. Singh, C. S. Praharaj, S. S. Singh, & N. P. Singh (Eds.), *Biofortification of Food Crops* (pp. 31-40). Springer India. [https://doi.org/10.1007/978-81-322-2716-8\\_3](https://doi.org/10.1007/978-81-322-2716-8_3)
- E. A. Kirkby, V. Römheld. (2004, octubre 9). *Micronutrients in plant physiology: Functions, uptake and mobility*. CABI Databases.  
<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20053018455>
- EL-Harty, E. H., Ghazy, A., Alateeq, T. K., Al-Faifi, S. A., Khan, M. A., Afzal, M., Alghamdi, S. S., & Migdadi, H. M. (2021). Morphological and Molecular Characterization of Quinoa Genotypes. *Agriculture*, *11*(4), 286.  
<https://doi.org/10.3390/agriculture11040286>
- Fageria, V. D. (2001). NUTRIENT INTERACTIONS IN CROP PLANTS. *Journal of Plant Nutrition*, *24*(8), 1269-1290. <https://doi.org/10.1081/PLN-100106981>
- Félix, J. W., Sánchez-Chávez, E., Tosquy-Valle, O., Preciado-Rangel, P., Márquez-Quiroz, C., Cruz-Lázaro, E. de la, Félix, J. W., Sánchez-Chávez, E., Tosquy-Valle, O., Preciado-Rangel, P., Márquez-Quiroz, C., & Cruz-Lázaro, E. de la. (2024). Biofortificación de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Variedad Verdín con Quelato y Sulfato de Hierro. *Terra Latinoamericana*, *42*.  
<https://doi.org/10.28940/terra.v42i0.1831>
- Filho, A. M. M., Pirozi, M. R., Borges, J. T. D. S., Sant'Ana, H. M. P., Chaves, J. B. P., & Coimbra, J. S. D. R. (2017). Quinoa: Nutritional, functional, and antinutritional aspects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. (world).  
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408398.2014.1001811>

- Flores Hernandez. (2025). *Efecto de los micronutrientes zinc y hierro para biofortificación del cultivo de Quinoa (Chenopodium quinoa), Var.: INIA 446 ATIPAQ para región Costa – Chincha*. <https://repositorio.unica.edu.pe/items/5fb7ee8d-6a07-4832-a4ab-570b829818dd>
- Flores Hidalgo, D. B. (2025). Efecto del ácido fólico en el rendimiento y contenido de proteínas en dos variedades de quinoa (*Chenopodium quinoa*) en condiciones de Pillao – Pasco. *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión*. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/5360>
- Garg, O. K., Hemantaranjan, A., & Ramesh, C. (1986). Effect of iron and zinc fertilization on senescence in French bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Plant Nutrition*, 9(3), 257-266. <https://doi.org/10.1080/01904168609363442>
- Ghasemi-Fasaei, R., & Ronaghi, A. (2008). Interaction of Iron with Copper, Zinc, and Manganese in Wheat as Affected by Iron and Manganese in a Calcareous Soil. *Journal of Plant Nutrition*, 31(5), 839-848. <https://doi.org/10.1080/01904160802043148>
- Gómez Pando, L., & Aguilar Castellanos, E. (2016). *Guía de cultivo de la quinoa* (1.<sup>a</sup> ed.). FAO. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i5374s>
- Graham, R. D., & Webb, M. J. (1991). Micronutrients and Disease Resistance and Tolerance in Plants. En J. J. Mortvedt (Ed.), *SSSA Book Series* (1.<sup>a</sup> ed., Vol. 4, pp. 329-370). Wiley. <https://doi.org/10.2136/sssabookser4.2ed.c10>
- Gupta, N., Ram, H., & Kumar, B. (2016). Mechanism of Zinc absorption in plants: Uptake, transport, translocation and accumulation. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 15(1), 89-109. <https://doi.org/10.1007/s11157-016-9390-1>

- Hemantaranjan, A., & Garg, O. K. (1988). Iron and zinc fertilization with reference to the grain quality of *triticum aestivum* L. *Journal of Plant Nutrition*, 11(6-11), 1439-1450. <https://doi.org/10.1080/01904168809363900>
- Jaramillo Martínez, J. S. (2020). *Influencia de la aplicación de dos bioestimulantes en la acumulación de vitamina C y en los parámetros biométricos, de tres especies de amaranto de grano blanco*. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6613>
- Jin, Z., Liang-huan, W. U., Xiang-jun, K., Shao-fu, W. U., Yong-shan, L. I., & Yong-de, Z. (2006). Effect of foliar application of iron,zinc mixed fertilizers on the content of iron,zinc,soluble sugar and Vitamin C in green pea seeds. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizers*, 12(2), 245-249. <https://doi.org/10.11674/zwyf.2006.0217>
- Kumar, S., Kumar, S., & Mohapatra, T. (2021). Interaction Between Macro- and Micro-Nutrients in Plants. *Frontiers in Plant Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.665583>
- Lata-Tenesaca, L. F., De Mello Prado, R., Ajila-Celi, G. E., Da Silva, D. L., Junior, J. S. P., & Mattiuz, B.-H. (2023). Iron biofortification in quinoa: Effect of iron application methods on nutritional quality, anti-nutrient composition, and grain productivity. *Food Chemistry*, 404, 134573. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134573>
- Lazo Santa Cruz, D. (2016). *Evaluación de Adaptabilidad de Cuatro Variedades y Cinco Líneas de Quinoa (Chenopodium Quinoa Willd) en Tres Ecozonas (Camaná, Arequipa y Puno)*. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/5166>
- Loaiza Castillo, M. L. (2023). *Efecto de cuatro concentraciones de zinc sobre los parámetros productivos y fisiológicos en germinados de Vigna radiata*. 50-62.
- Manjarres-Hernández, E. H., Arias-Moreno, D. M., Morillo-Coronado, A. C., Ojeda-Pérez, Z. Z., & Cárdenas-Chaparro, A. (2021). Phenotypic Characterization of Quinoa

- (*Chenopodium quinoa* Willd.) for the Selection of Promising Materials for Breeding Programs. *Plants*, 10(7), 1339. <https://doi.org/10.3390/plants10071339>
- Melendez Hidalgo, N. F. (2009). *Evaluación del Crecimiento y Desarrollo de Diez Variedades de Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) en la Localidad de Tunusi Altiplano Norte, Departamento de La Paz (Municipio de Achacachi)*. <https://es.scribd.com/document/419412523/Evaluacion-Del-Crecimiento-y-Desarrollo-de-Diez-Variedades-de-Quinoa-Chenopodium-Quinoa-Willd>
- Mestanza Uquillas, C. A., Zambrano Calderón, K., Pinargote Alava, J., Veliz Zamora, D., Vásconez Montufar, G., Fernández-García, N., & Olmos, E. (2019). Evaluación agronómica de genotipos de quinoa (*Chenopodium Quinoa willd.*) En condiciones agroclimáticas en la zona de mocache. *Ciencia y Tecnología*, 12(1), 19-30. <https://doi.org/10.18779/cyt.v12i1.299>
- Ogungbenle, H. N. (2003). Nutritional evaluation and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 54(2), 153-158. <https://doi.org/10.1080/0963748031000084106>
- Pathan, S., Ndunguru, G., & Ayele, A. G. (2024). Comparison of the Nutritional Composition of Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) Inflorescences, Green Leaves, and Grains. *Crops*, 4(1), 72-81. <https://doi.org/10.3390/crops4010006>
- Pérez Hernández, J. J. (2016). *Determinación de la capacidad productiva de chile jalapeño (Capsicum annuum L.) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero*. <https://www.sidalc.net/search/Record/oai:https://repositorio.uaaan.mx:123456789-8276/Description>
- Puma Ninacuri, B. D. (2023). *Efecto de tres métodos de suministro de zinc sobre el rendimiento y calidad nutricional de harina de tres variedades de Trigo (Triticum aestivum L.)*. 55-67.

- Quispe. «Caracterización agromorfológica de 29 accesiones de quinua.» tesis, 2017: 50-62.
- Ramírez, C. V., Romero Guerrero, G., & Gómez Piedras, J. J. (2016). Respuesta morfoagronómica y calidad en proteína de tres accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) en la sabana norte de Bogotá. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 19(2), 325-332.
- Ramírez, H., Rancaño-Arriola, J. H., Benavides-Mendoza, A., Mendoza-Villarreal, R., & Padrón-Corral, E. (2006). Influencia de promotores de oxidación controlada en hortalizas y su relación con antioxidantes. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, XII(2), 189-195. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2005.12.065>
- Rengel, Z., Römheld, V., & Marschner, H. (1998). Uptake of zinc and iron by wheat genotypes differing in tolerance to zinc deficiency. *Journal of Plant Physiology*, 152(4-5), 433-438. [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(98\)80260-5](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(98)80260-5)
- Rodríguez, M., & Florez, V. (2004). Elementos Esenciales y Beneficiosos. Guzmán, M. y López-Galvez (Ed). *Fertirriego: Tecnologías y Programación en Agroplasticultura*. CYTED. ISBN 84-96023-27-3. DL: A1-290-2004. <http://www.cyted.org>. <https://repositorio.ual.es/handle/10835/3133>
- Salvatierra, X. (2022). *Efecto de diferentes concentraciones de zinc sobre parámetros de crecimiento en germinados de alfalfa (Medicago sativa) y su potencial fortificación para consumo humano [Trabajo de titulación, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE]*. Tesis de Pregrado.
- Singh, B., Natesan, S. K. A., Singh, B. K., & Usha, K. (2005). Improving zinc efficiency of cereals under zinc deficiency. *Current Science*, 88(1), 36-44.
- Singh, P. K., Pratap, S. G., & Tandon, P. K. (2020). The Mechanisms of Trace Element Uptake and Transport Up To Grains of Crop Plants. En K. Mishra, P. K. Tandon, & S. Srivastava (Eds.), *Sustainable Solutions for Elemental Deficiency and Excess in Crop*

*Plants* (pp. 119-133). Springer Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-8636-1\\_6](https://doi.org/10.1007/978-981-15-8636-1_6)

Singh, S., Singh, A., Dey, R., Mahatma, M., Reddy, K., Singh, A. K., Gangadhara, K., & Bishi, S. K. (2021). Insights into the physiological and molecular responses of plants to iron and zinc deficiency. *Plant Physiology Reports*, 26(4), 626-635.

<https://doi.org/10.1007/s40502-021-00620-1>

Sosa-Zuniga, V., Brito, V., Fuentes, F., & Steinfort, U. (2017). Phenological growth stages of quinoa (*Chenopodium quinoa*) based on the BBCH scale. *Annals of Applied Biology*, 171(1), 117-124. <https://doi.org/10.1111/aab.12358>

Sucasaca, R. L. (2023). Caracterización agronómica y morfológica de las accesiones de quinua (*Chenopodium quínoa Willd*) obtenidas ancestralmente vía descriptor bioersivity international. *Revista de Investigaciones*, 12(1), 1-14.

<https://doi.org/10.26788/ri.v12i1.4398>

Sun, Y., Mi, W., & Wu, L. (2019). Effects of foliar Fe and Zn fertilizers on storage root Fe, Zn, and beta-carotene content of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *Journal of Plant Nutrition*, 42(1), 16-26. <https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1510505>

Thomine, S., & Vert, G. (2013). Iron transport in plants: Better be safe than sorry. *Current Opinion in Plant Biology*, 16(3), 322-327. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2013.01.003>

Tripathi, D. K., Singh, S., Singh, S., Mishra, S., Chauhan, D. K., & Dubey, N. K. (2015). Micronutrients and their diverse role in agricultural crops: Advances and future prospective. *Acta Physiologiae Plantarum*, 37(7), 139.

<https://doi.org/10.1007/s11738-015-1870-3>

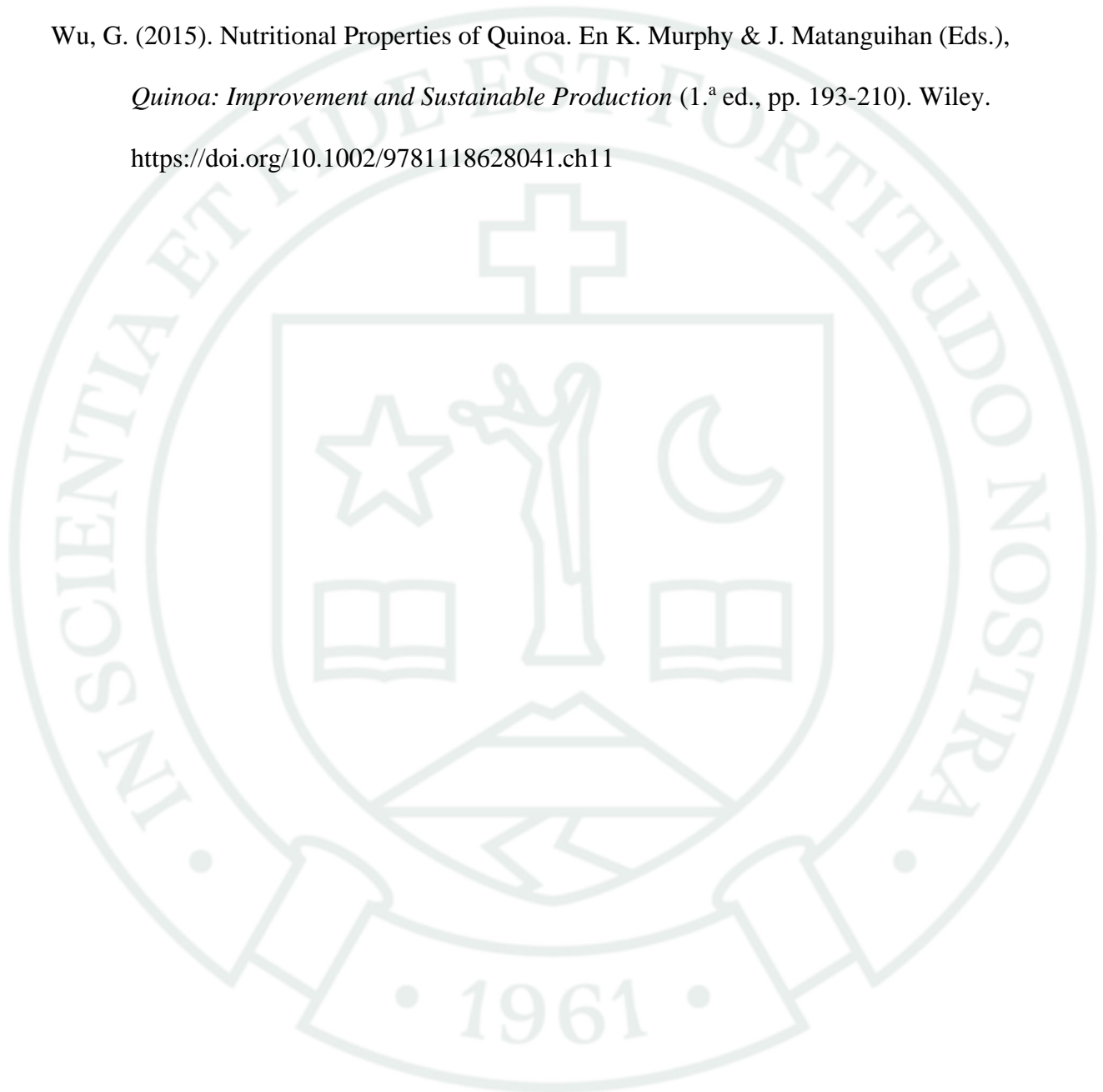
Urdanegui, P., Pérez Ávila, Á., Estrada Zúñiga, R., Neyra Valdez, E., Mujica, Á., & Corredor, F.-A. (2021). Rendimiento y evaluación agromorfológica de genotipos de

quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Huancayo, Perú. *Agroindustrial Science*, 11(1 (enero-abril)), 63-71.

Verma, T. S., & Tripathi, B. R. (1983). Zinc and iron interaction in submerged paddy. *Plant and Soil*, 72(1), 107-116. <https://doi.org/10.1007/BF02185100>

Wu, G. (2015). Nutritional Properties of Quinoa. En K. Murphy & J. Matanguihan (Eds.), *Quinoa: Improvement and Sustainable Production* (1.<sup>a</sup> ed., pp. 193-210). Wiley.

<https://doi.org/10.1002/9781118628041.ch11>





**ANEXOS**

## Anexo 1

### Cartilla de evaluación de altura de planta (cm)

CARTILLA DE EVALUACION DEL CULTIVO DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa Willd.</i> )							
Lugar:	FUNDO LA BANDA HUASACACHE-UCSM	Cultivo:	QUINUA				
Tipo de Riego:	GRAVEDAD	Fech. Plantacio	9/07/2024				
(CE) de Agua:		Area:					
Altitud:	2203	Variable:	Altura de planta (Cm)				
Evaluador:							
FECHA DE EVALUACION	27/09/2024						
VARIEDAD	DOSIS	PLANTA	B1	B2	B3	B4	B5
V 1 ALTIPLANO	D1	PLANTA 1	80.00	102.00	110.00	97.00	110.00
		PLANTA 2	99.00	102.00	100.00	104.00	117.00
		PLANTA 3	96.00	110.00	108.00	102.00	118.00
		PLANTA 4	87.00	106.00	100.00	107.00	122.00
		PLANTA 5	89.00	108.00	100.00	110.00	108.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>90.20</b>	<b>105.60</b>	<b>103.60</b>	<b>104.00</b>	<b>115.00</b>
	D2	PLANTA 1	79.00	101.00	117.00	107.00	124.00
		PLANTA 2	103.00	107.00	110.00	118.00	94.00
		PLANTA 3	95.00	110.00	123.00	110.00	113.00
		PLANTA 4	85.00	120.00	122.00	115.00	125.00
		PLANTA 5	100.00	107.00	120.00	94.00	101.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>92.40</b>	<b>109.00</b>	<b>118.40</b>	<b>108.80</b>	<b>111.40</b>
	D3	PLANTA 1	90.00	112.00	123.00	125.00	120.00
		PLANTA 2	94.00	112.00	108.00	102.00	133.00
		PLANTA 3	101.00	119.00	93.00	110.00	127.00
		PLANTA 4	101.00	100.00	120.00	120.00	130.00
		PLANTA 5	94.00	103.00	118.00	80.00	98.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>96.00</b>	<b>109.20</b>	<b>112.40</b>	<b>107.40</b>	<b>121.60</b>
	D4	PLANTA 1	89.00	110.00	88.00	120.00	94.00
		PLANTA 2	100.00	112.00	96.00	81.00	122.00
PLANTA 3		111.00	105.00	108.00	100.00	107.00	
PLANTA 4		103.00	108.00	110.00	94.00	96.00	
PLANTA 5		102.00	105.00	116.00	103.00	94.00	
<b>PROMEDIO</b>		<b>101.00</b>	<b>108.00</b>	<b>103.60</b>	<b>99.60</b>	<b>102.60</b>	
V 3 KANCOLLA	D1	PLANTA 1	73.00	88.00	105.00	85.00	98.00
		PLANTA 2	70.00	109.00	95.00	90.00	94.00
		PLANTA 3	67.00	86.00	88.00	96.00	100.00
		PLANTA 4	73.00	94.00	98.00	70.00	86.00
		PLANTA 5	81.00	90.00	92.00	97.00	100.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>72.80</b>	<b>93.40</b>	<b>95.60</b>	<b>87.60</b>	<b>95.60</b>
	D2	PLANTA 1	78.00	103.00	90.00	106.00	81.00
		PLANTA 2	83.00	98.00	104.00	99.00	82.00
		PLANTA 3	90.00	91.00	104.00	101.00	97.00
		PLANTA 4	80.00	108.00	91.00	99.00	77.00
		PLANTA 5	78.00	100.00	90.00	99.00	78.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>81.80</b>	<b>100.00</b>	<b>95.80</b>	<b>100.80</b>	<b>83.00</b>
	D3	PLANTA 1	65.00	82.00	97.00	110.00	84.00
		PLANTA 2	62.00	87.00	89.00	105.00	52.00
		PLANTA 3	61.00	86.00	104.00	91.00	53.00
		PLANTA 4	75.00	76.00	110.00	102.00	82.00
		PLANTA 5	81.00	74.00	92.00	98.00	82.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>68.80</b>	<b>81.00</b>	<b>98.40</b>	<b>101.20</b>	<b>70.60</b>
	D4	PLANTA 1	79.00	92.00	107.00	106.00	78.00
		PLANTA 2	74.00	98.00	86.00	96.00	71.00
PLANTA 3		72.00	105.00	107.00	100.00	67.00	
PLANTA 4		65.00	85.00	95.00	100.00	73.00	
PLANTA 5		72.00	88.00	85.00	108.00	76.00	
<b>PROMEDIO</b>		<b>72.40</b>	<b>93.60</b>	<b>96.00</b>	<b>102.00</b>	<b>73.00</b>	
V 4 BLANCA DE JULI	D1	PLANTA 1	81.00	94.00	133.00	101.00	114.00
		PLANTA 2	95.00	99.00	102.00	108.00	114.00
		PLANTA 3	97.00	81.00	85.00	108.00	103.00
		PLANTA 4	96.00	98.00	72.00	122.00	97.00
		PLANTA 5	103.00	112.00	105.00	83.00	86.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>94.40</b>	<b>96.80</b>	<b>99.40</b>	<b>104.40</b>	<b>102.80</b>
	D2	PLANTA 1	111.00	88.00	101.00	105.00	119.00
		PLANTA 2	130.00	83.00	106.00	104.00	108.00
		PLANTA 3	118.00	95.00	120.00	107.00	128.00
		PLANTA 4	101.00	100.00	115.00	84.00	110.00
		PLANTA 5	120.00	106.00	114.00	80.00	92.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>116.00</b>	<b>94.40</b>	<b>111.20</b>	<b>96.00</b>	<b>111.40</b>
	D3	PLANTA 1	102.00	90.00	110.00	103.00	124.00
		PLANTA 2	120.00	93.00	106.00	110.00	104.00
		PLANTA 3	90.00	110.00	103.00	105.00	125.00
		PLANTA 4	101.00	120.00	100.00	101.00	124.00
		PLANTA 5	105.00	105.00	110.00	101.00	99.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>103.60</b>	<b>103.60</b>	<b>105.80</b>	<b>104.00</b>	<b>115.20</b>
	D4	PLANTA 1	73.00	109.00	115.00	98.00	101.00
		PLANTA 2	102.00	97.00	102.00	108.00	120.00
PLANTA 3		100.00	103.00	100.00	92.00	126.00	
PLANTA 4		89.00	96.00	100.00	107.00	109.00	
PLANTA 5		104.00	108.00	94.00	100.00	109.00	
<b>PROMEDIO</b>		<b>93.60</b>	<b>102.60</b>	<b>102.20</b>	<b>101.00</b>	<b>113.00</b>	

CARTILLA DE EVALUACION DEL CULTIVO DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa Will.</i> )							
Lugar:	FUNDO LA BANDA HUASACACHE-UCSM			Cultivo:	QUINUA		
Tipo de Riego:	GRAVEDAD			Fech. Plantación:	9/07/2024		
Tipo de Suelo:				Area:			
(CE) de Agua:				Variable:	Altura de planta (Cm)		
Altitud:	2203						
Evaluador:							
FECHA DE EVALUACIÓN	13/10/2024						
VARIEDAD	DOSIS	PLANTA	B1	B2	B3	B4	B5
V 1 ALTIPLANO	D1	PLANTA 1	120.00	154.00	152.00	155.00	158.00
		PLANTA 2	141.00	158.00	147.00	167.00	160.00
		PLANTA 3	138.00	147.00	157.00	155.00	167.00
		PLANTA 4	147.00	150.00	146.00	161.00	171.00
		PLANTA 5	139.00	161.00	156.00	160.00	156.00
	PROMEDIO	137.00	154.00	151.60	159.60	162.40	
	D2	PLANTA 1	124.00	161.00	158.00	167.00	179.00
		PLANTA 2	150.00	161.00	156.00	161.00	146.00
		PLANTA 3	137.00	163.00	170.00	162.00	169.00
		PLANTA 4	127.00	178.00	165.00	161.00	171.00
		PLANTA 5	150.00	156.00	162.00	140.00	153.00
	PROMEDIO	137.60	163.80	162.20	158.20	163.60	
	D3	PLANTA 1	125.00	163.00	179.00	156.00	170.00
		PLANTA 2	132.00	156.00	159.00	150.00	183.00
		PLANTA 3	144.00	167.00	144.00	158.00	176.00
		PLANTA 4	159.00	151.00	166.00	170.00	180.00
		PLANTA 5	140.00	154.00	156.00	123.00	152.00
	PROMEDIO	140.00	158.20	160.80	151.40	172.20	
	D4	PLANTA 1	128.00	162.00	135.00	166.00	152.00
		PLANTA 2	145.00	159.00	147.00	129.00	169.00
PLANTA 3		164.00	153.00	153.00	150.00	155.00	
PLANTA 4		148.00	161.00	166.00	141.00	150.00	
PLANTA 5		1566.00	173.00	158.00	150.00	150.00	
PROMEDIO	430.20	161.60	151.80	147.20	155.20		
V 3 KANCOLLA	D1	PLANTA 1	118.00	132.00	144.00	131.00	140.00
		PLANTA 2	98.00	146.00	125.00	125.00	133.00
		PLANTA 3	102.00	137.00	127.00	130.00	156.00
		PLANTA 4	103.00	140.00	128.00	117.00	132.00
		PLANTA 5	105.00	130.00	136.00	143.00	145.00
	PROMEDIO	105.20	137.00	132.00	129.20	141.20	
	D2	PLANTA 1	112.00	149.00	128.00	140.00	137.00
		PLANTA 2	122.00	134.00	135.00	147.00	134.00
		PLANTA 3	145.00	131.00	138.00	136.00	147.00
		PLANTA 4	124.00	144.00	130.00	143.00	123.00
		PLANTA 5	136.00	150.00	146.00	145.00	122.00
	PROMEDIO	127.80	141.60	135.40	142.20	132.60	
	D3	PLANTA 1	103.00	133.00	134.00	140.00	133.00
		PLANTA 2	111.00	131.00	120.00	132.00	101.00
		PLANTA 3	93.00	141.00	143.00	130.00	110.00
		PLANTA 4	115.00	120.00	151.00	147.00	140.00
		PLANTA 5	109.00	132.00	140.00	140.00	124.00
	PROMEDIO	106.20	131.40	137.60	137.80	121.60	
	D4	PLANTA 1	133.00	110.00	138.00	142.00	130.00
		PLANTA 2	121.00	132.00	127.00	141.00	125.00
PLANTA 3		103.00	118.00	140.00	142.00	187.00	
PLANTA 4		101.00	125.00	131.00	136.00	130.00	
PLANTA 5		116.00	115.00	120.00	142.00	110.00	
PROMEDIO	114.80	120.00	131.20	140.60	136.40		
V 4 BLANCA DE JULI	D1	PLANTA 1	125.00	127.00	193.00	161.00	155.00
		PLANTA 2	136.00	156.00	146.00	159.00	150.00
		PLANTA 3	143.00	123.00	148.00	163.00	146.00
		PLANTA 4	134.00	144.00	126.00	177.00	142.00
		PLANTA 5	141.00	175.00	152.00	138.00	142.00
	PROMEDIO	135.80	145.00	153.00	155.60	147.00	
	D2	PLANTA 1	150.00	120.00	133.00	146.00	155.00
		PLANTA 2	175.00	121.00	140.00	147.00	172.00
		PLANTA 3	174.00	137.00	165.00	159.00	173.00
		PLANTA 4	146.00	133.00	163.00	127.00	160.00
		PLANTA 5	169.00	149.00	165.00	126.00	146.00
	PROMEDIO	162.80	132.00	153.20	141.00	161.20	
	D3	PLANTA 1	151.00	134.00	158.00	144.00	170.00
		PLANTA 2	160.00	123.00	160.00	150.00	160.00
		PLANTA 3	122.00	157.00	139.00	160.00	181.00
		PLANTA 4	144.00	153.00	160.00	154.00	180.00
		PLANTA 5	162.00	150.00	156.00	145.00	140.00
	PROMEDIO	147.80	143.40	154.60	150.60	166.20	
	D4	PLANTA 1	102.00	142.00	161.00	158.00	144.00
		PLANTA 2	135.00	124.00	145.00	170.00	157.00
PLANTA 3		134.00	144.00	148.00	153.00	148.00	
PLANTA 4		147.00	150.00	151.00	160.00	178.00	
PLANTA 5		151.00	143.00	143.00	149.00	149.00	
PROMEDIO	133.80	140.60	149.60	158.00	155.20		

CARTILLA DE EVALUACION DEL CULTIVO DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa Will.</i> )							
Lugar:	FUNDO LA BANDA HUASACACHE-UCSM			Cultivo:	QUINUA		
Tipo de Riego:	GRAVEDAD			Fech. Plantacion	9/07/2024		
Tipo de Suelo:				Area:			
(CE) de Agua:				Variable:	Altura de planta (Cm)		
Altitud:	2203						
Evaluador:							
FECHA DE EVALUACION	14/10/2024						
VARIEDAD	DOSIS	PLANTA	B1	B2	B3	B4	B5
V 1 ALTIPLANO	D1	PLANTA 1	150.00	189.00	190.00	195.00	188.00
		PLANTA 2	160.00	184.00	186.00	203.00	194.00
		PLANTA 3	161.00	182.00	192.00	196.00	195.00
		PLANTA 4	165.00	184.00	184.00	200.00	202.00
		PLANTA 5	175.00	203.00	190.00	195.00	193.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>162.20</b>	<b>188.40</b>	<b>188.40</b>	<b>197.80</b>	<b>194.40</b>
	D2	PLANTA 1	138.00	205.00	176.00	194.00	220.00
		PLANTA 2	172.00	198.00	172.00	201.00	180.00
		PLANTA 3	160.00	199.00	191.00	207.00	214.00
		PLANTA 4	155.00	210.00	190.00	177.00	206.00
		PLANTA 5	184.00	188.00	189.00	171.00	195.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>161.80</b>	<b>200.00</b>	<b>183.60</b>	<b>190.00</b>	<b>203.00</b>
	D3	PLANTA 1	145.00	188.00	218.00	172.00	203.00
		PLANTA 2	157.00	183.00	195.00	178.00	201.00
		PLANTA 3	162.00	184.00	181.00	193.00	203.00
		PLANTA 4	175.00	179.00	198.00	193.00	213.00
		PLANTA 5	171.00	191.00	182.00	150.00	194.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>162.00</b>	<b>185.00</b>	<b>194.80</b>	<b>177.20</b>	<b>202.80</b>
	D4	PLANTA 1	144.00	199.00	173.00	190.00	204.00
		PLANTA 2	167.00	180.00	188.00	161.00	205.00
PLANTA 3		168.00	191.00	190.00	190.00	196.00	
PLANTA 4		179.00	207.00	208.00	171.00	180.00	
PLANTA 5		197.00	208.00	184.00	186.00	193.00	
<b>PROMEDIO</b>		<b>171.00</b>	<b>197.00</b>	<b>188.60</b>	<b>179.60</b>	<b>195.60</b>	
V 3 KANCOLLA	D1	PLANTA 1	126.00	159.00	154.00	160.00	159.00
		PLANTA 2	128.00	170.00	138.00	146.00	155.00
		PLANTA 3	137.00	170.00	149.00	154.00	187.00
		PLANTA 4	130.00	174.00	141.00	150.00	158.00
		PLANTA 5	150.00	157.00	167.00	177.00	167.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>134.20</b>	<b>166.00</b>	<b>149.80</b>	<b>157.40</b>	<b>165.20</b>
	D2	PLANTA 1	135.00	184.00	144.00	159.00	178.00
		PLANTA 2	137.00	162.00	141.00	169.00	154.00
		PLANTA 3	163.00	158.00	150.00	157.00	171.00
		PLANTA 4	135.00	172.00	136.00	160.00	148.00
		PLANTA 5	170.00	181.00	177.00	175.00	144.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>148.00</b>	<b>171.40</b>	<b>149.60</b>	<b>164.00</b>	<b>159.00</b>
	D3	PLANTA 1	121.00	132.00	154.00	158.00	165.00
		PLANTA 2	140.00	169.00	144.00	147.00	143.00
		PLANTA 3	104.00	130.00	167.00	149.00	145.00
		PLANTA 4	104.00	155.00	183.00	180.00	175.00
		PLANTA 5	109.00	144.00	171.00	159.00	147.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>115.60</b>	<b>146.00</b>	<b>163.80</b>	<b>158.60</b>	<b>155.00</b>
	D4	PLANTA 1	159.00	161.00	153.00	163.00	159.00
		PLANTA 2	152.00	142.00	157.00	172.00	152.00
PLANTA 3		129.00	156.00	154.00	173.00	144.00	
PLANTA 4		139.00	142.00	152.00	155.00	162.00	
PLANTA 5		142.00	167.00	140.00	157.00	138.00	
<b>PROMEDIO</b>		<b>144.20</b>	<b>153.60</b>	<b>151.20</b>	<b>164.00</b>	<b>151.00</b>	
V 4 BLANCA DE JULI	D1	PLANTA 1	156.00	140.00	208.00	182.00	175.00
		PLANTA 2	160.00	194.00	167.00	174.00	156.00
		PLANTA 3	164.00	147.00	198.00	190.00	165.00
		PLANTA 4	141.00	193.00	153.00	206.00	172.00
		PLANTA 5	152.00	200.00	182.00	134.00	172.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>154.60</b>	<b>174.80</b>	<b>181.60</b>	<b>177.20</b>	<b>168.00</b>
	D2	PLANTA 1	171.00	138.00	148.00	161.00	160.00
		PLANTA 2	199.00	141.00	155.00	163.00	198.00
		PLANTA 3	203.00	160.00	187.00	200.00	185.00
		PLANTA 4	163.00	148.00	180.00	156.00	198.00
		PLANTA 5	187.00	167.00	200.00	127.00	192.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>184.60</b>	<b>150.80</b>	<b>174.00</b>	<b>161.40</b>	<b>186.60</b>
	D3	PLANTA 1	152.00	170.00	173.00	162.00	193.00
		PLANTA 2	171.00	136.00	197.00	181.00	198.00
		PLANTA 3	158.00	181.00	162.00	194.00	218.00
		PLANTA 4	154.00	162.00	191.00	191.00	210.00
		PLANTA 5	163.00	169.00	187.00	171.00	173.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>159.60</b>	<b>163.60</b>	<b>182.00</b>	<b>179.80</b>	<b>198.40</b>
	D4	PLANTA 1	127.00	145.00	185.00	200.00	162.00
		PLANTA 2	142.00	140.00	171.00	210.00	166.00
PLANTA 3		146.00	174.00	174.00	199.00	159.00	
PLANTA 4		193.00	138.00	187.00	197.00	193.00	
PLANTA 5		174.00	158.00	180.00	175.00	171.00	
<b>PROMEDIO</b>		<b>156.40</b>	<b>151.00</b>	<b>179.40</b>	<b>196.20</b>	<b>170.20</b>	

CARTILLA DE EVALUACION DEL CULTIVO DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa Will.</i> )							
Lugar:	FUNDO LA BANDA HUASACACHE-UCSM			Cultivo:	QUINUA		
Tipo de Riego:	GRAVEDAD			Fech. Plantacion	9/07/2024		
Tipo de Suelo:				Area:			
(CE) de Agua:				Variable:	Altura de planta (Cm)		
Altitud:	2203						
Evaludador:							
FECHA DE EVALUACION	15/11/2024						
VARIEDAD	DOSIS	PLANTA	B1	B2	B3	B4	B5
V 1 ALTIPLANO	D1	PLANTA 1	151.00	190.00	190.00	212.00	212.00
		PLANTA 2	160.00	185.00	199.00	213.00	213.00
		PLANTA 3	162.00	192.00	200.00	218.00	197.00
		PLANTA 4	176.00	188.00	196.00	213.00	217.00
		PLANTA 5	179.00	222.00	206.00	200.00	207.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>165.60</b>	<b>195.40</b>	<b>198.20</b>	<b>211.20</b>	<b>209.20</b>
	D2	PLANTA 1	141.00	212.00	177.00	207.00	227.00
		PLANTA 2	178.00	208.00	173.00	206.00	191.00
		PLANTA 3	161.00	199.00	192.00	235.00	242.00
		PLANTA 4	171.00	220.00	190.00	186.00	215.00
		PLANTA 5	185.00	190.00	189.00	187.00	203.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>167.20</b>	<b>205.80</b>	<b>184.20</b>	<b>204.20</b>	<b>215.60</b>
	D3	PLANTA 1	175.00	192.00	223.00	178.00	205.00
		PLANTA 2	160.00	186.00	200.00	197.00	199.00
		PLANTA 3	173.00	206.00	188.00	208.00	205.00
		PLANTA 4	176.00	181.00	220.00	210.00	228.00
		PLANTA 5	173.00	200.00	182.00	181.00	214.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>171.40</b>	<b>193.00</b>	<b>202.60</b>	<b>194.80</b>	<b>210.20</b>
	D4	PLANTA 1	144.00	206.00	196.00	216.00	235.00
		PLANTA 2	168.00	201.00	189.00	184.00	207.00
PLANTA 3		179.00	203.00	193.00	204.00	217.00	
PLANTA 4		190.00	225.00	215.00	190.00	210.00	
PLANTA 5		198.00	210.00	183.00	194.00	212.00	
<b>PROMEDIO</b>		<b>175.80</b>	<b>209.00</b>	<b>195.20</b>	<b>197.60</b>	<b>216.20</b>	
V 3 KANCOLLA	D1	PLANTA 1	127.00	164.00	155.00	168.00	165.00
		PLANTA 2	134.00	171.00	140.00	150.00	155.00
		PLANTA 3	138.00	180.00	160.00	160.00	193.00
		PLANTA 4	131.00	188.00	141.00	169.00	167.00
		PLANTA 5	151.00	166.00	170.00	188.00	170.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>136.20</b>	<b>173.80</b>	<b>153.20</b>	<b>167.00</b>	<b>170.00</b>
	D2	PLANTA 1	137.00	188.00	146.00	164.00	192.00
		PLANTA 2	138.00	163.00	143.00	169.00	162.00
		PLANTA 3	170.00	170.00	150.00	157.00	173.00
		PLANTA 4	136.00	172.00	138.00	162.00	158.00
		PLANTA 5	173.00	193.00	186.00	184.00	156.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>150.80</b>	<b>177.20</b>	<b>152.60</b>	<b>167.20</b>	<b>168.20</b>
	D3	PLANTA 1	121.00	168.00	155.00	161.00	176.00
		PLANTA 2	147.00	171.00	157.00	151.00	184.00
		PLANTA 3	115.00	130.00	170.00	155.00	166.00
		PLANTA 4	115.00	161.00	197.00	184.00	180.00
		PLANTA 5	114.00	150.00	182.00	167.00	156.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>122.40</b>	<b>156.00</b>	<b>172.20</b>	<b>163.60</b>	<b>172.40</b>
	D4	PLANTA 1	160.00	166.00	155.00	169.00	166.00
		PLANTA 2	155.00	143.00	165.00	176.00	195.00
PLANTA 3		136.00	158.00	156.00	180.00	157.00	
PLANTA 4		143.00	146.00	158.00	156.00	166.00	
PLANTA 5		144.00	180.00	143.00	158.00	156.00	
<b>PROMEDIO</b>		<b>147.60</b>	<b>158.60</b>	<b>155.40</b>	<b>167.80</b>	<b>168.00</b>	
V 4 BLANCA DE JULI	D1	PLANTA 1	157.00	141.00	210.00	184.00	180.00
		PLANTA 2	161.00	206.00	169.00	178.00	157.00
		PLANTA 3	164.00	147.00	217.00	191.00	166.00
		PLANTA 4	191.00	185.00	155.00	208.00	183.00
		PLANTA 5	159.00	201.00	192.00	135.00	172.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>166.40</b>	<b>176.00</b>	<b>188.60</b>	<b>179.20</b>	<b>171.60</b>
	D2	PLANTA 1	171.00	139.00	165.00	164.00	164.00
		PLANTA 2	202.00	146.00	156.00	166.00	199.00
		PLANTA 3	206.00	161.00	187.00	201.00	186.00
		PLANTA 4	163.00	149.00	181.00	173.00	210.00
		PLANTA 5	188.00	168.00	211.00	145.00	200.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>186.00</b>	<b>152.60</b>	<b>180.00</b>	<b>169.80</b>	<b>191.80</b>
	D3	PLANTA 1	152.00	171.00	174.00	164.00	198.00
		PLANTA 2	175.00	139.00	200.00	194.00	205.00
		PLANTA 3	197.00	181.00	163.00	198.00	226.00
		PLANTA 4	157.00	162.00	193.00	210.00	211.00
		PLANTA 5	173.00	170.00	192.00	176.00	182.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>170.80</b>	<b>164.60</b>	<b>184.40</b>	<b>188.40</b>	<b>204.40</b>
	D4	PLANTA 1	129.00	145.00	192.00	201.00	172.00
		PLANTA 2	142.00	140.00	172.00	229.00	168.00
PLANTA 3		149.00	174.00	181.00	210.00	160.00	
PLANTA 4		207.00	138.00	191.00	220.00	193.00	
PLANTA 5		175.00	162.00	194.00	181.00	172.00	
<b>PROMEDIO</b>		<b>160.40</b>	<b>151.80</b>	<b>186.00</b>	<b>208.20</b>	<b>173.00</b>	

## Anexo 2

### Cartilla de evaluación de diámetro de tallo (cm)

CARTILLA DE EVALUACION DEL CULTIVO DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa Will.</i> )							
Lugar:	FUNDO LA BANDA HUASACACHE-UCSM			Cultivo:	Quinua		
Tipo de Riego:	GRAVEDAD			Fecha. Plantación:	9/07/2024		
(CE) de Agua:				Area:			
Altitud:	2203			Variable:	Diámetro de tallo (Cm)		
Evaluador:							
FECHA DE EVALUACION	27/09/2024						
VARIEDAD	DOSIS	PLANTA	B1	B2	B3	B4	B5
V 1	D1	PLANTA1	0.5	0.6	0.8	1.1	1.3
		PLANTA2	0.5	0.8	0.9	1.0	1.0
		PLANTA3	0.5	0.8	0.9	1.0	1.0
		PLANTA4	0.4	0.8	0.9	1.3	1.1
		PLANTA5	0.8	1.4	0.9	1.2	0.9
		PROMEDIO	0.54	0.88	0.88	1.12	1.06
	D2	PLANTA1	0.8	0.8	0.9	0.8	1.1
		PLANTA2	0.9	1.0	1.0	1.3	0.5
		PLANTA3	0.6	0.9	1.0	1.2	1.0
		PLANTA4	0.5	1.2	0.9	0.9	0.9
		PLANTA5	0.9	1.0	1.0	0.9	1.3
		PROMEDIO	0.74	0.98	0.96	1.02	0.96
	D3	PLANTA1	0.5	1.0	1.3	0.9	1.1
		PLANTA2	0.5	0.7	0.9	0.8	1.2
		PLANTA3	0.5	1.0	0.6	1.0	0.9
		PLANTA4	0.7	0.5	1.1	1.3	1.6
		PLANTA5	0.6	0.8	0.8	0.8	1.2
		PROMEDIO	0.56	0.8	0.94	0.96	1.2
	D4	PLANTA1	0.6	1.5	0.5	1.1	0.9
		PLANTA2	0.6	0.8	0.5	0.6	1.0
PLANTA3		1.0	0.8	0.6	0.9	0.6	
PLANTA4		0.9	0.9	0.8	0.7	0.9	
PLANTA5		0.9	1.6	0.6	1.1	1.0	
PROMEDIO		0.8	1.12	0.6	0.88	0.88	
V 3	D1	PLANTA1	1.0	0.8	0.7	0.6	0.9
		PLANTA2	0.6	0.9	0.5	1.0	0.8
		PLANTA3	0.9	0.8	0.6	1.1	1.1
		PLANTA4	0.6	0.8	0.5	0.7	0.7
		PLANTA5	0.6	0.6	0.9	1.5	1.0
		PROMEDIO	0.7	0.8	0.6	1.0	0.9
	D2	PLANTA1	0.9	1.1	0.7	0.6	1.2
		PLANTA2	0.9	0.5	0.5	1.0	1.2
		PLANTA3	1.0	0.6	0.6	0.6	1.1
		PLANTA4	0.8	0.8	0.7	0.8	1.0
		PLANTA5	0.6	1.0	1.0	0.9	1.0
		PROMEDIO	0.84	0.8	0.7	0.78	1.1
	D3	PLANTA1	0.4	0.5	0.7	0.9	1.3
		PLANTA2	0.4	0.7	0.6	0.7	1.0
		PLANTA3	0.4	0.4	0.9	0.6	0.8
		PLANTA4	0.4	0.9	1.2	1.0	0.7
		PLANTA5	0.4	0.6	0.8	0.7	1.3
		PROMEDIO	0.4	0.62	0.84	0.78	1.02
	D4	PLANTA1	0.8	0.8	0.8	1.1	1.3
		PLANTA2	0.6	0.6	0.6	0.6	1.0
PLANTA3		0.5	0.9	1.0	1.1	0.7	
PLANTA4		0.3	0.7	0.9	0.6	0.5	
PLANTA5		0.4	1.0	0.8	0.8	0.7	
PROMEDIO		0.52	0.8	0.82	0.84	0.84	
V 4	D1	PLANTA1	0.6	0.8	2.1	1.1	1.0
		PLANTA2	0.7	1.0	0.7	1.1	1.0
		PLANTA3	0.5	0.9	0.8	1.2	1.0
		PLANTA4	0.5	1.0	1.3	1.9	1.1
		PLANTA5	0.6	0.7	0.6	0.7	1.2
		PROMEDIO	0.58	0.88	1.1	1.2	1.06
	D2	PLANTA1	0.7	0.5	0.7	0.9	0.9
		PLANTA2	1.2	0.4	0.6	0.9	1.0
		PLANTA3	1.2	0.7	0.9	1.8	1.3
		PLANTA4	0.6	0.6	1.1	0.8	1.0
		PLANTA5	1.1	0.7	1.1	0.8	1.9
		PROMEDIO	0.96	0.58	0.88	1.04	1.22
	D3	PLANTA1	0.9	0.8	1.1	1.0	1.3
		PLANTA2	1.0	0.5	1.2	1.0	1.2
		PLANTA3	0.9	0.9	0.8	1.1	1.1
		PLANTA4	0.7	0.7	1.0	0.9	1.2
		PLANTA5	0.9	0.9	1.1	1.1	0.9
		PROMEDIO	0.88	0.76	1.04	1.02	1.14
	D4	PLANTA1	0.3	0.9	1.3	1.0	0.7
		PLANTA2	0.7	0.4	1.0	1.3	0.8
PLANTA3		0.7	0.6	1.0	0.9	0.7	
PLANTA4		0.7	0.5	1.0	1.1	1.4	
PLANTA5		0.7	0.5	0.6	1.2	1.6	
PROMEDIO		0.62	0.58	0.98	1.1	1.04	

CARTILLA DE EVALUACION DEL CULTIVO DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa Will.</i> )							
Lugar:	FUNDO LA BANDA HUASACACHE-UCSM			Cultivo:	Quinua		
Tipo de Riego:	GRAVEDAD			Fech. Plantación:	9/07/2024		
Tipo de Suelo:				Area:			
(CE) de Agua:				Variable:	Diametro de tallo (Cm)		
Altitud:	2203						
Evaluador:							
FECHA DE EVALUACION	13/10/2024						
VARIEDAD	DOSIS	PLANTA	B1	B2	B3	B4	B5
V 1	D1	PLANTA 1	0.6	0.8	1.2	1.5	1.3
		PLANTA 2	0.5	0.8	0.9	1.0	1.4
		PLANTA 3	0.5	0.9	1.2	1.1	1.0
		PLANTA 4	0.6	0.8	1.2	1.5	1.1
		PLANTA 5	0.8	1.8	1.1	1.4	1.1
	PROMEDIO	0.6	1.02	1.12	1.3	1.18	
	D2	PLANTA 1	0.8	1.2	0.9	0.9	1.5
		PLANTA 2	0.9	1.1	1.0	1.3	0.6
		PLANTA 3	0.6	0.9	1.0	1.3	1.0
		PLANTA 4	0.6	1.4	0.9	1.3	0.9
		PLANTA 5	0.9	1.0	1.0	1.0	1.3
	PROMEDIO	0.76	1.12	0.96	1.16	1.06	
	D3	PLANTA 1	0.5	1.0	1.3	0.9	1.2
		PLANTA 2	0.5	0.7	1.3	1.0	1.2
		PLANTA 3	0.5	1.0	0.8	1.0	0.9
		PLANTA 4	0.7	0.6	1.3	1.3	1.6
		PLANTA 5	0.7	0.8	0.8	0.9	1.7
	PROMEDIO	0.58	0.82	1.1	1.02	1.32	
	D4	PLANTA 1	0.6	1.5	0.7	1.1	1.2
		PLANTA 2	0.8	0.9	0.9	0.7	1.0
PLANTA 3		1.0	1.1	0.8	0.9	0.7	
PLANTA 4		0.9	1.3	1.0	0.9	0.9	
PLANTA 5		1.0	1.9	0.7	1.3	1.6	
PROMEDIO	0.86	1.34	0.82	0.98	1.08		
V 3	D1	PLANTA 1	1.0	0.8	0.7	0.9	0.9
		PLANTA 2	0.7	0.9	0.5	1.0	0.8
		PLANTA 3	0.9	0.9	0.7	1.1	1.5
		PLANTA 4	0.6	0.8	0.5	0.7	0.7
		PLANTA 5	0.7	0.6	1.0	1.5	1.1
	PROMEDIO	0.8	0.8	0.7	1.0	1.0	
	D2	PLANTA 1	0.9	1.3	0.7	0.6	1.5
		PLANTA 2	0.9	0.7	0.5	1.0	1.2
		PLANTA 3	1.0	0.7	0.6	0.7	1.3
		PLANTA 4	0.8	0.9	0.7	0.9	1.0
		PLANTA 5	0.7	1.3	1.3	1.0	1.0
	PROMEDIO	0.86	0.98	0.76	0.84	1.2	
	D3	PLANTA 1	0.4	0.8	0.8	0.9	1.4
		PLANTA 2	0.6	0.7	0.6	0.7	1.8
		PLANTA 3	0.4	1.0	0.9	0.8	1.7
		PLANTA 4	0.4	0.9	1.2	1.3	1.5
		PLANTA 5	0.4	1.0	0.9	0.7	1.4
	PROMEDIO	0.44	0.88	0.88	0.88	1.56	
	D4	PLANTA 1	0.9	0.8	0.9	1.1	1.7
		PLANTA 2	0.7	0.9	0.7	0.8	1.5
PLANTA 3		0.5	0.9	1.0	1.1	1.1	
PLANTA 4		0.5	1.1	0.9	0.6	1.0	
PLANTA 5		0.4	1.0	0.9	0.9	1.1	
PROMEDIO	0.6	0.94	0.88	0.9	1.28		
V 4	D1	PLANTA 1	0.7	0.8	2.1	1.1	1.0
		PLANTA 2	1.0	1.1	0.9	1.2	1.0
		PLANTA 3	0.6	0.9	1.8	1.2	1.0
		PLANTA 4	0.5	1.1	1.3	1.9	1.4
		PLANTA 5	0.6	0.9	0.8	0.7	1.3
	PROMEDIO	0.68	0.96	1.38	1.22	1.14	
	D2	PLANTA 1	0.7	0.6	0.8	0.9	0.9
		PLANTA 2	1.2	0.5	0.8	0.9	1.3
		PLANTA 3	1.4	0.7	1.1	1.8	1.3
		PLANTA 4	0.7	0.6	1.4	0.9	1.0
		PLANTA 5	1.1	0.7	1.2	0.9	1.9
	PROMEDIO	1.02	0.62	1.06	1.08	1.28	
	D3	PLANTA 1	0.9	1.0	1.1	1.1	1.3
		PLANTA 2	1.0	0.5	1.5	1.0	1.4
		PLANTA 3	1.1	1.2	0.9	1.1	1.2
		PLANTA 4	0.8	0.9	1.5	1.1	1.5
		PLANTA 5	0.9	0.9	1.4	1.2	1.0
	PROMEDIO	0.94	0.9	1.28	1.1	1.28	
	D4	PLANTA 1	0.3	0.9	1.3	1.3	0.7
		PLANTA 2	0.7	0.6	1.3	1.4	0.8
PLANTA 3		0.7	0.8	1.0	1.4	0.7	
PLANTA 4		0.9	0.5	1.2	1.5	1.4	
PLANTA 5		0.8	0.6	0.7	1.2	1.6	
PROMEDIO	0.68	0.68	1.1	1.36	1.04		

CARTILLA DE EVALUACION DEL CULTIVO DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa Will.</i> )							
Lugar:	FUNDO LA BANDA HUASACACHE-UCSM			Cultivo:	Quinoa		
Tipo de Riego:	GRAVEDAD			Fech. Plantacion	9/07/2024		
Tipo de Suelo:				Area:			
(CE) de Agua:				Variable:	Diametro de tallo (Cm)		
Altitud:	2203						
Evaluador:							
FECHA DE EVALUACION	14/10/2024						
VARIEDAD	DOSIS	PLANTA	B1	B2	B3	B4	B5
V 1	D1	PLANTA 1	0.7	1	1.1	1.6	1.3
		PLANTA 2	0.6	1.1	0.8	1.5	1.6
		PLANTA 3	0.5	0.9	1.2	1.4	1.4
		PLANTA 4	0.7	0.9	1.2	1.4	1.3
		PLANTA 5	1	1.8	1.2	1.5	1.2
	PROMEDIO	0.7	1.14	1.1	1.48	1.36	
	D2	PLANTA 1	0.9	1.2	0.9	1.1	1.5
		PLANTA 2	1	1.2	1.0	1.1	0.8
		PLANTA 3	0.7	1.1	1.1	1.3	1.1
		PLANTA 4	0.7	1.4	1	1.1	1
		PLANTA 5	1.1	1.2	1.0	1.1	1.3
	PROMEDIO	0.88	1.22	1	1.14	1.14	
	D3	PLANTA 1	0.6	1.0	1.6	1	1.6
		PLANTA 2	0.6	0.8	1.3	1.0	1.4
		PLANTA 3	0.7	0.9	0.9	1.1	1
		PLANTA 4	0.7	0.6	1.4	1.4	1.5
		PLANTA 5	0.8	1	0.9	1	1.5
	PROMEDIO	0.68	0.86	1.22	1.1	1.4	
	D4	PLANTA 1	0.7	1	0.8	1.3	1.4
		PLANTA 2	0.7	1	0.8	0.9	1.2
PLANTA 3		1.0	1.1	0.8	1.1	1	
PLANTA 4		0.9	1.3	1.0	1	1	
PLANTA 5		1.1	1.4	0.9	1.3	1.3	
PROMEDIO	0.88	1.16	0.86	1.12	1.18		
V 3	D1	PLANTA 1	0.7	0.9	0.7	0.9	1
		PLANTA 2	0.7	1	0.7	1.0	1
		PLANTA 3	0.7	0.9	0.8	1.1	1.5
		PLANTA 4	0.4	1	0.7	0.9	0.9
		PLANTA 5	0.7	0.7	1.0	1.4	1.2
	PROMEDIO	0.6	0.9	0.8	1.1	1.1	
	D2	PLANTA 1	0.7	1.5	0.9	0.9	1.5
		PLANTA 2	0.8	0.6	0.6	1.0	1.2
		PLANTA 3	1.0	0.8	0.7	0.7	1.5
		PLANTA 4	0.8	1	0.7	1	1.2
		PLANTA 5	0.8	1.5	1.4	1.1	1.5
	PROMEDIO	0.82	1.08	0.86	0.94	1.38	
	D3	PLANTA 1	0.4	0.7	0.8	0.9	1.6
		PLANTA 2	0.5	1	0.7	0.8	2.1
		PLANTA 3	0.4	0.6	1	0.8	1.9
		PLANTA 4	0.4	1.1	1.2	1.3	1.7
		PLANTA 5	0.4	1.0	1	0.8	1.7
	PROMEDIO	0.42	0.88	0.94	0.92	1.8	
	D4	PLANTA 1	0.9	0.9	0.9	1.1	1.9
		PLANTA 2	0.7	0.7	0.8	0.9	1.7
PLANTA 3		0.6	1	1.0	1.1	1.4	
PLANTA 4		0.6	0.7	1	0.7	1.0	
PLANTA 5		0.5	1.0	0.9	1.1	1.3	
PROMEDIO	0.66	0.86	0.92	0.98	1.46		
V 4	D1	PLANTA 1	1	0.8	1.8	1.2	1.2
		PLANTA 2	1.1	1.1	0.9	1.1	1.0
		PLANTA 3	0.9	0.9	1.8	1.4	1.1
		PLANTA 4	0.6	1.2	1.1	1.9	1.6
		PLANTA 5	0.6	1.1	0.9	0.9	1.5
	PROMEDIO	0.84	1.02	1.3	1.3	1.28	
	D2	PLANTA 1	0.7	0.6	0.9	1	0.9
		PLANTA 2	1.2	0.4	0.9	1	1.3
		PLANTA 3	1.4	0.7	1.1	1.8	1.3
		PLANTA 4	0.9	0.7	1.5	1	1.2
		PLANTA 5	1.2	0.8	1.3	1	1.8
	PROMEDIO	1.08	0.64	1.14	1.16	1.3	
	D3	PLANTA 1	0.9	1.0	1	1.2	1.3
		PLANTA 2	1.1	0.5	1.5	1.1	1.5
		PLANTA 3	1.1	1	0.9	1.2	1.3
		PLANTA 4	0.9	0.8	1.5	1.1	1.5
		PLANTA 5	1	0.9	1.4	1.2	1.1
	PROMEDIO	1	0.84	1.26	1.16	1.34	
	D4	PLANTA 1	0.5	0.9	1.3	1.2	0.8
		PLANTA 2	0.8	0.7	1.0	2	0.8
PLANTA 3		0.8	0.7	1.2	1.4	0.9	
PLANTA 4		1	0.4	1.3	1.5	1.3	
PLANTA 5		1	0.7	1	1.4	1.7	
PROMEDIO	0.82	0.68	1.16	1.5	1.1		

CARTILLA DE EVALUACION DEL CULTIVO DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa Will.</i> )							
Lugar:	FUNDO LA BANDA HUASACACHE-UCSM			Cultivo:	Quinua		
Tipo de Riego:	GRAVEDAD			Fech. Plantacion:	9/07/2024		
Tipo de Suelo:				Area:			
(CE) de Agua:				Variable:	Diametro de tallo (Cm)		
Altitud:	2203						
Evaluador:							
FECHA DE EVALUACION	15/11/2024						
VARIEDAD	DOSIS	PLANTA	B1	B2	B3	B4	B5
V1	D1	PLANTA 1	1	1.3	1.2	1.9	1.3
		PLANTA 2	0.8	1.1	0.9	1.8	2.0
		PLANTA 3	0.7	1.1	1.2	1.5	1.5
		PLANTA 4	1	1.1	1.2	1.6	1.6
		PLANTA 5	1.1	2.5	1.4	1.5	1.5
	PROMEDIO	0.92	1.42	1.18	1.66	1.58	
	D2	PLANTA 1	1	1.4	1	1.5	1.5
		PLANTA 2	1.2	1.4	1.0	1.3	1.1
		PLANTA 3	1	1.3	1.2	1.8	1.3
		PLANTA 4	1.2	1.5	1	1.3	1.3
		PLANTA 5	1.2	1.4	1.2	1.3	1.4
	PROMEDIO	1.12	1.4	1.08	1.44	1.32	
	D3	PLANTA 1	0.9	1.2	1.6	1	1.6
		PLANTA 2	1	1.1	1.5	1.0	1.5
		PLANTA 3	1	1.1	0.9	1.3	1.3
		PLANTA 4	1.2	0.9	1.4	1.5	2
		PLANTA 5	1.2	1.1	1	1.5	1.7
	PROMEDIO	1.025	1.08	1.28	1.26	1.62	
	D4	PLANTA 1	1	1.5	0.9	1.6	1.6
		PLANTA 2	1.2	1.1	1	1.5	1.5
PLANTA 3		1.1	1.3	0.9	1.2	1.1	
PLANTA 4		1.1	1.6	1.0	1.2	1.2	
PLANTA 5		1.3	1.9	1	1.3	1.6	
PROMEDIO	1.14	1.48	0.96	1.36	1.4		
V3	D1	PLANTA 1	1.0	0.9	0.8	1.1	1.4
		PLANTA 2	0.8	1	0.7	1.2	1.3
		PLANTA 3	0.9	1	0.9	1.3	1.5
		PLANTA 4	0.6	1	0.7	1.3	1.1
		PLANTA 5	0.7	0.7	1.1	1.5	1.6
	PROMEDIO	0.8	0.9	0.8	1.3	1.4	
	D2	PLANTA 1	1	1.5	0.9	1.1	1.7
		PLANTA 2	0.9	0.7	0.7	1.2	1.6
		PLANTA 3	1.3	1	0.7	1.1	1.7
		PLANTA 4	1.1	1.1	0.7	1.2	1.5
		PLANTA 5	1.2	1.6	1.6	1.4	1.5
	PROMEDIO	1.1	1.18	0.92	1.2	1.6	
	D3	PLANTA 1	0.4	0.8	0.8	1.3	1.8
		PLANTA 2	0.6	1	0.8	1.1	2.2
		PLANTA 3	0.4	1.0	1.8	1.1	2
		PLANTA 4	0.7	1.1	1.3	1.9	1.8
		PLANTA 5	0.5	1.0	1	1.1	2
	PROMEDIO	0.52	0.98	1.14	1.3	1.96	
	D4	PLANTA 1	1	0.9	1	1.2	1.9
		PLANTA 2	1.2	1	0.8	1.2	1.8
PLANTA 3		1	1	1.0	1.3	1.5	
PLANTA 4		1	1.1	1.1	1	1.4	
PLANTA 5		0.8	1.0	1	1.1	1.3	
PROMEDIO	1	1	0.98	1.16	1.58		
V4	D1	PLANTA 1	1.1	0.9	2.1	1.3	1.4
		PLANTA 2	1.2	1.1	1	1.2	1.3
		PLANTA 3	1.1	0.9	1.9	1.5	1.3
		PLANTA 4	1	1.2	1.6	1.9	2
		PLANTA 5	1.1	1.1	1	1.5	1.9
	PROMEDIO	1.1	1.04	1.52	1.48	1.58	
	D2	PLANTA 1	1.1	0.7	1	1	1.4
		PLANTA 2	1.3	0.5	1	1	1.4
		PLANTA 3	1.5	0.7	1.4	2.1	1.4
		PLANTA 4	1.1	0.7	1.6	1	1.4
		PLANTA 5	1.3	0.8	1.4	1	1.9
	PROMEDIO	1.26	0.68	1.28	1.22	1.5	
	D3	PLANTA 1	1.1	1.0	1.1	1.3	1.7
		PLANTA 2	1.4	0.5	1.5	1.1	1.6
		PLANTA 3	1.4	1.2	1	1.2	1.6
		PLANTA 4	1.2	0.9	1.6	1.3	1.6
		PLANTA 5	1.2	0.9	1.5	1.3	1.5
	PROMEDIO	1.26	0.9	1.34	1.24	1.6	
	D4	PLANTA 1	0.8	0.9	1.5	1.3	1.1
		PLANTA 2	1	0.7	1.3	2.1	1.1
PLANTA 3		1.1	0.8	1.7	1.5	1.1	
PLANTA 4		1.6	0.6	1.3	1.5	1.4	
PLANTA 5		1.3	0.8	1	1.6	2	
PROMEDIO	1.16	0.76	1.36	1.6	1.34		

## Anexo 3

### Cartilla de evaluación de número de hojas

CARTILLA DE EVALUACION DEL CULTIVO DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa Will.</i> )							
Lugar:	FUNDOLA BANDA HUASACACHE-UCSM	Cultivo:	Quinua				
Tipo de Suelo:	GRAVEDAD	Fech. Plantación:	9/07/2024				
(CE) de Agua:		Area:					
Altitud:	2203	Variable:	Numero de hojas				
Evaluador:							
FECHA DE EVALUACION	27/09/2024						
VARIEDAD	DOSIS	PLANTA	B1	B2	B3	B4	B5
V 1	D1	PLANTA 1	116	148	164	132	216
		PLANTA 2	124	192	160	160	224
		PLANTA 3	112	172	132	160	216
		PLANTA 4	104	156	172	156	225
		PLANTA 5	112	200	156	152	172
		PROMEDIO	113.6	173.6	156.8	152	210.6
	D2	PLANTA 1	120	160	200	160	196
		PLANTA 2	120	196	196	180	164
		PLANTA 3	100	160	148	196	160
		PLANTA 4	88	192	128	184	196
		PLANTA 5	132	160	184	156	188
		PROMEDIO	112	173.6	171.2	175.2	180.8
	D3	PLANTA 1	116	160	200	200	240
		PLANTA 2	132	140	220	120	220
		PLANTA 3	124	172	148	156	204
		PLANTA 4	168	140	220	160	225
		PLANTA 5	136	136	180	120	165
		PROMEDIO	135.2	149.6	193.6	151.2	210.8
	D4	PLANTA 1	140	204	136	180	196
		PLANTA 2	132	160	140	128	184
PLANTA 3		172	160	128	160	160	
PLANTA 4		140	172	140	132	140	
PLANTA 5		144	236	156	176	180	
PROMEDIO		145.6	186.4	140	155.2	172	
V 3	D1	PLANTA 1	48	116	132	120	140
		PLANTA 2	52	200	140	124	130
		PLANTA 3	60	156	140	176	200
		PLANTA 4	52	136	132	128	100
		PLANTA 5	72	132	200	160	160
		PROMEDIO	56.8	148	148.8	141.6	146
	D2	PLANTA 1	72	192	140	132	140
		PLANTA 2	88	164	180	160	160
		PLANTA 3	108	156	152	120	180
		PLANTA 4	92	164	104	176	160
		PLANTA 5	68	196	168	156	140
		PROMEDIO	85.6	174.4	148.8	148.8	156
	D3	PLANTA 1	60	120	120	148	232
		PLANTA 2	60	140	124	140	160
		PLANTA 3	64	112	180	128	220
		PLANTA 4	64	144	152	132	184
		PLANTA 5	60	136	144	160	220
		PROMEDIO	61.6	130.4	144	141.6	203.2
	D4	PLANTA 1	96	164	160	160	160
		PLANTA 2	72	140	136	120	180
PLANTA 3		76	144	224	164	108	
PLANTA 4		60	128	160	160	112	
PLANTA 5		68	180	172	156	100	
PROMEDIO		74.4	151.2	170.4	152	132	
V 4	D1	PLANTA 1	116	168	152	240	160
		PLANTA 2	176	122	124	132	160
		PLANTA 3	200	120	128	120	188
		PLANTA 4	152	136	160	132	200
		PLANTA 5	124	176	120	120	180
		PROMEDIO	153.6	152.4	136.8	148.8	177.6
	D2	PLANTA 1	176	120	152	132	196
		PLANTA 2	216	100	144	132	208
		PLANTA 3	208	116	160	172	204
		PLANTA 4	140	112	104	164	168
		PLANTA 5	208	140	100	140	152
		PROMEDIO	189.6	117.6	132	148	185.6
	D3	PLANTA 1	180	140	132	144	216
		PLANTA 2	224	144	140	152	212
		PLANTA 3	160	136	140	124	208
		PLANTA 4	196	148	128	160	176
		PLANTA 5	180	160	124	180	124
		PROMEDIO	188	145.6	132.8	152	187.2
	D4	PLANTA 1	156	184	112	208	144
		PLANTA 2	196	152	152	128	164
PLANTA 3		176	144	144	160	164	
PLANTA 4		152	116	128	140	200	
PLANTA 5		160	112	132	92	219	
PROMEDIO		168	141.6	133.6	145.6	178.2	

CARTILLA DE EVALUACION DEL CULTIVO DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa Will.</i> )							
Lugar:	FUNDO LA BANDA HUASACACHE-UCSM			Cultivo:	Quinua		
Tipo de Riego :	GRAVEDAD			Fech. Plantación:	9/07/2024		
Tipo de Suelo:				Area:			
(CE) de Agua:				Variable:	Numero de hojas		
Altitud :	2203						
Evaluador:							
FECHA DE EVALUACIÓN	13/10/2024						
VARIEDAD	DOSIS	PLANTA	B1	B2	B3	B4	B5
V 1	D1	PLANTA 1	208	236	212	336	220
		PLANTA 2	224	268	208	420	280
		PLANTA 3	172	208	260	304	252
		PLANTA 4	192	204	260	324	276
		PLANTA 5	168	272	232	352	252
	PROMEDIO	192.8	237.6	234.4	347.2	256	
	D2	PLANTA 1	224	240	280	320	340
		PLANTA 2	260	252	276	324	164
		PLANTA 3	180	224	264	340	212
		PLANTA 4	144	280	224	244	200
		PLANTA 5	220	232	292	204	292
	PROMEDIO	205.6	245.6	267.2	286.4	241.6	
	D3	PLANTA 1	184	268	352	284	316
		PLANTA 2	180	220	300	244	264
		PLANTA 3	176	244	220	272	252
		PLANTA 4	252	212	288	360	340
		PLANTA 5	196	240	280	212	276
	PROMEDIO	197.6	236.8	288	274.4	289.6	
	D4	PLANTA 1	184	252	252	292	312
		PLANTA 2	228	300	232	212	228
PLANTA 3		248	288	252	248	176	
PLANTA 4		172	280	240	200	160	
PLANTA 5		264	360	224	276	288	
PROMEDIO	219.2	296	240	245.6	232.8		
V 3	D1	PLANTA 1	168	192	180	224	208
		PLANTA 2	132	200	148	188	188
		PLANTA 3	148	204	156	280	288
		PLANTA 4	128	208	160	220	180
		PLANTA 5	188	152	232	280	208
	PROMEDIO	152.8	191.2	175.2	238.4	214.4	
	D2	PLANTA 1	180	224	140	188	212
		PLANTA 2	236	196	180	236	200
		PLANTA 3	256	196	172	200	208
		PLANTA 4	232	188	132	236	172
		PLANTA 5	220	268	132	224	168
	PROMEDIO	224.8	214.4	151.2	216.8	192	
	D3	PLANTA 1	112	192	140	160	248
		PLANTA 2	160	152	132	156	244
		PLANTA 3	100	184	180	180	340
		PLANTA 4	120	172	200	264	240
		PLANTA 5	88	236	188	204	276
	PROMEDIO	116	187.2	168	192.8	269.6	
	D4	PLANTA 1	244	180	160	216	232
		PLANTA 2	212	240	140	180	220
PLANTA 3		172	160	236	228	176	
PLANTA 4		200	232	200	200	172	
PLANTA 5		184	200	180	224	156	
PROMEDIO	202.4	202.4	183.2	209.6	191.2		
V 4	D1	PLANTA 1	208	180	408	240	252
		PLANTA 2	200	224	212	244	246
		PLANTA 3	208	180	280	260	208
		PLANTA 4	156	184	236	332	292
		PLANTA 5	212	196	196	212	276
	PROMEDIO	196.8	192.8	266.4	257.6	254.8	
	D2	PLANTA 1	212	216	248	228	208
		PLANTA 2	296	140	224	252	208
		PLANTA 3	300	180	268	356	276
		PLANTA 4	184	184	236	196	268
		PLANTA 5	284	200	268	208	336
	PROMEDIO	255.2	184	248.8	248	259.2	
	D3	PLANTA 1	204	212	240	316	260
		PLANTA 2	240	200	288	320	284
		PLANTA 3	216	212	224	264	336
		PLANTA 4	224	200	356	264	228
		PLANTA 5	232	200	280	272	160
	PROMEDIO	223.2	204.8	277.6	287.2	253.6	
	D4	PLANTA 1	160	240	340	280	172
		PLANTA 2	212	200	240	392	180
PLANTA 3		180	192	288	244	184	
PLANTA 4		200	140	296	280	304	
PLANTA 5		224	228	188	228	288	
PROMEDIO	195.2	200	270.4	284.8	225.6		

CARTILLA DE EVALUACION DEL CULTIVO DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa Will.</i> )							
Lugar:	FUNDO LA BANDA HUASACACHE-UCSM			Cultivo:	Quinoa		
Tipo de Riego:	GRAVEDAD			Fech. Plantacion:	9/07/2024		
Tipo de Suelo:				Area:			
(CE) de Agua:				Variable:	Numero de hojas		
Altitud:	2203						
Evaluador:							
FECHA DE EVALUACION	14/10/2024						
VARIEDAD	DOSIS	PLANTA	B1	B2	B3	B4	B5
V 1	D1	PLANTA 1	144	240	268	320	244
		PLANTA 2	180	216	260	360	212
		PLANTA 3	192	176	156	320	224
		PLANTA 4	180	204	304	300	276
		PLANTA 5	296	368	376	300	228
	<b>PROMEDIO</b>	<b>198.4</b>	<b>240.8</b>	<b>272.8</b>	<b>320</b>	<b>236.8</b>	
	D2	PLANTA 1	180	244	224	256	224
		PLANTA 2	240	236	208	304	108
		PLANTA 3	168	224	228	360	204
		PLANTA 4	160	220	232	236	184
		PLANTA 5	256	232	240	208	348
	<b>PROMEDIO</b>	<b>200.8</b>	<b>231.2</b>	<b>226.4</b>	<b>272.8</b>	<b>213.6</b>	
	D3	PLANTA 1	184	272	360	180	272
		PLANTA 2	160	240	300	280	368
		PLANTA 3	172	284	252	272	248
		PLANTA 4	220	184	352	340	296
		PLANTA 5	224	240	240	208	292
	<b>PROMEDIO</b>	<b>192</b>	<b>244</b>	<b>300.8</b>	<b>256</b>	<b>295.2</b>	
	D4	PLANTA 1	188	390	232	284	352
		PLANTA 2	264	240	220	188	176
PLANTA 3		188	196	236	228	148	
PLANTA 4		244	240	240	172	112	
PLANTA 5		240	276	272	292	256	
<b>PROMEDIO</b>	<b>224.8</b>	<b>268.4</b>	<b>240</b>	<b>232.8</b>	<b>208.8</b>		
V 3	D1	PLANTA 1	224	220	240	192	100
		PLANTA 2	232	224	180	68	80
		PLANTA 3	196	236	196	120	148
		PLANTA 4	156	208	140	88	92
		PLANTA 5	196	160	236	112	140
	<b>PROMEDIO</b>	<b>200.8</b>	<b>209.6</b>	<b>198.4</b>	<b>116</b>	<b>112</b>	
	D2	PLANTA 1	260	264	90	124	112
		PLANTA 2	248	192	144	148	128
		PLANTA 3	192	216	208	100	112
		PLANTA 4	180	180	144	152	132
		PLANTA 5	212	288	272	140	104
	<b>PROMEDIO</b>	<b>218.4</b>	<b>228</b>	<b>171.6</b>	<b>132.8</b>	<b>117.6</b>	
	D3	PLANTA 1	136	125	184	92	204
		PLANTA 2	240	260	184	120	284
		PLANTA 3	184	194	260	156	276
		PLANTA 4	168	252	252	212	216
		PLANTA 5	132	220	300	176	160
	<b>PROMEDIO</b>	<b>172</b>	<b>210.2</b>	<b>236</b>	<b>151.2</b>	<b>228</b>	
	D4	PLANTA 1	240	220	236	124	152
		PLANTA 2	292	152	192	100	176
PLANTA 3		156	200	248	128	76	
PLANTA 4		172	124	242	128	80	
PLANTA 5		152	236	200	156	176	
<b>PROMEDIO</b>	<b>202.4</b>	<b>186.4</b>	<b>225.6</b>	<b>127.2</b>	<b>132</b>		
V 4	D1	PLANTA 1	160	212	448	196	156
		PLANTA 2	196	304	252	200	136
		PLANTA 3	224	176	344	208	96
		PLANTA 4	160	184	280	240	388
		PLANTA 5	180	204	228	200	216
	<b>PROMEDIO</b>	<b>184</b>	<b>216</b>	<b>310.4</b>	<b>208.8</b>	<b>198.4</b>	
	D2	PLANTA 1	180	196	256	224	132
		PLANTA 2	300	144	240	184	160
		PLANTA 3	360	160	224	340	136
		PLANTA 4	212	124	212	208	168
		PLANTA 5	252	200	300	156	240
	<b>PROMEDIO</b>	<b>260.8</b>	<b>164.8</b>	<b>246.4</b>	<b>222.4</b>	<b>167.2</b>	
	D3	PLANTA 1	147	264	216	260	124
		PLANTA 2	220	120	340	256	176
		PLANTA 3	200	184	180	276	160
		PLANTA 4	204	192	360	248	100
		PLANTA 5	232	192	368	208	116
	<b>PROMEDIO</b>	<b>200.6</b>	<b>190.4</b>	<b>292.8</b>	<b>249.6</b>	<b>135.2</b>	
	D4	PLANTA 1	160	152	288	272	72
		PLANTA 2	160	172	256	376	104
PLANTA 3		192	176	320	220	100	
PLANTA 4		290	140	280	336	172	
PLANTA 5		208	172	200	220	176	
<b>PROMEDIO</b>	<b>202</b>	<b>162.4</b>	<b>268.8</b>	<b>284.8</b>	<b>124.8</b>		

CARTILLA DE EVALUACION DEL CULTIVO DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa Will.</i> )							
Lugar:	FUNDO LA BANDA HUASACACHE-UJCSM			Cultivo:	Quinoa		
Tipo de Riego:	GRAVEDAD			Fech. Plantacion:	9/07/2024		
Tipo de Suelo:				Area:			
(CE) de Agua:				Variable:	Numero de hojas		
Altitud:	2203						
Evaluador:							
FECHA DE EVALUACION	15/11/2024						
VARIEDAD	DOSIS	PLANTA	B1	B2	B3	B4	B5
V 1	D1	PLANTA 1	208	112	128	104	120
		PLANTA 2	184	64	68	84	68
		PLANTA 3	100	96	116	152	208
		PLANTA 4	68	68	72	120	72
		PLANTA 5	116	56	48	112	120
	PROMEDIO	135.2	79.2	86.4	114.4	117.6	
	D2	PLANTA 1	148	120	32	112	100
		PLANTA 2	180	68	64	108	140
		PLANTA 3	140	168	60	64	140
		PLANTA 4	144	52	40	120	80
		PLANTA 5	160	220	168	104	120
	PROMEDIO	154.4	125.6	72.8	101.6	116	
	D3	PLANTA 1	44	120	72	124	160
		PLANTA 2	140	196	80	80	168
		PLANTA 3	108	72	100	96	240
		PLANTA 4	40	124	128	160	180
		PLANTA 5	44	136	200	120	160
	PROMEDIO	75.2	129.6	116	116	181.6	
	D4	PLANTA 1	176	96	128	68	152
		PLANTA 2	172	60	88	108	180
PLANTA 3		128	60	136	68	80	
PLANTA 4		132	72	116	72	48	
PLANTA 5		68	128	156	116	140	
PROMEDIO	135.2	83.2	124.8	86.4	120		
V 3	D1	PLANTA 1	76	176	148	260	280
		PLANTA 2	72	180	160	280	384
		PLANTA 3	104	160	212	240	184
		PLANTA 4	100	140	180	176	200
		PLANTA 5	112	280	220	200	288
	PROMEDIO	92.8	187.2	184	231.2	267.2	
	D2	PLANTA 1	100	204	104	240	160
		PLANTA 2	176	128	128	200	148
		PLANTA 3	96	180	140	280	120
		PLANTA 4	132	140	116	120	152
		PLANTA 5	124	128	160	200	240
	PROMEDIO	125.6	156	129.6	208	164	
	D3	PLANTA 1	76	216	156	180	212
		PLANTA 2	64	200	120	240	160
		PLANTA 3	96	168	136	156	192
		PLANTA 4	80	112	224	288	300
		PLANTA 5	120	224	144	140	264
	PROMEDIO	87.2	184	156	200.8	225.6	
	D4	PLANTA 1	100	200	168	288	208
		PLANTA 2	164	180	88	200	136
PLANTA 3		72	160	96	160	136	
PLANTA 4		128	172	144	124	160	
PLANTA 5		160	252	116	232	208	
PROMEDIO	124.8	192.8	122.4	200.8	169.6		
V 4	D1	PLANTA 1	99	160	300	80	168
		PLANTA 2	80	156	100	104	120
		PLANTA 3	112	104	200	124	32
		PLANTA 4	44	100	120	180	180
		PLANTA 5	84	140	120	72	120
	PROMEDIO	83.8	132	168	112	124	
	D2	PLANTA 1	80	72	100	100	100
		PLANTA 2	152	108	136	48	140
		PLANTA 3	200	100	68	300	160
		PLANTA 4	72	48	96	112	160
		PLANTA 5	140	152	160	76	180
	PROMEDIO	128.8	96	112	127.2	148	
	D3	PLANTA 1	120	148	160	160	156
		PLANTA 2	128	80	180	240	204
		PLANTA 3	132	168	108	152	80
		PLANTA 4	92	120	248	208	120
		PLANTA 5	124	140	200	208	128
	PROMEDIO	119.2	131.2	179.2	193.6	137.6	
	D4	PLANTA 1	28	108	160	128	80
		PLANTA 2	60	148	160	200	68
PLANTA 3		56	140	168	140	80	
PLANTA 4		112	68	128	160	88	
PLANTA 5		144	208	140	96	180	
PROMEDIO	80	134.4	151.2	144.8	99.2		

## Anexo 4

### Cartilla de evaluación de longitud de panoja (cm)

CARTILLA DE EVALUACION DEL CULTIVO DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa Will.</i> )							
Lugar:	FUNDO LA BANDA HUASACACHE-UCSM			Cultivo:	QUINUA		
Tipo de Riego:	GRAVEDAD			Fech. Plantacion	9/07/2024		
(CE) de Agua:				Area:			
Altitud:	2203			Variable:	Longitud de panoja (Cm)		
Evaludador:	AGUILAR FLORES,PERCY						
FECHA DE EVALUACIÓN	13/10/2024						
VARIEDAD	DOSIS	PLANTA	B1	B2	B3	B4	B5
V 1 ALTIPLANO	D1	PLANTA 1	47.00	55.00	40.00	60.00	54.00
		PLANTA 2	62.00	61.00	40.00	37.00	60.00
		PLANTA 3	55.00	47.00	45.00	55.00	67.00
		PLANTA 4	55.00	69.00	41.00	61.00	51.00
		PLANTA 5	66.00	53.00	67.00	80.00	47.00
		PROMEDIO	57.00	57.00	46.60	58.60	55.80
	D2	PLANTA 1	56.00	75.00	55.00	48.00	82.00
		PLANTA 2	60.00	60.00	50.00	62.00	58.00
		PLANTA 3	67.00	57.00	42.00	57.00	77.00
		PLANTA 4	56.00	67.00	39.00	47.00	54.00
		PLANTA 5	64.00	61.00	63.00	65.00	58.00
		PROMEDIO	60.60	64.00	49.80	55.80	65.80
	D3	PLANTA 1	52.00	40.00	50.00	50.00	70.00
		PLANTA 2	53.00	60.00	50.00	45.00	65.00
		PLANTA 3	43.00	40.00	60.00	51.00	78.00
		PLANTA 4	36.00	62.00	67.00	54.00	70.00
		PLANTA 5	40.00	60.00	55.00	66.00	72.00
		PROMEDIO	44.80	52.40	56.40	53.20	71.00
	D4	PLANTA 1	66.00	65.00	54.00	59.00	79.00
		PLANTA 2	59.00	49.00	59.00	47.00	79.00
PLANTA 3		49.00	54.00	54.00	69.00	60.00	
PLANTA 4		55.00	43.00	47.00	56.00	59.00	
PLANTA 5		52.00	67.00	34.00	54.00	66.00	
PROMEDIO		56.20	55.60	49.60	57.00	68.60	
V 3 KANCOLLA	D1	PLANTA 1	30.00	32.00	40.00	47.00	40.00
		PLANTA 2	35.00	31.00	30.00	51.00	37.00
		PLANTA 3	35.00	31.00	38.00	45.00	36.00
		PLANTA 4	40.00	32.00	39.00	54.00	34.00
		PLANTA 5	36.00	54.00	39.00	47.00	22.00
		PROMEDIO	35.20	36.00	37.20	48.80	33.80
	D2	PLANTA 1	30.00	44.00	30.00	54.00	54.00
		PLANTA 2	26.00	53.00	39.00	46.00	27.00
		PLANTA 3	32.00	31.00	41.00	58.00	40.00
		PLANTA 4	29.00	39.00	39.00	46.00	30.00
		PLANTA 5	45.00	31.00	49.00	35.00	39.00
		PROMEDIO	32.40	39.60	39.60	43.00	38.00
	D3	PLANTA 1	27.00	33.00	60.00	30.00	55.00
		PLANTA 2	36.00	26.00	49.00	36.00	48.00
		PLANTA 3	32.00	44.00	38.00	37.00	31.00
		PLANTA 4	31.00	23.00	35.00	47.00	39.00
		PLANTA 5	31.00	42.00	34.00	29.00	52.00
		PROMEDIO	31.40	33.60	43.20	35.80	45.00
	D4	PLANTA 1	24.00	43.00	46.00	35.00	73.00
		PLANTA 2	30.00	37.00	44.00	25.00	37.00
PLANTA 3		32.00	41.00	45.00	10.00	51.00	
PLANTA 4		26.00	48.00	46.00	41.00	23.00	
PLANTA 5		39.00	65.00	35.00	30.00	52.00	
PROMEDIO		30.20	46.80	43.20	28.20	47.20	
V 4 BLANCA DE JULI	D1	PLANTA 1	54.00	48.00	86.00	74.00	67.00
		PLANTA 2	74.00	85.00	64.00	72.00	58.00
		PLANTA 3	49.00	45.00	75.00	65.00	56.00
		PLANTA 4	50.00	53.00	56.00	72.00	72.00
		PLANTA 5	58.00	61.00	30.00	50.00	70.00
		PROMEDIO	57.00	58.40	62.20	66.60	64.60
	D2	PLANTA 1	56.00	53.00	42.00	38.00	45.00
		PLANTA 2	58.00	35.00	45.00	46.00	66.00
		PLANTA 3	55.00	52.00	58.00	77.00	59.00
		PLANTA 4	44.00	50.00	57.00	57.00	59.00
		PLANTA 5	50.00	53.00	64.00	33.00	70.00
		PROMEDIO	52.60	48.60	53.20	50.20	59.80
	D3	PLANTA 1	33.00	57.00	44.00	49.00	74.00
		PLANTA 2	65.00	40.00	58.00	50.00	77.00
		PLANTA 3	36.00	52.00	50.00	69.00	82.00
		PLANTA 4	44.00	46.00	50.00	59.00	79.00
		PLANTA 5	62.00	55.00	55.00	60.00	42.00
		PROMEDIO	48.00	50.00	51.40	57.40	70.80
	D4	PLANTA 1	46.00	44.00	63.00	75.00	39.00
		PLANTA 2	50.00	39.00	54.00	80.00	54.00
PLANTA 3		41.00	67.00	55.00	80.00	47.00	
PLANTA 4		62.00	33.00	60.00	69.00	50.00	
PLANTA 5		59.00	53.00	22.00	51.00	53.00	
PROMEDIO		51.60	47.20	50.80	71.00	48.60	

## Anexo 5

### Cartilla de evaluación de diámetro de panoja (cm)

CARTILLA DE EVALUACION DEL CULTIVO DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa Will.</i> )							
Lugar:	FUNDO LA BANDA HUASACACHE-UCSM	Cultivo:	Quinua				
Tipo de Riego :	GRAVEDAD	Fech. Plantacion	9/07/2024				
(CE) de Agua :		Area:					
Altitud :	2203	Variable:	Diámetro de panoja (Cm)				
Evaluador:	AGUILAR FLORES,PERCY						
FECHA DE EVALUACION	13/10/2024						
VARIEDAD	DOSIS	PLANTA	B1	B2	B3	B4	B5
V 1	D1	PLANTA 1	7.0	8.0	7.0	7.0	9.0
		PLANTA 2	6.0	8.0	4.0	6.5	8.0
		PLANTA 3	7.0	7.0	5.0	8.0	13.0
		PLANTA 4	7.0	6.0	4.0	6.0	16.0
		PLANTA 5	8.0	5.0	7.0	8.0	11.0
		<b>PROMEDIO</b>	<b>7</b>	<b>6.8</b>	<b>5.4</b>	<b>7.1</b>	<b>11.4</b>
	D2	PLANTA 1	9.0	8.0	4.0	8.0	10.0
		PLANTA 2	8.0	6.0	6.0	5.0	8.0
		PLANTA 3	8.0	7.0	6.0	5.0	9.0
		PLANTA 4	8.0	7.0	5.0	7.0	8.0
		PLANTA 5	9.0	10.0	8.0	7.0	7.0
		<b>PROMEDIO</b>	<b>8.4</b>	<b>7.6</b>	<b>5.8</b>	<b>6.4</b>	<b>8.4</b>
	D3	PLANTA 1	4.5	6.0	6.0	7.0	10.0
		PLANTA 2	6.0	8.0	5.0	8.0	13.0
		PLANTA 3	5.5	5.0	7.0	7.0	14.0
		PLANTA 4	5.0	9.0	9.0	13.0	15.0
		PLANTA 5	6.0	8.0	8.0	7.0	15.0
		<b>PROMEDIO</b>	<b>5.4</b>	<b>7.2</b>	<b>7</b>	<b>8.4</b>	<b>13.4</b>
	D4	PLANTA 1	11.0	5.0	7.0	8.0	10.0
		PLANTA 2	9.0	5.0	5.0	7.5	14.0
PLANTA 3		6.0	7.0	7.0	7.0	8.0	
PLANTA 4		6.0	6.0	8.0	6.0	8.0	
PLANTA 5		5.5	8.0	7.0	8.0	13.0	
<b>PROMEDIO</b>		<b>7.5</b>	<b>6.2</b>	<b>6.8</b>	<b>7.3</b>	<b>10.6</b>	
V 3	D1	PLANTA 1	6.0	10.0	11.0	12.0	9.0
		PLANTA 2	5.0	7.0	6.0	13.0	15.0
		PLANTA 3	5.0	7.0	9.0	11.0	8.0
		PLANTA 4	5.0	7.0	9.0	12.0	8.0
		PLANTA 5	7.0	12.0	11.0	11.0	10.0
		<b>PROMEDIO</b>	<b>5.6</b>	<b>8.6</b>	<b>9.2</b>	<b>11.8</b>	<b>10.0</b>
	D2	PLANTA 1	9.0	8.0	9.0	11.0	10.0
		PLANTA 2	8.0	8.0	8.0	11.0	6.0
		PLANTA 3	5.5	9.0	9.0	11.0	7.0
		PLANTA 4	4.5	8.0	7.0	6.0	9.0
		PLANTA 5	7.0	8.0	8.0	11.0	10.0
		<b>PROMEDIO</b>	<b>6.8</b>	<b>8.2</b>	<b>8.2</b>	<b>10</b>	<b>8.4</b>
	D3	PLANTA 1	6.0	8.0	11.0	9.0	9.0
		PLANTA 2	5.0	6.0	8.0	7.0	11.0
		PLANTA 3	8.0	8.0	6.0	8.0	11.0
		PLANTA 4	8.0	7.0	8.0	10.0	11.0
		PLANTA 5	6.0	9.0	10.0	7.0	12.0
		<b>PROMEDIO</b>	<b>6.6</b>	<b>7.6</b>	<b>8.6</b>	<b>8.2</b>	<b>10.8</b>
	D4	PLANTA 1	8.0	12.0	7.0	8.0	13.0
		PLANTA 2	8.0	8.0	6.0	6.0	9.0
PLANTA 3		7.0	10.0	6.0	10.0	7.0	
PLANTA 4		7.0	8.0	8.0	7.0	5.0	
PLANTA 5		8.0	12.0	10.0	8.0	10.0	
<b>PROMEDIO</b>		<b>7.6</b>	<b>10</b>	<b>7.4</b>	<b>7.8</b>	<b>8.8</b>	
V 4	D1	PLANTA 1	6.0	8.0	18.0	6.0	8.0
		PLANTA 2	6.0	8.0	7.0	8.0	7.0
		PLANTA 3	7.0	6.0	12.0	7.0	7.0
		PLANTA 4	4.0	8.0	8.0	10.0	11.0
		PLANTA 5	5.0	8.0	8.0	6.0	11.0
		<b>PROMEDIO</b>	<b>5.6</b>	<b>7.6</b>	<b>10.6</b>	<b>7.4</b>	<b>8.8</b>
	D2	PLANTA 1	7.0	5.0	9.0	5.0	9.0
		PLANTA 2	11.0	4.0	8.0	5.0	8.0
		PLANTA 3	11.0	5.0	6.0	16.0	10.0
		PLANTA 4	6.0	5.0	7.0	8.0	9.0
		PLANTA 5	10.0	8.0	10.0	8.0	12.0
		<b>PROMEDIO</b>	<b>9</b>	<b>5.4</b>	<b>8</b>	<b>8.4</b>	<b>9.6</b>
	D3	PLANTA 1	7.0	9.0	7.0	10.0	10.0
		PLANTA 2	8.0	7.0	11.0	11.0	10.0
		PLANTA 3	7.0	10.0	7.0	8.0	10.0
		PLANTA 4	7.0	7.0	13.0	8.0	7.0
		PLANTA 5	6.0	7.0	11.0	11.0	9.0
		<b>PROMEDIO</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9.8</b>	<b>9.6</b>	<b>9.2</b>
	D4	PLANTA 1	6.0	11.0	12.0	9.0	8.0
		PLANTA 2	6.0	9.0	7.0	11.0	7.0
PLANTA 3		7.0	7.0	9.0	11.0	5.0	
PLANTA 4		9.0	5.0	10.0	9.0	9.0	
PLANTA 5		10.0	8.0	6.0	9.0	15.0	
<b>PROMEDIO</b>		<b>7.6</b>	<b>8</b>	<b>8.8</b>	<b>9.8</b>	<b>8.8</b>	

## Anexo 6

### Cartilla de evaluación de longitud de peciolo (cm)

CARTILLA DE EVALUACION DEL CULTIVO DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa Will.</i> )							
Lugar:	FUNDO LA BANDA HUASACACHE-UCSM			Cultivo:	Quinua		
Tipo de Riego:	GRAVEDAD			Fecha. Plantacion:	9/07/2024		
(CE) de Agua:				Area:			
Altitud:	2203			Variable:	Longitud de peciolo (cm)		
Evaludador:	AGUILAR FLORE,PERCY						
FECHA DE EVALUACION	13/10/2024						
VARIEDAD	DOSIS	PLANTA	B1	B2	B3	B4	B5
V 1	D1	PLANTA 1	2.0	6.2	2.5	6.0	6.0
		PLANTA 2	3.0	3.0	5.0	7.0	7.0
		PLANTA 3	5.4	6.0	4.0	3.5	6.4
		PLANTA 4	4.0	5.0	3.2	6.2	6.0
		PLANTA 5	5.4	4.7	5.7	7.5	6.0
		<b>PROMEDIO</b>	<b>3.96</b>	<b>4.98</b>	<b>4.08</b>	<b>6.04</b>	<b>6.28</b>
	D2	PLANTA 1	5.0	6.7	3.4	6.0	8.0
		PLANTA 2	3.8	5.4	2.6	5.5	4.5
		PLANTA 3	6.0	4.5	4.8	6.2	8.0
		PLANTA 4	4.2	5.5	5.2	4.5	6.0
		PLANTA 5	5.5	6.0	4.0	4.6	6.5
		<b>PROMEDIO</b>	<b>4.9</b>	<b>5.62</b>	<b>4</b>	<b>5.36</b>	<b>6.6</b>
	D3	PLANTA 1	2.5	3.0	7.5	4.0	5.0
		PLANTA 2	4.0	6.3	4.0	3.5	6.5
		PLANTA 3	3.7	2.2	3.1	4.5	5.4
		PLANTA 4	2.4	4.2	7.0	4.6	5.3
		PLANTA 5	3.0	6.0	5.0	6.0	4.5
		<b>PROMEDIO</b>	<b>3.12</b>	<b>4.34</b>	<b>5.32</b>	<b>4.52</b>	<b>5.34</b>
	D4	PLANTA 1	4.5	4.0	7.2	6.0	3.3
		PLANTA 2	3.0	3.0	5.5	5.0	4.0
PLANTA 3		2.9	4.5	4.5	5.6	5.0	
PLANTA 4		3.8	3.0	3.3	6.3	6.6	
PLANTA 5		4.5	3.6	3.3	4.3	4.6	
<b>PROMEDIO</b>		<b>3.74</b>	<b>3.62</b>	<b>4.76</b>	<b>5.44</b>	<b>4.7</b>	
V 3	D1	PLANTA 1	3.3	4.0	2.5	5.4	5.3
		PLANTA 2	3.2	3.5	4.0	5.1	4.5
		PLANTA 3	3.3	3.7	5.5	4.5	4.5
		PLANTA 4	3.5	4.2	4.5	6.0	5.3
		PLANTA 5	3.7	6.0	5.0	5.5	5.0
		<b>PROMEDIO</b>	<b>3.4</b>	<b>4.28</b>	<b>4.3</b>	<b>5.3</b>	<b>4.92</b>
	D2	PLANTA 1	3.0	4.5	4.0	4.0	6.0
		PLANTA 2	3.4	2.6	4.5	5.0	4.0
		PLANTA 3	3.0	3.6	5.0	7.5	6.0
		PLANTA 4	2.0	4.5	4.8	6.7	3.0
		PLANTA 5	3.5	4.0	5.4	4.5	6.0
		<b>PROMEDIO</b>	<b>2.98</b>	<b>3.84</b>	<b>4.74</b>	<b>5.54</b>	<b>5</b>
	D3	PLANTA 1	3.20	3.70	5.00	3.40	5.00
		PLANTA 2	2.50	2.80	5.20	5.00	5.00
		PLANTA 3	3.50	5.50	4.50	4.70	4.00
		PLANTA 4	4.00	4.00	3.00	3.20	4.00
		PLANTA 5	3.50	4.50	4.60	3.80	7.30
		<b>PROMEDIO</b>	<b>3.34</b>	<b>4.1</b>	<b>4.46</b>	<b>4.02</b>	<b>5.06</b>
	D4	PLANTA 1	2.2	3.3	2.2	5.0	7.0
		PLANTA 2	2.6	4.5	3.8	4.5	5.0
PLANTA 3		3.0	4.7	4.0	4.6	4.2	
PLANTA 4		2.5	7.0	3.5	4.0	4.5	
PLANTA 5		4.4	7.0	4.0	5.5	6.3	
<b>PROMEDIO</b>		<b>2.94</b>	<b>5.3</b>	<b>3.5</b>	<b>4.72</b>	<b>5.4</b>	
V 4	D1	PLANTA 1	3.5	3.0	8.0	3.5	6.0
		PLANTA 2	5.0	4.0	5.5	7.0	3.6
		PLANTA 3	3.4	4.5	4.5	6.2	2.8
		PLANTA 4	6.2	6.5	6.0	3.7	5.0
		PLANTA 5	5.7	6.0	4.7	4.0	4.5
		<b>PROMEDIO</b>	<b>4.76</b>	<b>4.8</b>	<b>5.74</b>	<b>4.88</b>	<b>4.38</b>
	D2	PLANTA 1	2.3	2.5	4.2	5.0	2.5
		PLANTA 2	7.0	2.2	4.0	3.0	7.0
		PLANTA 3	3.0	5.5	3.2	7.0	6.0
		PLANTA 4	4.6	5.0	5.3	7.9	6.2
		PLANTA 5	4.3	2.4	6.2	3.4	8.5
		<b>PROMEDIO</b>	<b>4.24</b>	<b>3.52</b>	<b>4.58</b>	<b>5.26</b>	<b>6.04</b>
	D3	PLANTA 1	1.9	6.0	4.6	4.2	3.3
		PLANTA 2	4.3	3.5	5.5	3.2	5.5
		PLANTA 3	3.0	6.0	5.5	5.5	4.0
		PLANTA 4	6.0	5.0	6.2	5.0	7.6
		PLANTA 5	5.0	5.0	6.0	6.0	7.0
		<b>PROMEDIO</b>	<b>4.04</b>	<b>5.1</b>	<b>5.56</b>	<b>4.78</b>	<b>5.48</b>
	D4	PLANTA 1	2.0	3.0	6.3	6.2	6.5
		PLANTA 2	3.0	3.0	6.0	3.5	4.8
PLANTA 3		5.5	3.5	5.3	6.8	4.5	
PLANTA 4		4.0	4.0	3.0	3.3	7.0	
PLANTA 5		2.2	3.2	2.3	5.2	5.5	
<b>PROMEDIO</b>		<b>3.34</b>	<b>3.34</b>	<b>4.58</b>	<b>5</b>	<b>5.66</b>	

## Anexo 7

### Cartilla de evaluación de longitud de hoja (cm)

CARTILLA DE EVALUACION DEL CULTIVO DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa Will.</i> )							
Lugar:	FUNDO LA BANDA HUASACACHE-UCSM			Cultivo:	Quinua		
Tipo de Suelo:	GRAVEDAD			Fecha. Plantacion	9/07/2024		
(CE) de Agua:				Area:			
Altitud:	2203			Variable:	Longitud de hoja (cm)		
Evaluador:	AGUILAR FLORES,PERCY						
FECHA DE EVALUACION	13/10/2024						
VARIEDAD	DOSIS	PLANTA	B1	B2	B3	B4	B5
V 1	D1	PLANTA 1	3.0	8.3	5.0	8.3	8.0
		PLANTA 2	4.0	5.0	5.5	5.8	6.8
		PLANTA 3	6.7	7.4	5.7	5.8	9.0
		PLANTA 4	5.7	7.8	3.6	7.3	8.0
		PLANTA 5	5.5	7.0	7.5	10.0	7.0
	<b>PROMEDIO</b>	<b>4.98</b>	<b>7.1</b>	<b>5.46</b>	<b>7.44</b>	<b>7.76</b>	
	D2	PLANTA 1	6.0	9.0	4.2	8.3	10.7
		PLANTA 2	4.8	5.4	5.3	7.4	7.5
		PLANTA 3	8.6	6.9	5.0	7.6	8.3
		PLANTA 4	4.0	7.0	6.2	6.3	6.0
		PLANTA 5	5.8	9.0	6.0	7.0	8.4
	<b>PROMEDIO</b>	<b>5.84</b>	<b>7.46</b>	<b>5.34</b>	<b>7.32</b>	<b>8.18</b>	
	D3	PLANTA 1	3.6	4.0	7.0	5.8	7.0
		PLANTA 2	5.5	7.7	6.7	4.3	8.2
		PLANTA 3	4.9	4.0	4.6	7.5	7.0
		PLANTA 4	4.7	5.7	7.3	7.2	6.5
		PLANTA 5	4.0	5.5	6.2	7.2	7.0
	<b>PROMEDIO</b>	<b>4.54</b>	<b>5.38</b>	<b>6.36</b>	<b>6.4</b>	<b>7.14</b>	
	D4	PLANTA 1	6.4	6.8	7.0	7.2	5.0
		PLANTA 2	4.6	4.3	7.0	7.3	6.5
PLANTA 3		4.6	5.0	5.3	8.0	7.5	
PLANTA 4		5.8	5.3	4.3	6.5	8.2	
PLANTA 5		6.0	8.0	4.5	7.4	6.7	
<b>PROMEDIO</b>	<b>5.48</b>	<b>5.88</b>	<b>5.62</b>	<b>7.28</b>	<b>6.78</b>		
V 3	D1	PLANTA 1	5.8	6.3	5.0	8.0	7.7
		PLANTA 2	5.4	5.7	6.8	7.2	7.3
		PLANTA 3	5.4	5.4	8.5	8.5	7.5
		PLANTA 4	5.4	6.4	7.6	9.0	7.9
		PLANTA 5	6.2	8.2	7.0	7.6	7.3
	<b>PROMEDIO</b>	<b>5.64</b>	<b>6.4</b>	<b>6.98</b>	<b>8.06</b>	<b>7.54</b>	
	D2	PLANTA 1	4.5	8.0	7.4	7.5	9.0
		PLANTA 2	6.5	5.6	5.8	8.6	6.6
		PLANTA 3	5.4	6.0	6.4	11.0	8.7
		PLANTA 4	4.7	8.0	8.0	7.0	5.6
		PLANTA 5	6.0	6.6	8.0	6.0	8.0
	<b>PROMEDIO</b>	<b>5.42</b>	<b>6.84</b>	<b>7.12</b>	<b>8.02</b>	<b>7.58</b>	
	D3	PLANTA 1	5.6	6.9	7.5	5.0	7.8
		PLANTA 2	5.3	5.7	8.0	7.0	6.5
		PLANTA 3	5.4	8.0	6.0	8.2	7.0
		PLANTA 4	7.0	5.5	6.0	6.6	6.3
		PLANTA 5	6.5	7.0	7.0	7.5	9.2
	<b>PROMEDIO</b>	<b>5.96</b>	<b>6.62</b>	<b>6.9</b>	<b>6.86</b>	<b>7.36</b>	
	D4	PLANTA 1	5.0	5.2	6.0	6.0	2.5
		PLANTA 2	4.7	4.2	6.1	7.7	7.2
PLANTA 3		4.5	7.3	6.5	7.3	7.6	
PLANTA 4		5.2	8.3	6.0	6.4	7.0	
PLANTA 5		7.0	7.2	6.5	7.8	8.3	
<b>PROMEDIO</b>	<b>5.28</b>	<b>6.44</b>	<b>6.06</b>	<b>7.04</b>	<b>6.52</b>		
V 4	D1	PLANTA 1	5.0	4.5	8.5	5.3	6.0
		PLANTA 2	5.0	6.5	5.5	7.0	5.6
		PLANTA 3	4.5	5.9	6.3	7.5	5.5
		PLANTA 4	7.3	6.5	7.7	6.0	6.5
		PLANTA 5	6.8	8.5	7.6	6.5	7.0
	<b>PROMEDIO</b>	<b>5.72</b>	<b>6.38</b>	<b>7.12</b>	<b>6.46</b>	<b>6.12</b>	
	D2	PLANTA 1	3.3	3.5	6.8	5.2	5.0
		PLANTA 2	6.0	4.4	6.0	4.1	9.0
		PLANTA 3	5.3	7.0	4.2	8.2	7.2
		PLANTA 4	5.7	4.0	7.2	7.5	7.0
		PLANTA 5	5.7	4.5	8.0	4.7	8.7
	<b>PROMEDIO</b>	<b>5.2</b>	<b>4.68</b>	<b>6.44</b>	<b>5.94</b>	<b>7.38</b>	
	D3	PLANTA 1	4.3	7.2	6.0	5.5	6.4
		PLANTA 2	5.0	4.0	6.7	4.2	6.0
		PLANTA 3	5.0	6.6	8.0	5.8	6.5
		PLANTA 4	6.4	7.0	6.5	6.7	8.0
		PLANTA 5	6.0	6.0	7.0	8.6	9.0
	<b>PROMEDIO</b>	<b>5.34</b>	<b>6.16</b>	<b>6.84</b>	<b>6.16</b>	<b>7.18</b>	
	D4	PLANTA 1	2.6	4.5	7.2	8.2	7.8
		PLANTA 2	4.7	4.0	6.0	6.2	5.6
PLANTA 3		6.0	5.0	5.7	9.0	4.7	
PLANTA 4		6.5	5.8	5.6	4.8	7.5	
PLANTA 5		3.2	5.3	5.0	5.5	6.0	
<b>PROMEDIO</b>	<b>4.6</b>	<b>4.92</b>	<b>5.9</b>	<b>6.74</b>	<b>6.32</b>		

## Anexo 8

### Cartilla de evaluación de ancho de hoja (cm)

CARTILLA DE EVALUACION DEL CULTIVO DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa Will.</i> )							
Lugar:	FUNDO LA BANDA HUASACACHE-UCSM			Cultivo:	Quinoa		
Tipo de Riego:	GRAVEDAD			Fech. Plantacion	9/07/2024		
(CE) de Agua:				Area:			
Altitud:	2203			Variable:	Ancho de hoja (cm)		
Evaluador:	AGUILAR FLORES,PERCY						
FECHA DE EVALUACION	13/10/2024						
VARIEDAD	DOSIS	PLANTA	B1	B2	B3	B4	B5
V 1	D1	PLANTA 1	2.0	6.0	3.0	5.0	4.4
		PLANTA 2	2.0	3.0	3.8	3.0	4.0
		PLANTA 3	3.2	4.0	4.6	3.8	5.0
		PLANTA 4	3.2	3.4	2.2	4.6	4.6
		PLANTA 5	2.2	4.5	3.2	5.0	5.5
	PROMEDIO	2.52	4.18	3.36	4.28	4.7	
	D2	PLANTA 1	2.2	5.3	2.0	5.3	5.0
		PLANTA 2	3.2	3.4	1.8	3.8	4.2
		PLANTA 3	5.7	3.2	3.2	4.6	5.0
		PLANTA 4	3.0	3.6	3.5	5.2	3.3
		PLANTA 5	3.6	4.6	4.2	3.5	4.7
	PROMEDIO	3.54	4.02	2.94	4.48	4.44	
	D3	PLANTA 1	3.0	2.5	4.3	3.7	4.8
		PLANTA 2	3.3	5.6	4.0	2.6	5.0
		PLANTA 3	3.2	3.3	3.0	5.5	4.6
		PLANTA 4	2.8	3.2	4.0	5.3	6.7
		PLANTA 5	1.8	3.0	4.5	4.6	5.0
	PROMEDIO	2.82	3.52	3.96	4.34	5.22	
	D4	PLANTA 1	3.2	4.0	4.2	4.2	2.2
		PLANTA 2	3.8	2.5	3.3	5.9	4.7
PLANTA 3		3.3	3.5	3.3	4.5	4.7	
PLANTA 4		3.3	3.0	3.0	4.0	5.5	
PLANTA 5		2.7	3.2	2.5	4.7	4.4	
PROMEDIO	3.26	3.24	3.26	4.66	4.3		
V 3	D1	PLANTA 1	3.8	5.0	4.5	8.0	8.0
		PLANTA 2	4.3	3.7	6.5	4.5	6.3
		PLANTA 3	4.4	4.6	8.0	6.0	7.0
		PLANTA 4	4.3	5.4	6.4	6.3	6.0
		PLANTA 5	5.0	7.5	6.2	5.2	6.2
	PROMEDIO	4.36	5.24	6.32	6	6.7	
	D2	PLANTA 1	3.4	7.0	6.0	6.2	6.5
		PLANTA 2	5.0	4.7	5.5	7.7	5.2
		PLANTA 3	4.0	5.4	5.0	9.0	8.0
		PLANTA 4	4.5	5.0	6.0	5.0	5.2
		PLANTA 5	4.5	5.0	5.9	6.0	7.5
	PROMEDIO	4.28	5.42	5.68	6.78	6.48	
	D3	PLANTA 1	4.6	6.2	6.5	3.0	6.5
		PLANTA 2	3.8	5.2	5.2	5.7	5.8
		PLANTA 3	4.5	6.7	6.7	7.3	5.5
		PLANTA 4	5.9	4.2	6.0	6.2	7.4
		PLANTA 5	4.5	4.5	6.8	6.3	8.5
	PROMEDIO	4.66	5.36	6.24	5.7	6.74	
	D4	PLANTA 1	4.2	5.3	5.2	6.0	7.5
		PLANTA 2	4.6	6.0	5.7	6.5	5.6
PLANTA 3		3.2	5.3	5.3	6.7	5.3	
PLANTA 4		4.5	7.2	5.7	6.0	7.5	
PLANTA 5		5.3	5.0	5.5	6.6	6.3	
PROMEDIO	4.36	5.76	5.48	6.36	6.44		
V 4	D1	PLANTA 1	2.7	3.9	6.6	4.8	6.8
		PLANTA 2	3.5	3.0	5.0	4.0	5.3
		PLANTA 3	4.3	4.0	6.8	5.2	3.8
		PLANTA 4	6.3	4.6	6.0	5.0	6.5
		PLANTA 5	6.0	5.0	5.5	4.2	6.5
	PROMEDIO	4.56	4.1	5.98	4.64	5.78	
	D2	PLANTA 1	3.2	2.0	5.0	5.3	4.8
		PLANTA 2	5.2	4.3	4.9	3.5	7.0
		PLANTA 3	5.4	5.4	2.6	7.4	5.2
		PLANTA 4	5.0	3.8	6.9	6.7	7.0
		PLANTA 5	4.5	4.0	8.0	4.0	6.7
	PROMEDIO	4.66	3.9	5.48	5.38	6.14	
	D3	PLANTA 1	4.0	6.0	5.7	4.4	5.5
		PLANTA 2	4.6	3.2	5.0	4.2	4.5
		PLANTA 3	5.2	5.5	6.5	5.0	5.3
		PLANTA 4	4.3	5.3	5.7	5.5	7.0
		PLANTA 5	4.0	3.5	6.0	6.3	8.5
	PROMEDIO	4.42	4.7	5.78	5.08	6.16	
	D4	PLANTA 1	1.7	3.8	4.3	7.0	5.7
		PLANTA 2	4.5	3.8	6.0	7.3	4.7
PLANTA 3		4.7	4.0	5.3	6.0	4.5	
PLANTA 4		5.0	4.8	4.3	5.7	6.5	
PLANTA 5		2.2	4.4	4.3	4.0	5.5	
PROMEDIO	3.62	4.16	4.84	6	5.38		

## Anexo 9

### Cartilla de evaluación de rendimiento de peso fresco y peso seco de quinua variedad

#### Kancolla (gr)

CARTILLA DE EVALUACIÓN DEL CULTIVO DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa Willd.</i> )												
Lugar:	FUNDO LA BANDA HUASACACHE-UCSM			Cultivo:	QUINUA							
Tipo de Riego:	GRAVEDAD			Fech. Plantación:	9/07/2024							
(CE) de Agua:				Area:								
Altitud:	2203			Variable:	PESO FRESCO Y SECO (PANOJA, TALLO Y RAÍZ)							
Evaluador:	AGUILAR FLORES,PERCY											
FECHA DE EVALUACIÓN	PESO FRESCO			17 DE DICIEMBRE 2024		PESO SECO		24, 25 DE ENERO 2025				
VARIEDAD	DOSIS	PLANTA	B1		B2		B3		B4		B5	
KANCOLLA			PESO FRESCO (gr)	PESO SECO (gr)	PESO FRESCO (gr)	PESO SECO (gr)	PESO FRESCO (gr)	PESO SECO (gr)	PESO FRESCO (gr)	PESO SECO (gr)	PESO FRESCO (gr)	PESO SECO (gr)
KANCOLLA	D1	PLANTA 1	114.00	67.00	97.00	37.00	36.00	15.00	176.00	68.00	181.00	83.00
		PLANTA 2	49.00	40.00	65.00	28.00	23.00	16.00	135.00	57.00	204.00	71.00
		PLANTA 3	112.00	51.00	45.00	20.00	93.00	38.00	120.00	49.00	326.00	200.00
		PLANTA 4	21.00	16.00	53.00	25.00	78.00	37.00	383.00	144.00	171.00	54.00
		PLANTA 5	56.00	34.00	66.00	40.00	78.00	35.00	123.00	47.00	107.00	29.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>70.40</b>	<b>41.60</b>	<b>65.20</b>	<b>30.00</b>	<b>61.60</b>	<b>28.20</b>	<b>187.40</b>	<b>73.00</b>	<b>197.80</b>	<b>87.40</b>
	D2	PLANTA 1	71.00	47.00	110.00	48.00	83.00	25.00	88.00	41.00	131.00	58.00
		PLANTA 2	106.00	58.00	138.00	51.00	177.00	69.00	69.00	37.00	80.00	28.00
		PLANTA 3	76.00	42.00	54.00	22.00	97.00	50.00	177.00	80.00	172.00	61.00
		PLANTA 4	38.00	21.00	116.00	65.00	113.00	60.00	118.00	43.00	250.00	86.00
		PLANTA 5	111.00	85.00	126.00	48.00	137.00	82.00	249.00	158.00	27.00	13.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>80.40</b>	<b>50.60</b>	<b>108.80</b>	<b>46.80</b>	<b>121.40</b>	<b>57.20</b>	<b>140.20</b>	<b>71.80</b>	<b>132.00</b>	<b>49.20</b>
	D3	PLANTA 1	75.00	37.00	139.00	70.00	371.00	190.00	715.00	399.00	194.00	60.00
		PLANTA 2	50.00	21.00	150.00	56.00	174.00	70.00	360.00	198.00	274.00	84.00
		PLANTA 3	36.00	31.00	175.00	74.00	168.00	75.00	175.00	87.00	201.00	71.00
		PLANTA 4	47.00	29.00	116.00	71.00	155.00	74.00	234.00	88.00	118.00	75.00
		PLANTA 5	120.00	70.00	121.00	51.00	356.00	173.00	249.00	139.00	70.00	42.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>65.60</b>	<b>37.60</b>	<b>140.20</b>	<b>64.40</b>	<b>244.80</b>	<b>116.40</b>	<b>346.60</b>	<b>182.20</b>	<b>171.40</b>	<b>66.40</b>
	D4	PLANTA 1	109.00	74.00	72.00	31.00	82.00	38.00	120.00	70.00	205.00	75.00
		PLANTA 2	58.00	42.00	116.00	72.00	103.00	42.00	108.00	60.00	143.00	48.00
PLANTA 3		99.00	57.00	98.00	42.00	18.00	11.00	97.00	49.00	273.00	74.00	
PLANTA 4		124.00	89.00	84.00	30.00	52.00	30.00	127.00	77.00	166.00	54.00	
PLANTA 5		75.00	54.00	115.00	72.00	61.00	32.00	196.00	109.00	149.00	94.00	
	<b>PROMEDIO</b>	<b>93.00</b>	<b>63.20</b>	<b>97.00</b>	<b>49.40</b>	<b>63.20</b>	<b>30.60</b>	<b>129.60</b>	<b>73.00</b>	<b>187.20</b>	<b>69.00</b>	
KANCOLLA	D1	PLANTA 1	76.00	34.00	140.00	43.00	42.00	16.00	114.00	50.00	88.00	31.00
		PLANTA 2	43.00	17.00	59.00	26.00	53.00	18.00	110.00	53.00	196.00	86.00
		PLANTA 3	58.00	21.00	62.00	26.00	58.00	21.00	80.00	40.00	196.00	91.00
		PLANTA 4	27.00	13.00	76.00	25.00	87.00	32.00	210.00	91.00	78.00	30.00
		PLANTA 5	43.00	19.00	101.00	41.00	73.00	25.00	75.00	37.00	140.00	46.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>49.40</b>	<b>20.80</b>	<b>87.60</b>	<b>32.20</b>	<b>62.60</b>	<b>22.40</b>	<b>117.80</b>	<b>54.20</b>	<b>139.60</b>	<b>56.80</b>
	D2	PLANTA 1	55.00	19.00	67.00	24.00	121.00	38.00	50.00	20.00	97.00	39.00
		PLANTA 2	68.00	25.00	108.00	42.00	102.00	31.00	63.00	30.00	83.00	36.00
		PLANTA 3	62.00	22.00	67.00	26.00	80.00	32.00	95.00	41.00	140.00	46.00
		PLANTA 4	55.00	20.00	95.00	36.00	107.00	39.00	80.00	32.00	191.00	56.00
		PLANTA 5	87.00	33.00	96.00	33.00	95.00	37.00	131.00	68.00	53.00	32.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>65.40</b>	<b>23.80</b>	<b>86.60</b>	<b>32.20</b>	<b>101.00</b>	<b>35.40</b>	<b>83.80</b>	<b>38.20</b>	<b>112.80</b>	<b>41.80</b>
	D3	PLANTA 1	61.00	23.00	151.00	53.00	287.00	105.00	353.00	198.00	63.00	63.00
		PLANTA 2	31.00	11.00	118.00	35.00	149.00	50.00	185.00	94.00	188.00	62.00
		PLANTA 3	33.00	17.00	95.00	29.00	115.00	34.00	143.00	72.00	145.00	49.00
		PLANTA 4	36.00	14.00	86.00	31.00	102.00	39.00	162.00	67.00	176.00	102.00
		PLANTA 5	75.00	29.00	100.00	30.00	301.00	124.00	148.00	66.00	47.00	33.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>47.20</b>	<b>18.80</b>	<b>110.00</b>	<b>35.60</b>	<b>190.80</b>	<b>70.40</b>	<b>198.20</b>	<b>89.80</b>	<b>150.80</b>	<b>61.80</b>
	D4	PLANTA 1	78.00	37.00	76.00	27.00	77.00	24.00	56.00	29.00	136.00	61.00
		PLANTA 2	50.00	20.00	92.00	32.00	97.00	38.00	83.00	36.00	100.00	37.00
PLANTA 3		67.00	26.00	84.00	27.00	25.00	9.00	41.00	19.00	128.00	44.00	
PLANTA 4		86.00	37.00	98.00	32.00	67.00	25.00	67.00	36.00	91.00	38.00	
PLANTA 5		60.00	29.00	120.00	43.00	42.00	21.00	89.00	50.00	78.00	34.00	
	<b>PROMEDIO</b>	<b>68.20</b>	<b>29.80</b>	<b>94.00</b>	<b>32.20</b>	<b>61.60</b>	<b>23.40</b>	<b>67.20</b>	<b>34.00</b>	<b>106.60</b>	<b>42.80</b>	
KANCOLLA	D1	PLANTA 1	13.00	7.00	14.00	8.00	6.00	3.00	17.00	7.00	15.00	7.00
		PLANTA 2	5.00	4.00	9.00	5.00	7.00	3.00	16.00	9.00	33.00	15.00
		PLANTA 3	6.00	4.00	7.00	4.00	7.00	4.00	10.00	5.00	45.00	11.00
		PLANTA 4	3.00	2.00	9.00	5.00	12.00	6.00	28.00	12.00	18.00	8.00
		PLANTA 5	5.00	4.00	13.00	7.00	10.00	4.00	15.00	7.00	28.00	12.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>6.40</b>	<b>4.20</b>	<b>10.40</b>	<b>5.80</b>	<b>8.40</b>	<b>4.00</b>	<b>17.20</b>	<b>8.00</b>	<b>27.80</b>	<b>10.60</b>
	D2	PLANTA 1	5.00	3.00	14.00	8.00	28.00	12.00	11.00	7.00	23.00	11.00
		PLANTA 2	9.00	5.00	15.00	10.00	16.00	8.00	3.00	2.00	19.00	9.00
		PLANTA 3	11.00	7.00	9.00	5.00	18.00	12.00	12.00	6.00	28.00	11.00
		PLANTA 4	7.00	4.00	15.00	6.00	10.00	7.00	20.00	9.00	41.00	25.00
		PLANTA 5	11.00	5.00	14.00	8.00	12.00	7.00	22.00	16.00	6.00	17.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>8.60</b>	<b>4.80</b>	<b>13.40</b>	<b>7.40</b>	<b>16.80</b>	<b>9.20</b>	<b>13.60</b>	<b>8.00</b>	<b>23.40</b>	<b>14.60</b>
	D3	PLANTA 1	8.00	4.00	32.00	14.00	52.00	26.00	68.00	34.00	24.00	9.00
		PLANTA 2	4.00	2.00	19.00	6.00	24.00	11.00	28.00	17.00	21.00	7.00
		PLANTA 3	4.00	3.00	16.00	6.00	18.00	7.00	16.00	7.00	23.00	10.00
		PLANTA 4	5.00	3.00	19.00	8.00	18.00	11.00	30.00	13.00	13.00	6.00
		PLANTA 5	12.00	5.00	15.00	7.00	33.00	19.00	22.00	11.00	10.00	7.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>6.60</b>	<b>3.40</b>	<b>20.20</b>	<b>8.20</b>	<b>29.00</b>	<b>14.80</b>	<b>32.80</b>	<b>16.40</b>	<b>18.20</b>	<b>7.80</b>
	D4	PLANTA 1	12.00	8.00	13.00	5.00	11.00	4.00	9.00	5.00	29.00	15.00
		PLANTA 2	9.00	5.00	14.00	6.00	13.00	6.00	13.00	6.00	21.00	9.00
PLANTA 3		10.00	5.00	10.00	4.00	3.00	2.00	8.00	4.00	35.00	15.00	
PLANTA 4		8.00	6.00	14.00	6.00	10.00	6.00	8.00	12.00	24.00	11.00	
PLANTA 5		5.00	4.00	16.00	9.00	7.00	5.00	22.00	7.00	30.00	13.00	
	<b>PROMEDIO</b>	<b>8.80</b>	<b>5.60</b>	<b>13.40</b>	<b>6.00</b>	<b>8.80</b>	<b>4.60</b>	<b>12.00</b>	<b>6.80</b>	<b>27.80</b>	<b>12.60</b>	

## Anexo 10

### Cartilla de evaluación de rendimiento de peso fresco y peso seco de quinua variedad Altiplano (gr)

CARTILLA DE EVALUACIÓN DEL CULTIVO DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa Willd.</i> )																
Lugar:	FUNDO LA BANDA HUASACACHE-UCSM			Cultivo:	QUINUA											
Tipo de Riego:	GRAVEDAD			Fech. Plantación:	9/07/2024											
(CE) de Agua:				Area:												
Altitud:	2203			Variable:	PESO FRESCO Y SECO (PANOJA, TALLO Y RAÍZ)											
Evaluador:	AGUILAR FLORES, PERCY															
FECHA DE EVALUACIÓN	PESO FRESCO				17 DE DICIEMBRE 2024				PESO SECO				24, 25 DE ENERO 2025			
VARIEDAD	DOSIS	PLANTA	B1		B2		B3		B4		B5					
			PESO FRESCO (gr)	PESO SECO (gr)	PESO FRESCO (gr)	PESO SECO (gr)	PESO FRESCO (gr)	PESO SECO (gr)	PESO FRESCO (gr)	PESO SECO (gr)	PESO FRESCO (gr)	PESO SECO (gr)				
ALTIPLANO	D1	PLANTA 1	46.00	41.00	127.00	66.00	109.00	82.00	212.00	78.00	139.00	92.00				
		PLANTA 2	31.00	24.00	92.00	44.00	222.00	119.00	87.00	32.00	120.00	70.00				
		PLANTA 3	44.00	31.00	139.00	79.00	101.00	49.00	65.00	34.00	136.00	67.00				
		PLANTA 4	59.00	29.00	43.00	29.00	122.00	66.00	104.00	36.00	186.00	106.00				
		PLANTA 5	23.00	21.00	70.00	45.00	126.00	58.00	163.00	108.00	614.00	314.00				
		<b>PROMEDIO</b>	<b>40.60</b>	<b>29.20</b>	<b>94.20</b>	<b>52.60</b>	<b>136.00</b>	<b>74.80</b>	<b>126.20</b>	<b>57.60</b>	<b>239.00</b>	<b>129.80</b>				
	D2	PLANTA 1	35.00	20.00	60.00	30.00	69.00	50.00	182.00	83.00	87.00	74.00				
		PLANTA 2	32.00	30.00	39.00	29.00	59.00	38.00	70.00	39.00	93.00	47.00				
		PLANTA 3	34.00	23.00	78.00	49.00	64.00	39.00	140.00	69.00	114.00	76.00				
		PLANTA 4	75.00	49.00	82.00	42.00	65.00	37.00	81.00	32.00	105.00	49.00				
		PLANTA 5	29.00	27.00	71.00	43.00	61.00	42.00	247.00	95.00	80.00	32.00				
		<b>PROMEDIO</b>	<b>41.00</b>	<b>29.80</b>	<b>66.00</b>	<b>38.60</b>	<b>63.60</b>	<b>41.20</b>	<b>144.00</b>	<b>63.60</b>	<b>95.80</b>	<b>55.60</b>				
	D3	PLANTA 1	30.00	28.00	214.00	110.00	60.00	34.00	60.00	53.00	118.00	88.00				
		PLANTA 2	49.00	36.00	120.00	58.00	69.00	43.00	40.00	35.00	146.00	85.00				
		PLANTA 3	41.00	34.00	206.00	87.00	66.00	53.00	68.00	60.00	54.00	50.00				
		PLANTA 4	63.00	42.00	227.00	97.00	73.00	47.00	82.00	36.00	158.00	72.00				
		PLANTA 5	231.00	137.00	51.00	23.00	77.00	44.00	59.00	37.00	181.00	73.00				
		<b>PROMEDIO</b>	<b>82.80</b>	<b>55.40</b>	<b>163.60</b>	<b>75.00</b>	<b>69.00</b>	<b>44.20</b>	<b>61.80</b>	<b>44.20</b>	<b>131.40</b>	<b>73.60</b>				
	D4	PLANTA 1	48.00	32.00	73.00	48.00	141.00	83.00	133.00	70.00	88.00	55.00				
		PLANTA 2	40.00	26.00	125.00	76.00	64.00	38.00	107.00	46.00	85.00	47.00				
PLANTA 3		64.00	42.00	104.00	59.00	86.00	44.00	43.00	35.00	49.00	26.00					
PLANTA 4		49.00	30.00	60.00	31.00	95.00	54.00	125.00	45.00	109.00	71.00					
PLANTA 5		70.00	57.00	162.00	78.00	51.00	36.00	243.00	126.00	159.00	80.00					
	<b>PROMEDIO</b>	<b>54.20</b>	<b>37.40</b>	<b>104.80</b>	<b>58.40</b>	<b>87.40</b>	<b>51.00</b>	<b>130.20</b>	<b>64.40</b>	<b>98.00</b>	<b>55.80</b>					
PANOJA	D1	PLANTA 1	38.00	33.00	105.00	45.00	161.00	75.00	200.00	86.00	182.00	69.00				
		PLANTA 2	38.00	14.00	93.00	38.00	144.00	68.00	105.00	46.00	132.00	50.00				
		PLANTA 3	48.00	18.00	99.00	40.00	110.00	50.00	41.00	16.00	165.00	62.00				
		PLANTA 4	49.00	16.00	113.00	44.00	114.00	52.00	65.00	29.00	159.00	73.00				
		PLANTA 5	19.00	13.00	69.00	31.00	80.00	35.00	141.00	63.00	436.00	224.00				
		<b>PROMEDIO</b>	<b>38.40</b>	<b>18.80</b>	<b>95.80</b>	<b>39.60</b>	<b>121.80</b>	<b>56.00</b>	<b>110.40</b>	<b>48.00</b>	<b>214.80</b>	<b>95.60</b>				
	D2	PLANTA 1	40.00	19.00	78.00	30.00	66.00	30.00	180.00	79.00	139.00	51.00				
		PLANTA 2	31.00	27.00	72.00	30.00	85.00	42.00	66.00	29.00	91.00	40.00				
		PLANTA 3	44.00	17.00	76.00	33.00	66.00	29.00	98.00	41.00	133.00	58.00				
		PLANTA 4	64.00	29.00	63.00	26.00	64.00	28.00	99.00	42.00	94.00	44.00				
		PLANTA 5	22.00	20.00	73.00	31.00	53.00	27.00	285.00	132.00	75.00	33.00				
		<b>PROMEDIO</b>	<b>40.20</b>	<b>22.40</b>	<b>72.40</b>	<b>30.00</b>	<b>66.80</b>	<b>31.20</b>	<b>145.60</b>	<b>64.60</b>	<b>106.40</b>	<b>45.20</b>				
	D3	PLANTA 1	28.00	23.00	181.00	71.00	63.00	23.00	116.00	68.00	120.00	57.00				
		PLANTA 2	125.00	37.00	99.00	40.00	59.00	26.00	113.00	47.00	147.00	66.00				
		PLANTA 3	46.00	23.00	174.00	65.00	74.00	30.00	116.00	54.00	98.00	53.00				
		PLANTA 4	104.00	41.00	170.00	65.00	67.00	28.00	64.00	33.00	156.00	77.00				
		PLANTA 5	146.00	78.00	45.00	20.00	80.00	33.00	70.00	30.00	194.00	82.00				
		<b>PROMEDIO</b>	<b>89.80</b>	<b>40.40</b>	<b>133.80</b>	<b>52.20</b>	<b>68.60</b>	<b>28.00</b>	<b>95.80</b>	<b>46.40</b>	<b>143.00</b>	<b>67.00</b>				
	D4	PLANTA 1	65.00	28.00	114.00	35.00	140.00	67.00	99.00	41.00	104.00	48.00				
		PLANTA 2	58.00	25.00	120.00	47.00	70.00	27.00	119.00	54.00	63.00	28.00				
PLANTA 3		64.00	25.00	94.00	39.00	93.00	38.00	98.00	47.00	65.00	33.00					
PLANTA 4		52.00	20.00	53.00	22.00	84.00	37.00	94.00	44.00	113.00	55.00					
PLANTA 5		81.00	32.00	140.00	49.00	58.00	28.00	190.00	78.00	124.00	59.00					
	<b>PROMEDIO</b>	<b>64.00</b>	<b>26.00</b>	<b>104.20</b>	<b>38.40</b>	<b>89.00</b>	<b>39.40</b>	<b>120.00</b>	<b>52.80</b>	<b>93.80</b>	<b>44.60</b>					
TALLO	D1	PLANTA 1	8.00	7.00	13.00	7.00	44.00	32.00	40.00	15.00	35.00	11.00				
		PLANTA 2	5.00	3.00	12.00	8.00	26.00	16.00	22.00	10.00	30.00	11.00				
		PLANTA 3	6.00	3.00	23.00	13.00	11.00	7.00	6.00	2.00	45.00	14.00				
		PLANTA 4	6.00	3.00	19.00	12.00	14.00	10.00	12.00	5.00	28.00	10.00				
		PLANTA 5	3.00	2.00	7.00	5.00	15.00	10.00	29.00	12.00	69.00	27.00				
		<b>PROMEDIO</b>	<b>5.60</b>	<b>3.60</b>	<b>14.80</b>	<b>9.00</b>	<b>22.00</b>	<b>15.00</b>	<b>21.80</b>	<b>8.80</b>	<b>41.40</b>	<b>14.60</b>				
	D2	PLANTA 1	7.00	3.00	13.00	8.00	9.00	7.00	37.00	21.00	34.00	8.00				
		PLANTA 2	6.00	5.00	7.00	4.00	20.00	15.00	10.00	4.00	23.00	9.00				
		PLANTA 3	3.00	2.00	15.00	9.00	9.00	5.00	19.00	9.00	34.00	14.00				
		PLANTA 4	8.00	4.00	9.00	5.00	10.00	8.00	26.00	11.00	20.00	5.00				
		PLANTA 5	3.00	2.00	12.00	8.00	9.00	7.00	30.00	19.00	23.00	5.00				
		<b>PROMEDIO</b>	<b>5.40</b>	<b>3.20</b>	<b>11.20</b>	<b>6.80</b>	<b>11.40</b>	<b>8.40</b>	<b>24.40</b>	<b>12.80</b>	<b>26.80</b>	<b>8.20</b>				
	D3	PLANTA 1	5.00	4.00	28.00	11.00	7.00	5.00	20.00	12.00	27.00	15.00				
		PLANTA 2	16.00	8.00	12.00	5.00	6.00	4.00	19.00	9.00	25.00	13.00				
		PLANTA 3	7.00	5.00	18.00	11.00	9.00	7.00	18.00	9.00	19.00	11.00				
		PLANTA 4	13.00	6.00	26.00	10.00	6.00	5.00	15.00	7.00	24.00	13.00				
		PLANTA 5	35.00	18.00	3.00	2.00	12.00	9.00	8.00	3.00	45.00	19.00				
		<b>PROMEDIO</b>	<b>15.20</b>	<b>8.20</b>	<b>17.40</b>	<b>7.80</b>	<b>8.00</b>	<b>6.00</b>	<b>16.00</b>	<b>8.00</b>	<b>28.00</b>	<b>14.20</b>				
	D4	PLANTA 1	9.00	7.00	9.00	5.00	14.00	9.00	14.00	7.00	19.00	8.00				
		PLANTA 2	10.00	7.00	16.00	10.00	6.00	6.00	13.00	6.00	13.00	5.00				
PLANTA 3		9.00	5.00	11.00	6.00	8.00	5.00	14.00	6.00	9.00	6.00					
PLANTA 4		8.00	3.00	7.00	4.00	9.00	6.00	16.00	8.00	17.00	8.00					
PLANTA 5		14.00	6.00	18.00	8.00	5.00	5.00	31.00	14.00	18.00	11.00					
	<b>PROMEDIO</b>	<b>10.00</b>	<b>5.60</b>	<b>12.20</b>	<b>6.60</b>	<b>8.40</b>	<b>6.20</b>	<b>17.60</b>	<b>8.20</b>	<b>15.20</b>	<b>7.60</b>					
RAÍZ	D1	PLANTA 1	8.00	7.00	13.00	7.00	44.00	32.00	40.00	15.00	35.00	11.00				
		PLANTA 2	5.00	3.00	12.00	8.00	26.00	16.00	22.00	10.00	30.00	11.00				
		PLANTA 3	6.00	3.00	23.00	13.00	11.00	7.00	6.00	2.00	45.00	14.00				
		PLANTA 4	6.00	3.00	19.00	12.00	14.00	10.00	12.00	5.00	28.00	10.00				
		PLANTA 5	3.00	2.00	7.00	5.00	15.00	10.00	29.00	12.00	69.00	27.00				
		<b>PROMEDIO</b>	<b>5.60</b>	<b>3.60</b>	<b>14.80</b>	<b>9.00</b>	<b>22.00</b>	<b>15.00</b>	<b>21.80</b>	<b>8.80</b>	<b>41.40</b>	<b>14.60</b>				
	D2	PLANTA 1	7.00	3.00	13.00	8.00	9.00	7.00	37.00	21.00	34.00	8.00				
		PLANTA 2	6.00	5.00	7.00	4.00	20.00	15.00	10.00	4.00	23.00	9.00				
		PLANTA 3	3.00	2.00	15.00	9.00	9.00	5.00	19.00	9.00	34.00	14.00				
		PLANTA 4	8.00	4.00	9.00	5.00	10.00	8.00	26.00	11.00	20.00	5.00				
		PLANTA 5	3.00	2.00	12.00	8.00	9.00	7.00	30.00	19.00	23.00	5.00				
		<b>PROMEDIO</b>	<b>5.40</b>	<b>3.20</b>	<b>11.20</b>	<b>6.80</b>	<b>11.40</b>	<b>8.40</b>	<b>24.40</b>	<b>12.80</b>	<b>26.80</b>	<b>8.20</b>				
	D3	PLANTA 1	5.00	4.00	28.00	11.00	7.00	5.00	20.00	12.00	27.00	15.00				
		PLANTA 2	16.00													

## Anexo 11

### Cartilla de evaluación de rendimiento de peso fresco y peso seco de quinua variedad Blanca de Juli (cm)

CARTILLA DE EVALUACIÓN DEL CULTIVO DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa Willd.</i> )												
Lugar:	FUNDO LA BANDA HUASACACHE-UCSM			Cultivo:	QUINUA							
Tipo de Riego:	GRAVEDAD			Fech. Plantación:	9/07/2024							
(CE) de Agua:				Area:								
Altitud:	2203			Variable:	PESO FRESCO Y SECO (PANOJA, TALLO Y RAÍZ)							
Evaluador:	AGUILAR FLORES, PERCY											
FECHA DE EVALUACIÓN	PESO FRESCO		17 DE DICIEMBRE 2024				PESO SECO		24, 25 DE ENERO 2025			
VARIEDAD	DOSIS	PLANTA	B1		B2		B3		B4		B5	
			PESO FRESCO (gr)	PESO SECO (gr)	PESO FRESCO (gr)	PESO SECO (gr)	PESO FRESCO (gr)	PESO SECO (gr)	PESO FRESCO (gr)	PESO SECO (gr)	PESO FRESCO (gr)	PESO SECO (gr)
BLANCA JULI	D1	PLANTA 1	108.00	50.00	77.00	27.00	93.00	35.00	154.00	28.00	437.00	232.00
		PLANTA 2	91.00	56.00	100.00	53.00	58.00	29.00	122.00	44.00	327.00	148.00
		PLANTA 3	236.00	89.00	156.00	76.00	76.00	30.00	128.00	72.00	135.00	70.00
		PLANTA 4	160.00	104.00	78.00	34.00	87.00	57.00	215.00	76.00	341.00	135.00
		PLANTA 5	168.00	95.00	136.00	108.00	128.00	38.00	130.00	58.00	293.00	153.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>152.60</b>	<b>78.80</b>	<b>109.40</b>	<b>59.60</b>	<b>88.40</b>	<b>37.80</b>	<b>149.80</b>	<b>55.60</b>	<b>306.60</b>	<b>147.60</b>
	D2	PLANTA 1	53.00	35.00	82.00	48.00	115.00	49.00	390.00	208.00	142.00	57.00
		PLANTA 2	113.00	63.00	254.00	98.00	129.00	53.00	415.00	177.00	159.00	98.00
		PLANTA 3	69.00	32.00	70.00	31.00	130.00	60.00	249.00	100.00	187.00	95.00
		PLANTA 4	61.00	29.00	92.00	54.00	214.00	79.00	190.00	57.00	140.00	81.00
		PLANTA 5	104.00	72.00	72.00	42.00	111.00	42.00	210.00	81.00	84.00	52.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>80.00</b>	<b>46.20</b>	<b>114.00</b>	<b>54.60</b>	<b>139.80</b>	<b>56.60</b>	<b>290.80</b>	<b>124.60</b>	<b>142.40</b>	<b>76.60</b>
	D3	PLANTA 1	108.00	27.00	165.00	83.00	177.00	78.00	408.00	154.00	145.00	100.00
		PLANTA 2	138.00	73.00	108.00	47.00	142.00	58.00	116.00	48.00	132.00	62.00
		PLANTA 3	183.00	97.00	79.00	51.00	180.00	75.00	200.00	81.00	84.00	46.00
		PLANTA 4	78.00	45.00	61.00	44.00	57.00	26.00	177.00	79.00	95.00	41.00
		PLANTA 5	95.00	35.00	44.00	23.00	98.00	39.00	133.00	58.00	96.00	49.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>120.40</b>	<b>55.40</b>	<b>91.40</b>	<b>49.60</b>	<b>130.80</b>	<b>55.20</b>	<b>206.80</b>	<b>84.00</b>	<b>110.40</b>	<b>59.60</b>
	D4	PLANTA 1	76.00	66.00	111.00	62.00	150.00	67.00	93.00	49.00	142.00	65.00
		PLANTA 2	51.00	29.00	44.00	20.00	117.00	85.00	194.00	106.00	126.00	73.00
PLANTA 3		120.00	73.00	71.00	35.00	137.00	50.00	219.00	78.00	122.00	63.00	
PLANTA 4		110.00	62.00	92.00	37.00	159.00	68.00	273.00	125.00	105.00	67.00	
PLANTA 5		137.00	71.00	58.00	27.00	116.00	53.00	158.00	73.00	69.00	26.00	
	<b>PROMEDIO</b>	<b>98.80</b>	<b>60.20</b>	<b>75.20</b>	<b>36.20</b>	<b>135.80</b>	<b>64.60</b>	<b>187.40</b>	<b>86.20</b>	<b>112.80</b>	<b>58.80</b>	
PANOJA	D1	PLANTA 1	61.00	22.00	56.00	19.00	75.00	31.00	167.00	53.00	358.00	134.00
		PLANTA 2	80.00	29.00	79.00	26.00	66.00	24.00	110.00	43.00	240.00	104.00
		PLANTA 3	135.00	48.00	136.00	45.00	70.00	30.00	192.00	75.00	136.00	55.00
		PLANTA 4	126.00	43.00	93.00	32.00	97.00	41.00	152.00	55.00	222.00	51.00
		PLANTA 5	133.00	47.00	92.00	40.00	90.00	39.00	104.00	43.00	190.00	107.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>107.00</b>	<b>37.80</b>	<b>91.20</b>	<b>32.40</b>	<b>79.60</b>	<b>33.00</b>	<b>145.00</b>	<b>53.80</b>	<b>229.20</b>	<b>90.20</b>
	D2	PLANTA 1	97.00	31.00	102.00	38.00	124.00	40.00	323.00	133.00	118.00	45.00
		PLANTA 2	108.00	35.00	140.00	54.00	159.00	51.00	326.00	110.00	168.00	59.00
		PLANTA 3	85.00	24.00	65.00	20.00	89.00	32.00	162.00	67.00	146.00	64.00
		PLANTA 4	74.00	23.00	94.00	33.00	169.00	68.00	143.00	5.00	84.00	38.00
		PLANTA 5	125.00	50.00	45.00	15.00	116.00	44.00	183.00	59.00	65.00	27.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>97.80</b>	<b>32.60</b>	<b>89.20</b>	<b>32.00</b>	<b>131.40</b>	<b>47.00</b>	<b>227.40</b>	<b>74.80</b>	<b>116.20</b>	<b>46.60</b>
	D3	PLANTA 1	99.00	33.00	105.00	36.00	151.00	59.00	264.00	108.00	150.00	68.00
		PLANTA 2	160.00	58.00	108.00	34.00	136.00	53.00	84.00	30.00	85.00	32.00
		PLANTA 3	164.00	63.00	70.00	23.00	187.00	69.00	138.00	50.00	93.00	42.00
		PLANTA 4	71.00	20.00	52.00	27.00	82.00	28.00	148.00	66.00	105.00	38.00
		PLANTA 5	88.00	42.00	56.00	22.00	98.00	45.00	117.00	52.00	67.00	29.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>116.40</b>	<b>43.20</b>	<b>78.20</b>	<b>28.40</b>	<b>130.80</b>	<b>50.80</b>	<b>150.20</b>	<b>61.20</b>	<b>100.00</b>	<b>41.80</b>
	D4	PLANTA 1	67.00	19.00	65.00	22.00	123.00	47.00	109.00	40.00	104.00	33.00
		PLANTA 2	76.00	27.00	49.00	17.00	124.00	48.00	162.00	72.00	93.00	41.00
PLANTA 3		134.00	48.00	54.00	19.00	127.00	55.00	123.00	63.00	115.00	37.00	
PLANTA 4		83.00	27.00	49.00	17.00	142.00	52.00	190.00	79.00	90.00	40.00	
PLANTA 5		91.00	35.00	41.00	18.00	91.00	32.00	105.00	43.00	82.00	35.00	
	<b>PROMEDIO</b>	<b>90.20</b>	<b>29.60</b>	<b>51.60</b>	<b>18.60</b>	<b>121.40</b>	<b>46.80</b>	<b>137.80</b>	<b>59.40</b>	<b>96.80</b>	<b>37.20</b>	
TALLO	D1	PLANTA 1	9.00	5.00	10.00	5.00	15.00	6.00	15.00	6.00	79.00	32.00
		PLANTA 2	12.00	6.00	14.00	5.00	15.00	6.00	13.00	6.00	42.00	18.00
		PLANTA 3	15.00	6.00	23.00	7.00	11.00	4.00	30.00	12.00	19.00	7.00
		PLANTA 4	23.00	11.00	16.00	7.00	15.00	8.00	20.00	9.00	40.00	15.00
		PLANTA 5	20.00	9.00	17.00	10.00	16.00	9.00	20.00	9.00	35.00	14.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>15.80</b>	<b>7.40</b>	<b>16.60</b>	<b>6.80</b>	<b>14.40</b>	<b>6.60</b>	<b>19.60</b>	<b>8.40</b>	<b>43.00</b>	<b>17.20</b>
	D2	PLANTA 1	12.00	6.00	13.00	5.00	16.00	8.00	64.00	23.00	20.00	8.00
		PLANTA 2	10.00	6.00	27.00	14.00	19.00	7.00	91.00	44.00	35.00	10.00
		PLANTA 3	16.00	7.00	11.00	5.00	13.00	6.00	25.00	10.00	33.00	16.00
		PLANTA 4	11.00	4.00	23.00	10.00	23.00	12.00	23.00	7.00	26.00	12.00
		PLANTA 5	16.00	9.00	5.00	3.00	19.00	10.00	33.00	12.00	16.00	8.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>13.00</b>	<b>6.40</b>	<b>15.80</b>	<b>7.40</b>	<b>18.00</b>	<b>8.60</b>	<b>47.20</b>	<b>19.20</b>	<b>26.00</b>	<b>10.80</b>
	D3	PLANTA 1	24.00	10.00	23.00	11.00	54.00	32.00	37.00	17.00	27.00	11.00
		PLANTA 2	20.00	10.00	12.00	5.00	26.00	14.00	14.00	7.00	24.00	10.00
		PLANTA 3	25.00	12.00	10.00	5.00	50.00	27.00	15.00	7.00	12.00	5.00
		PLANTA 4	16.00	7.00	10.00	6.00	9.00	4.00	23.00	9.00	24.00	11.00
		PLANTA 5	21.00	10.00	5.00	3.00	15.00	9.00	34.00	17.00	13.00	6.00
		<b>PROMEDIO</b>	<b>21.20</b>	<b>9.80</b>	<b>12.00</b>	<b>6.00</b>	<b>30.80</b>	<b>17.20</b>	<b>24.60</b>	<b>11.40</b>	<b>20.00</b>	<b>8.60</b>
	D4	PLANTA 1	6.00	3.00	13.00	6.00	26.00	15.00	19.00	7.00	19.00	9.00
		PLANTA 2	11.00	6.00	6.00	3.00	16.00	10.00	18.00	11.00	17.00	10.00
PLANTA 3		20.00	8.00	6.00	3.00	38.00	21.00	21.00	8.00	25.00	10.00	
PLANTA 4		10.00	5.00	9.00	4.00	29.00	17.00	38.00	17.00	14.00	7.00	
PLANTA 5		16.00	7.00	4.00	2.00	14.00	8.00	14.00	7.00	13.00	6.00	
	<b>PROMEDIO</b>	<b>12.60</b>	<b>5.80</b>	<b>7.60</b>	<b>3.60</b>	<b>24.60</b>	<b>14.20</b>	<b>22.00</b>	<b>10.00</b>	<b>17.60</b>	<b>8.40</b>	
RAÍZ	D1	PLANTA 1	108.00	50.00	77.00	27.00	93.00	35.00	154.00	28.00	437.00	232.00
		PLANTA 2	91.00	56.00	100.00	53.00	58.00	29.00	122.00	44.00	327.00	148.00
		PLANTA 3	236.00	89.00	156.00	76.00	76.00	30.00	128.00	72.00	135.00	70.00
		PLANTA 4	160.00	104.00	78.00	34.00	87.00	57.00	215.00	76.00	341.00	135.00
		PLANTA 5	168.00	95.00	136.00	108.00	128.00	38.00	130.00	58.00	293.00	153.00
	<b>PROMEDIO</b>	<b>152.60</b>	<b>78.80</b>	<b>109.40</b>	<b>59.60</b>	<b>88.40</b>	<b>37.80</b>	<b>149.80</b>	<b>55.60</b>	<b>306.60</b>	<b>147.60</b>	
D2	PLANTA 1	53.00	35.00	82.00	48.00	115.00	49.00	390.00	208.00	142.00	57.00	
	PLANTA 2	113.00	63.00	254.00	98.00	129.00	53.00	415.00	177.00	159.00	98.00	
	PLANTA 3	69.00	32.00	70.00	31.00	130.00	60.00	249.00	100.00	187.00	95.00	
	PLANTA 4	61.00	29.00	92.00	54.00	214.00	79.00	190.00	57.00	140.00	81.00	
	PLANTA 5	104.00	72.00	72.00	42.00	111.00	42.00	210.00	81.00	84.00	52.00	
	<b>PROMEDIO</b>	<b>80.00</b>	<b>46.20</b>	<b>114.00&lt;/</b>								

## Anexo 12

### Cartilla de evaluación de rendimiento de granos por planta (gr. planta<sup>-1</sup>)

CARTILLA DE EVALUACION DE CULTIVO DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa Will.</i> )					
Lugar:			Cultivo:	QUINUA	
Tipo de Riego :			Variedad:		
Tipo de Suelo:			Fech. Plantacion:		
(CE) de Agua :			Area:		
Altitud :			Variable:	RENDIMIENTO DE GRANOS POR PLANTA	
Evaluador:	AGUILAR FLORES, PERCY				
FECHA DE EVALUACION	28 DE ENERO 2025				
VARIEDAD	BLOQUE	D1 (gr)	D2 (gr)	D3 (gr)	D4 (gr)
KANCOLLA	B1	100.00	129.00	101.00	172.00
	B2	52.00	133.00	152.00	170.00
	B3	54.00	154.00	307.00	63.00
	B4	62.00	172.00	465.00	196.00
	B5	165.00	38.00	64.00	51.00
ALTIPLANO	B1	85.00	93.00	163.00	108.00
	B2	161.00	110.00	214.00	183.00
	B3	235.00	135.00	137.00	160.00
	B4	130.00	119.00	110.00	147.00
	B5	366.00	159.00	184.00	150.00
BLANCA JULI	B1	184.00	104.00	120.00	142.00
	B2	177.00	145.00	139.00	105.00
	B3	70.00	120.00	115.00	122.00
	B4	92.00	226.00	134.00	147.00
	B5	342.00	211.00	149.00	204.00

## Anexo 13

### Cartilla de evaluación de contenido de clorofila (Unid. SPAD)

CARTILLA DE EVALUACION DEL CULTIVO DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa Will.</i> )							
Lugar:	FUNDO LA BANDA HUASACACHE UCMSI	Cultivo:	QUINUA				
Tipo de Riego:	GRAVEDAD	Fecha Plantación:	9/07/2024				
Tipo de Suelo:		Variable:	CONTENIDO DE CLOROFILA				
(C) de Agua:							
Altitud:	2203						
Evaluador:							
FECHA DE EVALUACION	27/09/2024						
VARIEDAD	DOSIS	PLANTA	B1	B2	B3	B4	B5
V 1 ALTIPLANO	D1	PLANTA 1	49.2	64.5	49.6	52.6	58.8
		PLANTA 2	39.3	59.7	55.5	74.6	64.0
		PLANTA 3	43.4	46.6	59.4	51.3	55.6
		PLANTA 4	40.6	49.6	63.7	59.0	55.2
		PLANTA 5	51.9	63.0	64.1	61.5	57.7
	<b>PROMEDIO</b>	<b>44.88</b>	<b>56.68</b>	<b>58.46</b>	<b>59.8</b>	<b>58.26</b>	
	D2	PLANTA 1	43.5	62.5	88.9	54.1	52.2
		PLANTA 2	52.5	58.2	55.2	58.3	56.5
		PLANTA 3	33.0	56.6	57.4	68.6	61.9
		PLANTA 4	45.3	55.9	49.5	57.7	59.5
		PLANTA 5	40.5	54.3	55.3	58.7	61.2
	<b>PROMEDIO</b>	<b>42.96</b>	<b>57.5</b>	<b>61.26</b>	<b>59.48</b>	<b>58.26</b>	
	D3	PLANTA 1	40.3	47.5	62.0	62.5	59.5
		PLANTA 2	30.8	51.4	57.8	61.3	58.6
		PLANTA 3	41.4	53.2	46.6	59.4	53.0
		PLANTA 4	44.3	60.7	64.6	52.8	45.5
		PLANTA 5	56.1	50.2	61.6	58.6	65.8
	<b>PROMEDIO</b>	<b>42.58</b>	<b>52.6</b>	<b>58.52</b>	<b>58.92</b>	<b>56.48</b>	
	D4	PLANTA 1	54.0	57.8	45.3	52.8	49.9
		PLANTA 2	38.9	54.2	41.3	59.2	53.5
PLANTA 3		43.7	62.1	47.2	58.3	52.0	
PLANTA 4		38.5	59.4	56.6	60.0	46.1	
PLANTA 5		48.1	67.4	70.6	67.8	62.6	
<b>PROMEDIO</b>	<b>44.6</b>	<b>60.2</b>	<b>52.2</b>	<b>59.6</b>	<b>52.8</b>		
V 3 KANKOLLA	D1	PLANTA 1	54.7	57.2	47.9	53.0	55.4
		PLANTA 2	53.5	50.6	51.5	51.8	54.6
		PLANTA 3	51.5	61.6	54.7	61.9	61.8
		PLANTA 4	45.5	51.0	46.1	51.4	54.0
		PLANTA 5	52.6	51.3	59.2	60.8	61.7
	<b>PROMEDIO</b>	<b>51.56</b>	<b>54.34</b>	<b>51.88</b>	<b>55.78</b>	<b>57.5</b>	
	D2	PLANTA 1	55.8	54.1	55.9	57.0	50.6
		PLANTA 2	50.0	55.6	55.0	47.7	58.1
		PLANTA 3	39.1	55.4	59.3	51.5	69.1
		PLANTA 4	58.7	47.5	54.7	50.6	57.1
		PLANTA 5	49.1	64.9	88.9	46.2	57.9
	<b>PROMEDIO</b>	<b>50.54</b>	<b>55.5</b>	<b>62.76</b>	<b>50.6</b>	<b>58.56</b>	
	D3	PLANTA 1	47.7	81.4	59.6	48.8	62.7
		PLANTA 2	38.5	40.6	40.7	65.5	43.2
		PLANTA 3	39.0	44.8	46.2	58.8	53.1
		PLANTA 4	44.5	47.2	89.5	64.1	59.6
		PLANTA 5	44.4	53.4	52.6	56.4	55.5
	<b>PROMEDIO</b>	<b>42.82</b>	<b>53.48</b>	<b>57.72</b>	<b>58.72</b>	<b>54.82</b>	
	D4	PLANTA 1	53.5	82.9	63.0	54.8	56.9
		PLANTA 2	50.9	44.2	53.3	55.2	50.3
PLANTA 3		45.2	56.2	61.9	55.8	64.7	
PLANTA 4		46.4	49.4	56.8	49.5	49.5	
PLANTA 5		46.2	56.1	51.6	66.3	57.4	
<b>PROMEDIO</b>	<b>48.44</b>	<b>57.76</b>	<b>57.32</b>	<b>56.32</b>	<b>55.76</b>		
V 4 BLANCA DE JULI	D1	PLANTA 1	47.1	55.1	49.3	61.8	67.8
		PLANTA 2	56.0	43.0	58.0	52.4	60.9
		PLANTA 3	52.4	70.8	48.3	64.7	70.9
		PLANTA 4	42.5	48.6	42.6	68.3	58.5
		PLANTA 5	43.4	57.5	60.4	67.2	59.9
	<b>PROMEDIO</b>	<b>48.28</b>	<b>55</b>	<b>51.72</b>	<b>62.88</b>	<b>63.6</b>	
	D2	PLANTA 1	57.4	64.9	53.3	57.5	55.2
		PLANTA 2	53.1	46.1	67.1	52.2	65.9
		PLANTA 3	61.1	72.7	58.3	66.3	59.0
		PLANTA 4	48.8	53.6	62.7	54.6	63.6
		PLANTA 5	61.8	52.3	51.6	53.4	59.4
	<b>PROMEDIO</b>	<b>56.44</b>	<b>57.92</b>	<b>58.6</b>	<b>56.8</b>	<b>60.62</b>	
	D3	PLANTA 1	62.0	53.1	52.1	54.9	58.6
		PLANTA 2	55.0	47.9	65.5	59.6	71.7
		PLANTA 3	53.1	52.2	53.0	61.8	50.0
		PLANTA 4	50.1	44.6	61.6	54.4	89.4
		PLANTA 5	54.8	45.8	58.7	57.2	66.9
	<b>PROMEDIO</b>	<b>55.0</b>	<b>48.7</b>	<b>58.2</b>	<b>57.6</b>	<b>67.3</b>	
	D4	PLANTA 1	46.6	58.0	53.0	60.6	47.7
		PLANTA 2	56.8	51.2	60.7	61.4	57.2
PLANTA 3		42.4	42.4	51.4	56.8	55.9	
PLANTA 4		49.9	42.7	61.7	51.9	63.7	
PLANTA 5		59.9	44.5	51.2	61.6	61.6	
<b>PROMEDIO</b>	<b>51.12</b>	<b>47.76</b>	<b>55.6</b>	<b>58.46</b>	<b>57.22</b>		

CARTILLA DE EVALUACION DEL CULTIVO DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa Will.</i> )							
Lugar:	FUNDO LA BANDA HUASACACHE-UCSM	Cultivo:	QUINUA				
Tipo de Riego:	GRAVEDAD	Fech. Plantacio	9/07/2024				
(CE) de Agua:		Area:					
Altitud:	2203	Variable:	CONTENIDO DE CLOROFILA				
Evaluador:							
FECHA DE EVALUACION	13/10/2024						
VARIEDAD	DOSIS	PLANTA	B1	B2	B3	B4	B5
V1 ALTIPLANO	D1	PLANTA 1	55.1	60.5	57.1	55.4	53
		PLANTA 2	46.9	53.0	57.5	54.2	55.3
		PLANTA 3	56.6	58.2	56.8	58.6	62.9
		PLANTA 4	55.3	52.3	54.2	54.7	60.5
		PLANTA 5	57.6	63.6	46.2	49.2	51.2
		PROMEDIO	54.3	57.52	54.36	54.42	56.58
	D2	PLANTA 1	51.3	60.0	56.6	53.4	64.8
		PLANTA 2	48.8	54.9	55.1	52.9	54.1
		PLANTA 3	46.3	57.8	56.7	61.1	58.4
		PLANTA 4	52.2	63.7	61.9	59.3	57.4
		PLANTA 5	53.7	66.2	60.7	62.9	59.3
		PROMEDIO	50.46	60.52	58.2	57.92	58.8
	D3	PLANTA 1	46.0	64.1	66.1	57.0	68.8
		PLANTA 2	47.1	51.3	55.0	55.1	63.5
		PLANTA 3	42.1	59.6	49.9	56.0	56.4
		PLANTA 4	56.7	55.2	54.4	63.9	49.5
		PLANTA 5	53.8	60.9	62.5	69.2	69.1
		PROMEDIO	49.14	58.22	57.58	60.24	61.46
	D4	PLANTA 1	64.5	65.7	55.2	72.5	61.7
		PLANTA 2	57.4	69.1	63.2	59.8	61.8
PLANTA 3		57.6	56	47.9	61.5	63.9	
PLANTA 4		58.7	70.1	60.6	63.7	58.9	
PLANTA 5		48.3	55.4	69.0	78.6	63.8	
PROMEDIO		57.3	63.3	59.2	67.2	62.0	
V3 KANKOLLA	D1	PLANTA 1	53.4	50.0	48.4	61.0	47.9
		PLANTA 2	54.5	45.5	56.2	43.8	49.2
		PLANTA 3	46.8	51.1	57.1	54.0	59.4
		PLANTA 4	47.0	48.7	65.4	59.2	53.7
		PLANTA 5	53.3	49.9	52.7	59.0	66.8
		PROMEDIO	51.00	49.04	55.96	55.4	55.4
	D2	PLANTA 1	54.9	52.4	57.7	54.1	70.5
		PLANTA 2	42.6	54.9	62.3	55.9	57.5
		PLANTA 3	50.5	42.2	54.1	49.3	58.2
		PLANTA 4	54.9	56.6	56.2	61.6	61.7
		PLANTA 5	60.5	51.4	58.3	60.5	60.4
		PROMEDIO	52.68	51.5	57.72	56.28	61.66
	D3	PLANTA 1	54.9	46.3	65.5	54.5	59.8
		PLANTA 2	47.2	50.1	60.9	66.2	58.4
		PLANTA 3	45.7	53.2	49.8	55.8	66.5
		PLANTA 4	46.1	51.8	55.3	54.6	65.3
		PLANTA 5	55.4	60.3	63.2	51.3	60.6
		PROMEDIO	49.86	52.34	58.94	56.48	62.12
	D4	PLANTA 1	45.2	57.5	59.8	61.6	62.3
		PLANTA 2	47.7	50.0	60.1	48.1	70.8
PLANTA 3		55.3	54.6	64.6	65.3	60.4	
PLANTA 4		53.5	57.6	61.2	50.9	69.9	
PLANTA 5		47.4	54.3	54.9	62.2	58.1	
PROMEDIO		49.82	54.8	60.12	57.62	64.3	
V4 BLANCA DE JULI	D1	PLANTA 1	55.9	58.4	59.8	48.3	54.7
		PLANTA 2	49.0	49.4	56.4	46.3	65.3
		PLANTA 3	50.1	57.1	56.5	63.3	59.1
		PLANTA 4	60.5	63.1	54.7	58.4	52.6
		PLANTA 5	50.7	53.7	60.1	48.5	56.7
		PROMEDIO	53.24	56.34	57.5	52.96	57.68
	D2	PLANTA 1	50.1	52.9	48.7	54.3	58.6
		PLANTA 2	55.2	47.00	63.3	65.5	60.8
		PLANTA 3	61.2	52.2	54.9	61.3	64.0
		PLANTA 4	59.9	57.7	62.6	60.7	52.6
		PLANTA 5	60.6	54.7	62.6	52.4	62.3
		PROMEDIO	57.4	52.9	58.42	58.84	59.66
	D3	PLANTA 1	56.2	41.1	60.9	52.5	57.2
		PLANTA 2	50.1	63.3	58.9	58.4	69.1
		PLANTA 3	64.3	68.6	57.8	62.4	47.3
		PLANTA 4	60.7	51.1	63.1	49.8	56.6
		PLANTA 5	64.5	62.3	65.3	52.9	69.1
		PROMEDIO	59.2	57.3	61.2	55.2	59.9
	D4	PLANTA 1	64.6	62.2	58.5	60.4	58.3
		PLANTA 2	59.8	61.1	58.0	90.7	63.0
PLANTA 3		56.0	60.2	69.6	57.8	61.6	
PLANTA 4		61.5	99.4	61.7	55.8	60.6	
PLANTA 5		60.3	59.9	64.7	63.7	64.8	
PROMEDIO		60.44	68.56	62.5	65.68	61.66	

CARTILLA DE EVALUACION DEL CULTIVO DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa Will.</i> )							
Lugar:	FUNDO LA BANDA HUASACACHE-UCSM	Cultivo:	QUINUA				
Tipo de Riego:	GRAVEDAD	Fecha Plantación:	9/07/2024				
Tipo de Suelo:		Area:					
(CE) de Agua:		Variable:	CONTENIDO DE CLOROFILA				
Altitud:	2203						
Evaluador:							
FECHA DE EVALUACIÓN	14/10/2024						
VARIEDAD	DOSIS	PLANTA	B1	B2	B3	B4	B5
V1 ALTIPLANO	D1	PLANTA1	37.6	52.3	33	65.3	53.4
		PLANTA2	36.8	47.9	39.6	45.7	50.5
		PLANTA3	31.5	55.8	50.4	61.1	60
		PLANTA4	31.2	60.6	49.5	59.5	51.3
		PLANTA5	39.9	33.3	42.4	48.3	59.5
		PROMEDIO	35.4	49.98	42.98	55.98	54.94
	D2	PLANTA1	30	49.2	45.3	51.2	72.5
		PLANTA2	33.3	49.9	37.6	38	47.2
		PLANTA3	37.3	76.6	40.2	61.8	49.9
		PLANTA4	28.6	59	43.6	52.7	46.2
		PLANTA5	38.2	66.4	54.7	60.5	46.6
		PROMEDIO	33.48	60.22	44.4	52.84	52.48
	D3	PLANTA1	18.6	48.4	58.0	50.7	56.7
		PLANTA2	36.3	47.4	35.1	50	58.8
		PLANTA3	37.8	50.7	50.2	47.7	58.9
		PLANTA4	13.5	49.9	52.7	54.9	59.6
		PLANTA5	28.4	43.4	56	61.1	61.2
		PROMEDIO	26.92	47.96	50.4	52.88	59.04
	D4	PLANTA1	33.7	27.6	51	55.1	52.5
		PLANTA2	25.3	47.0	43.8	36.5	59.3
PLANTA3		30.9	43.3	50.9	58.2	56.2	
PLANTA4		36.9	49.3	51.2	43.5	53.5	
PLANTA5		33.2	54.7	46.1	49	58.7	
PROMEDIO		32.0	44.4	48.6	48.5	56.0	
V3 KANKOLLA	D1	PLANTA1	31.3	41.1	48.3	67.7	53.5
		PLANTA2	34.6	44.6	45.8	51.4	63.6
		PLANTA3	28.6	48.6	49.2	50.1	45.1
		PLANTA4	28.6	50.6	50	56.7	51.1
		PLANTA5	38.6	64.8	52.1	52.1	56.9
		PROMEDIO	32.34	49.94	49.08	55.6	54.04
	D2	PLANTA1	29.8	42.8	43.3	59.0	44.9
		PLANTA2	43.7	42.6	44.2	52.3	51.1
		PLANTA3	24.3	40.4	45.3	58.3	59
		PLANTA4	48.8	38.9	41.4	59.7	52.3
		PLANTA5	21.4	49.2	42	65.5	61.1
		PROMEDIO	33.6	42.8	43.24	58.96	53.68
	D3	PLANTA1	24.4	45	42.9	51.4	48.8
		PLANTA2	23.5	35.2	40.5	57.2	41.1
		PLANTA3	30.4	43.6	49.6	56.1	59.2
		PLANTA4	23.3	40.3	50.2	55.2	68.8
		PLANTA5	46.5	44.9	50.3	62.2	61.6
		PROMEDIO	29.62	41.8	46.7	56.42	55.9
	D4	PLANTA1	42.4	44.4	53.3	63.8	60.7
		PLANTA2	36.6	54.7	52.8	58	57.7
PLANTA3		13.6	58.4	58	64.1	42	
PLANTA4		33.6	51.4	44.3	61.3	50.4	
PLANTA5		43.3	56.6	40.8	68.9	56.3	
PROMEDIO		33.9	53.1	49.84	63.22	53.42	
V4 BLANCA DE JULI	D1	PLANTA1	43.8	48.3	48	56.1	55.9
		PLANTA2	31.3	41.4	48.8	42	49
		PLANTA3	36.9	39.5	47.9	54.9	49.8
		PLANTA4	33.8	57.8	49.7	48.5	61.1
		PLANTA5	45.1	51	60.9	52.3	57.9
		PROMEDIO	38.18	47.6	51.06	50.76	54.74
	D2	PLANTA1	21.6	94.3	51.8	49.9	43.2
		PLANTA2	58.4	49.90	58.2	44	32.4
		PLANTA3	40.0	34.3	47.3	71	46.5
		PLANTA4	36	35.6	55.4	56.1	60.8
		PLANTA5	31.4	54.1	66	55.5	67.3
		PROMEDIO	37.48	53.64	55.74	55.3	50.04
	D3	PLANTA1	24.2	43.8	51.3	58.9	47
		PLANTA2	57.8	34.6	62	55.6	61.4
		PLANTA3	52.8	45.6	50.0	53.5	45.6
		PLANTA4	59.6	44.2	75.5	45.5	55
		PLANTA5	45.3	53.8	62.2	65.2	57
		PROMEDIO	47.9	44.4	60.2	55.7	53.2
	D4	PLANTA1	40.1	31.0	47.0	63.8	46.4
		PLANTA2	35.3	34.6	47.9	54.9	49.8
PLANTA3		49.5	44	64.3	67.8	47.6	
PLANTA4		53	52.9	54.1	40.8	52.9	
PLANTA5		52	53.8	65.1	66.9	59.9	
PROMEDIO		45.98	43.26	55.68	58.84	51.32	

CARTILLA DE EVALUACION DEL CULTIVO DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa Will.</i> )							
Lugar:	FUNDO LA BANDA HUASACACHE-UCSM	Cultivo:	QUINUA				
Tipo de Riego:	GRAVEDAD	Fech. Plantacion	9/07/2024				
Tipo de Suelo:		Area:					
(CE) de Agua:		Variable:	CONTENIDO DE CLOROFILA				
Altitud:	2203						
Evaluador:							
FECHA DE EVALUACION	15/11/2024						
VARIEDAD	DOSIS	PLANTA	B1	B2	B3	B4	B5
V1 ALTIPLANO	D1	PLANTA 1	34.2	61.8	38.3	67.2	56
		PLANTA 2	38.1	38.2	28.1	53.8	53.6
		PLANTA 3	28.2	49.5	46.7	59.2	53.9
		PLANTA 4	40.8	48.5	45.4	54.6	52.8
		PLANTA 5	24.4	49.3	50	51.2	71.6
		<b>PROMEDIO</b>	<b>33.14</b>	<b>49.46</b>	<b>41.7</b>	<b>57.2</b>	<b>57.58</b>
	D2	PLANTA 1	42	51.1	50.9	61.3	48.2
		PLANTA 2	35.4	42.2	39.3	57.6	49
		PLANTA 3	37.7	48	47.3	50	57.8
		PLANTA 4	37	54.9	30.2	45.1	59.2
		PLANTA 5	44.8	48	61.3	56.7	63.8
		<b>PROMEDIO</b>	<b>39.38</b>	<b>48.84</b>	<b>45.8</b>	<b>54.14</b>	<b>55.6</b>
	D3	PLANTA 1	34.1	52.7	55.3	45.8	57
		PLANTA 2	35.9	43.8	42.5	43.3	62.3
		PLANTA 3	21.1	47.2	46.4	44.5	60.0
		PLANTA 4	32.7	42.3	53.3	51.3	51.4
		PLANTA 5	23.5	44.6	49.7	50.9	69.7
		<b>PROMEDIO</b>	<b>29.46</b>	<b>46.12</b>	<b>49.44</b>	<b>47.16</b>	<b>60.08</b>
	D4	PLANTA 1	41.6	23.1	48.3	55.4	56.2
		PLANTA 2	22.3	37.4	58	43.9	52.1
PLANTA 3		33.3	46.6	59.2	53	54.2	
PLANTA 4		35.2	40.4	49.2	48.7	51.1	
PLANTA 5		42.4	47.4	43.9	55.5	53.3	
<b>PROMEDIO</b>		<b>35.0</b>	<b>39.0</b>	<b>51.7</b>	<b>51.3</b>	<b>53.4</b>	
V3 KANKOLLA	D1	PLANTA 1	33.5	38.5	46.4	58.1	54.3
		PLANTA 2	26.1	36	40.6	67.7	67.8
		PLANTA 3	27.3	49.1	53.6	61.3	55
		PLANTA 4	25.3	50.3	49.7	51.7	48.2
		PLANTA 5	43.4	53.3	44.1	48.9	43.3
		<b>PROMEDIO</b>	<b>31.12</b>	<b>45.44</b>	<b>46.88</b>	<b>57.54</b>	<b>53.72</b>
	D2	PLANTA 1	43.7	44.3	39.4	58.4	50.7
		PLANTA 2	33.5	34.1	35.8	42.5	47.7
		PLANTA 3	25.4	35.8	42.6	55.6	58.4
		PLANTA 4	42.3	42.3	51.9	49	61.3
		PLANTA 5	35.8	57.5	39.9	60	52.1
		<b>PROMEDIO</b>	<b>36.14</b>	<b>42.8</b>	<b>41.92</b>	<b>53.1</b>	<b>54.04</b>
	D3	PLANTA 1	27.9	38.5	46.6	51.6	47
		PLANTA 2	29.4	41.4	43.3	56.3	45.9
		PLANTA 3	26.3	52.9	50.2	53.4	45.5
		PLANTA 4	37.6	44.2	44.7	52.3	42.1
		PLANTA 5	54.6	47.4	53.3	56.9	57.5
		<b>PROMEDIO</b>	<b>35.16</b>	<b>44.88</b>	<b>47.62</b>	<b>54.1</b>	<b>47.6</b>
	D4	PLANTA 1	34	52.9	49.1	70.7	47.2
		PLANTA 2	31.7	56.6	41.8	56.3	50
PLANTA 3		17.7	51.5	41.5	50.6	50.8	
PLANTA 4		35.7	55	40.2	67.1	45.7	
PLANTA 5		45.6	58.7	35.9	62.9	64.2	
<b>PROMEDIO</b>		<b>32.94</b>	<b>54.94</b>	<b>41.7</b>	<b>61.52</b>	<b>51.58</b>	
V4 BLANCA DE JULI	D1	PLANTA 1	47.9	41.8	45.3	54	51.1
		PLANTA 2	39.4	52.1	57.1	71.2	46.8
		PLANTA 3	41.9	37.2	57	56.5	54
		PLANTA 4	24.8	65	63.6	52.1	65.3
		PLANTA 5	50.4	48.3	53.4	57.5	49.5
		<b>PROMEDIO</b>	<b>40.88</b>	<b>48.88</b>	<b>55.28</b>	<b>58.26</b>	<b>53.34</b>
	D2	PLANTA 1	35.6	34.5	41.8	53.3	59.5
		PLANTA 2	54.9	53.40	63.6	48.1	41.6
		PLANTA 3	51.1	35.9	49.2	52.2	51.7
		PLANTA 4	39.9	34.9	54.3	60.2	67.9
		PLANTA 5	30.6	55.3	57.4	67.5	60
		<b>PROMEDIO</b>	<b>42.42</b>	<b>42.8</b>	<b>53.26</b>	<b>56.26</b>	<b>56.14</b>
	D3	PLANTA 1	34.2	34.8	43.4	60.7	44.4
		PLANTA 2	52.2	31.9	57.3	75.9	68.5
		PLANTA 3	44.4	53.2	58.7	50.7	49.9
		PLANTA 4	47.3	45.9	74.8	56.7	62.2
		PLANTA 5	51	44.5	56.9	65.7	67.8
		<b>PROMEDIO</b>	<b>45.8</b>	<b>42.1</b>	<b>58.2</b>	<b>61.9</b>	<b>58.6</b>
	D4	PLANTA 1	46.6	25.4	55.1	74.2	51.9
		PLANTA 2	23.1	46.2	56.5	54.7	49.0
PLANTA 3		49.7	35.3	74.3	58	44.3	
PLANTA 4		37.1	43.2	60.5	53.6	49.7	
PLANTA 5		55.1	59.1	72.4	39.7	60.3	
<b>PROMEDIO</b>		<b>42.32</b>	<b>41.84</b>	<b>63.76</b>	<b>56.04</b>	<b>51.04</b>	

## Anexo 14

### Cartilla de evaluación de rendimiento de granos en kg por hectárea (kg. ha<sup>-1</sup>)

CARTILLA DE EVALUACION DE CULTIVO DE QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa Will.</i> )											
Lugar:		Cultivo:	QUINUA								
Tipo de Riego :		Variedad:									
Tipo de Suelo :		Fech. Plantacion:									
(CE) de Agua :		Area:									
Altitud :		Variable:	RENDIMIENTO DE GRANOS EN KG POR HECTAREA								
Evaluador:	AGUILAR FLORES, PERY										
FECHA DE EVALUACION	28 DE ENERO 2025										
VARIEDAD	BLOQUE	D1 (gr)	D2 (gr)	D3 (gr)	D4 (gr)	TOTAL (POR BLOQUE) en Kg	TOTAL ( POR VARIEDAD) en Kg	Área en m2	Área en Ha	Área total en Ha	RENDIMIENTO TOTAL (3 VARIETADES DE QUINUA) EN Kg
KANCOLLA	B1	821.00	1194.00	924.00	1426.00	4.37	21.77	200	0.02	0.06	138.45
	B2	646.00	800.00	1061.00	1022.00	3.53					
	B3	841.00	1162.00	2073.00	1078.00	5.15					
	B4	1142.00	1423.00	2410.00	1561.00	6.54					
	B5	648.00	522.00	356.00	660.00	2.19					
ALTIPLANO	B1	3145.00	5165.00	4860.00	4307.00	17.48	70.76	200	0.02	0.06	138.45
	B2	3936.00	3642.00	2967.00	2911.00	13.46					
	B3	3533.00	3102.00	3771.00	3873.00	14.28					
	B4	4169.00	2015.00	2545.00	2650.00	11.38					
	B5	5514.00	3399.00	3268.00	1988.00	14.17					
BLANCA JULI	B1	2264.00	2927.00	2774.00	3602.00	11.57	45.92	200	0.02	0.06	138.45
	B2	1971.00	1816.00	2774.00	3639.00	10.20					
	B3	1223.00	1520.00	1370.00	1779.00	5.89					
	B4	1369.00	2036.00	1271.00	1667.00	6.34					
	B5	4506.00	2348.00	2235.00	2828.00	11.92					
RENDIMIENTO TOTAL EN 3 VARIETADES DE QUINUA EN KILOS											138.45



## Anexo 16

### Resultado de Análisis de suelo.



SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
 PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
 MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 759-04S -2023  
 LUGAR : Arequipa  
 FECHA DE RECEP. : 26/07/2023

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD  
 MUESTRA : 1B + 2B - 30cm

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
<b>Textura</b>				
Arena	42.17	%		
Limo	36.02	%		
Arcilla	21.81	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	<b>FRANCO</b>			
Porcentaje de Saturación de Agua	49.65	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	2.46	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	5.47	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp 23.9 °C	8.15		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	20.32	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	2.76	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.16	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	585.40	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
<b>Cationes Cambiables</b>				<b>Extractante:Ac. Amonio</b>
Calcio	11.73	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	3.47	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	1.25	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	1.35	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	7.04	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	17.80	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
<b>Sales Disueltas</b>				
Cloruro	28.92	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	21.71	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	9.84	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	1.76	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	21.15	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	12.45	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	27.32	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	2.99	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	8.16	ppm (*)	ISO 9390.1990	Colorimétrico

**DONDE:**

E.S : Extracto de Saturación.  
 (1 / 1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.  
 P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable.  
 C.I.C.E. : Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo.  
 % : Masa / Masa.  
 ppm : mg / Kg.  
 ppm(\*) : mg / L.

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.  
 SM : Standar Methods  
 EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.  
 ISO : International Organization for Standardization.  
 FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

**NOTA:**

- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

**MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón**  
 JEFE DEL LABORATORIO



**MSc. Agr. Julio Castro Lazo**  
 DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú  
 Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563  
 Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
 PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
 MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 759-06S -2023  
 LUGAR : Arequipa  
 FECHA DE RECEP. : 26/07/2023

**INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD**  
**MUESTRA : 1B + 2B - 60cm**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
<b>Textura</b>				
Arena	48.14	%		
Limo	32.02	%		
Arcilla	19.84	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	<b>FRANCO</b>			
Porcentaje de Saturación de Agua	42.24	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.40	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	4.01	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp 23.9 °C	8.06		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	4.94	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	1.38	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.08	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	297.80	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
<b>Cationes Cambiables</b>				<b>Extractante:Ac. Amonio</b>
Calcio	8.16	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	2.86	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	1.63	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.72	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	12.16	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	13.37	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
<b>Sales Disueltas</b>				
Cloruro	23.65	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	15.64	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	3.59	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	0.93	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	13.89	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	8.47	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	20.79	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.96	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	7.12	ppm (*)	ISO 9390.1990	Colorimétrico

**DONDE:**

E.S : Extracto de Saturación.  
 (1 / 1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.  
 P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable.  
 C.I.C.E. : Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo.  
 % : Masa / Masa.  
 ppm : mg / Kg.  
 ppm(\*) : mg / L.

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.  
 SM : Standar Methods  
 EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.  
 ISO : International Organization for Standardization.  
 FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

**NOTA:**

1. Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
2. Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

**MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón**  
**JEFE DEL LABORATORIO**



**MSc. Agr. Julio Castro Lazo**  
**DIRECTOR DEL LABORATORIO**

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular  
 Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú  
 Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563  
 Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
PREDIO : UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 759-06S -2023  
LUGAR : Arequipa  
FECHA DE RECEP. : 26/07/2023

**INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD**  
MUESTRA : 1B + 2B - 90cm

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
<b>Textura</b>				
Arena	62.18	%		
Limo	22.01	%		
Arcilla	15.81	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	<b>FRANCO ARENOSO</b>			
Porcentaje de Saturación de Agua	34.71	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.03	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	3.17	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp 23.9 °C	8.09		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	3.30	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	0.69	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.04	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	187.40	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
<b>Cationes Cambiables</b>				<b>Extractante:Ac. Amonio</b>
Calcio	6.13	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.67	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	1.37	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.46	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	14.21	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	9.63	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
<b>Sales Disueltas</b>				
Cloruro	18.65	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	14.67	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	1.56	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	0.71	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	8.99	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	5.51	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	19.02	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.49	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	8.20	ppm (*)	ISO 9390.1990	Colorimétrico

**DONDE:**

E.S : Extracto de Saturación.  
(1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.  
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable.  
C.I.C.E. : Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo.  
% : Masa / Masa.  
ppm : mg / Kg.  
ppm(\*) : mg / L.

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.  
SM : Standar Methods  
EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.  
ISO : International Organization for Standardization.  
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

**NOTA:**

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

  
MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón  
JEFE DEL LABORATORIO



  
MSc. Agr. Julio Castro Lazo  
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular  
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú  
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563  
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

**Anexo 17**

**Evidencias del trabajo de investigación**

**Figura 59**

*Etapa de crecimiento del cultivo de la quinua.*



**Figura 60.**

*Etapa de desarrollo de la inflorescencia.*



**Figura 61.**

*Evaluando el estado vegetativo del cultivo.*



**Figura 62.**

*Efectuando el control fitosanitario del cultivo de quinua.*



**Figura 63.**

*Dosificación de hierro y zinc*



**Figura 64.**

*Evaluando el diámetro del tallo*



**Figura 65**

*Evaluando el contenido de clorofila en hojas*



**Figura 66**

*Evaluando la altura de la planta*



**Figura 67**

*Evaluando la longitud de panoja.*



**Figura 68**

*Evaluando el diámetro de panoja.*



**Figura 69**

*Evaluando la longitud del peciolo.*



**Figura 70**

*Evaluando la longitud de la hoja.*



**Figura 71**

*Evaluando el ancho de la hoja.*



**Figura 72**

*Cultivo de quinua en fase de madurez fisiológica.*



**Figura 73**

*Cosecha del cultivo de quinua.*



**Figura 74**

*Secado de plantas en parcela.*



**Figura 75**

*Traslado de cosecha de plantas de quinua hacia el invernadero*



**Figura 76**

*Pesado de biomasa de materia fresca.*



**Figura 77**

*Producción de biomasa de materia seca.*



**Figura 78**

*Pesado de biomasa de materia seca.*



**Figura 79**

*Actividad de almacenamiento y post cosecha.*



**Figura 80**

*Embolsado del producto final (Semillas limpias de quinua).*



**Figura 81**

*Pesado de semillas de quinua por variedad y tratamiento.*



**Figura 82**

*Ensacado de semillas de quinua y entrega del producto.*

