



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



INTERFERENCIA DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE QUINUA
(Chenopodium quinoa Willd.) EN EL C.E. ILLPA- PUNO

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. FRANCISCO ANTONIO CAHUI AZORZA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2023



DEDICATORIA

Agradezco infinitamente a Dios por permitirme llegar hasta este momento tan importante en mi vida profesional, guiar mis pasos y estar siempre conmigo, brindándome la paz en los momentos difíciles.

Con mucho cariño a mis abuelos, aunque no estén presentes los llevo siempre conmigo, cuidándome y protegiéndome en cada paso que doy, siempre quisieron lo mejor para sus nietos por ello este logro es para ustedes.

Con mucho amor y gratitud a mi familia, mis padres por darme la vida, aconsejarme constantemente y respetar mis decisiones, a mi tía Lidia por brindarme su comprensión, constante apoyo y creer en mí, mostrándome el camino para superarme.

A mis queridos hermanos Karina, Luz, Ana y Luis, junto a ellos he pasado momentos difíciles y alegres, apoyándonos mutuamente, cuidándonos y motivándonos a seguir hacia adelante.

Francisco Antonio Cahui Azorza.



AGRADECIMIENTOS

Mi más profundo agradecimiento y mi gratitud:

A Dios por guiar mis pasos día a día, dirigirme y acompañarme hacia el buen camino; brindarme las fuerzas necesarias para continuar y lograr mis metas culminando este proyecto tan importante.

A la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias, la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, docentes y personal administrativo por haberme formado académicamente con sus conocimientos que contribuyeron en mi formación profesional.

A mi director de tesis Dr. Israel Lima Medina, por su constante apoyo, su acertada dirección, por su disposición de tiempo, sobre todo por compartir sus conocimientos para ejecutar el presente trabajo de investigación y por haber confiado en mi persona.

A los distinguidos miembros del jurado: D. Sc Silverio Apaza Apaza, M.Sc. Rosario Ysabel Bravo Portocarrero y M.Sc. Marco Alexis Vera Zúñiga; por su apoyo brindado, valiosas sugerencias, recomendaciones, compromiso en la revisión y mejora de este trabajo de investigación.

Al Dr. Dirceu Agostinetti por su guía y apoyo en este proyecto de investigación.

Al M. Sc Roque Palacios Zúñiga por su disposición de tiempo, apoyarnos y compartir sus conocimientos para culminar la investigación.

Al M. Sc Luis Pauro por haberme brindado su apoyo, compartir sus conocimientos y por haberme guiado en este trabajo de investigación.

A mis compañeros y amigos, con los cuales compartí momentos en la universidad y a los que fui conociendo poco a poco en el transcurso del tiempo y demás personas que me motivaron a iniciar, y terminar este proyecto de investigación, les agradezco infinitamente, siempre les estaré agradecido y los tendré presente.

Francisco Antonio Cahui Azorza



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN..... 14

ABSTRACT 15

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVO GENERAL 19

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 19

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES: 20

2.2 MARCO TEORICO 22

2.2.1 Cultivo de quinua..... 22

2.2.2 Importancia..... 22

2.2.3 Taxonomía 23

2.2.4 Descripción botánica 24



2.2.5	Fenología del cultivo	27
2.2.6	Variedades botánicas	31
2.2.7	Variedad cultivada (INIA 420 – Negra collana)	32
2.2.8	Saponina	34
2.2.9	Rendimientos	34
2.2.10	Factores adversos que afectan el desarrollo óptimo de la quinua.....	35
2.2.11	Malezas	39
2.2.12	Características de las malezas.....	41
2.2.13	Clasificación de malezas	45
2.2.14	Competencia	47
2.2.15	Alelopatía.....	47
2.2.16	Periodo crítico de interferencia de malezas	48
2.2.17	Control de malezas	49

CAPITULO III.

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	ÁREA DE ESTUDIO	51
3.1.1	Ubicación Política.....	51
3.1.2	Ubicación Geográfica.....	51
3.1.3	Período de duración del estudio.....	52
3.2	CONDICIONES METEOROLÓGICAS	52
3.3	CONDICIONES EDÁFICAS	55
3.4	CONTROL FITOSANITARIO.....	58



3.5 METODOLOGÍA.....	58
3.5.1 Tratamientos en estudio:.....	58
3.5.2 Diseño estadístico	59
3.5.3 Características de unidad experimental	59
3.5.4 Conducción del experimento	60
3.5.5 Características evaluadas	63
3.5.6 Método estadístico	64
3.5.7 Observaciones complementarias en la calidad fitosanitaria de semilla y reconocimiento de nematodos.	65

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 IDENTIFICAR LAS ESPECIES DE MALEZAS Y EL EFECTO SOBRE EL CULTIVO EN EL C.E. ILLPA.	72
4.1.1 Identificación de especies	72
4.1.2 Efecto sobre el cultivo de Quinoa.....	79
4.2 PERIODO CRÍTICO DE INTERFERENCIA DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE QUINUA	93
4.2.1 Interferencia de malezas	93
4.2.2 Período crítico.....	97
4.3 EFECTO DE LAS MALEZAS SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO.....	99
4.3.1 Peso de Broza de quinua.....	99



4.3.2	Peso de jipi de quinua.....	102
4.3.3	Rendimiento de granos	105
4.4	OBSERVACIONES PARA DETERMINAR EL PODER GERMINATIVO DE QUINUA Y EVALUACIÓN FITOSANITARIA COMPLEMENTARIA DEL EXPERIMENTO	110
4.4.1	Poder germinativo de semilla de quinua.....	110
4.4.2	Determinación de hongos en la semilla del experimento	111
4.4.3	Nematodos asociados a malezas presente en el cultivo de quinua en el CE Illpa – Puno.....	116
V.	CONCLUSIONES.....	125
VI.	RECOMENDACIONES	126
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	127
ANEXOS	136

Área : Ciencias agrarias

Tema : Manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos andinos,
tropicales, forestales y pasturas

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 13 de enero 2023



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Principales características morfológicas y agronómicas de la quinua INIA 420 Negra collana.....	33
Tabla 2: Categorías de insecto plaga en <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.....	37
Tabla 3: Las principales malezas que infestan los campos de cultivos de quinua son: .	40
Tabla 4: Datos Climáticos durante la campaña (2021-2022)	53
Tabla 5: Datos climáticos históricos de 5 años (SENAMHI).....	53
Tabla 6: Análisis físico - químico del suelo agrícola (2021-2022) Illpa.	56
Tabla 7: Análisis físico - químico del suelo agrícola Illpa después de la cosecha (área de convivencia)	57
Tabla 8: Análisis físico - químico del suelo agrícola Illpa después de la cosecha (área de control).....	57
Tabla 9: Medidas de control de plagas en quinua durante la campaña 2021-2022	58
Tabla 10: Simbología y tratamientos de estudio en el cultivo de quinua.	59
Tabla 11: Familia, especie y nombre común de malezas identificadas en el cultivo de quinua (C.E. Illpa - Puno) campaña 2021-2022.	73
Tabla 12: Análisis de varianza para peso de la parte aérea de malezas por efecto de periodos y DDD.	80
Tabla 13: Prueba de comparación de medias de tukey para peso de materia verde de la parte aérea de malezas por efecto de los periodos y DDD.	81
Tabla 14: Análisis de varianza para peso materia seca de la parte aérea de malezas por efecto de periodos y DDD.....	83
Tabla 15: Prueba de comparación de medias de tukey para peso de materia seca de la parte aérea de malezas por efecto de los periodos y tratamientos.	84



Tabla 16: Análisis de varianza para altura de planta de quinua por efecto de periodos y DDD.....	86
Tabla 17: Prueba de comparación de medias de tukey para altura de planta de quinua por efecto de los periodos y DDD.....	87
Tabla 18: Análisis de varianza para peso de materia verde de la parte aérea de planta de quinua por efecto de periodos y DDD.	89
Tabla 19: Prueba de comparación de medias de tukey para el peso de materia verde de la parte aérea de planta de la quinua por efecto de los periodos y DDD.	90
Tabla 20: Análisis de varianza para peso de materia seca de la parte aérea de planta de quinua por efecto de periodos y DDD.	91
Tabla 21: Prueba de comparación de medias de tukey para el peso de materia seca de la parte aérea de planta de quinua por efecto de los periodos y DDD.	92
Tabla 22: Análisis de varianza para peso de broza de quinua por efecto de periodos y DDD.....	100
Tabla 23: Prueba de comparación de medias de tukey para peso de broza de quinua por efecto de los periodos y DDD.....	101
Tabla 24: Análisis de varianza para peso de jipi de quinua por efecto de periodos y DDD.....	103
Tabla 25: Análisis de varianza para peso de jipi de quinua por efecto de periodos y DDD.....	104
Tabla 26: Análisis de varianza para rendimiento de quinua por efecto de periodos y DDD.....	106
Tabla 27: Prueba de comparación de medias de tukey para el rendimiento de grano por efecto de los periodos y DDD.....	107
Tabla 28: Nematodos asociados a malezas en el cultivo de quinua	117



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Fenología en el cultivo de quinua	31
Figura 2. Rendimientos promedio del cultivo de quinua.....	35
Figura 3. Ubicación del experimento.....	52
Figura 4. Comparativo de temperatura media de la campaña 2021-2022 con los datos históricos de 5 años	54
Figura 5. Comparativo de precipitación total de la campaña 2021-2022 con los datos históricos de 5 años	54
Figura 6. Recolección de malezas y planta de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) Var. Negra collana en campo.....	61
Figura 7. Rendimiento de quinua.....	62
Figura 8. Evaluación fitosanitaria de la semilla de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) Var. Negra collana..	66
Figura 9. Recolecta de muestra de suelo	67
Figura 10. Método de fluctuación centrífuga para muestras de suelo. Para determinación e identificación de nematodos.....	69
Figura 11. Método rápido de extracción de quistes del suelo seco adaptado a laboratorio.	71
Figura 12. <i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Herit.....	75
Figura 13. <i>Bidens andicola</i> H.B.K.....	76
Figura 14. <i>Medicago hispida</i> Gaertn.	78
Figura 15. <i>Bromus unioloides</i> kunth.....	79
Figura 16. Altura de planta de quinua (cm) en DDD.....	88



Figura 17. Masa seca de las principales malezas en el periodo de convivencia con el cultivo de quinua.....	94
Figura 18. Masa seca de las principales malezas en los periodos de control con el cultivo de quinua.....	95
Figura 19. Acumulación por 0.25 m ² de masa seca total de malezas y de la parte aérea de quinua, en periodo de convivencia (presencia).....	96
Figura 20. Acumulación por 0.25 m ² de masa seca total de malezas y de la parte aérea de quinua, en periodo de control (ausencia).	97
Figura 21. Periodo Crítico de Interferencia en el cultivo de quinua (PCI).....	98
Figura 22. Peso broza en t/ha.....	101
Figura 23. Peso jipi en t/ha.	104
Figura 24. Rendimiento de quinua de la campaña 2021-2022 (comparativo de rendimiento a nivel nacional y departamental).....	108
Figura 25. Promedio de “kcona kcona” encontrados en los granos después de la cosecha.....	109
Figura 26. Poder germinativo de quinua en períodos de convivencia y control.....	110
Figura 27. Evaluación fitosanitaria del periodo de convivencia en 100 semillas de quinua.....	111
Figura 28. Control fitosanitario del periodo de control en 100 semillas de quinua....	112
Figura 29. <i>Rhizoctonia</i> sp.	113
Figura 30. <i>Alternaria</i> sp.....	113
Figura 31. <i>Penicillium</i> sp.....	114
Figura 32. <i>Aspergillus</i> spp.	114
Figura 33. <i>Chaetomiun</i> sp.....	116
Figura 34. Genero <i>Globodera</i> spp.	119



Figura 35. Genero <i>Tylenchus</i> sp.	120
Figura 36. Genero <i>Helicotylenchus</i> sp.....	121
Figura 37. Vida libre (bacteriófago)	121
Figura 38. Nematodo quiste de la papa.	123
Figura 39. Comparativo de quiste y nematodos en el cultivo de quinua.....	124



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

- **.: Altamente significativo
- *.: Significativo
- °C: Grados Celsius
- ANOVA: Análisis de varianza
- C.M.: Cuadrados medios
- cm: Centímetros
- cm³: Centímetros cúbicos
- DBCA: Diseño Bloque Completamente al Azar
- DDD: Días después del desahije
- F.V.: Fuente de variación
- Fc.: F calculada
- G.L.: Grados de libertad
- g: Gramos
- kg: Kilogramos
- m: Metros
- m²: Metros cuadrados
- mm: Milímetros
- msnm.: Metros sobre el nivel del mar
- MSPA: Materia seca de la parte aérea
- MVPA: Materia verde de la parte aérea
- PAI: Periodo anterior a la interferencia
- PCA: Periodo de convivencia
- PCB: Periodo de control
- PCI: Periodo crítico de interferencia
- PG: Poder germinativo
- ppm: Partes por millón
- PTPI: Periodo total de prevención de interferencia
- rpm: Revoluciones por minuto
- S.C.: Suma de cuadrados



RESUMEN

En el contexto del cambio climático, la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) tiene un enorme potencial como fuente proteica de alta calidad presentándose como una importante opción para contribuir a la seguridad alimentaria. Entre los factores determinantes en la producción, la interferencia de malezas influye negativamente en el crecimiento, desarrollo; ocasionando pérdidas sobre el rendimiento que suelen ser mayores a las pérdidas causadas por plagas y enfermedades. La presente investigación se llevó a cabo en el centro experimental Illpa de la UNA – Puno, durante la campaña agrícola 2021 – 2022. Con el objetivo general de evaluar el periodo crítico de interferencia de malezas en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y los objetivos específicos: 1) Identificar las especies de malezas y el efecto sobre el cultivo, 2) Estimar el periodo crítico de interferencia de malezas en el cultivo de quinua y 3) Determinar el efecto de las malezas sobre el rendimiento del cultivo. Se utilizó el diseño experimental bloques completamente al azar, con un arreglo factorial 2x7 (periodos de control - convivencia y días después del desahije) con 4 repeticiones. Se evaluó, altura de planta, rendimiento de grano, materia verde y materia seca de la parte aérea de maleza y el cultivo. Los datos evaluados fueron sometidos a un análisis de varianza y una prueba de comparación de tukey al 5%. Para determinar el periodo crítico de interferencia se utilizó regresiones no lineales ajustadas a Gompertz y modelos logísticos simples. En total se identificaron 22 especies en periodo de convivencia y control, las familias más numerosas fueron Asteraceae, Brassicaceae y Poaceae, resaltando las especies *Erodium cicutarium* (L.) L Herit., *Bidens andicola* H.B.K., *Bromus unioloides* Kunth, *Medicago hispida* Gaertn., presentes en ambos periodos. El periodo crítico de interferencia se determinó entre 6 y 56 días después del desahije. Se alcanzó un rendimiento máximo en el tratamiento A2T7 con 2.19 t/ha y un mínimo en el tratamiento A1T7 con 0.28 t/ha, debido a la interferencia de las malezas en los periodos de convivencia provocando un constante estrés, interfiriendo en el crecimiento y desarrollo de la quinua.

Palabras Clave: Periodo crítico, producción orgánica, *Chenopodium quinoa* Willd., malezas.



ABSTRACT

In the context of climate change, quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) has enormous potential as a high-quality protein source, presenting itself as an important option to contribute to food security. Among the determinant factors in production, weed interference negatively influences growth, development; causing yield losses that are usually greater than the losses caused by pests and diseases. The present investigation was carried out in the Illpa experimental center of the UNA - Puno, during the 2021 - 2022 agricultural season. With the general objective of evaluating the critical period of weed interference in the cultivation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and the specific objectives: 1) Identify the weed species and the effect on the crop, 2) Estimate the critical period of weed interference in the quinoa crop and 3) Determine the effect of weeds on crop yield. The completely randomized block experimental design was used, with a 2x7 factorial arrangement (control periods - cohabitation and days after weeding) with 4 repetitions. Plant height, grain yield, green matter and dry matter of the aerial part of the weeds and the crop were evaluated. The evaluated data were subjected to an analysis of variance and a 5% tukey comparison test. Nonlinear regressions adjusted to Gompertz and simple logistic models were used to determine the critical interference period. A total of 22 species in coexistence and control period were identified, the most numerous families were Asteraceae, Brassicaceae and Poaceae, highlighting the species *Erodium cicutarium* (L.) L Herit., *Bidens andicola* H.B.K., *Bromus unioloides* Kunth, *Medicago hispida* Gaertn., present in both periods. The critical interference period was determined between 6 and 56 days after pruning. A maximum yield was reached in the A2T7 treatment with 2.19 t/ha and a minimum in the A1T7 treatment with 0.28 t/ha, due to the interference of weeds in the coexistence periods, causing constant stress, interfering with growth and development. of the quinoa.

Keywords: Critical period, organic production, *Chenopodium quinoa* Willd., weeds.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Frente al desafío de incrementar la producción de alimentos de calidad para alimentar a la población mundial en el contexto del cambio climático, la quinua tanto por sus características nutricionales como por su variabilidad agronómica se presenta como una importante opción para contribuir a la seguridad alimentaria regional, nacional y mundial en especial donde existen limitaciones para la producción de alimentos. El cambio de los hábitos alimenticios y la preferencia por alimentos nutritivos y orgánicos a nivel global promovieron el reconocimiento y la revaloración de la quinua, dando lugar al incremento de su producción. (Gomez & Aguilar, 2016a).

La quinua tiene enorme potencial y perspectivas futuras en la zona andina y fuera de ella, como fuente proteica de alta calidad, por ser un grano de elevado valor alimenticio y nutricional, dado por el balance adecuado de sus aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales le confiere un valor biológico similar o superior a la leche o carne, por lo tanto, su consumo podría resolver el problema alimentario y nutricional de la población rural como urbana, especialmente de poblaciones en alto grado de desnutrición y en extrema pobreza, así mismo podríamos mejorar y resolver el problema de seguridad alimentaria nacional y global, puesto que esta planta se puede cultivar y producir en gran parte de la zona andina y fuera de ella, puede ser almacenada y conservada por mucho tiempo sin riesgo de pérdidas de almacén. (Mujica & Larico, 2019).

Si bien es cierto, la quinua es un cultivo tradicionalmente de bajo rendimiento en las regiones de origen, la mayor demanda por sus beneficios antes mencionados ha llevado a una mayor producción. Entre los problemas pendientes a estudiar se encuentran los relacionados



con las malezas debido a que la producción disminuye a medida que aumenta la densidad y la duración de la interferencia de las malezas (Merino *et al.*, 2019).

La quinua como cualquier otro cultivo es sensible a la competencia por malezas, conocidas también como plantas arvenses, sobre todo en los primeros estadíos; según Zaragoza (2012), la distribución de los daños potenciales en los cultivos comprende la presencia de malezas, plagas, enfermedades causadas por hongos y causadas por virus (34,19,13 y 3% respectivamente).

Las malezas influyen negativamente en el crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos, compitiendo por luz, agua y nutrientes en el mismo hábitat, lo cual se ve reflejado en la reducción de la producción del cultivar. (Citado por Pitelli & Pitelli como cita Vera & Enciso, 2017).

El período crítico de competencia es el período de tiempo en el que se requieren medidas de control para evitar la continuidad de la interferencia entre el cultivo y las malezas, evitando pérdidas en el rendimiento como indica (Constantin *et al.*, 2007).

Según Radosevich *et al.*, (2007), citado por Carlos *et al.*, (2021), la competencia entre las malezas y el cultivo de interés se divide en los siguientes tres períodos, período previo a la interferencia (PBI), período crítico de interferencia (CPIP) y período total de prevención de interferencia (TPIP). PBI es el período en el que la ocurrencia de malezas no causa pérdidas de rendimiento, a partir de la emergencia del cultivo y extendiéndose hasta el inicio del CPIP, que es la fase más relevante de la competencia porque comprende el período más crítico en el que el cultivo es más susceptible a los daños causados por la presencia de plantas en el área y la coexistencia entre las dos especies provoca pérdidas del rendimiento y calidad de grano en mayor evidencia.



La interferencia en relación entre la aparición de malezas y la presión que ejerce sobre el cultivo de quinua puede resultar en pérdidas mayores en el rendimiento si no se realiza oportunamente los controles pertinentes, e incluso suelen ser mayores que las pérdidas causadas por plagas y enfermedades. De esta manera las malezas son un factor limitante en el cultivo de quinua; afectando directamente en el crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos, compitiendo por luz, agua y nutrientes presentes en el suelo, por lo cual se ve reflejado en el alcance de las pérdidas de rendimiento (Freitas *et al.*, 2004 como se cito en Aramendiz *et al.*, 2010).

Labrada *et al.*, (1996), referido por González (2011), indica que la ausencia de control de malezas puede provocar mermas significativas en el rendimiento o en la calidad del producto cosechado originando una pérdida aproximada del 10% del producto final obtenido en la recolección.

Aguerrea, citado por Mullo (2001), concluye que los rendimientos de quinua se ven seriamente disminuidos cuando compiten con malezas logrando tan sólo el 9% de rendimiento en comparación con un testigo sin malezas.

Una forma de mitigar este problema son los métodos de control de malezas en la quinua, que son un factor importante que interfiere directamente con el rendimiento; por lo cual la presente investigación busca determinar el periodo crítico de interferencia de malezas en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) mejorando así los rendimientos en la producción de quinua, un cultivo muy importante en la región.



1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el periodo crítico de interferencia de malezas en el cultivo de quinua
(*Chenopodium quinoa* Willd.)

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar las especies de malezas y el efecto sobre el cultivo en el C.E. Illpa.

Estimar el periodo crítico de interferencia de malezas en el cultivo de quinua en el
C.E. Illpa.

Determinar el efecto de las malezas sobre el rendimiento del cultivo en el C.E. Illpa.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES:

Merino *et al.*, (2019), indican que existe información limitada sobre el período crítico de interferencia de malezas (CPWI) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y el efecto que produce la interacción maleza-cultivo en la acumulación de metabolitos secundarios. El objetivo de su estudio fue determinar el CPWI y su efecto sobre el contenido de polifenoles totales en quinua. Donde se evaluó la población y biomasa de malezas; el número de granos por planta afectó el rendimiento por la interferencia de malezas ($P < 0.05$). El CPWI se determinó entre los estados fenológicos de dos hojas verdaderas a la floración para la quinua 'Regalona', comprendidas entre 10 y 75 días después de la emergencia.

Santos *et al.*, (2020), sostienen que, en un sistema orgánico durante la estación “seca”, la competencia de las malas hierbas con el cultivo de okra aumenta el período crítico de interferencia de estas especies y las pérdidas de rendimiento. Así, se determinó el período crítico de interferencia de malezas en el cultivo de okra orgánica durante la estación “seca” en São Luís - MA. El experimento se realizó de octubre/2014 a enero/2015 en bloques al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron los periodos de 7, 14, 21, 28, 35, 42 días después del trasplante del cultivo con control y convivencia de la comunidad de malezas. Las especies con mayor índice de valor de importancia fueron *Cynodon dactylon*, *Eleusine indica*, *Amaranthus spinosus* y *Commelina benghalensis*. PCPI fue de 4 a 53 días después del trasplante, y las pérdidas de rendimiento fueron del 69,5%.



Vera & Enciso, (2017), evaluaron los efectos de diferentes periodos de convivencia y control de malezas sobre la productividad del cultivo de zanahoria, determinado los periodos de interferencia de malezas. Las malezas con mayor importancia relativa fueron: *Coronopus didymus*, *Gamochaeta coarctata*, *Amaranthus retroflexus*, *Eleusine indica* y *Galinsoga parviflora*. Se obtuvo una pérdida máxima de 93,3% en el rendimiento comercial de raíces, en convivencia permanente del cultivo con malezas. El PAI se estableció en 2,7 semanas (19 días); el PTPI, en diez semanas (70 días) y el PCI entre los 19 y 70 días desde la emergencia del cultivo.

Ricardo (2016), menciona que la competencia de malezas con el cultivo de soya reduce el número de vainas por planta, el número de granos por planta, el peso de mil granos y la productividad del cultivo. Para evitar tales pérdidas, las medidas de control deben adoptarse al final del período antes de la interferencia (PAI), que, para la primera siembra es de 14 días después de la emergencia (DAE), la segunda 15 DAE y la tercera es solo cinco DAE, pero la siembra realizada por adelantado y al final del período recomendado proporciona un período total más largo de prevención de interferencias (PTPI).

Herrera (2017), describe que, en los resultados obtenidos la mayor población de malezas se encontró a los 35 días después de la siembra con 5 894 853 plantas, pertenecientes a 12 especies y 11 familias, observándose que *Cyperus rotundus* (coquito) es el de mayor población y resistente a la herbicida. El mayor rendimiento de grano de quinua variedad Negra Collana fue de 2 236.7 kg. ha⁻¹ respectivamente, se obtuvo con regulación mecánica continua de malezas.



2.2 MARCO TEORICO

2.2.1 Cultivo de quinua

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es un cultivo andino domesticado hace miles de años por las antiguas culturas de la región andina de Sur América (Gomez & Aguilar, 2016c); especie vegetal originaria de la región andina. Paso a ser de interés mundial en los últimos años, debido a su alta calidad nutritiva y de amplia adaptación ecológica (Ramírez *et al.*, 2016); siendo un cultivo en expansión, dada sus características nutritivas, medicinales y de adaptación a diferentes zonas agroecológicas; se documenta, como el único vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales (Gonzales *et al.*, 2012); es un alimento importante por sus características nutricionales; sin embargo, el rendimiento de producción y la calidad de grano se encuentra limitado por los factores abióticos y bióticos originados por el cambio climático en los andes del Perú (Amador & Montesinos, 2016).

2.2.2 Importancia

Las bondades peculiares del cultivo de la quinua están dadas por su alto valor nutricional. La importancia de las proteínas de la quinua se debe a la calidad de las mismas (Repo-Carrasco *et al.*, 2001); así mismo las proteínas de quinua tienen una composición balanceada de aminoácidos esenciales parecida a la composición aminoacídica de la caseína, la proteína de la leche; el contenido de proteína de la quinua varía entre el 12 y el 17%, y está influenciado por factores como la variedad, fertilidad del suelo y medio ambiente (Rojas *et al.*, 2014). Debido al elevado contenido de aminoácidos esenciales de su proteína, la quinua es considerada como el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales (FAO, 2011). Risi (1993), acota que el balance de los aminoácidos esenciales de



la proteína de la quinua es superior al trigo, cebada y soya, comparándose favorablemente con la proteína de la leche.

Reconocida mundialmente por sus excelentes cualidades alimenticias, también ha sido denominada como el alimento más completo, por lo que constituye un producto de excepcionales cualidades nutritivas, que se compara a la calidad nutricional de la leche materna. (Mullo, 2011).

2.2.3 Taxonomía

Mujica & Chura (2012a), señalan que la quinua es una planta de la familia *Chenopodiaceae*, género *Chenopodium*, que tiene amplia distribución mundial, con cerca de 250 especies.

Descrita por primera vez por el científico alemán Luis Christian Willdenow 1789:

Reino: Vegetal

Sub Reino: Phanerogamae

División: Angiospermae

Clase: Dicotyledoneae

Sub clase: Archychlamydeae

Orden: Centrospermales

Familia: Chenopodiaceae

Género: *Chenopodium*

Sección: *Chenopodia*

Subsección: *Cellulata*

Especie: *Chenopodium quinoa* Willdenow, 1798



2.2.4 Descripción botánica

La quinua es una planta herbácea anual, de amplia dispersión geográfica, presenta características peculiares en su morfología, coloración y comportamiento en diferentes zonas agroecológicas donde se cultiva (Mujica *et al.*, 2013); se cultiva desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm, desde zonas áridas, hasta zonas húmedas y tropicales, desde zonas frías hasta templadas y cálidas; muy tolerante a los factores abióticos adversos como son sequía, helada, salinidad de suelos y otros que afectan a las plantas cultivadas (Mujica & Chura, 2012b). Su periodo vegetativo varía desde los 90 hasta los 240 días, crece con precipitaciones desde 200 a 2600 mm anuales, se adapta a suelos ácidos de pH 4.5 hasta alcalinos con pH de 9.0 (Mujica, 1988); se adapta a diferentes tipos de suelos desde los arenosos hasta los arcillosos, la coloración de la planta es variable con los genotipos y etapas fenológicas, desde el verde hasta el rojo, pasando por el púrpura oscuro, amarillento, anaranjado, granate y demás gamas de colores que se pueden diferenciar (Apaza *et al.*, 2013) .

Planta.

Erguida, alcanza alturas variables desde 30 a 300 cm; dependiendo del tipo de quinua, de los genotipos, de las condiciones ambientales donde crece y de la fertilidad de los suelos, clasificada como planta C3 (Mujica & Chura, 2012c).

Raíz.

Pivotante, vigorosa, profunda, puede alcanzar hasta 1,80 cm de profundidad, bastante ramificada y fibrosa, lo cual le confiere resistencia a la sequía y buena estabilidad a la planta (Apaza *et al.*, 2013).



Tallo.

Cilíndrico en la parte del cuello y anguloso a partir de las ramificaciones, posee una epidermis cutinizada, corteza firme, compacta con membranas celulósicas, interiormente contiene una médula que a la madurez desaparece, quedando seca, esponjosas y vacía. Su diámetro puede variar desde 1 a 8 centímetros (Mujica, 1988).

Hojas.

La coloración es variable desde verde, rosado, rojo y púrpura y puede medir hasta 15 cm de largo por 12 cm de ancho, con nervadura visibles que nacen del peciolo, existen genotipos que poseen abundante cantidad de hojas caso quinuas de valle y otras con menor cantidad (Mujica et al., 2013). Así mismo Gomez & Aguilar (2016e), afirman que el color de la lámina predominantemente es verde. A la madurez las láminas se tornan amarillas, naranjas, rosadas, rojas o púrpuras.

Inflorescencia.

Mujica & Chura (2012d), mencionan una panoja típica, constituida por un eje central y ramificaciones secundarias, terciarias y pedicelos que sostienen a los glomérulos, así como por la disposición de las flores y por qué el eje principal está más desarrollado que los secundarios, ésta puede ser laxa (amarantiforme) o compacta (glomerulada), existiendo formas intermedias entre ambas; se le denomina amarantiforme, cuando sus glomérulos están insertados en el eje central y tienen numerosas ramas secundarias, terciarias, pues en ellas se forman masas de flores bastantes laxas; glomeruladas, cuando los glomérulos están insertados en el eje principal o primario, en este caso las inflorescencias forman grupos compactos y esféricos con pedicelos cortos, muy juntos y compactos (Velázquez, 2018).



Flores.

Gandarillas (2001), señala que las flores son incompletas (carecen de pétalos), por lo que los sépalos protegen las anteras y los pistilos. Son pequeñas, incompletas, sésiles y desprovistas de pétalos, constituida por corola formada por cinco piezas florales tepaloides, sepaloides, pudiendo ser hermafroditas (pistilo y estambres) se ubican en la parte superior del glomérulo, las pistiladas (femeninas) ubicadas en la parte inferior del glomérulo y las ultimas androestériles (pistilo y estambre estériles), lo que indica que podría tener habito autógamo como alógamo (Mujica & Chura, 2012e).

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; está constituido por el 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 (Gomez & Aguilar, 2016f).

Semilla.

Está envuelta por la episperma en forma de una membrana delgada, en ella se ubica la saponina que le da el sabor amargo al grano y cuya adherencia a la semilla es variable con los genotipos. El embrión está formado por los cotiledones y la radícula, constituye el 30% del volumen total de la semilla, el cual envuelve al perisperma como un anillo. El perisperma es el principal tejido de almacenamiento y está constituido principalmente por el almidón, es de color blanquecino y representa prácticamente el 60% de la superficie de la semilla (Mujica *et al.*, 2000).

2.2.5 Fenología del cultivo

Mujica *et al.*, (2013a), refieren la fenología vegetal son los cambios externos visibles en el proceso de desarrollo de la planta, que son el resultado de las condiciones ambientales.

La quinua presenta fases fenológicas bien marcadas y diferenciables, las cuales permiten identificar los cambios que ocurren durante el desarrollo de la planta, se han determinado catorce fases fenológicas (Mujica & Canahua, 1989, Mujica *et al.*, 2013b):

Emergencia.

Es cuando la plántula sale del suelo y extiende las hojas cotiledonales, esto ocurre de los 7 a 10 días de la siembra, salen las dos hojas cotiledonales protegidas por el episperma y pareciera mostrar la semilla encima del talluelo facilitando el consumo de las aves, por la succulencia de los cotiledones.

Mujica & Chura (2012f), mencionan que los cotiledones son elevados a la superficie protegidos por el epispermo y perigonio, dando la apariencia de mostrar la semilla encima del talluelo facilitando el consumo por las aves, por la succulencia de los cotiledones.

Dos hojas verdaderas.

Después de las hojas cotiledonales, que tienen forma lanceolada, aparecen dos hojas verdaderas extendidas que ya poseen forma romboidal y se encuentra en botón el siguiente par de hojas, ocurre de los 15 a 20 días después de la siembra y muestra un crecimiento rápido de las raíces.

Cuatro hojas verdaderas.

Se observan dos pares de hojas verdaderas extendidas y aún están presentes las hojas cotiledonales de color verde, encontrándose en botón foliar las siguientes hojas del



ápice en inicio de formación de botones en la axila del primer par de hojas; ocurre de los 25 a 30 días después de la siembra, en esta fase la plántula muestra buena resistencia al frío y sequía.

Seis hojas verdaderas.

En esta fase se observan tres pares de hojas verdaderas extendidas y las hojas cotiledonales se tornan de color amarillento. Esta fase ocurre de los 35 a 45 días de la siembra, en la cual se nota claramente una protección del ápice vegetativo por las hojas más adultas, especialmente cuando la planta está sometida a bajas temperaturas, stress por déficit hídrico o salino.

Ramificación.

Se observa ocho hojas verdaderas extendidas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo, las hojas cotiledonales se caen y dejan cicatrices en el tallo, también se nota presencia de inflorescencia protegida por las hojas sin dejar al descubierto la panoja, ocurre de los 45 a 50 días de la siembra. En esta fase la parte más sensible a las bajas temperaturas y heladas es debajo del ápice.

Inicio de panojamiento.

La inflorescencia se nota que va emergiendo del ápice de la planta, observando alrededor aglomeración de hojas pequeñas, las cuales van cubriendo a la panoja en sus tres cuartas partes; esto ocurre de los 55 a 60 días después de la siembra, así mismo se puede apreciar amarillamiento del primer par de hojas verdaderas (hojas que ya no son fotosintéticamente activas) y se produce una fuerte elongación del tallo, así como engrosamiento. En esta etapa se produce el ataque de la primera generación de *Eurysacca quinoae* Povolny “kcona-kcona”.



Panojamiento.

La inflorescencia sobresale con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos que la conforman; así mismo, se puede observar en los glomérulos de la base los botones florales individualizados, ello ocurre de los 65 a los 70 días después de la siembra y a partir de esta etapa hasta inicio de grano lechoso.

Inicio de floración.

Cuando la flor hermafrodita apical se abre mostrando los estambres separados, ocurre de los 75 a 80 días desde la siembra; en esta fase es bastante sensible a la sequía y heladas; se puede notar en los glomérulos las anteras protegidas por el perigonio de un color verde limón.

Floración o Antesis.

La floración es cuando el 50% de las flores de la inflorescencia se encuentran abiertas, lo que ocurre de los 85 a 95 días después de la siembra. Esta fase es sensible a las heladas y cuando se presentan altas temperaturas que superan los 38 °C se produce aborto de las flores.

Grano acuoso.

Fase de inicio de formación de la semilla después de ser fecundada, donde los frutos de la panoja están recientemente formados, se puede identificar presionando con las uñas de los dedos notando una consistencia acuosa, algo espesa de color transparente, lo que ocurre de los 95 a 100 días después de la siembra, siendo muy corto este periodo.

Grano Lechoso.

Es cuando los frutos se encuentran en los glomérulos de la panoja, al presionarlos con las uñas los frutos explotan y expulsan un líquido lechoso, lo que caracteriza a esta



fase fenológica, la cual acontece a los 100 a 130 días de la siembra, en esta fase el déficit hídrico es perjudicial para el rendimiento, disminuyéndolo drásticamente.

Grano pastoso.

El estado de grano pastoso es considerado cuando los frutos al ser presionados muestran una consistencia pastosa de color blanco, lo que ocurre de los 130 a 160 días de la siembra, en esta fase se presenta el ataque de la segunda generación de “Kcona kcona” (*Eurysacca quinoa* Povolny) causa daños considerables al cultivo, formando nidos y consumiendo el grano.

Madurez Fisiológica.

Se da cuando el grano formado al ser presionado por las uñas, presenta resistencia a la penetración, ocurre de los 160 a 180 días después de la siembra, el contenido de humedad del grano varía de 14 a 16%, el lapso comprendido de la floración a la madurez fisiológica viene a constituir el período de llenado del grano, a la vez en esta fase ocurre el amarillamiento completo de la planta y una gran defoliación.

Madurez de cosecha.

Es cuando la planta cosechada hasta la madurez fisiológica se emparva y los granos que se encuentran en las panojas han perdido suficiente humedad, facilitando la trilla y el desprendimiento del grano contenido dentro del perigonio efectuando con facilidad, el contenido de humedad del grano varía entre 12 - 13%, ello ocurre en 180 a 190 días.

Labores culturales													
Labores Culturales	Cuidado contra ataque de aves				Primer deshierbo y aporque a 25 - 30 cm de altura de plantas		Segundo deshierbo y aporque manual o mecanizado	Eliminación de ayaras			Colocar ahuyentadores para aves (cintas, espantapájaros, trampas, mallas, etc)		Cosecha
	Aplicación de Biól												
Fases Fenológicas	Germinación	Emergencia	2 Hojas Coloredoras	2 Hojas Verdaderas	4 Hojas Verdaderas	6 Hojas Verdaderas	Ramificación	Inicio de panojamiento	Inicio floración	Floración	Grano lechoso	Grano pastoso	Madurez fisiológica y comercial
Quechua	Winiapasca	Jatarisca	Iscay J'kallo	Iscay R'apipi	Tawa R'apipi	Socta R'apipi	Chascariy	Phillilo	Titca pakariy	Titcari	Muccu quiuna	Kuccu quiuna	Ch'allu
Aymara	Chillkataka	Ayuta	Paalaka	Paalaphi	Pusiaphi	Sujta Laphinkiwá	Utarcoqata	Luruku qalltawi	Panq'ara qalltawi	Panqarankiwá	Lichintata	Tikantata	Pokota
Días a partir de la siembra	2 - 3	5 - 7	15 - 20	25 - 30	35 - 45	45 - 50	55 - 60	65 - 70	75 - 80	80 - 90	100 - 130	130 - 160	160 - 180
Factores bióticos													
Midiu													
Ticachi													
K'ona K'ona													
Milpas													
Aves													
Factores abióticos													
Sequía													Las plantas toleran sequías permanentes
Granizo													
Helada													

Figura 1. Fenología en el cultivo de quinoa

Fuente: Organic Life Perú, 2015.

2.2.6 Variedades botánicas

Según Huntziker (1943), citado por Solano (2018), las variedades botánicas de quinoa son:

- *Chenopodium quinoa* var. *viridescens* (fruto con pericarpio blanco)
- *Chenopodium quinoa* var. *rubescens* (fruto con pericarpio rojo ladrillo)
- *Chenopodium quinoa* var. *lutescens* (fruto con pericarpio dorado)
- *Chenopodium quinoa* var. *melanospermum* (fruto con pericarpio negro), “quinoa ayara”, especie silvestre con gran contenido de saponina.



2.2.7 Variedad cultivada (INIA 420 – Negra collana)

En lo que respecta a las variedades de quinua más cultivadas en el país, se tiene diferenciación por regiones o zonas agroecológicas, descritas por (Tapia, 1979 y 2001). Por lo cual, se establece variedades del altiplano y de valles interandinos, donde muchas de estas, a pesar de tener una utilización que se pierde en el tiempo, sigue teniendo vigencia en la actualidad.

Apaza *et al.*, (2013), mencionan que la variedad INÍA 420 - Negra collana, es de amplia base genética, ya que es un compuesto formado por 13 accesiones, comúnmente conocidas como “quytu jiwras”, las accesiones fueron recolectadas en 1978, de las localidades de Caritamaya, distrito de Ácora, provincia de Puno. Su mejor desarrollo se logra en la zona agroecológica Suni del altiplano entre los 3 800 y 3 900 msnm, con clima frío seco, precipitación pluvial de 400 a 550 mm, con temperaturas de 4,0 a 15 °C, en suelos de textura franco y franco arenoso con pH de 5,5 a 8,0. También se adapta a valles interandinos y a la costa peruana.

Catacora & Canahua (1991), indican que la variedad “Negra collana” es el resultado de pruebas de identificación, adecuación y eficiencia desarrolladas en el campo de la Estación Agraria Experimental Illpa del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), y evaluaciones participativas en campo, con agricultores de las comunidades campesinas, Collana, Collpa, Cieneguilla, Vizcachani, Kallachoco y Corcoroni de los barrios Cabana, Ilave, Mañazo y Pilcuyo de la región Puno. Su adaptación; Su mejor desarrollo se alcanza en la zona agroecológica Suni del altiplano, entre 3815 y 3900 msnm, con clima frío y seco, precipitación de 400 a 550 mm y temperatura de 4 °C a 15 °C, con un potencial de rendimiento de 3010 Kg/ha.

Tabla 1: Principales características morfológicas y agronómicas de la quinua INIA 420
Negra collana

Características morfológicas:	
Altura de planta	100 cm a 110 cm
Tallo	
Diámetro	1,2 a 1,5 cm
Presencia de axilas pigmentadas	Ausentes
Presencia de estrías	Presentes
Color de las estrías	Verde
Color	Verde
Presencia de ramificación	Ausente
Hoja	
Borde de las hojas inferiores	Dentado
Dientes de las hojas basales	12 dientes
Longitud máxima del peciolo	28 a 36 mm
Longitud máxima de las hojas	64 a 96 mm
Ancho máximo de las hojas	53 a 66 mm
Inflorescencia o panoja	
Número de panoja por planta	1
Color de la panoja antes de la madurez	Verde
Color de la panoja en la cosecha	Gris
Tipo de panoja	Diferenciada y terminal
Forma de la panoja	Glomerulada
Longitud de panoja	30 a 38 cm
Diámetro de panoja	5 a 7 cm
Grano	
Color del perigonio	Verde
Color del pericarpio	Gris
Color del episperma	Negro brillante
Aspecto del perisperma	Opaco
Diámetro del fruto	1,6 mm
Características agronómicas:	
Días a la emergencia de plántulas	3
Días a la floración	90 a 100
Días a la maduración total	140
Rendimiento de grano por planta	27,20 a 29,43 g
Peso de 1000 granos	2,8497 a 2,8947 g
Rendimiento medio de grano	3,01 t/ha
Latencia de la semilla	Ausente
Evaluación química	
Contenido de saponina	0,015 a 0,018 %
Reacción a factores abióticos adversos	
A bajas temperaturas	Tolerante
A la sequía	Tolerante

Fuente: INIA, 2013



2.2.8 Saponina

Gomez & Aguilar (2016h), mencionan que la saponina les confiere el sabor amargo a los granos de quinua y forman espuma al ser lavados con agua. Jacobsen *et al.*, (2003a), refiere que la quinua requiere un procesamiento para eliminar la saponina que se encuentra recubriendo la semilla. La cantidad de saponina presente varía de acuerdo al genotipo, disponiendo desde genotipos con escasa cantidad de saponina denominados dulces, hasta los de alto contenido de saponina denominados amargos, pasando por toda la gama de genotipos intermedios(Jacobsen *et al.*, 2003b). Las saponinas son consideradas como un factor anti nutricional de las semillas de quinua, que están presentes fundamentalmente en la cáscara y son las responsables del sabor amargo; su presencia permite distinguir las variedades de quinua como dulces ($< 0,11\%$) o amargas ($> 0,11\%$) (Gómez *et al.*, 2014). Así mismo, Bojanic (2011) afirma que el nivel máximo aceptable de saponina en la quinua para consumo humano oscila entre 0,06 y 0,12 por ciento. Por otra parte, Jara (2004); indica que la saponina le brinda una protección natural a la semilla que recubre al grano por completo, evitando de esta forma el ataque de polillas, gorgojos y otras plagas.

2.2.9 Rendimientos

El Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), destaca que, en el departamento de Arequipa, en el último quinquenio, se ha obtenido rendimientos superiores a los 3 mil kg/ha; mientras en Puno no se alcanzaron más de 1,5 mil kg (Figura 2).

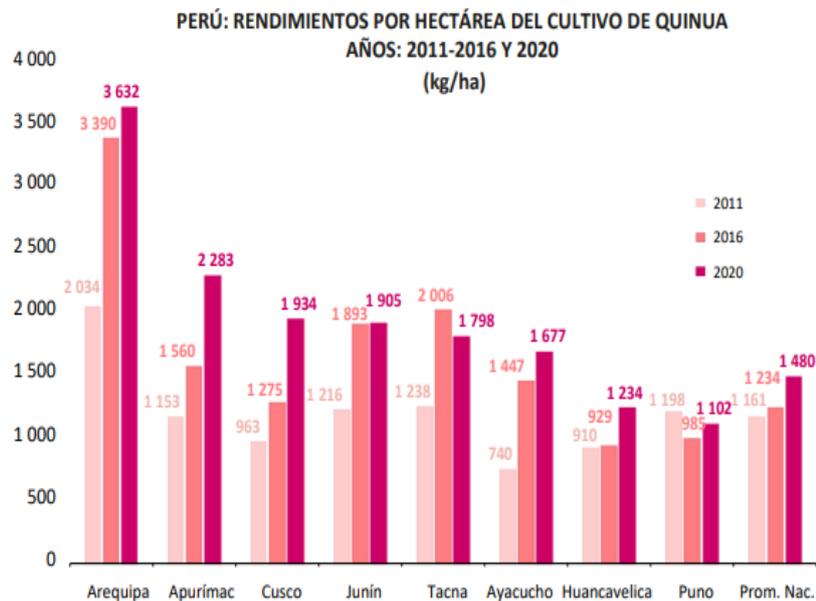


Figura 2. Rendimientos promedio del cultivo de quinua

Fuente: MIDAGRI, 2021

2.2.10 Factores adversos que afectan el desarrollo óptimo de la quinua

Factores abióticos.

Los factores abióticos (sequía, granizo, salinidad, heladas) revisten gran importancia en el proceso productivo de la quinua, puesto que en muchos casos son determinantes para la obtención de buenas cosechas (Mujica & Vásquez, 1997).

- a) **Sequía.** Es una limitante muy importante en la producción agrícola en los andes, para el crecimiento óptimo de cultivos. Mújica & Jacobsen (1999), refieren que los granos andinos, como la quinua, han desarrollado mecanismos morfológicos, fisiológicos, anatómicos y bioquímicos que le permiten obtener producciones económicamente aceptables en condiciones de escasa precipitación.

La quinua desarrolla modificaciones morfológicas como: un menor tamaño de la planta y de las hojas, un menor número de hojas en la planta, reducción del área foliar mediante la eliminación de hojas, mayor concentración de cristales de



oxalato de calcio alrededor de las estomas, hojas con menor ángulo de inserción en el tallo y el doblado de la planta para proteger la panoja (Mujica & Jacobsen, 2001).

- b) **Granizo.** las granizadas producen daños irreversibles sobre todo cuando se encuentra en la etapa de maduración del grano de quinua, tumbando y humedeciendo la semilla. Los daños más notables es la ruptura de la lámina foliar, desprendimiento de la misma y en casos extremos ruptura del tallo y panojas, así como daño mecánico por golpes en dichos órganos. Por lo tanto, cuando ocurren granizadas antes de la cosecha traen como consecuencia caída del grano, ocasionando pérdidas casi completas de la producción (Blanco, 1998).
- c) **Salinidad.** Mújica & Jacobsen (2001), refieren que se tiene una reducción del área foliar como consecuencia de la inhibición de la división y crecimiento celular, disminución del crecimiento de los tejidos, raíces, tallos, hojas y muerte de la planta por imposibilidad de absorción del agua, perjudicando la nutrición y metabolismo de la misma.
- d) **Heladas.** Salinas (2008), indica que la quinua resiste fuertemente a los efectos del frío y las heladas, puesto que en el altiplano (que es su lugar de origen) está constantemente afectado por los descensos bruscos de temperatura y en algunos casos a la presencia de heladas de considerable intensidad. Él agrega que la respuesta de la quinua está supeditada a la fase fenológica en que se encuentra, a la intensidad y la duración de la helada. a la humedad relativa y a la carga genética de la planta. Por lo tanto, la quinua en los primeros estadios tiene resistencia a heladas; Canahua & Rea (1980), señalan que la fase fenológica de floración y

cuajado del grano son los más críticos que las accesiones resistentes tienen mecanismos de precocidad y fisiológicos para escapar de los daños por el frío.

Factores bióticos

a) **Insectos Plagas.** Bravo & delgado (1992), señalan que durante el ciclo vegetativo de la quinua se registra 12 plagas que ocasionan daños en forma directa cortando plantas tiernas, masticando, defoliando hojas, destruyen panojas y granos. Podemos observar en la tabla 2.

Tabla 2: Categorías de insecto plaga en *Chenopodium quinoa* Willd.

Nombre Científico	Nombre común	Categoría
<i>Eurysacca quinoa</i>	"K'cona k'cona"	Clave
<i>Copitarsia turbata</i>	"panojero"	Ocasional
<i>Epicauta spp.</i>	"llama llama"	Potencial
<i>Epitrix sp.</i>	"piki piki"	Potencial
<i>Myzus persicae</i>	"pulgones"	Potencial
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	"pulgones"	Potencial
<i>Liriomyza huidobrensis</i>	"mosca minadora"	Potencial
<i>Agrotis sp.</i>	"silwi kuru"	Potencial
<i>Feltia sp.</i>	"tikuchi"	Potencial
<i>Meloe sp.</i>	"uchu kuru", "llama llama kuru"	Potencial
<i>Borogonalia sp.</i>	"cigarritas"	Potencial
<i>Bergallia sp.</i>	"cigarritas"	Potencial
<i>Perizoma sordescens</i> Dogning	"medidores"	Potencial
<i>Hymenia sp.</i>	"polilla de quinua"	Potencial
<i>Paratanus sp.</i>	"cigarritas"	Potencial
<i>Diabrotica viridula</i>	"lorito"	Potencial

Fuente: Plaga más importante y más difundida en el altiplano, K'cona k'cona (*Eurysacca quinoa* Povolny) (Bravo, 2010).

b) **Aves plaga.** Mujica & Chura (2012g), se le consideran plaga por que atacan a las plantas, en las últimas fases fenológicas, especialmente cuando el grano está en lechoso, pastoso o en plena madurez fisiológica; estas aves ocasionan la caída del grano de la panoja, este ataque es más notorio en las variedades dulces, el



nivel de daño puede llegar entre 30% a 40% de la producción. Se recomienda el control mediante la colocación de espantapájaros, águilas disecadas, plásticos de colores o papel metálico (banderines reflectantes). Pauro (2022) menciona, que los banderines dorados, plateados y negros tienen mayor efectividad en la reducción de daño por aves.

c) **Enfermedades.** De las enfermedades conocidas que afectan a la quinua tenemos: Mildiú (*Peronospora variabilis*), mancha foliar (*Ascochyta hyalospora*) y virosis. Las enfermedades en el cultivo de quinua son diversas. Gandarillas *et al.*, (2014) mencionan como la más importante a nivel mundial a *Peronospora variabilis* Gaum. (anteriormente denominada *Peronospora farinosa* F. sp. *chenopodii*), conocida como mildiú. También se tiene a los patógenos fungosos del suelo, referido al complejo de chupaderas fungosas de *Pythium* y *Rhizoctonia solani*, y a *Sclerotinia sclerotiorum*, siendo ésta última un patógeno potencial en algunas regiones costeras donde se cultiva la quinua.

d) **Nemátodos fitoparásitos.** *Nacobbus aberrans* y *Globodera* spp, son los nematodos que causan pérdidas económicas tanto directas por los menores rendimientos que se obtienen e indirectas por los gastos de control (rotaciones, degradación de los suelos, aplicación de nematicidas, descanso de los suelos) y pérdida de la fertilidad de los suelos (Ramos *et al.*, 1998).

Salas *et al.*, (1984) al publicar el compendio de enfermedades de los cultivos del departamento de Puno, respecto a la incidencia de nematodos en el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) recomiendan que son necesarios mayores estudios para conocer el rol que juegan estos nematodos como: *Globodera rostochiensis*, *Globodera pallida* y *Thecavermicultus*.



2.2.11 Malezas

Pujadas & Hernández (1988), definen a la maleza como: “Planta que crece siempre o de forma predominante en situaciones marcadamente alteradas por el hombre y que resulta no deseable por él en un lugar y momento determinado”.

Las malezas son un factor limitante muy importante en el cultivo de la quinua debido a que pueden originar pérdidas significativas de rendimiento porque compiten por factores esenciales para el crecimiento y desarrollo del cultivo como es el agua, los nutrientes, luz y espacio (Gómez & Aguilar, 2016h). Las malezas, adicionalmente, pueden ser fuente de enfermedades y plagas, y dificultar la cosecha; y las semillas de algunos parientes silvestres pueden reducir la calidad y el precio de la cosecha de granos o semillas (Toro & Briones, 2005); así mismo Mujica & Chura (2012h), señalan que las malezas actúan como agentes hospederos; por lo tanto, recomiendan efectuar deshierbos tempranos para evitar la competencia con el cultivo.

Tabla 3: Las principales malezas que infestan los campos de cultivos de quinua son:

Nombre científico	Nombre común.
<i>Bidens pilosa</i>	Amor seco o chiriro
<i>Bidens andicola</i>	Mishico
<i>Medicago hispida</i>	Trébol carretilla
<i>Bromus uniloides</i> , <i>B. catharticus</i> Vahl.	Cebadilla, socella
<i>B. inermis</i> Leyss	
<i>Poa annua</i> L.	Pasto K'cacho
<i>Erodium cicutarium</i> L.	Auja Auja
<i>Solanum acaule</i> L.	Aracpapa o Ap'haru.
<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst	Kikuyo
<i>Malvastrum capitatum</i> Saret	Kora o Rupp
<i>Trifolium amabile</i> H.B.K.	Trébol Layo
<i>Tagetes mandonii</i> .	Chiqchipa
<i>Chenopodium quinoa subsp. melanospermum</i>	Ayara
<i>Brassica campestris</i> L.	Mostaza o nabo
<i>Distichlis humulis</i> Phil.	Pasto o Grama salada o Chiji
<i>Eleocharis albibracteata</i>	Pasto o Kemillo
<i>Capsella bursa -pastoris</i>	Bolsa de pastor

Las plantas que aparecen como indeseables en áreas de cultivos son consideradas como “malezas”; constituyen riesgos naturales dentro de los intereses y actividades del hombre (Mortimer, 1990); son frecuentemente descritas como dañinas a los sistemas de producción de cultivos y también a los procesos industriales y comerciales (Albuja, 2008).

Se denomina maleza, mala hierba, yuyo, planta arvense, monte o planta indeseable a cualquier especie vegetal que crece de forma silvestre en una zona cultivada o controlada por el ser humano como cultivos agrícolas o jardines (MONROIG, 2012).

Por otra parte, Klingman (1961), mencionado por Sánchez, J. (2012) describe a las malezas como plantas que crecen donde no son deseadas, capaces de reducir los rendimientos de los cultivos porque aprovechan los recursos disponibles en el medio (agua, luz, nutrientes y espacio).



Cerna & Uribe (1988), señalaron que las malezas varían de acuerdo a las localidades e incluso dentro de un lugar pueden presentarse campos con diferentes malezas y en otros casos, áreas con manchas de solo ciertas especies muy agresivas. Según Cerna (1994), la frecuencia de malezas se determina por la presencia o ausencia de una especie dentro de una unidad muestreada y para un campo dado es el número de muestras en que ocurre esta especie.

2.2.12 Características de las malezas

En comunidades establecidas, las malezas tienen poca oportunidad de competir por los recursos (nutrientes, agua, luz, espacio) y se encuentran principalmente en áreas donde se ha eliminado la vegetación natural. Estas especies han desarrollado características a lo largo del tiempo, que les permiten sobrevivir en ambientes con diferentes tipos e intensidades de restricciones en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Brighenthi & Oliveira, 2011a). Estas características son obstáculos para lograr un control eficaz de malezas y se denominan características agresivas. Los más relevantes son:

- a) **Habilidad competitiva.** Brighenthi & Oliveira (2011b), mencionan que las malezas tienen una mayor capacidad que las plantas cultivadas para captar recursos del medio ambiente, como nutrientes, luz, agua y CO₂. En la competencia por la luz, las malezas están en desventaja porque tienen semillas pequeñas y plántulas pequeñas. En este periodo, los cultivos serán más altos y es más probable que bloqueen la luz. Sin embargo, las malezas tienen una excelente capacidad para etiolación en la sombra. Es decir, pasar rápidamente de una situación desfavorable a una nueva, colocando las hojas al ras o encima de las



hojas del cultivo para bloquear los rayos del sol. La competencia por el agua es importante en situaciones donde la disponibilidad de agua es limitada.

- b) **Capacidad de producción de propágulos.** Existen varios propágulos por los cuales las plantas pueden perpetuarse, a través de la vía seminífera (semillas) como vegetativa (bulbos, estolones, rizomas). Las semillas de malezas generalmente producen una gran cantidad de plántulas, pero la producción varía mucho de una especie a otra. El éxito de estas especies depende principalmente del número y viabilidad de los propágulos producidos por el individuo.
- c) **No uniformidad del proceso germinativo.** Si la germinación de malezas se concentra en el mismo período, el control sería más fácil. Sin embargo, este no suele ser el caso, ya que estas especies emplean artificios que les hacen carecer de uniformidad en la germinación, lo que podría garantizar su perpetuación. Entre ellos, pueden destacarse dos aspectos. El primero está relacionado con el mecanismo de latencia de propágulos y el otro con su distribución en el perfil del suelo (Brighenthi & Oliveira, 2011c).

Debido a esta distribución, están sujetos a diferentes intensidades de los estímulos necesarios para interrumpir los mecanismos de latencia. El tiempo que tardan las malezas en mantener la viabilidad en el suelo es el resultado de la coexistencia común de múltiples mecanismos de latencia. Si estas semillas no tuvieran una gran longevidad, las medidas de control tendrían un gran impacto en las densidades de población y la erradicación de las plantas sería relativamente fácil (Brighenthi & Oliveira, 2011d)

- d) **La latencia.** Se puede definir como un proceso por el cual las semillas de ciertas especies, aunque sean viables y tengan todas las condiciones ambientales para



germinar, no lo logran. Este estado de latencia no puede confundirse con la quiescencia, que es un estado de reposo en el que, cuando la semilla es viable, puede superarse proporcionando las condiciones ambientales necesarias (Carvalho & Nakagawa, 1988).

- e) **Capacidad de germinar y emerger a grandes profundidades.** Algunas especies han desarrollado la capacidad de germinar y emerger de perfiles de suelo muy profundos. Tubérculos de juncia (*Cyperus rotundus*), plantados en tubos de PVC a diferentes profundidades, emergieron, incluso cuando se colocaron a un metro por debajo de la superficie (Brigenti *et al.*, 1997). Las semillas de avena silvestre (*Avena fatua*) pueden germinar hasta 17,5 cm de profundidad y las de maní silvestre (*Euphorbia heterophylla*) emergen por encima de los 12 cm.
- f) **Viabilidad de los propágulos en condiciones desfavorables.** Para sobrevivir, las malezas han desarrollado características que mantienen vivas sus estructuras de propagación, incluso en ambientes, o épocas del año, con ciertas limitaciones de recursos como luz, agua, temperatura (Brighenthi & Oliveira, 2011).
- g) **Mecanismos alternativos de reproducción.** La capacidad reproductiva de las malezas es una de sus propiedades más agresivas e importantes. Las malezas perennes se pueden propagar tanto por semilla como vegetativamente (Brighenthi & Oliveira, 2011). Las malezas tienen diferentes tipos de estructuras de propagación vegetativa, tales como:
- **Estolón:** es un tallo que se desarrolla formando raíces y brotes adventicios en la región de los nudos.
 - **Rizoma:** es un tallo subterráneo que produce raíces y brotes adventicios.



- **Tubérculo:** es la porción terminal de un rizoma. Tiene una gran cantidad de reservas y gemas.
 - **Bulbos:** son yemas subterráneas modificadas, formadas por tallo y hojas. Las reservas están contenidas en las hojas.
 - **Tallos:** algunas especies de malezas tienen la capacidad de brotar de los tallos.
- h) **Facilidad de propagación de los propágulos.** Los propágulos, una vez originados, presentan diferentes métodos de dispersión en el espacio. Si las semillas de malezas cayeran cerca de la planta productora, sólo por la acción de la gravedad, y no se desplazarán a grandes distancias, sería más fácil controlar las especies de malezas. Las estructuras de propagación de malezas son, sin duda, uno de los factores agresivos más importantes de estas especies, que puede ocurrir por sus propios medios (autocoria) o con la ayuda de agentes externos (alocoria).
- i) **Crecimiento y desarrollo inicial.** La ocupación rápida y efectiva de los agroecosistemas es otro atributo muy importante en el ciclo de vida de las malezas. Así, la especie que ocupa primero el espacio puede ganar en el proceso competitivo (Brighenthi & Oliveira, 2011). Ciertas especies que tienen metabolismo fotosintético C4 tienen una mayor capacidad para eliminar del medio ambiente los factores necesarios para su crecimiento y desarrollo en comparación con las plantas con metabolismo C3. Las especies que tienen metabolismo C4 son más eficientes en el uso del CO₂ atmosférico, otorgándoles, por tanto, una mayor tasa de crecimiento por unidad de tiempo, mayor eficiencia en la producción de biomasa seca utilizando menores cantidades de agua y un mejor aprovechamiento de la energía lumínica.



2.2.13 Clasificación de malezas

Inicialmente se deben identificar y reconocer las especies de maleza que afectan el cultivo, con la finalidad de elaborar un plan de prevención, el cual debe ser efectivo a corto y largo plazo. CIAT (1979) clasifica a las malezas, según:

- a) **Morfología.** Para ello se debe tener en cuenta la clasificación botánica la cual determina que existen dos tipos de maleza (Lundkvist & Verwijst, 2001):
- b) **Monocotiledóneas.** También llamadas de hoja angosta, son aquellas cuyos embriones tienen un solo cotiledón. Las familias que presentan la mayoría de estas plantas son Poáceas y Ciperáceas (Kogan, 1992a).
- c) **Dicotiledóneas.** También llamadas de hoja ancha, son aquellas cuyas plántulas que presentan dos cotiledones. Algunos géneros de importancia son: *Chenopodium*, *Amaranthus*, *Convolvulus*, *Datura*, entre otros (Kogan, 1992b).

Ciclo de vida

- a) **Malezas anuales.** Son aquellas que completan su ciclo vegetativo y reproductivo antes de un año. Dentro de este grupo se puede distinguir las de invierno y las de verano con relación al momento de la germinación, la maduración y la senescencia (Kogan, 1992c).
- b) **Malezas bianuales.** Son aquellas plantas que el primer año acumulan reservas en sus estructuras vegetativas, y en el segundo estas estructuras se desarrollan, producen flores, frutos, semillas y después normalmente mueren (Kogan, 1992d).
- c) **Malezas perennes.** Son aquellas especies que rebrotan año tras año a partir del mismo sistema radicular y producen continuamente tanto estructuras vegetativas



como reproductivas frecuentemente están asociadas con cultivos perennes, praderas y áreas no cultivadas (Sans, 1997a). Dentro de las perennes tenemos:

- **Plantas perennes simples:** se reproducen solo por semilla.
- **Plantas perennes complejas:** se reproducen por órganos superficiales subterráneos.
- **Perennes rizomatosas:** producen tallo subterráneo (rizoma) que se propaga y se reproduce a distancia de la planta madre. Control mediante herbicida sistémico.
- **Plantas perennes estoloníferas:** producen estolones, que emiten nudos, raíces. y la nueva planta.
- **Tuberosas perennes:** se reproducen básicamente por tubérculos.
- **Leñosas:** perennes, de mayor tamaño. Suelen infestar pastizales.

Hábitat

- a) **Acuáticas.** Son aquellas especies que poseen modificaciones estructurales para vivir en el agua (Kogan, 1992e).
- b) **Terrestres.** Son la gran mayoría de especies que invaden los cultivos. Cada tipo de cultivo posee su propia flora de malas hierbas en función de las características de su hábitat (Sans, 1997b). Asimismo, estas especies pueden clasificarse en:
 - **Las ruderales:** habitan en ambientes sometidos a una fuerte influencia humana, aunque esta influencia no es tan frecuente e intensa como en los cultivos. Son malas hierbas adaptadas a bordes de caminos, carreteras, vías férreas, diques, regueras, márgenes de los cultivos, baldíos, etc. (Sans, 1997c).



- **Las forestales:** dentro de este grupo se incluyen diversos grupos de plantas que colonizan los ecosistemas forestales (Sans, 1997d).
- **Las parásitas:** son aquellas que viven a expensas de otras plantas y obtienen sus nutrientes a partir de las plantas parasitadas (Kogan, 1992e).

2.2.14 Competencia

Según Agostinetti *et al.*, (2008), indican que la competencia entre plantas es parte fundamental de la ecología vegetal y ocurre cuando dos o más plantas usan o retiran recursos para su crecimiento y desarrollo, los cuales están limitados en el ecosistema para permitir la máxima productividad del cultivo sin que ocurra alguna intervención humana para controlar las malezas.

Radosevich *et al.*, (1997), menciona la existencia de dos teorías de la competencia: la de Grime y la de Tilman.

- La primera propone que las plantas competidoras tienen una alta velocidad de uso de los recursos en el medio ambiente, haciéndolos inaccesibles para sus vecinas, así como una alta tasa de crecimiento relativo.
- La segunda teoría sugiere que las plantas competidoras necesitan menos recursos, es decir, tienen la capacidad de sobrevivir en ambientes desfavorables.

2.2.15 Alelopatía

El fenómeno de liberación de sustancias fitotóxicas o fitoestimulantes por las partes aéreas y subterráneas de una planta es lo que se conoce como alelopatía. La liberación de las sustancias biológicamente activas puede tener lugar también a través de los residuos de una misma planta (Christensen, 1993).



Por ello, resulta importante evaluar el potencial alelopático de variedades de cultivo sobre especies de malezas de importancia. El uso de una variedad productiva y que posea además propiedades inhibitorias sobre algunas especies de malezas puede ser de enorme valor para el manejo integrado de malezas (FAO, 2008).

2.2.16 Periodo crítico de interferencia de malezas

Se conoce como tal el daño causado por las malezas infestantes en los cultivos, que se refleja al final en la producción, pero además se debe considerar que el control de malezas oportuno es una práctica importante para el éxito de la producción de cualquier cultivo (Merino, 2019).

El período crítico de prevención de interferencia de malezas (CPWC) es el intervalo de tiempo en el que el cultivo debe mantenerse libre de malezas para evitar la pérdida de productividad (Pitelli, 1987). Este periodo sirve permite tomar decisiones sobre el momento oportuno y la necesidad del control de malezas (Knezevic *et al.*, 2002). Así mismo, proporciona una visión clara sobre el impacto de las poblaciones de malezas en diferentes etapas del cultivo, ya que marca la duración de la presencia de malezas en el cultivo y el momento de emergencia de las mismas (Hall *et al.*, 1992). Determinar así el período crítico de interferencia de malezas, además ayuda a minimizar las pérdidas que el cultivo pueda manifestar en el rendimiento por las malezas infestantes (Safdar *et al.*, 2016).

La interferencia puede ser directa (competencia por recursos ambientales como agua, luz, nutrientes, espacio, CO₂; alelopatía y parasitismo) e indirecta (huéspedes de plagas, enfermedades, nematodos, interferencia con la cosecha y tratamientos culturales, así como la calidad final de los productos), infestando los productos cosechados (Carvalho & Velini, 2001) y reduciendo la eficiencia del trabajo humano (Klingman & Ashton, 1975).



2.2.17 Control de malezas

Según Labrada *et al.*, (1996), menciona varios métodos para el control de las malezas o para reducir su infestación a un determinado nivel. Entre estos tenemos:

- a) **Métodos preventivos:** que incluyen los procedimientos de cuarentena para prevenir la entrada de una maleza exótica en el país o en un territorio particular.
- b) **Métodos físicos:** arranque manual, escarda con azada, corte con machete u otra herramienta y labores de cultivo.
- c) **Métodos culturales:** rotación de cultivos, preparación del terreno, uso de variedades competitivas, distancia de siembra o plantación, cultivos intercalados o policultivo, cobertura viva de cultivos, acolchado y manejo de agua.
- d) **Control químico:** a través del uso de herbicidas.
- e) **Control biológico:** a través del uso de enemigos naturales específicos para el control de especies de malezas.
- f) **Métodos no convencionales:** por ejemplo, la solarización del suelo.

La elección del mejor método implica considerar la extensión del campo, los recursos económicos disponibles, la cantidad de mano de obra, el acceso a tecnología, entre otros. El método elegido se debe sumar a otras medidas en campo para mejorar el control de malezas sobre todo en periodos críticos del cultivo y para no ocasionar problemas de resistencia cuando se emplean herbicidas como único método de control. Martínez *et al.*, (1982) afirman que el desarrollo de mejores técnicas para el control de malezas en los cultivos debe tender a integrar sistemáticamente todos aquellos factores del manejo agronómico que puedan contribuir a disminuir la incidencia de malezas (preparación del campo, densidad de siembra).



Espinoza (1986), reporta que, las malezas deben ser eliminadas desde la primera etapa vegetativa hasta la floración, ya que en esta etapa no tienen fuerza suficiente para competir, considerándose oportuno entre los 35 – 45 días de la emergencia. El control oportuno es importante de lo contrario se reduce fuertemente los rendimientos.

Garay (1986), menciona que, el deshierbo se realiza cuando la planta alcanza entre 15 a 20 cm de altura.

SOLID OPD. (2010), recomienda que, al no existir herbicidas en el cultivo de quinua, se le recomienda deshierbar, dos veces durante su ciclo vegetativo. El primero, cuando las plantas tengan un tamaño de 15 - 20 cm, o cuando hayan transcurrido 30 días después de la emergencia; el segundo, antes de la floración, o cuando hayan transcurrido 90 días después de la siembra.



CAPITULO III.

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en el centro experimental Illpa de la UNA – PUNO.

3.1.1 Ubicación Política

- Región Natural: Sierra
- Región: Puno
- Departamento: Puno
- Provincia: Puno
- Distrito: Paucarcolla
- Ubicación: C.E. Illpa

3.1.2 Ubicación Geográfica

- Latitud sur: 15° 42' 57,30
- Longitud oeste: 70° 40' 50
- Altitud: 3827 msnm.

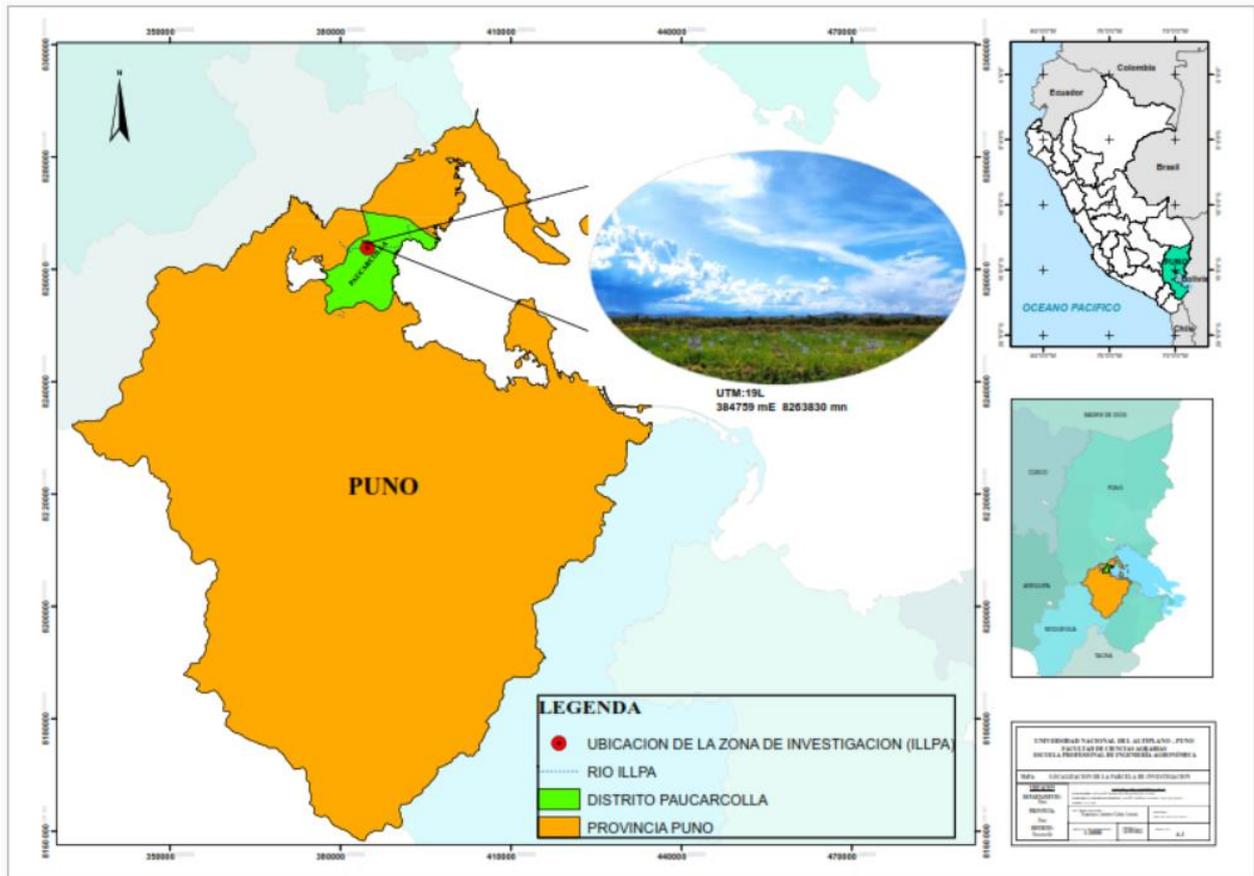


Figura 3. Ubicación del experimento

3.1.3 Período de duración del estudio

La investigación se realizó durante la campaña agrícola 2021 – 2022, iniciándose con la siembra el 28 de octubre del 2021, finalizo el 26 de abril del 2022 con la cosecha respectiva.

3.2 CONDICIONES METEOROLÓGICAS

El centro experimental Illpa, se caracteriza por tener un clima frio y seco en el invierno, templado frio y semiseco. Sobre los territorios andinos por encima de los 3 8000 msnm posee un clima muy duro caracterizado por grandes variaciones de temperatura frio intenso por las noches y calor durante el día (Brack & Mendiola, 2004).

Tabla 4: Datos climáticos durante la campaña (2021-2022)

MESES	TEMPERATURA			PREC. TOTAL, MENSUAL (mm)
	TEM. MIN °C	TEM. MAX °C	TEM. MEDIA	
Oct-21	8.5	11.1	9.8	37.9
Nov-21	9.0	11.3	10.2	45.0
Dic-21	8.5	10.1	9.3	109.4
Ene-22	8.0	9.7	8.9	125.4
Feb-22	7.9	9.7	8.8	75.8
Mar-22	7.8	9.7	8.7	78.2
Abr-22	5.8	8.7	7.2	27.3

Tabla 5: Datos climáticos históricos de 5 años (SENAMHI)

MESES	5 AÑOS TEM. MED. °C	5 AÑOS DATOS HISTORICOS PREC. (mm)
Oct	8.74	51.34
Nov	10.32	36.42
Dic	10.23	55.52
Ene	9.92	118.30
Feb	9.84	89.90
Mar	9.22	61.60
Abr	7.55	29.10

En la figura 4 y 5, se muestran las condiciones meteorológicas temperaturas medias °C y precipitación pluvial (mm). La información mostrada de los meses de octubre- 2021, noviembre-2021, diciembre-2021, enero-2022 y febrero-2022, marzo-2022 y abril-2022; los datos fueron proporcionados por el “SENAMHI” de la estación EHMA ILLPA; además de realizar un comparativo con el promedio de 5 años de datos históricos, observándose época de sequía en los meses de octubre, febrero con altas temperaturas y bajas precipitaciones.

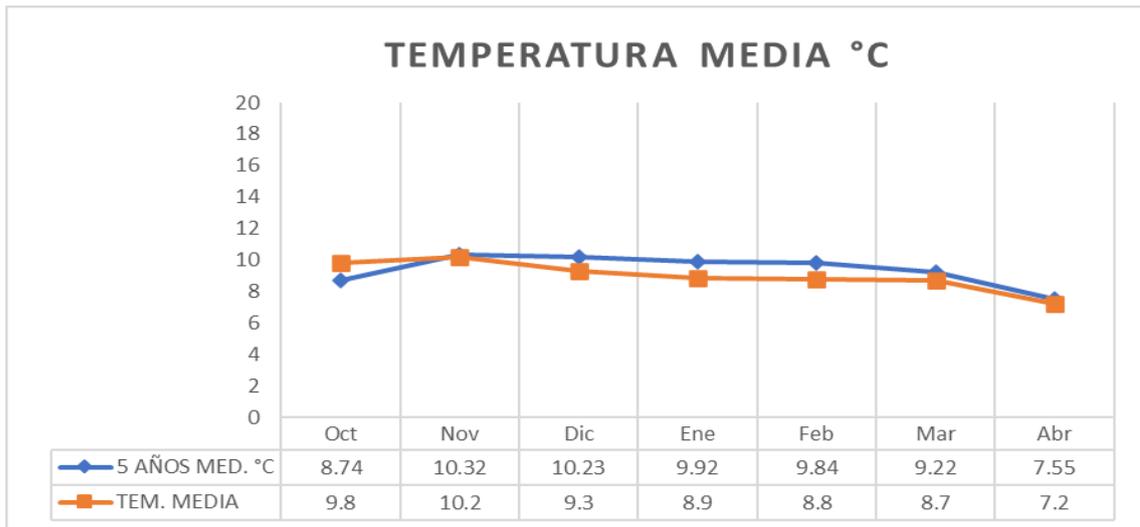


Figura 4. Comparativo de temperatura media de la campaña 2021-2022 con los datos históricos de 5 años

En la figura 4, se observa la fluctuación de la temperatura media durante la campaña 2021-2022, que ha sido ligeramente más baja que el promedio de cinco campañas anteriores, manteniéndose la misma tendencia, siendo el punto más crítico en el mes de abril con solo 7.2 °C.

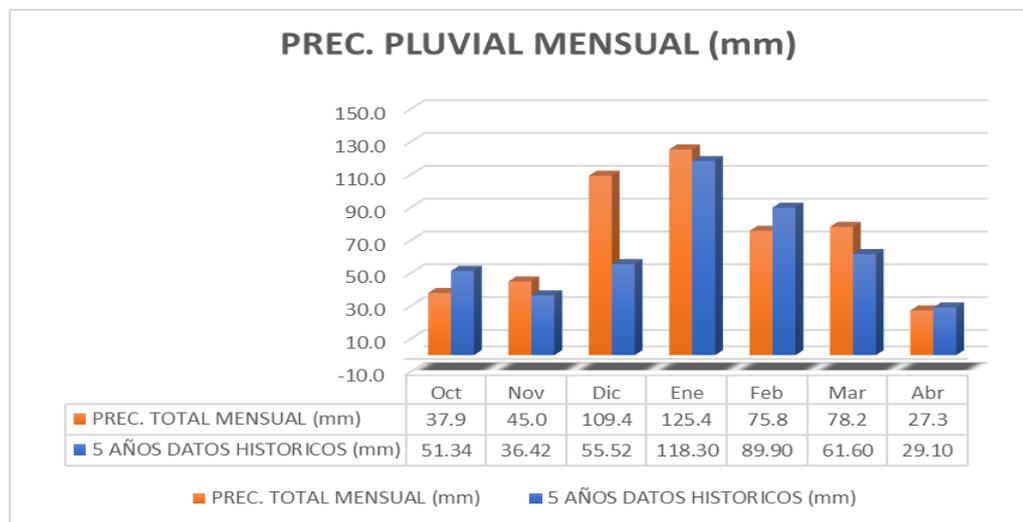


Figura 5. Comparativo de precipitación total de la campaña 2021-2022 con los datos históricos de 5 años



En la figura 5, se observa la fluctuación de la precipitación pluvial durante la campaña 2021-2022, donde en el mes de enero fue mayor con 125.4 mm, pero desde noviembre se observa una tendencia a ser mayor que los registros de la campaña; en cambio en febrero fue menor lo que se catalogaría como periodo de sequía; siendo abril el mínimo con 27.3 mm, tendiendo a ser una campaña ligeramente más lluviosa en comparación al promedio de cinco campañas anteriores, los cuales muestran que en el mes de enero fue más lluvioso con 118.3 mm, y mínimo en el mes de abril con 29.1 mm; Esto podría deberse al efecto del cambio climático que, altera el comportamiento normal del clima, presentando variaciones en diferentes lugares, tal como lo respalda Ramírez de la Ribera (2017), quien reporta que varias regiones del mundo, la producción agrícola viene siendo afectada de forma negativa debido por el aumento considerable y a la variabilidad de las temperaturas, la frecuencia de las precipitaciones; dándonos a conocer, que a medida que se incremente y/o se altere el normal comportamiento del clima, cada vez será más difícil realizar las cosechas de los cultivos, y otras actividades relacionados con la agricultura.

3.3 CONDICIONES EDÁFICAS

Para la caracterización física - química del suelo experimental se realizó el muestreo en forma “zig-zag” obteniéndose diez sub muestras, posteriormente fueron homogeneizadas para obtener una muestra de 1 kg. La cual se analizó en el laboratorio de Química agrícola -VALLE GRANDE en la ciudad de Lima, (tabla 6). Posteriormente después de la cosecha se obtuvieron cinco submuestras del área de investigación con presencia y ausencia de malezas, fueron homogeneizadas para obtener una muestra de 1 kg de cada área. La cual se analizó en el laboratorio de aguas y suelos de la Facultad de



Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno cuyos resultados se muestran en las tablas 7 y 8.

Tabla 6: Análisis físico - químico del suelo agrícola (2021-2022) Illpa.

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD
Características físicas		
Arena	22.75	%
Limo	44.92	%
Arcilla	32.33	%
Textura	Franco Arcilloso	
Características químicas		
pH	7.65	
Conductividad eléctrica	0.68	dS/m
Materia orgánica	4.34	%
Nitrógeno total	0.25	%
Fosforo disponible	16	ppm
Potasio disponible	367.80	ppm

Fuente: VALLE GRANDE - Laboratorio de Química Agrícola 2021.

En la tabla 6, se muestra los resultados sobre el análisis de fertilidad del campo experimental, determinando una textura franco arcilloso, con un pH dentro del rango de 7.65, considerándose medianamente básico, con existencia de carbonato de cálcico, mientras que el contenido de materia orgánica es alto, con un porcentaje de nitrógeno disponible alto. El valor del fósforo disponible es de 16 ppm clasificado como alto; el valor del potasio de 367.80 ppm considerado en un rango alto y una conductividad eléctrica normal con 0.68 dS/m, lo cual nos indica que no existe restricción para ningún cultivo.

Tabla 7: Análisis físico - químico del suelo agrícola Illpa después de la cosecha (área de convivencia)

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD
Características físicas		
Arena	54	%
Limo	21	%
Arcilla	25	%
Textura	Franco Arcilloso	
Características químicas		
pH	6.71	
Conductividad eléctrica	0.66	mS/cm
Materia orgánica	3.10	%
Nitrógeno total	0.15	%
Fosforo disponible	20.02	ppm
Potasio disponible	180	ppm

Fuente: Laboratorio de Aguas y suelos – UNA PUNO 2022.

Tabla 8: Análisis físico - químico del suelo agrícola Illpa después de la cosecha (área de control)

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD
Características físicas		
Arena	53	%
Limo	20	%
Arcilla	27	%
Textura	Franco Arcilloso	
Características químicas		
pH	6.38	
Conductividad eléctrica	0.46	mS/cm
Materia orgánica	2.95	%
Nitrógeno total	0.14	%
Fosforo disponible	18.15	ppm
Potasio disponible	170	ppm

Fuente: Laboratorio de Aguas y suelos – UNA PUNO 2022.

Al comparar los análisis de fertilidad efectuados antes de la siembra (tabla 6) y después de la cosecha (tabla 7 y 8) campaña agrícola 2021-2022, se observa en el periodo de convivencia, que la competencia entre maleza-cultivo efectuó una menor absorción de nutrientes del suelo en comparación con el periodo de control, donde el cultivo al no tener competencia con malezas pudo absorber ligeramente más nutrientes del suelo. Este

comportamiento indica que al efectuar el control de malezas tempranamente, permite al cultivo un mayor aprovechamiento de los recursos (Vera & Enciso, 2017).

3.4 CONTROL FITOSANITARIO

Durante el experimento se previno con diferentes medidas de control de plagas, que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 9: Medidas de control de plagas en quinua durante la campaña 2021-2022

Ingrediente	Dosis	Para controlar	Durante
Feromona	2 trampas	<i>Kcona kcona</i>	Inicio de panojamiento
Trampas (Agua con detergente)	2 trampas	(<i>Eurysacca quinoa</i>)	
Trampas (Banderines)	2 banderines (20 m c/u)	aves	Grano lechoso
Biol	½ litro por mochila (20 litros)	Abono foliar	Inflorescencia

3.5 METODOLOGÍA

3.5.1 Tratamientos en estudio:

Los tratamientos en estudio se muestran en la siguiente tabla en el cual se especifican cada uno de los tratamientos.

Tratamiento en estudio en la interferencia de malezas en el campo de quinua (*Chenopodium quinoa*) en el C.E. Illpa, campaña 2021 – 2022

Tabla 10: Simbología y tratamientos de estudio en el cultivo de quinua.

Nº	FACTOR (A)	FACTOR (B)	CLAVE	DESCRIPCIÓN
1	Convivencia (Presencia) A1	T1	A1T1	Con malezas 0 DDD y desmalezado después
2		T2	A1T2	Con malezas 10 DDD y desmalezado después
3		T3	A1T3	Con malezas 20 DDD y desmalezado después
4		T4	A1T4	Con malezas 30 DDD y desmalezado después
5		T5	A1T5	Con malezas 40 DDD y desmalezado después
6		T6	A1T6	Con malezas 50 DDD y desmalezado después
7		T7	A1T7	Con malezas 60 DDD y desmalezado después (Testigo 1)
8	Control (Ausencia) A2	T1	A2T1	Sin malezas 0 DDD y enmalezado después
9		T2	A2T2	Sin malezas 10 DDD y enmalezado después
10		T3	A2T3	Sin malezas 20 DDD y enmalezado después
11		T4	A2T4	Sin malezas 30 DDD y enmalezado después
12		T5	A2T5	Sin malezas 40 DDD y enmalezado después
13		T6	A2T6	Sin malezas 50 DDD y enmalezado después
14		T7	A2T7	Sin malezas 60 DDD y enmalezado después (Testigo 2)

Fuente: Se muestra los tratamientos DDD (días después del desahije)

3.5.2 Diseño estadístico

El experimento se realizó en un Diseño Estadístico Bloque Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial 2x7 siendo los factores: factor A, periodos (convivencia con malezas (presencia) y control sin malezas (ausencia)) y factor B, días después del desahije (0, 10, 20, 30, 40, 50 y 60) en cuatro repeticiones, haciendo un total de 56 unidades experimentales.

3.5.3 Características de unidad experimental

Tamaño y distribución del campo experimental:

- Número de bloques: 4
- Número de parcela por bloque: 14
- Área total: 546.48 m²
- Largo: 21.60 m



- Ancho: 25.30 m
- Distancia entre bloque: 0.40 m

Dimensión de la unidad experimental

- Número de parcela: 56
- Área total: 7.31 m²
- Largo: 2.30 m
- Ancho: 3.18 m
- Distancia entre parcela: 0.50

3.5.4 Conducción del experimento

La investigación se llevó a cabo en 2 fases, fase 1 de campo conformado por dos áreas (con ausencia y presencia de malezas) en el cultivo de quinua, en el C. E. Illpa y fase 2 de laboratorio, ambas fases se detallan a continuación:

Fase de campo:

Se realizó la siembra en líneas en el área, donde cada tratamiento fue de 7.32 m².

A. Recolección de muestras

- Control de malezas: se realizó mediante deshierbe manual en cada periodo de evaluación (figura 6E)
- Se seleccionó al azar una línea de quinua e introdujo el cuadrante de evaluación (0.25 m²) (figura 6A).
- Se recolecto malezas y plantas de quinua a evaluar dentro del cuadrante (0.25 m²), una versión modificada del método propuesto por (Stagnari & Pisante, 2011), para posteriormente introducir las en bolsas de polipropileno el cual fue etiquetado y codificado. (figura 6B, 6C y 6D).
- Enseguida fueron llevados al laboratorio de entomología de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del

Altiplano, para su evaluación en relación a altura de planta, materia verde de la parte aérea (MVPA) tanto de la maleza como del cultivo, materia seca de la parte aérea (MSPA) tanto de la maleza como del cultivo.

- Así mismo se colecto muestras de suelo en la cantidad de 500 cm³ para la evaluación nematológica en el laboratorio



Figura 6. Recolección de malezas y planta de quinua (*Chenopodium quinoa*) Var. Negra collana en campo. (A: Área a recolectar, B y C: Remoción de malezas y quinua dentro cuadrante 0.25 m², D: Codificación de muestra de quinua y E: Deshierbo manual del tratamiento)

Fase laboratorio

- Identificación de malezas.** Las especies de plantas esporádicas halladas en el campo experimental fueron identificadas en el laboratorio de Taxonomía de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica por el docente taxónomo Ing. Mario A. Solano Larico de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.

b) **Determinación del rendimiento.** Se recolectaron 10 panojas al azar de cada unidad experimental.

- Se realizó el corte para separar la broza de la panoja, posteriormente realizar el pesado.
- Se realizó el frotado o desgranado de cada panoja hasta desprender los granos de quinua, se tamizo, limpio y retiro las impurezas para pesar los granos de la quinua y el jipi restante.
- Se realizó el frotado o desgranado de cada panoja hasta desprender los granos de quinua, se tamizo, limpio y retiro las impurezas para pesar los granos de la quinua y el jipi restante.

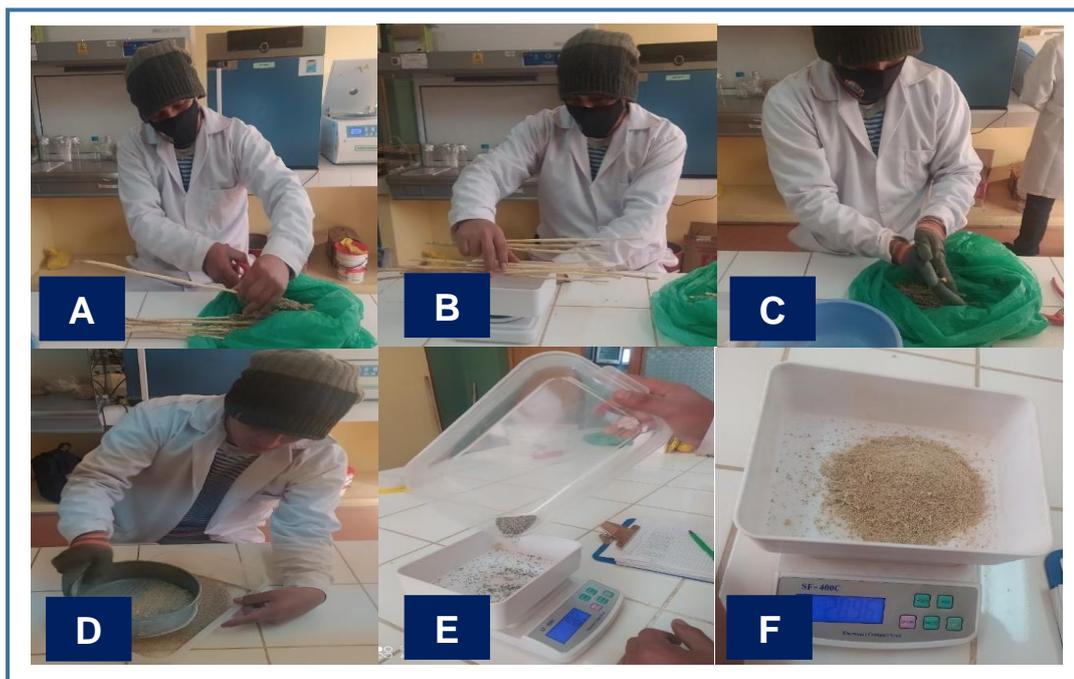


Figura 7. Rendimiento de quinua. (A y B: Corte, separación y pesado de la broza C: Frotado de la panoja D y E: Separación mediante el tamiz los granos de quinua para el pesado correspondiente y F: pesado del jipi restante).



3.5.5 Características evaluadas

Las características evaluadas en el experimento fueron las siguientes.

Variables de respuesta en el cultivo:

- a) ***Altura de planta de quinua.*** Se recolectaron 10 plantas al azar por tratamientos cada 10 días para su respectiva medición, desde el cuello hasta el ápice de la planta.
- b) ***Peso de la materia verde de la parte aérea (MVPA) de quinua.*** Se recolecto 10 plantas al azar por tratamientos cada 10 días, donde se pesó con una balanza (digital kitchen scale), registrando los datos en gramos.
- c) ***Peso de la materia seca de la parte aérea (MSPA) de quinua.*** Se realizó la recolección de plantas en un área de 0.25 m² de cada unidad experimental en cada evaluación tomando en cuenta la parte aérea. Luego las muestras MSPA del cultivo se secaron en un horno con circulación de aire forzado a 60 ° C por 72 horas hasta que alcancen una masa constante al momento de pesarlas con una balanza (digital kitchen scale), registrando los datos en gramos.
- d) ***Periodo crítico.*** El período crítico se determinó experimentalmente mediante la inclusión de variantes desyerbadas durante determinados períodos a partir de la siembra o deshajje del cultivo y otras inversamente no desyerbadas en idénticos períodos de tiempo (FAO, 2008).

Los resultados de rendimiento del cultivo obtenidos en diferentes periodos de influencia de malezas permitieron determinar el periodo más conveniente para el control de malezas.

- e) ***Rendimiento de grano.***
 - Rendimiento por planta (g). Al término de la experimentación se procedió a cosechar donde se escogieron 10 panojas al azar por unidad



experimental, luego se realizó la trilla, limpieza y separación de impurezas de cada panoja, posteriormente se pesaron todas las semillas obtenidas y la medida se registró en gramos por panoja (Bioversity International, FAO, PROINPA, INIAF y FIDA, 2013).

- Rendimiento (Kg/ha). Se determinó en la etapa de madurez de cosecha donde se procedió a pesar el rendimiento de semilla por planta de cada unidad experimental para luego llevarlo a rendimiento por hectárea (Bioversity International, FAO, PROINPA, INIAF y FIDA, 2013).

Variables de respuesta de malezas

- Peso de materia verde de malezas.*** El peso de materia verde de la parte aérea de malezas se realizó cada 10 días, donde se pesó el número total de cada género de malezas al azar por cada periodo con una balanza (digital kitchen scale), registrando los datos en gramos.
- Peso materia seca de la maleza.*** Después de haber pesado la materia verde, se procedió con el secado para determinar la materia seca de la parte aérea (MSPA) de la maleza, realizándose en un horno con circulación de aire forzado a 60 ° C por 72 horas hasta que alcancen una masa constante al momento de pesarlas con una balanza (digital kitchen scale), registrando los datos en gramos.

3.5.6 Método estadístico

El análisis estadístico fue realizado utilizando el software estadístico Infostat versión estudiantil y RStudio. Los datos evaluados fueron analizados mediante análisis de varianza posteriormente la prueba de comparación de tukey al 5% de error.

El Periodo crítico de interferencia (**PCI**) se determinó mediante regresiones no lineales ajustadas a Gompertz y modelos logísticos simples. Se usó la ecuación de

Gompertz para modelar el efecto de la agricultura libre de malezas, períodos de crecimiento sobre el rendimiento relativo de grano, mientras que la ecuación logística se utilizó para modelar el efecto de los períodos de crecimiento de malezas en el rendimiento relativo de grano (Singh *et al.*, 2014).

La ecuación de Gompertz $Y = a \exp(-b \exp(-X_0 * X))$ expresa Y como rendimiento, a la asíntota, b y X_0 son constantes, X días después de emergencia. Por otro lado, la ecuación logística $Y = a / (1 + b \exp(X_0 * X))$ expresa Y como rendimiento, a la asíntota, b y X_0 son constantes, y X días después de emergencia.

3.5.7 Observaciones complementarias en la calidad fitosanitaria de semilla y reconocimiento de nematodos.

Evaluación fitosanitaria de la semilla.

Después de la cosecha se realizó el control fitosanitario de los granos de quinua (var. Negra collana) el cual se describe a continuación (ver figura 8):

- Se esterilizo los materiales a utilizar
- Posteriormente en bandejas esterilizadas se colocó 100 semillas, las cuales se rego con agua destilada y se selló.
- Fueron llevadas a una estufa controlada realizándose evaluaciones diarias para verificar la germinación.
- La evaluación fitosanitaria de los granos de quinua cosechados en el experimento para constatar la presencia de hongos se evaluó con un microscopio estereoscopio, contabilizándose e identificando el porcentaje de presencia de hongos. Para dicha identificación se comparó con una exhaustiva revisión de bibliografía (Barnett & Hunter, 1998).



Figura 8. Evaluación fitosanitaria de la semilla de quinua (*Chenopodium quinoa*) Var. Negra collana. (A y B: desinfección y esterilización del material a usar, C: colocación de las semillas en orden de 10 x 10).

Evaluación Nematológica.

Se realizó con el fin de determinar nematodos presentes en la comunidad de malezas asociadas al cultivo de quinua. Las 10 muestras obtenidas del área en estudio (con presencia y ausencia de malezas) fueron procesadas y analizadas de acuerdo a Tihohod (2001), siguiendo el procedimiento:

- a) **Recolección de muestras de suelo (fase de campo):** Se colectó 5 muestras compuestas en cada área (con presencia y ausencia de malezas), (figura 9) siendo que por punto fueron colectadas 4 submuestras de 500 cm³; los cuales fueron homogeneizados y se retiró una muestra compuesta de 500 cm³. la recolección se realizó a una profundidad de 25-30 cm para posteriormente colocarlas en bolsas de polietileno debidamente etiquetados y codificados y llevados al laboratorio.



Figura 9. Recolecta de muestra de suelo: (A: Realizar un excavado de 25 cm de profundidad, B: Recolectar 500 cm³ de muestra y C: Punto de recolección de submuestra (S-1) y punto (P3).

b) Método de fluctuación centrífuga para muestras de suelo con solución

sacarosa. El método utilizado fue fluctuación centrífuga en solución sacarosa de acuerdo con Jenkins (1964).

- Se retiró una porción de 250 cm³ suelo de la muestra compuesta (homogénea), colocándose en un recipiente vacío agregando agua, con la finalidad de homogenizar la muestra de tal forma que se pueda desmenuzar los terrones para la liberación de los nematodos en suspensión.
- Se vertió la suspensión del suelo y los nematodos sobre los tamices 60-100-400 Mesh (figura 10A).



- Se retiró el tamiz de 400 Mesh debido a que la suspensión de nematodos se encontraba en esta, el cual se enjuago en agua corriente la suspensión sobrante (figura 10B); con ayuda de una pizeta, enseguida se recolecto el material retenido en una cantidad de 50 ml en un vaso Becker (10C).
- Enseguida se agregó a la suspensión de 50 ml en el vaso Becker una cuchara de cal deshidratada, homogeneizándose (figura 10D) por un periodo de 30 segundos.
- Posteriormente fueron colocadas a los tubos para la centrifugación por un periodo de 5 minutos a una revolución de 1800 rpm (10E).
- Una vez concluida se retiró el sobrenadante de los tubos, adicionándose sacarosa (10F) y se centrifugo a 2000 rpm por un minuto (10G). Enseguida estas fueron lavadas en el tamiz de 400 Mesh (10H), obteniéndose una suspensión limpia que permita identificar y cuantificar a los nematodos (10I).



Figura 10. Método de fluctuación centrífuga para muestras de suelo. Para determinación e identificación de nematodos (A: Vertido y el sobrenadante en tamices 60, 100 y 400 Mesh respectivamente, B, C: Enjuagado y colecta de 50 ml del material retenido, D: Agregar cal deshidratada y homogenizar, E: centrifugar por 5 minutos a 2000 rpm, F: Agregar solución sacarosa, G: centrifugar por 1 minutos a 2000 rpm, H, I: Enjuagado con chorros fuertes de agua y recolecta de 50 ml.

- c) **Identificación y cuantificación de nematodos.** Para la identificación y cuantificación de los nematodos presentes en las muestras obtenidas en la centrifugación fueron calibradas a 50 ml del cual fueron retiradas 5 ml y



llevadas al microscopio estereoscopio, para el cual se utilizó las claves de Luc *et al.*, (2003), Mai & Mullin (1996).

- d) Extracción de Quistes del suelo seco del cultivo de Quinua.** Se realizó la extracción de quistes mediante el método modificado de Fenwick (1940), adaptado a las condiciones del laboratorio.
- Se seleccionaron las muestras compuestas codificada (250 cm³ de suelo) (figura 11A) para dejarlas secar bajo sombra por un tiempo promedio de 3- 7 días, posteriormente estas fueron procesadas y llevadas a Becker de 2 litros de capacidad donde en su interior se encontraba el papel Kraft adicionando 3/5 partes del volumen total (figuras 11B y 11C).
 - Se retiró lentamente el papel Kraft para extenderlo después sobre una superficie plana, codificándola y dejándola secar (figura 11D).
 - Posteriormente se vertió el sobrenadante sobre los tamices de 60-100 Mesh (figura 11E) mezclada en el agua girando cuidadosamente para no suspender el suelo de la base.
 - Se enjuago el material retenido en los tamices cuidadosamente al vaso Becker con ayuda de una pizeta con agua a una cantidad de 30-50 ml (figura 11F), el material recolectado se colocó sobre papel Kraft para su secado siendo codificada (figura 11G), posteriormente fue llevado al microscopio estereoscopio para su observación y contaje.



Figura 11. Método rápido de extracción de quistes del suelo seco adaptado a laboratorio. (A: Pesar 250 cm³ de suelo, B: Introducir 125 cm³ al vaso Becker, C: Agregar agua y dejar reposar, D: extender y codificar, E: Vertido del sobrenadante en tamices 60 y 100 Mesh respectivamente, F: Recolectar 30 – 50 ml del sobrenadante, G: Esparcir en forma lineal y codificar, H: Retirar con un pincel el material seco a una placa Petri y I: Cuantificación de quistes).



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 IDENTIFICAR LAS ESPECIES DE MALEZAS Y EL EFECTO SOBRE EL CULTIVO EN EL C.E. ILLPA.

4.1.1 Identificación de especies

En las evaluaciones efectuadas, se identificaron 22 especies de malezas (tabla 10), pertenecientes a 9 familias, predominando 2 familias con 5 especies cada una; entre ellas Asteraceae (*Bidens andicola* H.B.K., *Bidens pilosa* L., *Senecio vulgaris* L., *Tagetes mandonii* Sch. Bip., *Taraxacum officinale* Weber) y Brassicaceae (*Brassica campestris* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medikus, *Lepidium bipinnatifidum* Desv., *Lepidium chichicara* Desv., *Thlaspi arvense* L.); Poaceae con 4 especies (*Bouteloua simplex* Lag, *Bromus unioloides* Kunth, *Pennisetum clandestinum* Hochst., *Poa annua* L.); Fabaceae con 2 especies (*Medicago hispida* Gaertn., *Medicago lupulina* L.); Malvaceae con 2 especies (*Tarasa cerratei* Krapov., *Urocarpidium shepardae* (I.M.Johnst.) Krapov.) y las demás con una especie cada una; Cyperaceae (*Carex ecuadorica* Kük.), Geraniaceae (*Erodium cicutarium* (L.) L Herit.), Oxalidaceae (*Oxalis corniculata* L.), Verbenaceae (*Verbena litoralis* H.B.K.), donde la mayoría de las cuales pertenecen a la clase dicotiledónea representando el 77.27 % y monocotiledónea representada por el 22.73% de la comunidad de malezas encontradas (tabla 11).

Tabla 11: Familia, especie y nombre común de malezas identificadas en el cultivo de quinua (C.E. Illpa - Puno) campaña 2021-2022.

Familia	Especie	Nombre común	Índice de ocurrencia (%)
Asteraceae (D)	<i>Bidens andicola</i> H.B.K.	Mishico	22.73
	<i>Bidens pilosa</i> L.	Chiriro	
	<i>Senecio vulgaris</i> L.	Maych'a	
	<i>Tagetes mandonii</i> Sch. Bip.	Chiqchipa	
	<i>Taraxacum officinale</i> Weber	Diente de león	
Brassicaceae (D)	<i>Brassica campestris</i> L.	Nabo silvestre	22.73
	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medikus	Bolsa de pastor	
	<i>Lepidium bipinnatifidum</i> Desv.	Mata conejo	
	<i>Lepidium chichicara</i> Desv.	Chichicara	
Cyperaceae (M)	<i>Thlaspi arvense</i> L.	Lentejita	4.55
	<i>Carex ecuadorica</i> Kük.	Carex	
Fabaceae (D)	<i>Medicago hispida</i> Gaertn.	Trébol carretilla	9.08
	<i>Medicago lupulina</i> L.	Alfalfilla	
Geraniaceae (D)	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L Herit.	Auja auja	4.55
Malvaceae (D)	<i>Tarasa cerratei</i> Krapov.	K'ora	9.08
	<i>Urocarpidium shepardae</i> (I.M.Johnst.) Krapov.	Malva k'ora	
Oxalidaceae (D)	<i>Oxalis corniculata</i> L.	Vinagrillo	4.55
Poaceae (M)	<i>Bouteloua simplex</i> Lag.	Cola de zorro	18.18
	<i>Bromus unioloides</i> Kunth	Cebadilla	
	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst.	Kikuyo	
	<i>Poa annua</i> L.	Pasto K'cacho	
Verbenaceae (D)	<i>Verbena litoralis</i> H.B.K.	Verbena	4.55

En comparación, con los resultados obtenidos por Santos *et al.*, (2020), los cuales identificaron 29 especies de malezas distribuidas en 15 familias. La clase monocotiledónea representa el 31,04% de las especies, y la clase eudicotiledónea, hacen el 68,96%; resultados que son próximos a los encontrados en el presente trabajo.

En cambio, Taipicaña (2019), indica que las especies *Chenopodium álbum* y *Sonchus oleraceus* se encuentran presentes en mayor porcentaje con un 13,9%. Además, se menciona que el porcentaje total de malezas por metro cuadrado en el cultivo de quinua es de 40,7%.



El número de malezas encontradas en la investigación resultó ser superior a lo descrito por Vera & Enciso (2017); quienes identificaron 20 especies de malezas en un experimento titulado “Periodo crítico de interferencia de malezas en el cultivo de zanahoria”, pertenecientes a 11 familias, destacándose la Asteraceae con cuatro especies (*Gamochaeta coarctata* (Willd) Kerguélen.; *Acanthospermum hispidum* DC.; *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist y *Galinsoga parviflora* Cav.), Amaranthaceae con tres especies (*Amaranthus retroflexus* L.; *Amaranthus spinosus* L. y *Chenopodium ambrosioides* L.), Cyperaceae con dos especies (*Cyperus esculentus* L. y *Cyperus rotundus* L.), Urticaceae con dos especies (*Urtica spathulata* Sm. y *Parietaria debilis* Forst.), Solanaceae con dos especies (*Physalis angulata* L. y *Solanum americanum* Mill.) Malvaceae con dos especies (*Sida rhombifolia* L. y *Malvastrum coromandelianum* (L.) Garcke) y las siguientes con una especie cada una, Brassicaceae (*Coronopus didymus* (L.) Sm), Poaceae (*Eleusine indica* (L.) Gaertn), Portulacaceae (*Portulaca oleracea* L.), Rubiaceae (*Richardia brasiliensis* Gomes) y Apiaceae (*Cyclospermum leptophyllum* (Pers.) Britton P. Wilson), donde la mayoría de las malezas pertenecen a la clase dicotiledónea.

Resultados más o menos similares al nuestro, fue reportado por Parreira (2013), indica que la comunidad de malezas encontrada fue similar para tres cultivares de frijol, estando compuesta por 20 especies de malezas, 70% de eudicotiledóneas y 30% de monocotiledóneas.

La identificación de malezas debe ser precisa para determinar la ejecución de algún método de control de manejo (Labrada et al., 1996). A continuación, se presenta algunas características de las principales especies de malezas, descritas por (Sagastegui & Leiva, 1993):

***Erodium cicutarium* (L.) L'Herit (Auja Auja)**

Planta anual o bianual, pubescente, con tallos tendidos o ascendentes y nudosidades hinchadas (figura 12A), de 5-35 cm de longitud. Hojas basales arrosetadas (12B), las caulinares escasas, bipinatisectas, pinas ovadas, pínulas lanceoladas o lineales, con frecuencia divididas nuevamente. Estipulas ovadas, agudas, ciliadas en el borde, de 4-7 mm de largo. Flores 5-10, largamente pedunculadas y dispuestas en umbelas definidas. Sépalos ovados, nervados, mucronados, hirsutos, de 6-7 mm de longitud. Pétalos pequeños, rosados (12C), algo desiguales, unguiculados, con dos manchitas. Estambres con filamentos algo dilatados en la base. Pico del fruto que alcanza hasta 4 mm de largo (Figura 12D). De origen Mediterráneo y considerada casi como cosmopolita. Crece en las planicies y laderas abiertas de la sierra y costa peruana formando los pastizales naturales, pero invade también diversos cultivos, huertos y parques de estas regiones. Florece durante todo el año. Se reproduce mediante semillas.



Figura 12. *Erodium cicutarium* (L.) L'Herit
(familia: Geraniaceae)

***Bidens andicola* H.B.K (Mishico)**

Hierba perenne de 20-60 cm de altura (figura 13A), con tallos ascendentes o erectos, pubescentes o glabros, foliolos en la parte inferior. Hojas opuestas, pecioladas, enteras o más o menos divididas, glabras o pubescentes (13B). Capítulos radiados, solitarios en el extremo de las ramas, largamente pedunculados. Involucro acampanado, de 5-7 mm de alto por 10 mm de diámetro; filarias exteriores 8-10, hirsutas; las internas lanceoladas, hirsutas más largas. Flores dimorfas: las marginales 8-10, neutras, amarillas, liguladas (13C); lígula elíptica de 15-20 mm de longitud. Flores del disco hermafroditas, tubulosas, pentadentadas en el limbo. Aquenios lineales, cuadrangulares, hispídos en la parte superior, pardo-oscuros de 7-14 mm de largo. Pappus formado por 2 (raro 3) aristas con pelos retrorsos (13D).

De la región andina de América del Sur, desde Colombia hasta Argentina. Frecuente en los prados de la sierra del Perú, entre los 2000-3000 msnm y como maleza de los campos cultivados. Se propaga por semilla y florece en verano.

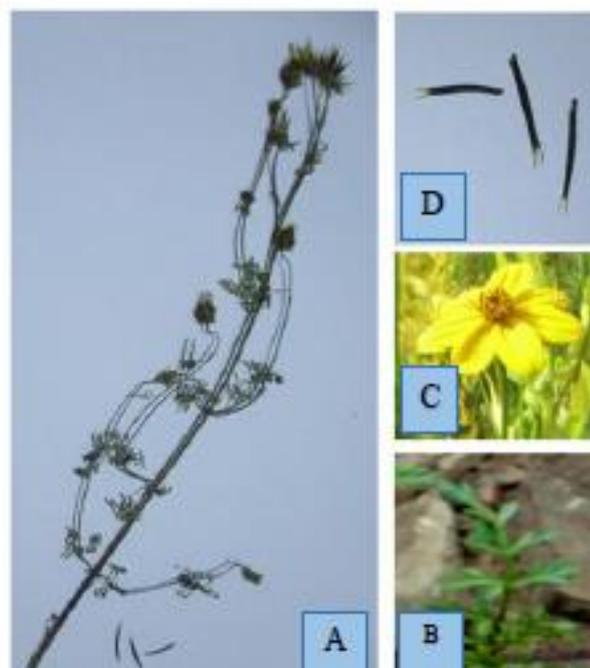


Figura 13. *Bidens andicola* H.B.K. (Familia: Asteraceae).



***Medicago hispida* Gaertn (Trébol carretilla).**

Correa (1984), describe al trébol carretilla con tallos débiles, de 10 a 50 cm de altura (figura 14A), hojas trifoliadas, folíolos ovalados (14B), de truncados a retusocis en el ápice, con margen aserrado; estípulas ciniadas. Flores de corola amarilla (14C), poco aparentes en racimos con 3 a 8 flores, con pedúnculo de longitud variable. Fruto espiralado de cilindro a discoideo, con aguijones laterales más o menos ganchudos y un surco en su base (14D); 1.5 a 4 espirales, la apical más ancha que las restantes. De climas mediterráneos. Especie muy adaptada al calor y a la sequía, pero poco tolerante a bajas temperaturas y heladas.

Rzedowski & Eduardo, realizan la descripción botánica de la siguiente manera. Planta de crecimiento rastrero o ascendente muy ramificado. De unos 60 cm de altura, tallo muy ramificado desde la base, ramas angulosas, sin pelos o algo pilosas; estípulas lanceolado-dentadas. Con Hojas trifoliadas, con peciolo de 1 a 9 cm de largo, folíolos obovados u obcordados, de 0.5 a 3 cm de largo, por 0.5 a 2.5 cm de ancho, ápice obtuso o emarginado, margen denticulado hacia al ápice, base cuneada, con muy poco pelo o sin pelos. Flores dispuestas en racimos axilares solitarios, más cortos que las hojas, con un tamaño en las flores de 1 a 7 mm de largo, pedicelos muy cortos; corola amarilla, con un fruto en forma de legumbre enroscada en espiral (figura 14).

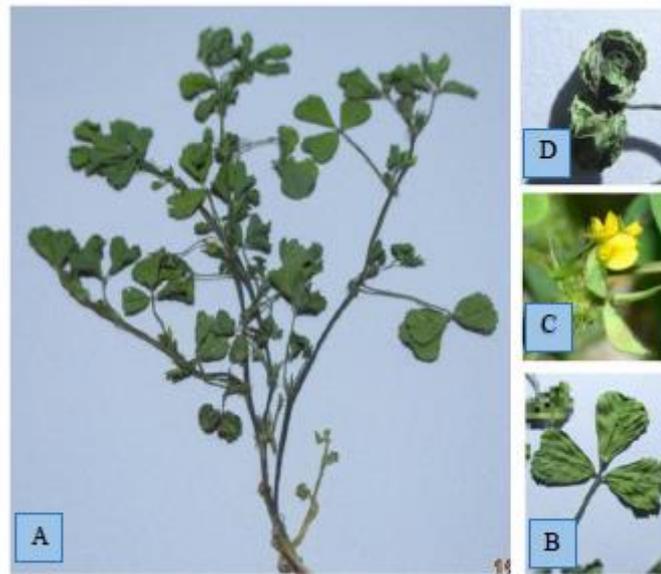


Figura 14. *Medicago hispida* Gaertn. (Familia: Fabaceae)

***Bromus unioloides* kunth. (cebadilla)**

Es una planta con ecotipos de crecimiento anual, bianual o perenne, posee cañas floríferas de 20 a 90 cm de alto, erectas, con 1 a 3 nudos, glabros (figura 15A). Las láminas miden entre 5 y 30 cm de largo y 1 a 6 mm de ancho, son planas, generalmente pubescentes (15C). La lígula mide entre 2 y 3 mm de largo, es membranosa y posee el ápice dentado. La vaina es pubescente, abierta sólo en su parte superior. Presenta una panícula amplia, laxa, con ramificaciones escabrosas de 1 a 10 cm de largo. Las espiguillas están compuestas por 3 a 5 floras que miden entre 17 y 35 mm de largo y 4 a 7 mm de ancho (15B). Presenta plumas glabras, desiguales, oval lanceoladas, generalmente mayores que el lema contiguo, la inferior es 3 – 5 nervada, de 7 a 10 mm de largo, la superior es 9 nervada, de 9 12 a 13 mm de largo. Su lema es carenado de 12 a 17 mm de largo, 9 nervada, generalmente glabra. Presenta arista de 1 a 3 mm de largo. Callo de 0,2 a 0,3 mm de largo, glabro. La pálea es menor que el lema y mide entre 10 y 13 mm de largo,

presentando márgenes pestañosos. La raquilla mide entre 2 y 2,5 mm de largo, es glabra o pestañosa. Su cariopsis es linear de 7 a 8 mm de largo, carenada, fuertemente adherida al lema (Matthei, 1995).

La cebadilla es originaria de Sur América, donde está ampliamente diseminada en regiones subhúmedas y semiáridas (Langer, 1972).



Figura 15. *Bromus unioloides* kunth.
(Familia: Poaceae)

4.1.2 Efecto sobre el cultivo de Quinua

Peso de materia verde de la parte aérea de maleza

El análisis de varianza para el peso de materia verde de (tabla 12), se visualiza que, no existe diferencias estadísticas significativas entre bloque, indicando que las características del suelo experimental fueron uniformes y no influyeron en los resultados. Para el factor Periodo y DDD se muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas, dando a conocer que se tiene diferencias en peso de materia verde de maleza por efecto de los periodos y DDD. Para la interacción de Periodo por DDD, también hubo diferencias estadísticas altamente significativas, mostrando que ambos

factores actúan de forma dependiente, es decir tienen un efecto conjunto sobre el peso de materia verde de maleza. Por otro lado, el coeficiente de variación (CV) igual a 4.31% nos indica que los datos evaluados son confiables para este tipo de experimentos (Vásquez, 2013).

Tabla 12: Análisis de varianza para peso de la parte aérea de malezas por efecto de periodos y DDD.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Ft	Ft 0.05	Ft 0.01	p-valor	Sig.
Bloque	3	83.44	27.81	1.57	2.85	4.33	0.2118	n.s.
Periodo	1	443004.80	443004.80	25024.60	4.09	7.33	<0.0001	**
DDD	6	179848.21	29974.70	1693.22	2.34	3.30	<0.0001	**
Periodo x DDD	6	230920.72	38486.79	2174.05	2.34	3.30	<0.0001	**
Error	39	690.41	17.70					
Total	55	854547.59						

CV= 4.31%

$\bar{X} = 97.66$ g

Al haber significancia estadística para la interacción, se procedió a realizar la prueba de comparación de medias de tukey.

En la tabla 13, se observa la prueba de comparación de medias de tukey para el peso de materia verde de la parte aérea de malezas, donde se aprecia que el tratamiento A1T5 “presencia de malezas” x “40 días después del desahije o raleo” tiene mayor peso de materia verde, siendo estadísticamente superior a las demás interacciones; contrariamente al tratamiento A2T5 “ausencia de malezas” igualmente a los 40 días del desahije que, solamente tiene 2.16 g, existiendo un rango muy amplio de diferencia en el mismo período de tiempo (330.95 g).

Tabla 13: Prueba de comparación de medias de tukey para peso de materia verde de la parte aérea de malezas por efecto de los periodos y DDD.

Orden de merito	Periodo	DDD	Promedio de M.V. (g/0.25 m ²)	Sig. ≤ 0.05
1	A1=presencia de malezas	T5 = 40 días después del desahíje o raleo	333.11	a
2	A1=presencia de malezas	T6 = 50 días después del desahíje o raleo	300.45	b
3	A1=presencia de malezas	T7 = 60 días después del desahíje o raleo	278.36	c
4	A1=presencia de malezas	T4 = 30 días después del desahíje o raleo	230.84	d
5	A1=presencia de malezas	T3 = 20 días después del desahíje o raleo	104.96	e
6	A2= ausencia de malezas	T2= 10 días después del desahíje o raleo	42.51	f
7	A1=presencia de malezas	T2= 10 días después del desahíje o raleo	41.29	f
8	A1=presencia de malezas	T1= 0 días después del desahíje o raleo	17.20	g
9	A2= ausencia de malezas	T3 = 20 días después del desahíje o raleo	10.81	g h
10	A2= ausencia de malezas	T4 = 30 días después del desahíje o raleo	3.43	h i
11	A2= ausencia de malezas	T5 = 40 días después del desahíje o raleo	2.16	h i
12	A2= ausencia de malezas	T7 = 60 días después del desahíje o raleo	1.41	h i
13	A2= ausencia de malezas	T6 = 50 días después del desahíje o raleo	0.69	h i
14	A2= ausencia de malezas	T1= 0 días después del desahíje o raleo	0.00	i

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Los datos obtenidos resultaron ser superior a lo descrito por Quispe (2017), indicando que el testigo obtuvo la mayor cantidad de malezas obteniendo así un peso de 120 g, el segundo tratamientos fue el control químico con 48 g, el tercer lugar lo obtuvo el tratamiento de control manual con 45 g, y el último lugar lo obtuvo el tratamiento de control químico manual con 38 g. Se pudo observar también, que los mayores pesos de materia verde de malezas se presentan en el área de convivencia (presencia), indicándonos que al no emplear un método de control apropiado las malezas se desarrollaran de forma eficiente; por ello Mujica et al. (2001), recomienda efectuar deshierbas tempranas para evitar, competencia por agua, nutrientes, luz y espacio, así como presencia de plagas y



enfermedades ya que actúan como agentes hospederos, lo cual repercutirá en el futuro potencial productivo y calidad de la semilla de quinua.

La biomasa fresca de la maleza es un componente importante en la relación con el cultivo, por competir por los elementos indispensables para el crecimiento y desarrollo de las plantas, como el agua, luz, nutrientes y espacio. La cantidad de la biomasa fresca de las malezas indica el potencial del daño que pueden ocasionar al cultivo (Herrera, 2017).

Peso de materia seca de la parte aérea de malezas

El análisis de varianza para el peso de materia seca de la parte aérea de (tabla 14), se visualiza que, no existe diferencias estadísticas significativas entre bloque, indicando que las características del suelo experimental fueron uniformes y no influyeron en los resultados. Para el factor Periodo y DDD se muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas, dando a conocer que se tiene diferencias en peso de materia seca de malezas por efecto de los periodos y DDD. Para la interacción de Periodo por DDD, también hubo diferencias estadísticas altamente significativas, mostrando que ambos factores actúan de forma dependiente, es decir tienen un efecto conjunto sobre el peso de materia seca de malezas. Por otro lado, el coeficiente de variación (CV) igual a 13.74% nos indica que los datos evaluados son confiables para este tipo de experimentos (Vásquez, 2013).

Tabla 14: Análisis de varianza para peso materia seca de la parte aérea de malezas por efecto de periodos y DDD.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Ft	Ft 0.05	Ft 0.01	p-valor	Sig.
Bloque	3	60.69	20.23	1.57	2.85	4.33	0.2111	n.s.
Periodo	1	32826.82	32826.82	2554.13	4.09	7.33	<0.0001	**
DDD	6	18201.80	3033.63	236.04	2.34	3.30	<0.0001	**
Periodo x DDD	6	21428.19	3571.37	277.87	2.34	3.30	<0.0001	**
Error	39	501.25	12.85					
Total	55	73018.75						

CV= 13.74%

 $\bar{X} = 26.09$ g

Al haber significancia estadística para la interacción, se procedió a realizar la prueba de comparación de medias de tukey.

En la tabla 15, se observa la prueba de comparación de medias de tukey para el peso de materia seca de malezas, donde se aprecia que el tratamiento A1T7 “presencia de malezas” x “60 días después del desahije o raleo” con mayor peso de materia seca de 97.19 g; seguido del tratamiento A1T5 “presencia de malezas” x “40 días después del desahije o raleo” con 93.45 g, son estadísticamente similares. Contrariamente a los tratamientos A2T7 “ausencia de malezas” x “60 días después del desahije o raleo” y A2T5 “ausencia de malezas” x “40 días después del desahije o raleo” que, solamente tienen 0.37 g y 0.53 g, existiendo un rango muy amplio de diferencia en el mismo período de tiempo con y sin malezas.

Tabla 15: Prueba de comparación de medias de tukey para peso de materia seca de la parte aérea de malezas por efecto de los periodos y tratamientos.

Orden de merito	Periodo	DDD	Promedio de M.S. (g/0.25 m ²)	Sig. ≤ 0.05
1	A1=presencia de malezas	T7 = 60 días después del desahíje o raleo	97.19	a
2	A1=presencia de malezas	T5 = 40 días después del desahíje o raleo	93.45	a
3	A1=presencia de malezas	T6 = 50 días después del desahíje o raleo	78.47	b
4	A1=presencia de malezas	T4 = 30 días después del desahíje o raleo	52.78	c
5	A1=presencia de malezas	T3 = 20 días después del desahíje o raleo	19.26	d
6	A2= ausencia de malezas	T2= 10 días después del desahíje o raleo	8.35	e
7	A1=presencia de malezas	T2= 10 días después del desahíje o raleo	7.53	e
8	A1=presencia de malezas	T1= 0 días después del desahíje o raleo	3.40	e
9	A2= ausencia de malezas	T3 = 20 días después del desahíje o raleo	2.95	e
10	A2= ausencia de malezas	T4 = 30 días después del desahíje o raleo	0.79	e
11	A2= ausencia de malezas	T5 = 40 días después del desahíje o raleo	0.53	e
12	A2= ausencia de malezas	T7 = 60 días después del desahíje o raleo	0.37	e
13	A2= ausencia de malezas	T6 = 50 días después del desahíje o raleo	0.12	e
14	A2= ausencia de malezas	T1= 0 días después del desahíje o raleo	0.00	e

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Se observa que, en periodos de convivencia, las malezas crecen y se desarrollan en mayor proporción, mostrando un aumento de MSPA al transcurrir la duración de los periodos de convivencia. Esto concuerda con lo descrito por Merino (2019), donde registro la mayor biomasa de malezas en los tratamientos que tuvieron malezas durante todo el experimento, que es decir, 105 días con malezas y 0 días sin malezas; por lo tanto, la biomasa de MS de malezas estuvo directamente influenciada por el aumento en la duración de los períodos de interferencia de malezas en el cultivo de



quinua. Por otra parte, Stagnari & Pisante (2011), determinaron que la biomasa de malezas aumentó a medida que la duración de la maleza aumentó la infestación en un cultivo de frijol.

La acumulación de masa seca por parte de las malezas tiene un efecto negativo sobre la productividad de los cultivos Scholten, Parreira & Alves (2011) y Salgado *et al.* (2007).

Helfgott (1986), menciona que el consumo de agua por las malezas es mayor, en muchos casos con mayor rapidez que el cultivo, ya que las malezas requieren de mayor cantidad de agua para producir una unidad de biomasa seca. Este parámetro es de gran importancia debido a que indica en la maleza una fuerte actividad asimiladora.

Altura de planta de quinua

El análisis de varianza para altura de planta (tabla 16), se visualiza que, no existe diferencias estadísticas significativas entre bloque y factor Periodo, indicando que se tiene similar altura de planta entre bloques y periodos. Para el factor DDD se muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas, dando a conocer que se tiene diferencias en altura de planta por efecto de los DDD. Para la interacción de Periodo por DDD, también hubo diferencias estadísticas altamente significativas, mostrando que ambos factores actúan de forma dependiente, es decir tienen un efecto conjunto sobre la altura de planta de quinua. Por otro lado, el coeficiente de variación (CV) igual a 28.84% nos indica que los datos evaluados son confiables para este tipo de experimentos (Vásquez, 2013).

Tabla 16: Análisis de varianza para altura de planta de quinua por efecto de periodos y DDD

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Ft	Ft 0.05	Ft 0.01	p-valor	Sig.
Bloque	3	154.18	51.39	1.11	2.85	4.33	0.3564	n.s.
Periodo	1	7.25	7.25	0.16	4.09	7.33	0.6944	n.s.
DDD	6	4295.09	715.85	15.47	2.34	3.30	<0.0001	**
Periodo x DDD	6	920.85	153.48	3.32	2.34	3.30	0.0098	**
Error	39	1804.61	46.27					
Total	55	7181.98						

CV= 28.84%

$\bar{X} = 23.59$ cm

Al haber significancia estadística para la interacción, se procedió a realizar la prueba de comparación de medias de tukey.

En la tabla 17, se observa la prueba de comparación de medias de tukey para la altura de planta de quinua, donde se aprecia que los tratamientos conformados por A2T7, A2T6, A1T6, A1T5, A1T7 Y A2T4 estadísticamente son similares, destacando el tratamiento A2T7 “ausencia de malezas” x “60 días después del desahije o raleo” con mayor altura de planta con 42.78 cm; caso contrario en el tratamiento A1T7 “presencia de malezas” a los 60 días se observa una altura de 28.23 cm, observándose que la presencia de malezas en el campo de cultivo retrasa el crecimiento considerablemente. En último lugar se ubican los tratamientos “A2=ausencia de malezas por T2 = 10 días después del desahije o raleo” con 11.67 cm y el tratamiento “A2=ausencia de malezas por T1 = 00 días después del desahije o raleo” con 11.23 cm.

Tabla 17: Prueba de comparación de medias de tukey para altura de planta de quinua por efecto de los periodos y DDD.

Orden de merito	Periodo	DDD	Promedio de altura (cm)	Sig. ≤ 0.05
1	A2= ausencia de malezas	T7 = 60 días después del desahíje o raleo	42.78	a
2	A2= ausencia de malezas	T6 = 50 días después del desahíje o raleo	35.70	a b
3	A1=presencia de malezas	T6 = 50 días después del desahíje o raleo	33.75	a b c
4	A1=presencia de malezas	T5 = 40 días después del desahíje o raleo	33.17	a b c
5	A1=presencia de malezas	T7 = 60 días después del desahíje o raleo	28.23	a b c d
6	A2= ausencia de malezas	T4 = 30 días después del desahíje o raleo	26.12	a b c d
7	A1=presencia de malezas	T4 = 30 días después del desahíje o raleo	22.04	b c d
8	A1=presencia de malezas	T3 = 20 días después del desahíje o raleo	21.37	b c d
9	A2= ausencia de malezas	T5 = 40 días después del desahíje o raleo	20.62	b c d
10	A1=presencia de malezas	T2= 10 días después del desahíje o raleo	16.72	c d
11	A2= ausencia de malezas	T3 = 20 días después del desahíje o raleo	14.45	d
12	A1=presencia de malezas	T1 = 0 días después del desahíje o raleo	12.34	d
13	A2= ausencia de malezas	T2= 10 días después del desahíje o raleo	11.67	d
14	A2= ausencia de malezas	T1 = 0 días después del desahíje o raleo	11.23	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La competencia con malezas en los períodos de coexistencia estimuló en el crecimiento vegetativo provocando la etiolación del cultivo, debido a la competencia por la luz (Ricardo, 2016). Los datos obtenidos muestran que el promedio de altura en la última evaluación a los 60 DDD en el periodo de ausencia es superior al periodo de presencia, con 42.78 cm y 28.23 cm (figura 16); indicando así, que la altura de quinua aumento a medida que aumentaba el número de días en los tratamientos que permanecieron libre de malezas. Concordando con lo descrito por (Merino et al., 2019).

Cabe resaltar que, la quinua variedad Negra collana se comportó como un cultivo tardío y no precoz como menciona (INIA, 2013).

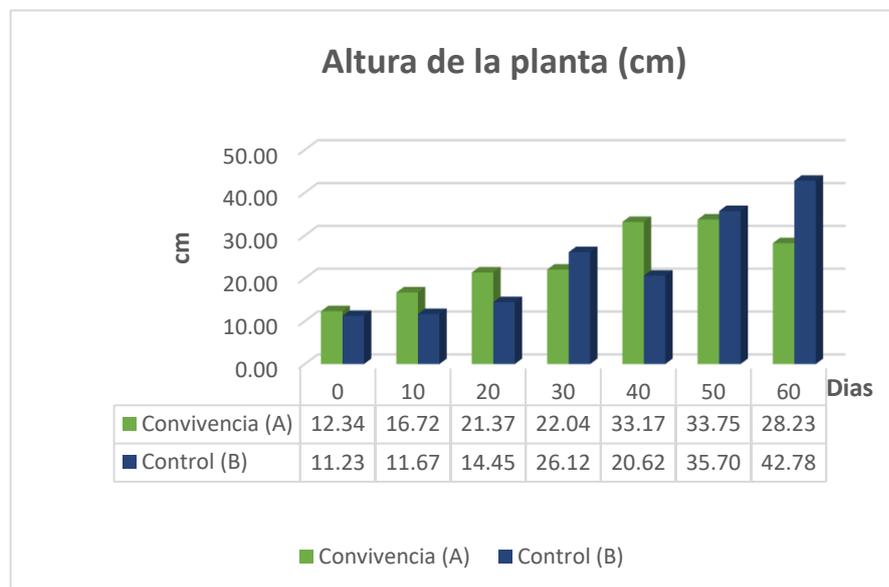


Figura 16. Atura de planta de quinua (cm) en DDD

Jeremy (1983), menciona que la altura de planta es un carácter cualitativo y está gobernado por varios o muchos genes, sobre el que probablemente el medio ambiente también influya para la manifestación de esta característica.

Peso de materia verde de la parte aérea de quinua

El análisis de varianza para peso de materia verde de quinua (tabla 18), se visualiza que, no existe diferencias estadísticas significativas entre bloque, indicando que las características del suelo experimental, fueron uniformes y no influyeron en los resultados. Para el factor Periodo y DDD se muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas, dando a conocer que se tiene diferencias en peso de materia verde de quinua por efecto de los periodos y DDD. Para la interacción de Periodo por DDD, también hubo diferencias estadísticas altamente significativas, mostrando que ambos factores actúan de forma dependiente, es decir tienen un efecto conjunto sobre el peso de materia verde de la parte aérea de quinua. Por otro lado, el coeficiente de variación (CV)

igual a 23.30% nos indica que los datos evaluados son confiables para este tipo de experimentos (Vásquez, 2013).

Tabla 18: Análisis de varianza para peso de materia verde de la parte aérea de planta de quinua por efecto de periodos y DDD.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Ft	Ft 0.05	Ft 0.01	p-valor	Sig.
Bloque	3	265.16	88.39	0.61	2.85	4.33	0.6099	n.s.
Periodo	1	8633.39	8633.39	59.99	4.09	7.33	<0.0001	**
DDD	6	42106.25	7017.71	48.76	2.34	3.30	<0.0001	**
Periodo x DDD	6	33920.29	5653.38	39.28	2.34	3.30	<0.0001	**
Error	39	5612.72	143.92					
Total	55	90537.81						

CV= 23.30%

$\bar{X} = 51.48$ cm

Al haber significancia estadística para la interacción, se procedió a realizar la prueba de comparación de medias de tukey.

En la tabla 19, se observa la prueba de comparación de medias de tukey para peso de materia verde de quinua, donde se aprecia el tratamiento A2T7 “ausencia de malezas” x “60 días después del desahije o raleo” con mayor peso de materia verde con 153.00 g; seguido del tratamiento A2T6 “ausencia de malezas” x “50 días después del desahije o raleo” con 124.22 g, son estadísticamente similares. En último lugar se ubican los tratamientos “A2=ausencia de malezas por T2 = 10 días después del desahije o raleo” con 18.13 g y el tratamiento “A2=ausencia de malezas por T1 = 00 días después del desahije o raleo” con 16.62 g.

Tabla 19: Prueba de comparación de medias de tukey para el peso de materia verde de la parte aérea de planta de la quinua por efecto de los periodos y DDD.

Orden de merito	Periodo	DDD	Promedio de peso (g)	Sig. ≤ 0.05
1	A2= ausencia de malezas	T7 = 60 días después del desahíje o raleo	153.00	a
2	A2= ausencia de malezas	T6 = 50 días después del desahíje o raleo	124.22	a
3	A1=presencia de malezas	T5 = 40 días después del desahíje o raleo	63.46	b
4	A2= ausencia de malezas	T4 = 30 días después del desahíje o raleo	60.84	b c
5	A1=presencia de malezas	T6 = 50 días después del desahíje o raleo	54.24	b c d
6	A2= ausencia de malezas	T5 = 40 días después del desahíje o raleo	49.11	b c d e
7	A1=presencia de malezas	T3 = 20 días después del desahíje o raleo	42.64	b c d e f
8	A1=presencia de malezas	T7 = 60 días después del desahíje o raleo	32.48	c d e f
9	A1=presencia de malezas	T2= 10 días después del desahíje o raleo	32.22	c d e f
10	A1=presencia de malezas	T4 = 30 días después del desahíje o raleo	27.21	d e f
11	A2= ausencia de malezas	T3 = 20 días después del desahíje o raleo	25.37	d e f
12	A1=presencia de malezas	T1 = 0 días después del desahíje o raleo	21.22	e f
13	A2= ausencia de malezas	T2= 10 días después del desahíje o raleo	18.13	f
14	A2= ausencia de malezas	T1 = 0 días después del desahíje o raleo	16.62	f

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

El peso de materia verde en el cultivo de quinua se relaciona a los periodos de convivencia y control, los mayores valores se encontraron en el periodo de control, al no tener competencia la planta se desarrolló de manera eficiente al transcurrir los días, en comparación con el periodo de convivencia; los valores más bajos se obtuvieron en la etapa inicial de evaluación que representa en los 10 a 0 DDD. Los valores de peso de materia verde son menores a lo obtenido por Pinargote (2018), obteniendo el mayor promedio de peso fresco a los 60 días de evaluación con 259,55 g superando significativamente al resto, se registraron los promedios más bajos con 54,45 y 25,00 g

respectivamente; probablemente se deba a los factores adversos del entorno en el área de investigación.

Peso de materia seca de la parte aérea de quinua

En el análisis de varianza para peso de materia seca de la parte aérea de quinua (tabla 20), en donde se visualiza que, no existe diferencias estadísticas significativas entre bloque, indicando que las características del suelo experimental fueron uniformes y no influyeron en los resultados. Para el factor Periodo y DDD se muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas, dando a conocer que se tiene diferencias en peso de materia seca de quinua por efecto de los periodos y DDD. Para la interacción de Periodo por DDD, también hubo diferencias estadísticas altamente significativas, mostrando que ambos factores actúan de forma dependiente, es decir tienen un efecto conjunto sobre el peso de materia seca de la parte aérea de quinua. Por otro lado, el coeficiente de variación (CV) igual a 28.45% nos indica que los datos evaluados son confiables para este tipo de experimentos (Vásquez, 2013).

Tabla 20: Análisis de varianza para peso de materia seca de la parte aérea de planta de quinua por efecto de periodos y DDD.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Ft	Ft 0.05	Ft 0.01	p-valor	Sig.
Bloque	3	21.43	7.14	0.91	2.85	4.33	0.4474	n.s.
Periodo	1	529.45	529.45	67.08	4.09	7.33	<0.0001	**
DDD	6	2603.95	433.99	54.98	2.34	3.30	<0.0001	**
Periodo x DDD	6	1376.77	229.46	29.07	2.34	3.30	<0.0001	**
Error	39	307.83	7.89					
Total	55	4839.44						

CV= 28.45%

$\bar{X} = 9.88$ g

Al haber significancia estadística para la interacción, se procedió a realizar la prueba de comparación de medias de tukey.

En la tabla 21, se observa la prueba de comparación de medias de tukey para el peso de materia seca de quinua, donde se aprecia que el tratamiento conformado por A2T7 “ausencia de malezas” x “60 días después del desahije o raleo” con mayor peso de materia

seca, siendo estadísticamente superior a las demás interacciones; contrariamente al tratamiento A1T7 “ausencia de malezas” igualmente a los 60 días del desahíje que, solamente tiene 8.37 g, el rango de diferencia entre tener el área con y sin malezas es amplio (35.98 g), lo que demuestra la importancia de no tener malezas en el área del cultivo de quinua

Tabla 21: Prueba de comparación de medias de tukey para el peso de materia seca de la parte aérea de planta de quinua por efecto de los periodos y DDD.

Orden de merito	Periodo	DDD	Promedio de peso (g)	Sig. ≤ 0.05
1	A2= ausencia de malezas	T7 = 60 días después del desahíje o raleo	35.98	a
2	A2= ausencia de malezas	T6 = 50 días después del desahíje o raleo	23.24	b
3	A2= ausencia de malezas	T5 = 40 días después del desahíje o raleo	11.90	c
4	A=presencia de malezas	T6 = 50 días después del desahíje o raleo	11.41	c
5	A2= ausencia de malezas	T4 = 30 días después del desahíje o raleo	10.48	c d
6	A1=presencia de malezas	T5 = 40 días después del desahíje o raleo	8.52	c d e
7	A1=presencia de malezas	T7 = 60 días después del desahíje o raleo	8.37	c d e
8	A1=presencia de malezas	T3 = 20 días después del desahíje o raleo	7.43	c d e
9	A1=presencia de malezas	T4 = 30 días después del desahíje o raleo	5.25	c d e
10	A2= ausencia de malezas	T3 = 20 días después del desahíje o raleo	4.23	d e
11	A1=presencia de malezas	T2= 10 días después del desahíje o raleo	3.38	e
12	A1=presencia de malezas	T1 = 0 días después del desahíje o raleo	3.25	e
13	A2= ausencia de malezas	T2= 10 días después del desahíje o raleo	2.47	e
14	A2= ausencia de malezas	T1 = 0 días después del desahíje o raleo	2.36	e

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En los periodos de convivencia (presencia con malezas) hubo un aumento de MSPA, relativamente menor, que el incremento en comparación con los periodos de



control (ausencia de malezas), debido a la constante competencia con malezas infestantes provocando estrés en el cultivo, afirmando lo descrito por (Ricardo, 2016). Se observó también que, en los periodos de control, debido a que no hubo interferencia de malezas el cultivo creció y se desarrolló aumentando su MSPA en grandes cantidades. Este comportamiento indica que al efectuar el control de malezas tempranamente, permite al cultivo un mayor aprovechamiento de los recursos, expresando su máxima productividad (Vera & Enciso, 2017).

Ricardo (2016), en su investigación realizada, describe que la acumulación de MSPA a los 135 DDE, en el período control, fue 72,4% mayor en relación al mismo período de coexistencia. La mayor acumulación de MSPA en estos períodos indica que, a medida que se prolonga el control, aumenta la biomasa del cultivo, lo que asegura un mejor establecimiento y capacidad competitiva con las malezas.

4.2 PERIODO CRÍTICO DE INTERFERENCIA DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE QUINUA

4.2.1 Interferencia de malezas

Se observó que, la masa seca de las malezas se incrementó en los tratamientos con periodos de convivencia, intensificándose a partir de los 10 DDD (figura 17). Las especies que presentaron mayor acumulación de masa seca en convivencia con el cultivo de quinua pertenecen a la familia Fabaceae, representado por *M. hispida* con mayor masa seca a los 50 DDD (55g/0.25m²), seguida por la familia Asteraceae, representado por *B. andicola* a los 60 DDD (36.53 g/0.25m²), y la familia Geraniaceae representado por *E. cicutarium* a los 30 DDD (g/0.25m²).

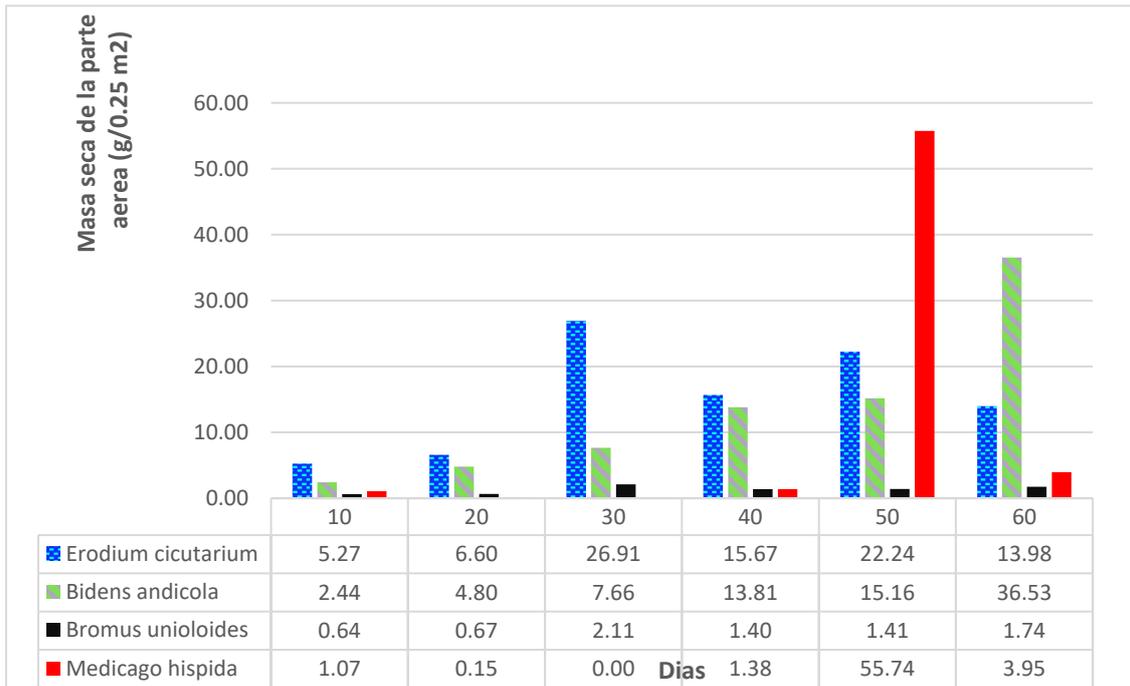


Figura 17. Masa seca de las principales malezas en el periodo de convivencia con el cultivo de quinua.

En tratamientos con periodos de control, la mayor acumulación de masa seca ocurrió a los 10 DDD con acumulación máxima de 2.70 g/0.25m² para *B. andicola*; 2.27 g/0.25m² *E. cicutarium* y 0.61 g/0.25m² *B. unioides* (figura 18). En el transcurso de días del periodo de control, la acumulación de masa seca de malezas fue relativamente baja. Estos resultados sugieren que los periodos de control en el rango de 10, 20 y 30 DDD puede ser suficiente para evitar la ganancia de masa seca de malezas y en consecuencia reducir su competitividad con el cultivo de quinua, realizándose la remoción de malezas del área experimental.

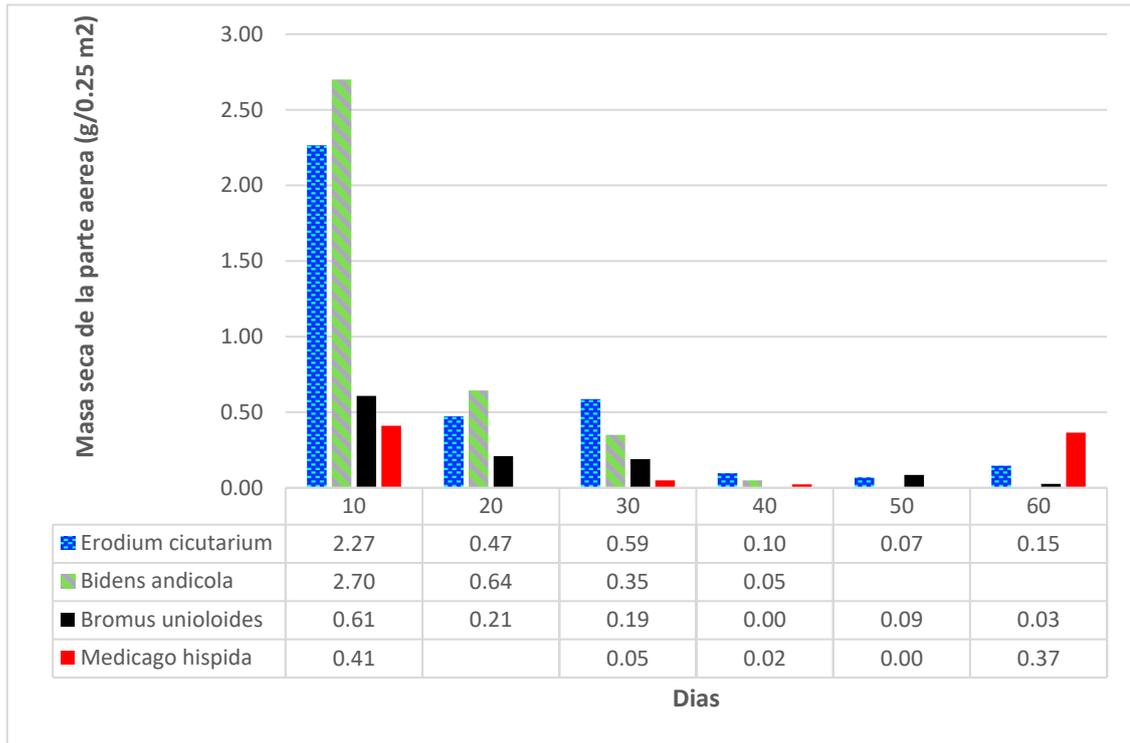


Figura 18. Masa seca de las principales malezas en los periodos de control con el cultivo de quinua.

En la figura 19, se observa que la materia seca de la parte aérea de la quinua aumenta mínimamente y se mantiene bajo en el transcurso del periodo de convivencia con las malezas. Por otro lado, la materia seca total de malezas se incrementa exponencialmente, a medida que aumenta el periodo de convivencia, tal como se muestra en la figura 19. Así mismo, la mayor acumulación de materia seca se observa a los 60 DDD (97.19 g/0.25 m²) en las malezas infestantes, indicando que al no realizar un método de control adecuado durante los 10-30 DDD, las malezas presentan una mayor capacidad de aprovechar los recursos disponibles, por la baja capacidad competitiva del cultivo. Por lo tanto, la materia seca de malezas estuvo influenciada por el aumento de días del periodo de convivencia con malezas, concordando con (Vera & Enciso, 2017).

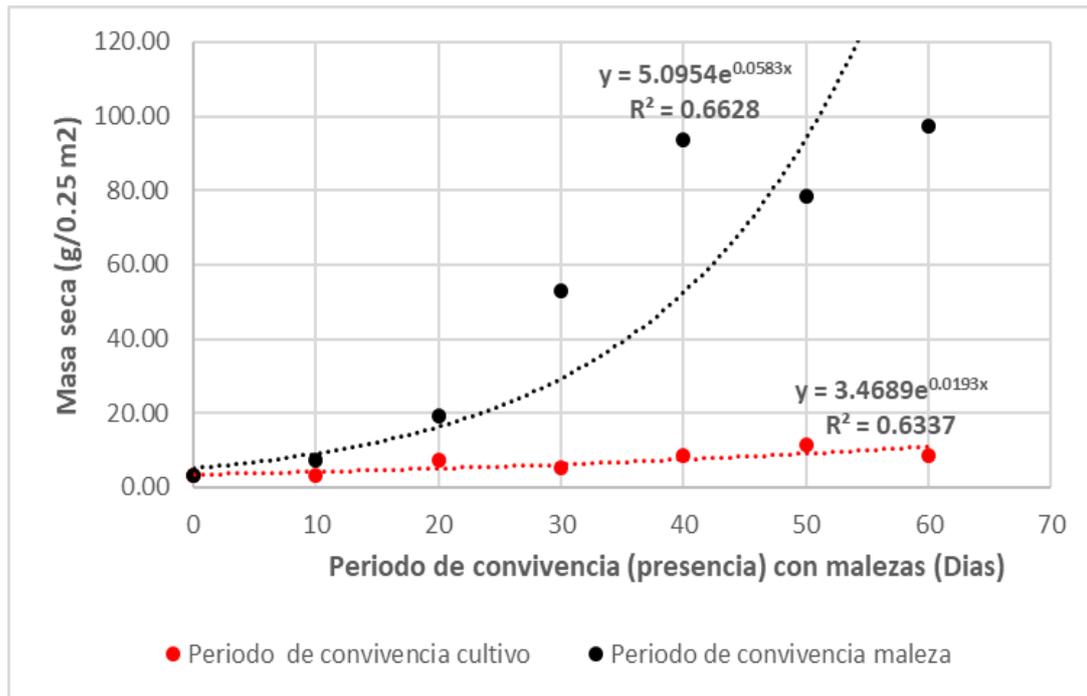


Figura 19. Acumulación por 0.25 m² de masa seca total de malezas y de la parte aérea de quinua, en periodo de convivencia (presencia).

Se observa que, mientras transcurre el periodo de control (ausencia) de malezas, disminuye la acumulación de materia seca de la comunidad infestante (figura 20); Así mismo se ve el aumento de materia seca por parte del cultivo, indicando que al no haber competición con malezas el cultivo muestra un mejor aprovechamiento de los recursos y nutrientes dentro del área. Estos resultados concuerdan con lo descrito por (Coelho *et al.*, 2009, Vera & Enciso, 2017).

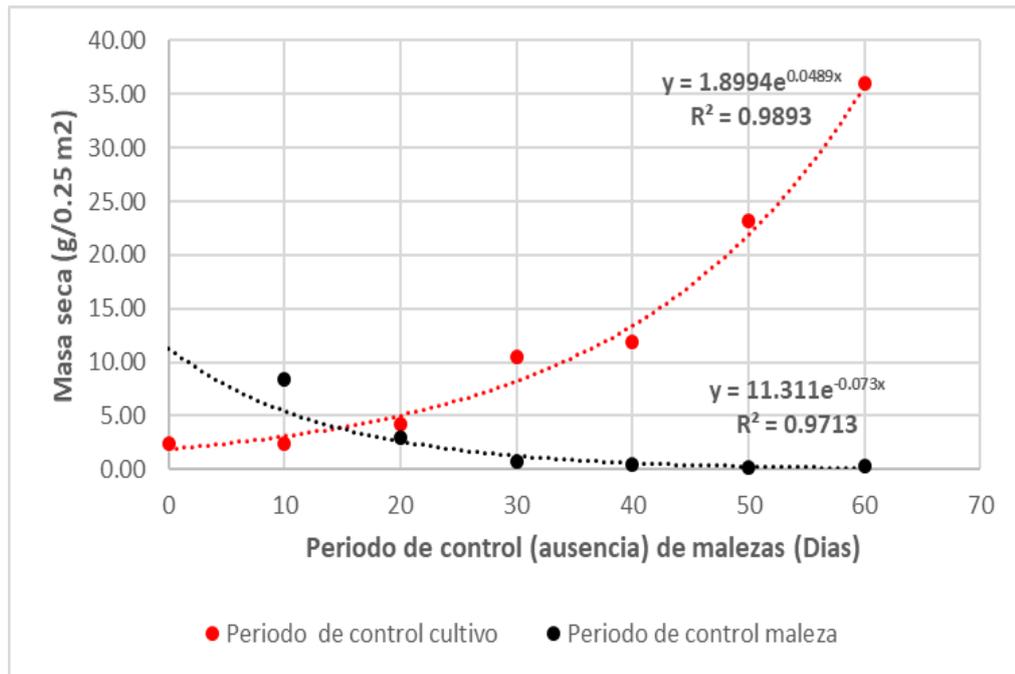


Figura 20. Acumulación por 0.25 m² de masa seca total de malezas y de la parte aérea de quinua, en periodo de control (ausencia).

4.2.2 Período crítico

Se observa que el rendimiento de la quinua disminuye exponencialmente a medida que aumenta el periodo de convivencia con las malezas. El PAI se estableció tempranamente, a los 6 DDD, el final de este periodo sería teóricamente el momento ideal para la implementación de una estrategia de manejo de las malezas.

El PTPI se determinó a los 56 días después del desahije, demostrándose así, que, a partir de este periodo, el cultivo presentaría pérdidas de aproximadamente 95%.

El PCI se determinó entre los 6 y 56 días después del desahije, indicando que en este periodo el cultivo debe permanecer libre de malezas para evitar pérdidas superiores al 5% en la productividad.

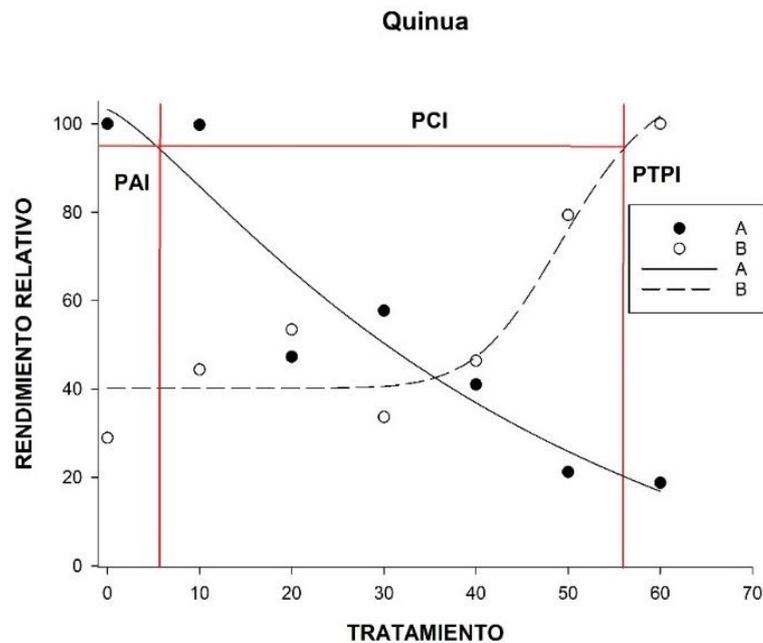


Figura 21. Periodo Crítico de Interferencia en el cultivo de quinua (PCI). Se utilizó la ecuación de Gompertz en parcelas libres de malezas y la ecuación logística ajustada al rendimiento de grano (% de rendimiento) en parcelas infestadas de malezas. Los períodos críticos libres de malezas para lograr el 95% del rendimiento máximo se muestran entre las líneas discontinuas verticales.

Dichos resultados sugieren que, el cultivo de quinua presenta alta susceptibilidad a la interferencia ocasionada por las malezas, cuando estas no son controladas de manera oportuna. Para evitar este problema, el manejo de malezas debe ser realizado entre los 6 y 56 días después del desahije en el cultivo (figura 21), para evitar pérdidas significativas en el rendimiento, considerando las condiciones ambientales donde fue desarrollado este experimento.

Resultados contrarios a lo descrito por Merino *et al.* (2019), en el cual determinaron el CPI para la quinua 'Regalona' entre 10 y 75 días después de la emergencia. Así mismo, Vera & Enciso (2017), establecieron el PAI en 2,7 semanas (19 días); el PTPI, en diez semanas (70 días) y el PCI entre los 19 y 70 días desde la emergencia del cultivo zanahoria. Por otro lado, Magno & Fernandes (2019), mencionan



que, el período total de prevención de interferencias fue de 42 DDP, y el período crítico de prevención de interferencias se extendió de 23 a 42 días después de la siembra del forraje pasto elefante.

Dado los resultados anteriores Ricardo (2016), menciona que, para evitar pérdidas, las medidas de control deben adoptarse al final del período antes de la interferencia (PAI), que, para el cultivo de soja la primera siembra es de 14 días después de la emergencia (DAE), la segunda 15 DAE y la tercera es solo cinco DAE, pero la siembra realizada por adelantado y al final del período recomendado proporciona un período total más largo de prevención de interferencias (PTPI).

4.3 EFECTO DE LAS MALEZAS SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO

4.3.1 Peso de Broza de quinua

En el análisis de varianza para peso de broza de quinua (tabla 22), en donde se visualiza que, no existe diferencias estadísticas significativas entre bloque, indicando que las características del suelo experimental, fueron uniformes y no influyeron en los resultados. Para el factor Periodo y DDD se muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas, dando a conocer que se tiene diferencias en peso de broza por efecto de los periodos y DDD. Para la interacción de Periodo por DDD, también hubo diferencias estadísticas altamente significativas, mostrando que ambos factores actúan de forma dependiente, es decir tienen un efecto conjunto sobre el peso de broza de quinua. Por otro lado, el coeficiente de variación (CV) igual a 23.98% nos indica que los datos evaluados son confiables para este tipo de experimentos (Vásquez, 2013).

Tabla 22: Análisis de varianza para peso de broza de quinua por efecto de periodos y DDD.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Ft	Ft 0.05	Ft 0.01	p-valor	Sig.
Bloque	3	39.87	13.29	0.33	2.85	4.33	0.8062	n.s.
Periodo	1	426.81	426.81	10.48	4.09	7.33	0.0025	**
DDD	6	1254.26	209.04	5.13	2.34	3.30	0.0006	**
Periodo x DDD	6	5474.75	912.46	22.41	2.34	3.30	<0.0001	**
Error	39	1587.73	40.71					
Total	55	8783.41						

CV= 23.98%

$\bar{X} = 26.61$ g

Al haber significancia estadística para la interacción, se procedió a realizar la prueba de comparación de medias de tukey.

En la tabla 23, se observa la prueba de comparación de medias de tukey para el peso de broza de quinua, donde se aprecia que los tratamientos conformados por A2T7, A1T2, A2T6 y A1T1 estadísticamente son similares, destacando el tratamiento A2T7 “ausencia de malezas” x “60 días después del desahije o raleo” con mayor peso de broza con 48.09 g; seguido del tratamiento A1T2 “presencia de malezas” x “20 días después del desahije o raleo” con 43.68 g. En último lugar se ubican los tratamientos “A1=presencia de malezas por T7 = 60 días después del desahije o raleo” con 14.47 g y el tratamiento “A1=presencia de malezas por T6 = 50 días después del desahije o raleo” con 13.39 g.

Tabla 23: Prueba de comparación de medias de tukey para peso de broza de quinua por efecto de los periodos y DDD

Orden de merito	Periodo	DDD	Promedio de peso (g)	Sig. ≤ 0.05
1	A2= ausencia de malezas	T7 = 60 días después del desahíje o raleo	48.09	a
2	A1=presencia de malezas	T2= 10 días después del desahíje o raleo	43.68	a
3	A2= ausencia de malezas	T6 = 50 días después del desahíje o raleo	42.96	a
4	A1=presencia de malezas	T1 = 0 días después del desahíje o raleo	38.39	a b
5	A2= ausencia de malezas	T4 = 30 días después del desahíje o raleo	25.19	b c
6	A2= ausencia de malezas	T5 = 40 días después del desahíje o raleo	24.72	b c
7	A2= ausencia de malezas	T2= 10 días después del desahíje o raleo	23.89	b c
8	A2= ausencia de malezas	T3 = 20 días después del desahíje o raleo	23.48	b c
9	A1=presencia de malezas	T4 = 30 días después del desahíje o raleo	22.96	b c
10	A1=presencia de malezas	T3 = 20 días después del desahíje o raleo	17.52	c
11	A2= ausencia de malezas	T1 = 0 días después del desahíje o raleo	17.25	c
12	A1=presencia de malezas	T5 = 40 días después del desahíje o raleo	16.52	c
13	A1=presencia de malezas	T7 = 60 días después del desahíje o raleo	14.47	c
14	A1=presencia de malezas	T6 = 50 días después del desahíje o raleo	13.39	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

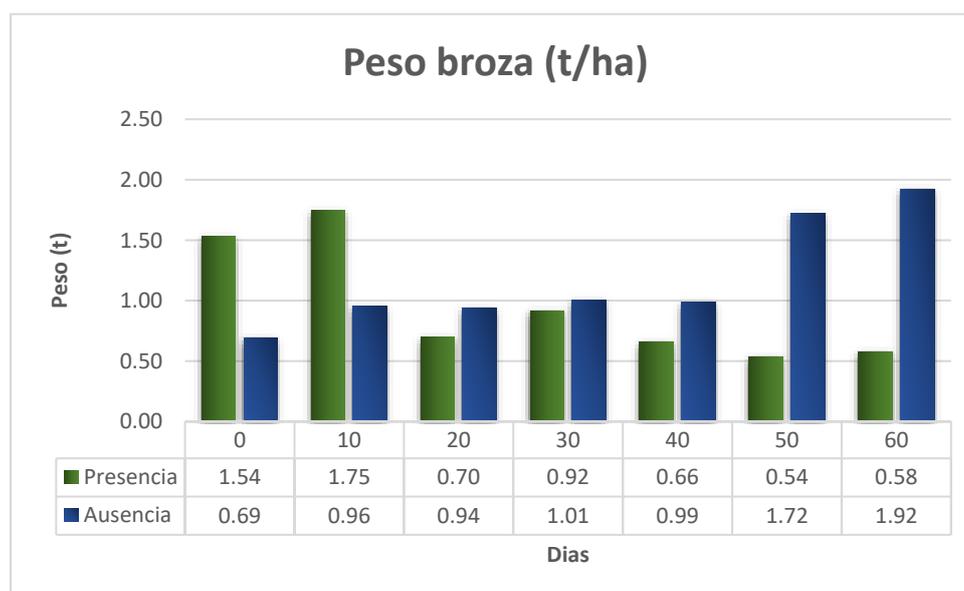


Figura 22. Peso broza en t/ha.



En la figura 22, señala que el tratamiento A2T7 es superior al tratamiento A1T6. El peso promedio para el tratamiento A2T7 es de 1.92 t/ha y con un menor promedio para el tratamiento A1T6 con 0.54 t/ha. El alto rendimiento de broza se debe al desarrollo de la planta, que está relacionada con la altura de planta de quinua. A su vez no se vio interferida por la competencia de las malezas por las remociones constantes que se le realizo. La broza generalmente lo componen los tallos, las hojas secas, los tallos secundarios, los pedúnculos y el rastrojo de la trilla (Falcon & Riveros 2011). El bajo rendimiento de broza probablemente se deba a que la planta no llego a desarrollarse por completo, ya que estuvo en constante competencia con malezas, plagas y los factores ambientales no fueron favorables en el entorno.

Mollisaca (2021), en su investigación reporta un rendimiento de broza de cuatro variedades de quinua con un promedio general de 2 226.87 kg/ha.

Según Gandarillas & Nuñez (2013), un estudio realizado en Arequipa a 1440 msnm. obtuvo un rendimiento de 4.312,5 kg/ha respecto a broza, pero argumenta que la mayoría de las plantas poseían entre 170 cm de altura de planta.

La región del altiplano cultiva unas 25 a 28 mil hectáreas anuales de quinua (Marca *et al.*, 2011) con una producción 135,945 toneladas de broza. La broza tiene poca utilización, generalmente para la elaboración de “Ilikta” que es un aditivo mineral elaborado de las cenizas de la broza, utilizado en el masticado de coca (*Erythroxylin coca*) “chacchado” (Hanna & Hornick,1977).

4.3.2 Peso de jipi de quinua

En el análisis de varianza para peso de jipi de quinua (tabla 24), en donde se visualiza que, no existe diferencias estadísticas significativas entre bloque, indicando que las características del suelo experimental fueron uniformes y no influyeron en los resultados. Para el factor Periodo y DDD se muestra que existen diferencias estadísticas

altamente significativas, dando a conocer que se tiene diferencias en peso de jipi por efecto de los periodos y DDD. Para la interacción de Periodo por DDD, también hubo diferencias estadísticas altamente significativas, mostrando que ambos factores actúan de forma dependiente, es decir tienen un efecto conjunto sobre el peso de jipi de quinua. Por otro lado, el coeficiente de variación (CV) igual a 26.95% nos indica que los datos evaluados son confiables para este tipo de experimentos (Vásquez, 2013).

Tabla 24: Análisis de varianza para peso de jipi de quinua por efecto de periodos y DDD.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Ft	Ft 0.05	Ft 0.01	p-valor	Sig.
Bloque	3	170.35	56.78	0.90	2.85	4.33	0.4489	n.s.
Periodo	1	1571.77	1571.77	24.97	4.09	7.33	<0.0001	**
DDD	6	1422.06	237.01	3.77	2.34	3.30	0.0047	**
Periodo x DDD	6	7756.70	1292.78	20.54	2.34	3.30	<0.0001	**
Error	39	2454.85	62.94					
Total	55	13375.74						

CV= 26.95%

$\bar{X} = 29.44$ g

Al haber significancia estadística para la interacción, se procedió a realizar la prueba de comparación de medias de tukey.

En la tabla 25, se observa la prueba de comparación de medias de tukey para el peso de jipi de quinua, donde se observa que los tratamientos conformados por A2T7, A2T6, A1T1 y A1T2 estadísticamente son similares, destacando el tratamiento A2T7 “ausencia de malezas” x “60 días después del desahíje o raleo” con mayor peso de jipi con 59.90 g; seguido del tratamiento A2T6 “ausencia de malezas” x “50 días después del desahíje o raleo” con 47.17 g. En último lugar se ubican los tratamientos “A1=presencia de malezas por T6 = 50 días después del desahíje o raleo” con 12.83 g y el tratamiento “A1=presencia de malezas por T7 = 60 días después del desahíje o raleo” con 12.06 g.

Tabla 25: Análisis de varianza para peso de jipi de quinua por efecto de periodos y DDD.

Orden de merito	Periodo	DDD	Promedio de peso (g)	Sig. ≤ 0.05
1	A2= ausencia de malezas	T7 = 60 días después del desahíje o raleo	59.90	a
2	A2= ausencia de malezas	T6 = 50 días después del desahíje o raleo	47.17	a b
3	A1=presencia de malezas	T1 = 0 días después del desahíje o raleo	42.64	a b c
4	A1=presencia de malezas	T2= 10 días después del desahíje o raleo	42.18	a b c
5	A2= ausencia de malezas	T5 = 40 días después del desahíje o raleo	36.48	b c d
6	A2= ausencia de malezas	T2= 10 días después del desahíje o raleo	30.42	b c d e
7	A2= ausencia de malezas	T3 = 20 días después del desahíje o raleo	27.46	b c d e
8	A1=presencia de malezas	T4 = 30 días después del desahíje o raleo	24.66	c d e
9	A2= ausencia de malezas	T4 = 30 días después del desahíje o raleo	23.19	c d e
10	A2= ausencia de malezas	T1 = 0 días después del desahíje o raleo	18.51	d e
11	A1=presencia de malezas	T3 = 20 días después del desahíje o raleo	17.41	d e
12	A1=presencia de malezas	T5 = 40 días después del desahíje o raleo	17.18	d e
13	A1=presencia de malezas	T6 = 50 días después del desahíje o raleo	12.83	e
14	A1=presencia de malezas	T7 = 60 días después del desahíje o raleo	12.06	e

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

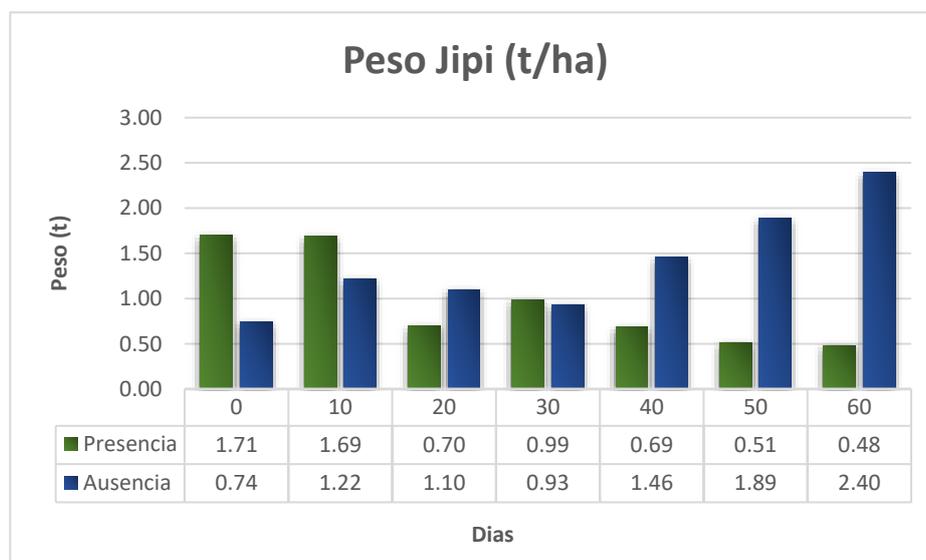


Figura 23. Peso jipi en t/ha.



En la figura 23, se muestra que el tratamiento A2T7 alcanzó el mayor valor con 2.40 t/ha de jipi de quinua, siendo el que menor ganancia de peso reportó el tratamiento A1T7 con 0.48 t/ha.

Aparentemente la mayor ganancia de peso de jipi alcanzado este relacionado con el desarrollo de la planta. Esto se debe que, al realizar las remociones constantes de las malezas permitió un desarrollo óptimo de la planta de quinua. Ya que el Jipi de quinua es un subproducto proveniente de la trilla y separación de los tallos y hojas del grano de quinua (ONUUDI, 2006). Por otro lado, la menor ganancia de peso de jipi, se relaciona con la presencia de malezas, los cuales, siendo hospederos de plagas como la kcona kcona, se alimentan de granos pastosos y maduros, perdiéndose jipi y ocasionando polvo blanco al pie de la planta producto de la destrucción de los granos (Mujica & Chura, 2012).

Así mismo Mollisaca (2021), presentó un rendimiento promedio de jipi de cuatro variedades de quinua con 1 192.5 kg/ha, siendo un recurso forrajero completamente para la crianza de llamas.

El Fulgor (2017), menciona que, si el jipi se recolecta eficientemente del campo, se puede aprovechar para la suplementación de alimento para el ganado. Especialmente los camélidos, ovinos y cerdos; considerando la escasez de material forrajero en las zonas altas, secas y frías, los subproductos de la quinua complementan la alimentación pecuaria (ONUUDI, 2006).

4.3.3 Rendimiento de granos

En el análisis de varianza para rendimiento de tabla 26, en donde se visualiza que, no existe diferencias estadísticas significativas entre bloque, indicando que las características del suelo experimental, fueron uniformes y no influyeron en los resultados. Para el factor Periodo y DDD se muestra que existen diferencias estadísticas altamente

significativas, dando a conocer que se tiene diferencias en rendimiento de quinua por efecto de los periodos y DDD. Para la interacción de Periodo por DDD, también hubo diferencias estadísticas altamente significativas, mostrando que ambos factores actúan de forma dependiente, es decir tienen un efecto conjunto sobre el rendimiento de quinua. Por otro lado, el coeficiente de variación (CV) igual a 27.59% nos indica que los datos evaluados son confiables para este tipo de experimentos (Vásquez, 2013).

Tabla 26: Análisis de varianza para rendimiento de quinua por efecto de periodos y DDD.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Ft	Ft 0.05	Ft 0.01	p-valor	Sig.
Bloque	3	97.66	32.55	0.66	2.85	4.33	0.5803	n.s.
Periodo	1	1299.47	1299.47	26.43	4.09	7.33	<0.0001	**
DDD	6	950.87	158.48	3.22	2.34	3.30	0.0114	**
Periodo x DDD	6	7544.25	1257.37	25.57	2.34	3.30	<0.0001	**
Error	39	1917.42	49.16					
Total	55	11809.67						

CV= 27.59%

$\bar{X} = 25.41$ g

Al haber significancia estadística para la interacción, se procedió a realizar la prueba de comparación de medias de tukey.

En la tabla 27, se observa la prueba de comparación de medias de tukey para el rendimiento de grano, donde se aprecia que los tratamientos conformados por A2T7, A2T6, A1T1 y A1T2 estadísticamente son similares, destacando el tratamiento A2T7 “ausencia de malezas” x “60 días después del desahije o raleo” con mayor rendimiento de grano con 54.79 g; seguido del tratamiento A2T6 “ausencia de malezas” x “50 días después del desahije o raleo” con 43.48 g. en último lugar se ubican los tratamientos “A1=presencia de malezas por T6 = 50 días después del desahije o raleo” con 7.95 g y el tratamiento “A1=presencia de malezas por T7 = 60 días después del desahije o raleo” con 7.02 g; en el cual se observa la diferencia entre tratamientos con y sin presencia de malezas (A1T7 y A2T7) en el mismo periodo de tiempo (47.77 g), obteniéndose mayores rendimientos en áreas sin malezas.

Tabla 27: Prueba de comparación de medias de tukey para el rendimiento de grano por efecto de los periodos y DDD.

Orden de merito	Periodo	DDD	Promedio de Rdto (g)	Sig. ≤ 0.05
1	A2 = ausencia de malezas	T7 = 60 días después del desahíje o raleo	54.79	a
2	A2= ausencia de malezas	T6 = 50 días después del desahíje o raleo	43.48	a b
3	A1=presencia de malezas	T1 = 0 días después del desahíje o raleo	37.36	a b c
4	A1=presencia de malezas	T2= 10 días después del desahíje o raleo	37.27	a b c
5	A2= ausencia de malezas	T3 = 20 días después del desahíje o raleo	29.29	b c d
6	A2= ausencia de malezas	T5 = 40 días después del desahíje o raleo	25.44	c d e
7	A2= ausencia de malezas	T2= 10 días después del desahíje o raleo	24.31	c d e f
8	A1=presencia de malezas	T4 = 30 días después del desahíje o raleo	21.57	c d e f
9	A2= ausencia de malezas	T4 = 30 días después del desahíje o raleo	18.45	d e f
10	A1=presencia de malezas	T3 = 20 días después del desahíje o raleo	17.68	d e f
11	A2= ausencia de malezas	T1 = 0 días después del desahíje o raleo	15.86	d e f
12	A1=presencia de malezas	T5 = 40 días después del desahíje o raleo	15.33	d e f
13	A1=presencia de malezas	T6 = 50 días después del desahíje o raleo	7.95	e f
14	A1=presencia de malezas	T7 = 60 días después del desahíje o raleo	7.02	f

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

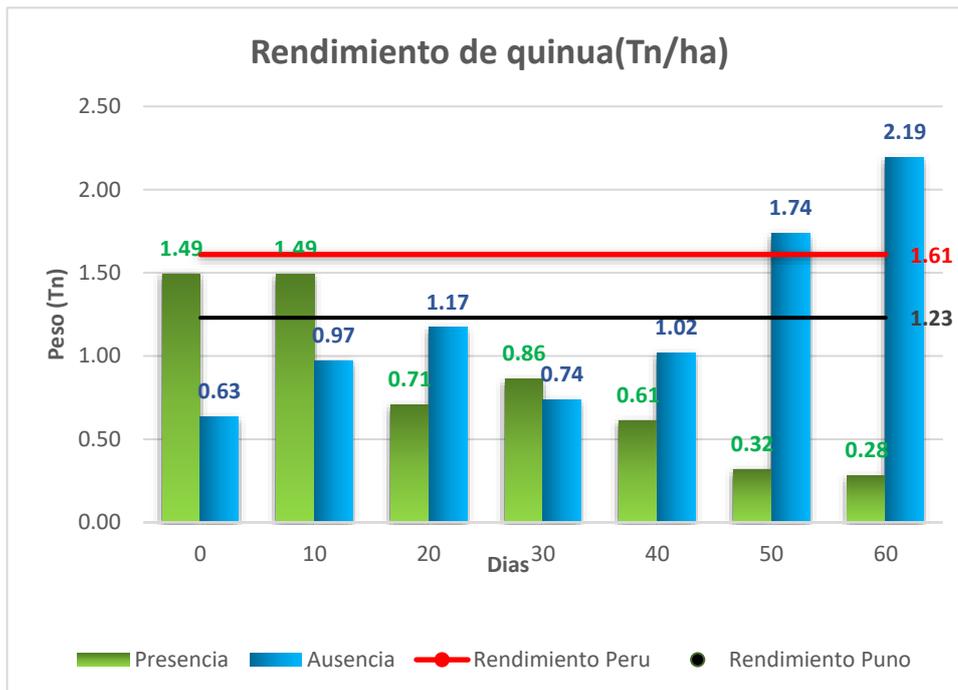


Figura 24. Rendimiento de quinua de la campaña 2021-2022 (comparativo de rendimiento a nivel nacional y departamental). MIDAGRI 2022.

En la figura 24, se observa una diferencia de rendimiento entre los periodos, alcanzando el mayor rendimiento el A2T7 2.19 (t/ha), coincidiendo con Catacora & Canahua, (1991) que indica que el potencial de la variedad Negra collana es de 3010.0 kg/ha. Por otro lado, el bajo rendimiento obtenido en A1T7 (0.28 t/ha) puede deberse a la competición de las malezas sobre el cultivo, compitiendo por agua, luz y nutrientes entre el cultivo y las malezas (Mujica *et al.* 2001).

Por otro lado, los resultados obtenidos demuestran que cuando se realiza las remociones de las malezas en forma oportuna y continua, se reportan mejores rendimientos.

Nuestros resultados son coincidentes con las referencias de Herrera (2017), indicando que, logro un rendimiento de grano con la variedad Negra collana de 2 236.7 kg/ha, alcanzándose con regulación mecánica continua de malezas y un rendimiento de 1 032.9 kg/ha sin regulación de malezas.

Por su parte Cabrera (2015), refiere que con diferentes regulaciones de malezas en Canaán a 2 735 msnm en la variedad Blanca de Junín alcanzó el máximo rendimiento con 3 243.9 kg. ha⁻¹ y para la variedad Negra Collana logró un rendimiento de 2 258.3 kg. ha⁻¹ respectivamente.

Así mismo Canahua & Rea (1980) y García (1999), mencionan que en los primeros estadios la quinua tiene resistencia a factores abióticos; sin embargo los bajos rendimientos pueden deberse a los efectos de sequía y heladas presentes en las fases de prefloración, floración y cuajado de granos, previamente definidas como las etapas más críticas en el cultivo de quinua

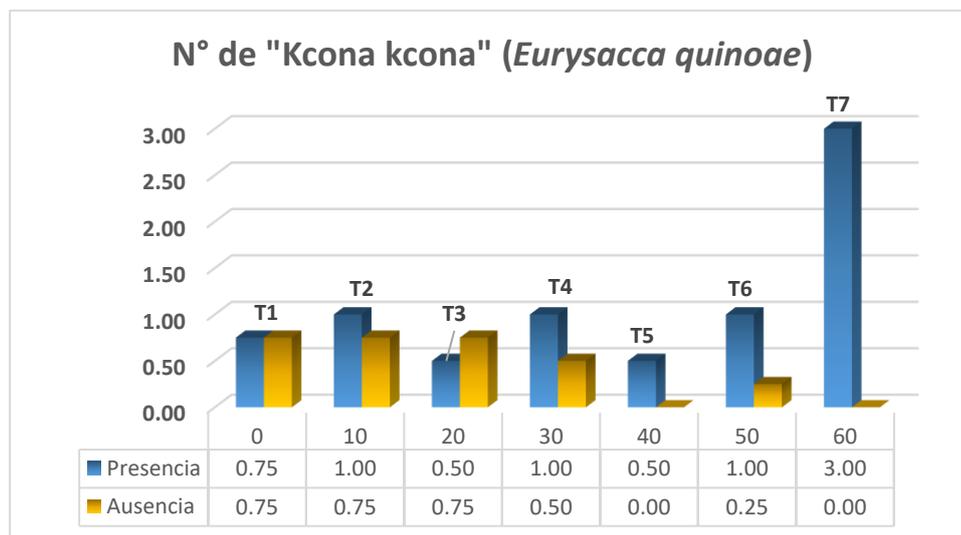


Figura 25. Promedio de “kcona kcona” encontrados en los granos después de la cosecha.

En la figura 25, se observa mayor número de kcona kcona en el periodo de convivencia (presencia) siendo el mayor número a los 60 DDD con 3 kcona kcona; así mismo el menor número se presentó en el periodo de control (ausencia) en los tratamientos a los 40 y 60 DDD presentes en el cultivo de quinua. Conforme con lo descrito por Mujica & chura (2012), las malezas son hospedantes de plagas y enfermedades.

4.4 OBSERVACIONES PARA DETERMINAR EL PODER GERMINATIVO DE QUINUA Y EVALUACIÓN FITOSANITARIA COMPLEMENTARIA DEL EXPERIMENTO

4.4.1 Poder germinativo de semilla de quinua

De 100 semillas de quinua de cada periodo, germinaron en total 87 semillas del periodo de convivencia (PCA) y 95 semillas del periodo de control (PCB), de las cuales 13 y 5 semillas no llegaron a germinar, respectivamente.

Del PCA las semillas de quinua germinaron 87, las cuales equivalen al 87% de un total de 100 semillas, mientras que las semillas del periodo de control germinaron 95, que equivalen al 95% de 100 semillas (figura 26), observándose así, una mejor calidad de semilla en ausencia de malezas.

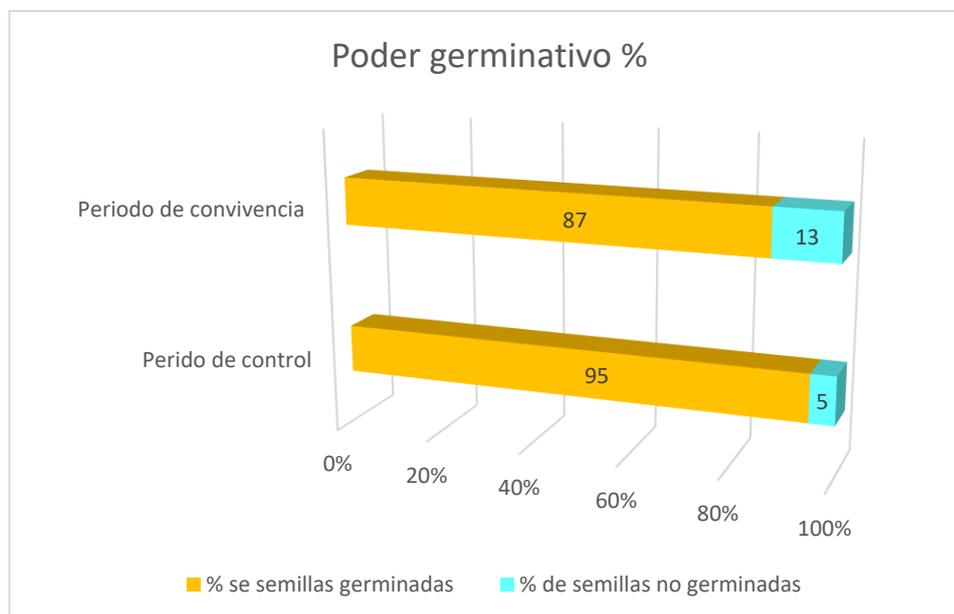


Figura 26. Poder germinativo de quinua en períodos de convivencia y control.

Por su parte Nieto C. *et al.* (1986), manifiestan que, para garantizar la calidad de semilla, como mínimo debe tener un 90 % de PG. Por tanto, las semillas del periodo de control serían las más aptas para su comercialización.

El PG promedio de las semillas de quinua fue de 91% con un mínimo de 87% en el periodo de convivencia y un máximo de 95% en el periodo de control.

4.4.2 Determinación de hongos en la semilla del experimento

La incidencia de hongos del periodo de convivencia fue mayor en la germinación de las 100 semillas de quinua. En este periodo se obtuvo patógenos de *Rhizoctonia* (figura 29), *Fusarium*, *Penicillium* (figura 31), *Choetomium* (figura 33), *Aspergillum* (figura 32) y *Alternaria* (figura 30), fue 11.75%, 8.75%, 4.75%, 4.25%, 1.75% y 1.5%, respectivamente (figura 27).

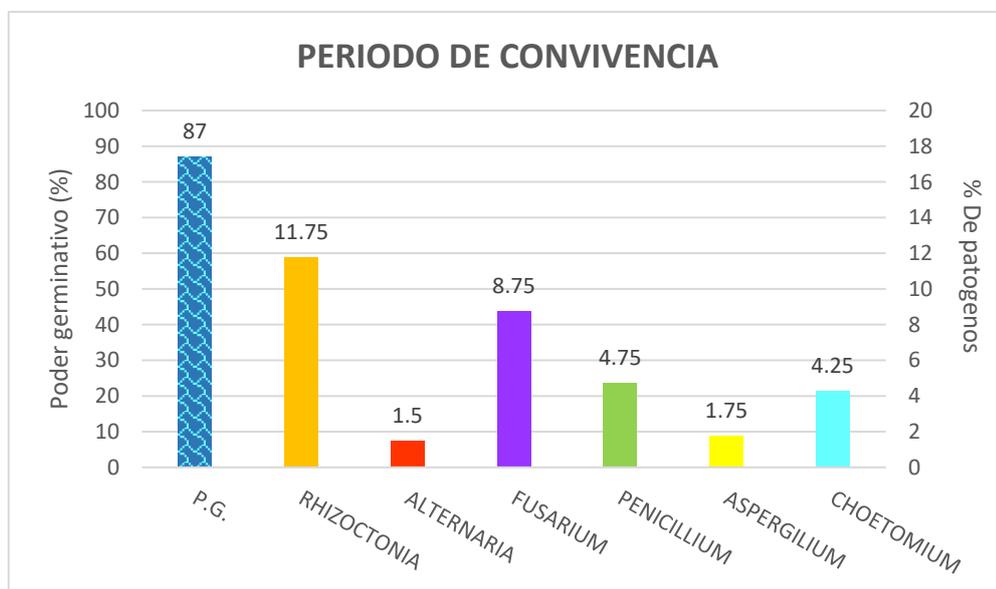


Figura 27. Evaluación fitosanitaria del periodo de convivencia en 100 semillas de quinua.

Mientras que el periodo de control, la incidencia de hongos fue menor en la germinación. La incidencia promedio de *Penicillium*, *Aspergillum*, *Choetomium*, *Rhizoctonia* y *Botrytis*, fue 30.33%, 13%, 9.25%, 8.33% y 0.75% respectivamente (figura 28).

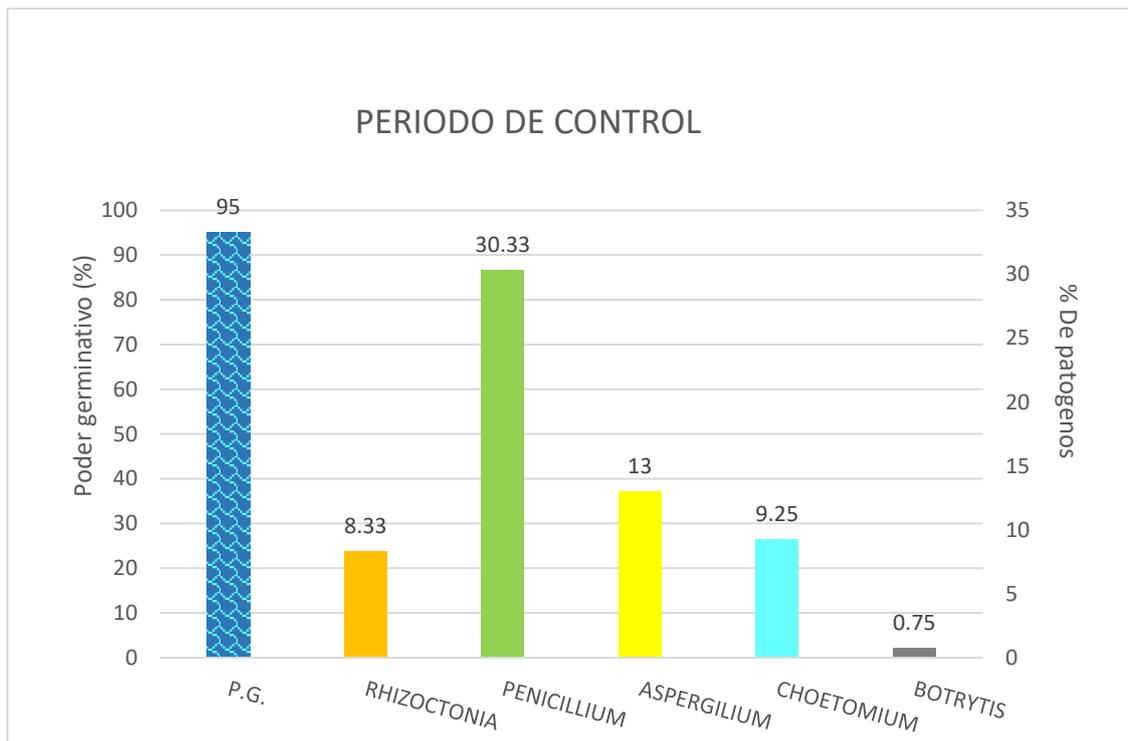


Figura 28. Control fitosanitario del periodo de control en 100 semillas de quinua.

A continuación, se presenta algunas características de los principales géneros de hongos, descritos por (Barnett & Hunter, 1998):

***Rhizoctonia* DC.**

Micelio hialino en algunas especies a oscuro en otras (como *R. solani*), la especie más común; células de micelio generalmente largas, tabiques de ramas generalmente separados de las hifas principales; cuerpos fructíferos asexuales y conidios ausentes; cuerpos similares a esporodoquios y células similares a clamidosporas en cadenas producidas en algunas especies; esclerocios de color claro y mal formados en algunas especies o marrones o negros y bien formados en otras; parásito, principalmente en las raíces u otras partes subterráneas de las plantas.

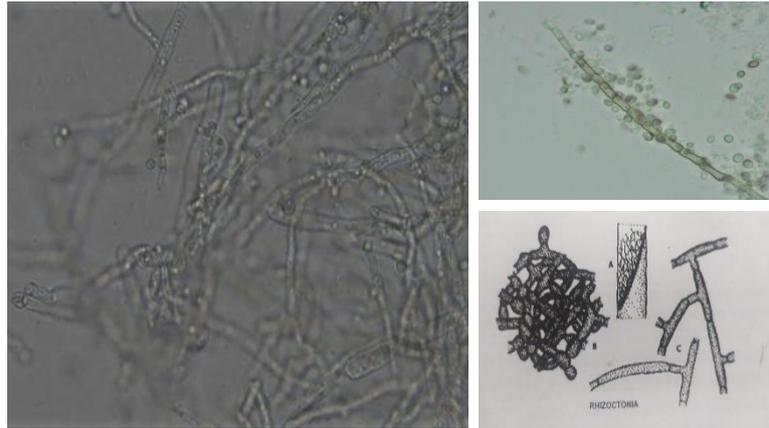


Figura 29. *Rhizoctonia* sp. (A) pequeños esclerocios y micelio, (B) sección de esclerocio suelto, (C) células de micelio.

***Alternaria* Ness.**

Conidióforos oscuros, en su mayoría simples; determinadas o simpodiales, más bien cortas o alargadas, conidio (parosporas) oscuras, típicamente con septos cruzados y longitudinales; de formas variadas, oclavadas a elípticas u ovoides, frecuentemente acropétalas en un apéndice apical simple o ramificado, parásito o saprofito en el material vegetal.

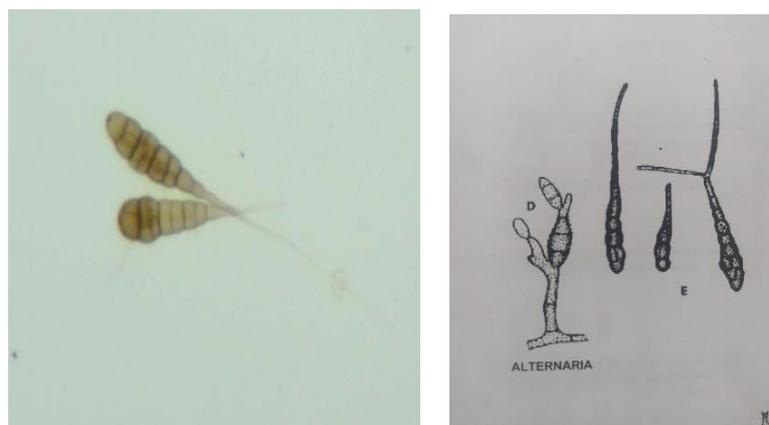


Figura 30. *Alternaria* sp. (A) conidióforo y cadena de conidios, (B) conidióforo simple mostrando poro apical, (C) conidio en proliferación, (D) conidios.

***Penicillium* Link.**

Conidióforos que surgen del micelio individualmente o con menos frecuencia en sinemas, ramificados cerca del ápice, peniciliados, que terminan en un grupo de fiálides; conidios (fialosporas) hialinas o de colores brillantes en masa, unicelulares, en su mayoría globosas u ovoides, en cadenas basípetas secas.



Figura 31. *Penicillium* sp. (A, B, C) tipos de conidióforos, (D) ramas, fiálides y cadenas de conidios.

***Aspergillus* Link.**

Conidióforos erguidos, simples, que terminan en una hinchazón globosa o claviforme, con fiálides en el ápice o irradiando desde el ápice o toda la superficie; conidios (fialosporas) de 1 celda, globosos, a menudo de varios colores en masa, en cadenas basípetas secas.

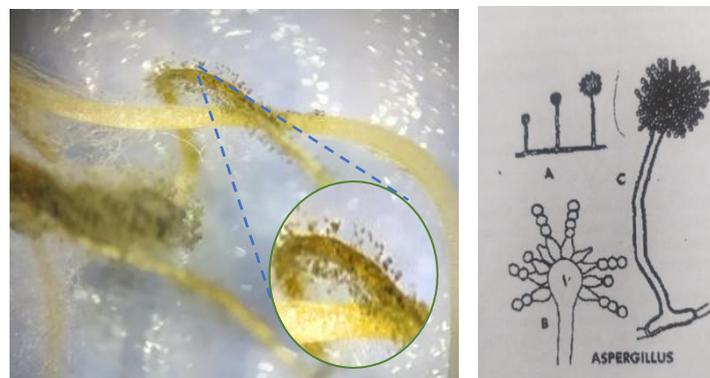


Figura 32. *Aspergillus* spp. (A) bosquejo del hábito; (B, C) conidióforos con cabezas conidiales.



Chaetomiun

Colonias de crecimiento rápido, de color pardo, oliva o gris, de aspecto granular, algodonoso o lanoso, que pueden presentar o no exudados, o producir pigmentos difusibles en diversos medios de cultivo y que, por lo general, carecen de olor; ascomas ostiolados, generalmente superficiales, globosos, subglobosos, piriformes, ovoides, obovoides, ampliamente elipsoidales o ampuliformes, que pueden presentar o no un cuello largo, usualmente cubiertos de pelos o setas, que se fijan al sustrato mediante hifas especializadas (rizoides), presentan un ostiolo en el ápice, que generalmente está rodeado por pelos terminales y que, según la especie, puede presentar paráfisis asociadas, el peridio es membranáceo y puede presentar textura epidermoidea, angularis o intricata, de forma individualizada o la combinación de dos de ellas, los ascos se desarrollan en fascículos basales, usualmente octosporados, unitunicados, evanescentes y con un estípe (o pie), generalmente claviformes, pero pueden ser fusiformes, obovoides o cilíndricos, las paráfisis raramente son observadas, y desaparecen en una fase temprana del desarrollo, las ascosporas son unicelulares, prácticamente incoloras cuando son jóvenes, de color marrón (más común) o gris oliváceo al madurar, más o menos translúcidas, y pueden tener uno (más frecuente) o dos poros germinativos, los que varían de posición según la especie; dichos poros germinativos, a excepción de *C. thermophile*, nunca son protuyentes, las ascosporas de este género no presentan cápsula, apéndices u otras ornamentaciones, y se liberan de manera pasiva, en forma de masas negruzcas amorfas, o en forma de cirros.

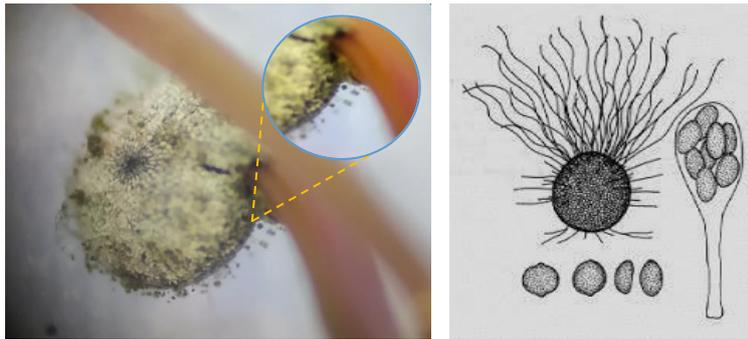


Figura 33. *Chaetomiun* sp. cuerpos fructíferos densamente peludos y en forma de huevo (peritecios) que contienen ascos, pelos peritheciales que toman una variedad de formas.

4.4.3 Nematodos asociados a malezas presente en el cultivo de quinua en el CE Illpa – Puno

Su presencia en la rizósfera de diversidad malezas, se han encontrado 41 malezas en ambos periodos (19 en el periodo de control y 22 en el periodo de convivencia) asociados al cultivo de quinua del CE-Illpa. Las malezas predominantes pertenecen a las familias Asteraceae, Brassicaceae y Poaceae.

En las malezas asociados a quinua se encuentran 3 géneros como principales hospedantes de los nematodos fitoparásitos importantes de *Chenopodium quinoa* (tabla 28), como: *Globodera* spp., *Tylenchus* sp., *Helicotylenchus* sp. y vida libre. En nematodos que atacan a las Chenopodiaceas, se reporta a *Nacobbus aberrans* y *Meloidogyne incógnita*, causando daños significativos a la producción en un 10 - 14% de pérdidas del rendimiento de grano (INIA, 2014). Otros nematodos reportados en este cultivo son *Meloidogyne* spp, *Nacobbus* spp., *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Mesocriconema* spp., *Xiphinema* spp., *Dorylaimus* spp., *Hemiciclyophora* spp., *Globodera* spp. y nematodos de vida libre (Lima, 2019).

Tabla 28: Nematodos asociados a malezas en el cultivo de quinua

Periodo Convivencia (A1) y Control (A2)	Familia	Nombre científico	Nombre común	Nematodo
A1- A2	Asteraceae	<i>Bidens andicola</i> H.B.K.	Mishico	
A1- A2	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Chiriro	
A1- A2	Asteraceae	<i>Senecio vulgaris</i> L.	Maych'a	
A1- A2	Asteraceae	<i>Tagetes mandonii</i> Sch.Bip.	Chiqchipa	
A1- A2	Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i> Weber	Diente de león	
A1- A2	Brassicaceae	<i>Brassica campestris</i> L.	Nabo silvestre	
A1- A2	Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medikus	Bolsa de pastor	
A1- A2	Brassicaceae	<i>Lepidium bipinnatifidum</i> Desv.	Mata conejo	
A1- A2	Brassicaceae	<i>Lepidium chichicara</i> Desv.	Chichicara	
A1- A2	Brassicaceae	<i>Thlaspi arvense</i> L.	Lentejita	<i>Globodera</i> spp., <i>Tylenchus</i>
A1- A2	Cyperaceae	<i>Carex ecuadorica</i> Kük.	Carex	sp.,
A1- A2	Fabaceae	<i>Medicago hispida</i> Gaertn.	Trebol carretilla	<i>Helicotylenchus</i>
A1	Fabaceae	<i>Medicago lupulina</i> L.	Alfalfilla	sp. y vida libre.
A1- A2	Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L Herit.	Aguja aguja	
A1- A2	Malvaceae	<i>Tarasa cerratei</i> Krapov. <i>Urocarpidium</i>	k'ora	
A1- A2	Malvaceae	<i>shepardae</i> (I.M.Johnst.) Krapov.	Malva k'ora	
A1- A2	Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i> L.	Vinagrillo	
A1- A2	Poaceae	<i>Bouteloua simplex</i> Lag.	Cola de zorro	
A1- A2	Poaceae	<i>Bromus unioloides</i> Kunth	Cebadilla	
A1- A2	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst.	Kikuyo	
A1	Poaceae	<i>Poa annua</i> L.	Pasto k'acho	
A1	Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i> H.B.K.	Verbena	

Resultados menores a lo encontrado por Alvarado (2019), mencionando que las malezas asociadas al cultivo de café hospederas de patógenos son pertenecientes a las familias Asteraceae (42%), Poaceae (8%), Amaranthaceae (17%), Rubiaceae (8%), Pteridaceae (8%) y Araceae (17%). Los géneros de nemátodos fitopatógenos encontrados fueron *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Paratylenchus*, *Xiphinema*, *Tylenchulus*, *Tylenchus*, *Dolichodorus*, *Aphelenchus*, *Aphelenchoides* y vida libre; a su vez especies como: *Criconematidae*, *Trichodorido* y *Heteroderidae*.



En el estudio realizado por Nuñez (2017), describe malezas asociadas a los nematodos del género *Meloidogyne* y *Pratylenchus* y nematodos de la familia Heteroderidae, entre las cuales destacan *Brassica campestris* y *Poa annua* son asociado a *Meloidogyne*, *Pratylenchus* y la familia Heteroderidae, *Capsella bursa-pastoris* (L.) se asocia a nematodos de la familia Heteroderidae y genero *Pratylenchus*.

Por otro lado, Bazile *et al* (2014), reportan en el Perú la presencia y ataque de *Globodera pallida*. Así mismo Jatala *et al.*, (2015) durante sus viajes de recolección en la región de Puno, cerca del lago Titicaca, fue observada hembras amarillas de *Globodera* infectado al cultivo.

Las especies de *Helicotylenchus* poseen una gama de hospedantes en cultivos agrícolas y algunas malezas asociadas a estos cultivos (Guzman,2011).

Con relación al nemátodos *Tylenchus* sp., se puede considerar que comúnmente se encuentran en la rizosfera de las plantas y tienen muchas especies reconocidas como micófagas (Thorne, 1961).

Según, (Luc *et al.*, 1990; Ponte, 1981 y Green, 1981). Las malezas constituyen en general excelentes huéspedes alternativos para nematodos fitófagos asegurando la persistencia de sus poblaciones en el suelo a lo largo del tiempo. Así mismo; esto les permite la posibilidad de colonizar nuevas áreas.

Identificación morfológica de géneros de nematodos fitoparásitos en el cultivo de quinua del C.E.-Illpa – Puno

De 10 muestras de suelos recolectadas en el área del cultivo de quinua del C.E.-Illpa de la región de Puno, se encontraron 4 nematodos fitoparásitos: *Globodera* spp., *Tylenchus* sp., *Helicotylenchus* sp, y vida libre.

***Globodera* spp.**

Presenta un cuerpo filiforme en forma de S, con una cutícula anillada, con un estilete pronunciado (estomatoestilete) y una cola corta redondeada. Debe destacar que estos nematodos fueron observados en todas las muestras de suelo del cultivo de quinua.



Figura 34. Genero *Globodera* spp. A) Longitud del cuerpo del macho, B) Región anterior mostrando la forma de la cabeza y el estilete, C) Región posterior, mostrando la cola.

Kaushal (2013), describe los machos del género *Globodera* Vermiforme, retorcido en forma de S. Campos laterales con cuatro incisuras. Espículas de las de 30um de longitud, puntiagudas distalmente. Sin tubos cloacales. Cola corta, hemisférica.

***Tylenchus* sp.**

Presenta un cuerpo pequeño y delgado, ligeramente arqueado, cola muy larga con terminación filiforme, estilete pequeño con nódulos basales.

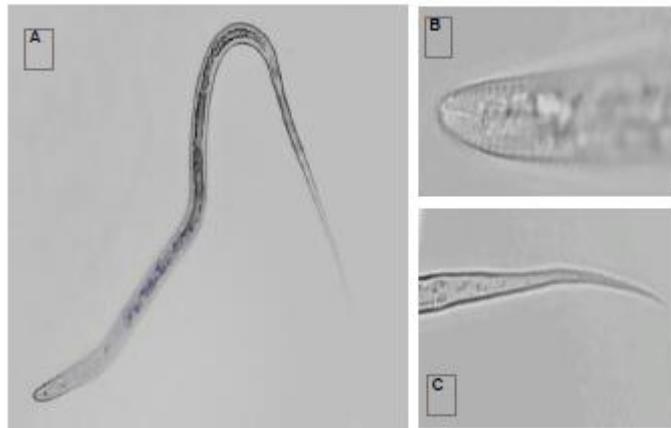


Figura 35. Genero *Tylenchus* sp. A) Longitud del cuerpo, B) Región anterior mostrando la forma de la cabeza y el estilete, C) Región posterior, mostrando la cola.

Bert & Geraert, (2000) y Checahuari, (2018). Indican que una característica muy particular de *Tylenchus*; es la punta de cola enganchada o curvada. El estilete presenta pequeñas perillas basales. El esófago tiene un bulbo muscular medio. Hajizadeth *et al.*, (2015); Sidiqui, (2000), indican que este género es pequeño con un tamaño de 0.4 a 1.3 mm y con un estilete de 8 a 21 μm de largo.

***Helicotylenchus* sp.**

Los nematodos observados del género *helicotylenchus* en quinua fueron observados con el cuerpo en forma de espiral, cabeza cónica redondeada, estilete con nódulos basales fuertes, la cola es asimétrica redondeada con una proyección ventral (figura 31).

Lima (2019), describe al género *Helicotylenchus* en quinua, con las siguientes características una estructura cefálica bien desarrollada y la región de la cabeza alta, cónica y redondeada.

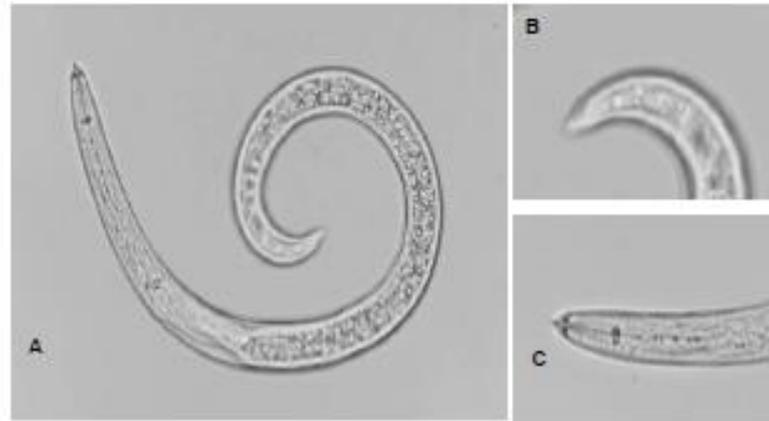


Figura 36. Genero *Helicotylenchus* sp. A) Longitud del cuerpo, B) Región anterior mostrando la forma de la cabeza y el estilete, C) Región posterior, mostrando la cola.

Vida libre. Presentan un cuerpo largo, de forma cilíndrica, revestida por una cutícula gruesa, no presentan estilete.

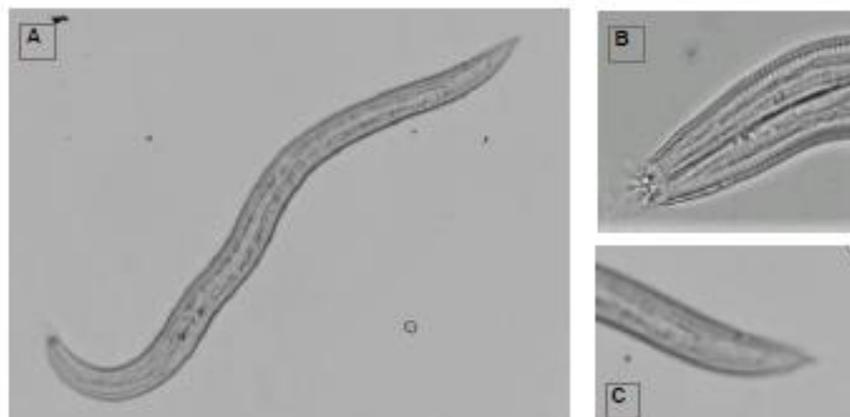


Figura 37. Vida libre (Bacteriófago) A) Longitud del cuerpo, B) Región anterior mostrando la forma de la cabeza, C) Región posterior, mostrando la cola.

Flores (2017), menciona que los nematodos de vida libre tienen longitud de cuerpo bastante grandes con cuerpo cilíndricos, cutícula gruesa y no presentan estilete sino un odontoestilete.



Ruppert & Barnes (1996), señala que los nematodos no presentan estilete y miden aproximadamente 1 mm, presentan la capacidad de adaptarse a diversas condiciones climáticas

Quistes del cultivo de Quinoa C.E.- Illpa.

En las muestras de suelo de quinoa se hallaron quistes de forma globosa, esferoidal, con cuello saliente y cutícula gruesa, siendo su longitud del cuerpo de 34.1 μm , perteneciendo dichas características al género *Globodera* (figura 33).

Kaushal (2013), describe el cuerpo globoso, esferoidal, con cuello corto y sin cono terminal. Cutícula gruesa, con patrón superficial en forma de encaje. Con una longitud del cuerpo de 496-673 μm , en la especie de *Globodera pallida*. Las hembras son virtualmente esféricas con un cuello saliente que contiene el esófago y las glándulas asociadas; con un diámetro aproximado de 487-658 μm en *G. rostochiensis*.

En las muestras se observó quistes de menor tamaño en comparación en la bibliografía descrita, esto probablemente se deba a una alta densidad poblacional y competencia de individuos del mismo género. Esto concuerda con lo descrito por Lima (2019), mencionando que el tamaño del quiste se deba a las competencias intraespecíficas entre los mismos individuos, o debido a las altas incidencias y densidades poblacionales,

Así mismo Kaushal (2013), menciona que generalmente los quistes de *Globodera* *rostochiensis*, *G. pallida* son grandes, pero existen variaciones donde una población de mayor tamaño puede tener quistes más pequeños y viceversa.

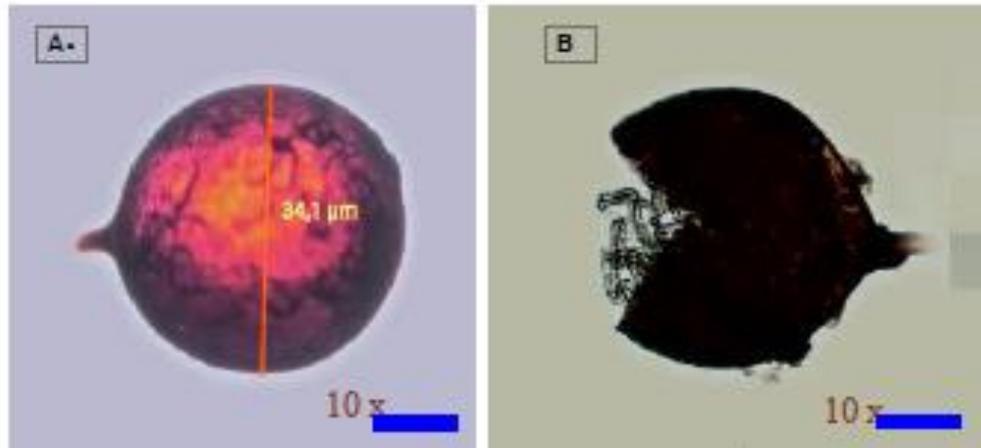


Figura 38. Nematodo quiste de la papa A) Hembra y quiste de *Globodera* sp. y B) Quiste roto con huevos en su interior.

Por otro lado, se observó que la viabilidad de los quistes en las muestras de quinua fue nula, debido a factores meteorológicos, donde la precipitación de la campaña 2021-2022 fue mayor a comparación de campañas anteriores, favoreciendo la eclosión de los quistes del área, o debido que al ser la quinua un cultivo no hospedante (trampa), muestre mecanismos de resistencia o antagónicas de las raíces y exudados radiculares que liberan, interrumpiendo el ciclo de vida del nematodo.

Las plantas trampa estimulan en mayor grado la eclosión de los huevos viables, al no permitir el desarrollo ni la producción dentro de sus tejidos debido a compuestos químicos de los exudados radiculares (efecto directo), hacen que la densidad de la población en el suelo disminuya (Main *et al.*, 1999.; Franco & Main, 2008 y Lima, 2018).

Cuantificación de nematodos fitoparásitos y quistes asociados al cultivo de quinua

En las muestras de suelo analizadas en el área de presencia con malezas se distingue una población mayor con un promedio de 73 individuos/100cm³ de suelo. Así mismo se encontró un promedio de 52.24 quistes /100cm³ de suelo; en comparación al área de ausencia con un promedio de 64 individuos/100cm³ de suelo con un promedio de 35.65 quistes/100cm³ de suelo (figura 34).

Se observa una mayor infestación de nematodos y quistes en el área de presencia, probablemente por la presencia de maleza dentro del área, ya que son consideradas plantas hospederas de nematodos, corroborando lo descrito por Alvarado *et al.* (2019).

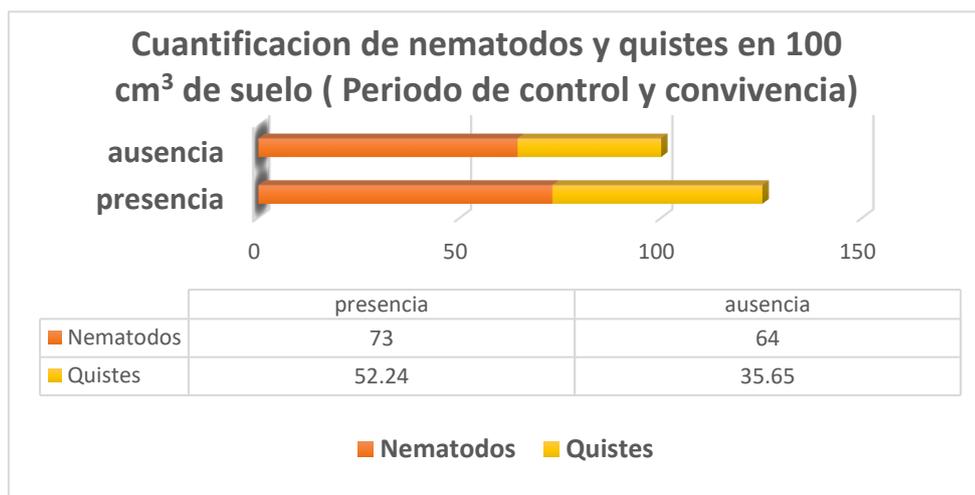


Figura 39. Comparativo de quiste y nematodos en el cultivo de quinua.



V. CONCLUSIONES

Se identificaron las siguientes familias de malezas: Asteraceae (22.73%), Brassicaceae (22.73%), Poaceae (18.18%), entre otras (36.36%). Destacando las especies *Erodium cicutarium* (L.) L Herit., *Bidens pilosa* L., *Bromus unioloides* Kunth, *Medicago hispida* Gaertn., presentes en el periodo de control y periodo de convivencia; también se identificaron especies como: *Bidens andicola* H.B.K., *Tagetes mandonii* Sch.Bip., *Brassica campestris* L., entre otras. Las malezas influyen negativamente en el crecimiento y desarrollo del cultivo de quinua por la constante competencia con las malezas, reflejado en la producción.

El período crítico de interferencia (PCI) en el cultivo de quinua de la variedad negra collana se determinó entre los 6 y 56 días después del desahije. Conocer este periodo nos permite tomar decisiones sobre el manejo del cultivo en las zonas productoras, realizando un control apropiado para reducir pérdidas producidas por la interferencia de malezas infestantes encontradas en el área de investigación.

En periodos de ausencia de malezas hasta los 60 días después del desahije permite obtener el mejor rendimiento de quinua var. Negra collana (2.19 t/ha), mientras que en el mismo periodo de tiempo con malezas solo se tendría un rendimiento mínimo (0.28 t/ha).



VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda elaborar trabajos de investigación relacionados, en diferentes zonas productoras de quinua evaluando la variabilidad, para implementar un manejo integrado de malezas adecuado para el cultivo.

Continuar con trabajos de investigación destacadas a evaluar el periodo crítico de interferencia en variedades de quinua comerciales de nuestra región altiplánica.

Finalmente, para obtener mejores rendimientos, se sugiere efectuar el control de malezas oportunamente, de forma mecánica, evitando la contaminación del suelo agrícola; reduciendo la competitividad de las mismas, evitando así pérdidas posteriores en el cultivo.



VII. BIBLIOGRAFÍA

- Agostinetto, D., Rigoli, R. P., Schaedler, C. E., Tironi, S. P., & Santos, L. S. (2008).
Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. *Planta Daninha*, 26(2), 271-278. <https://doi.org/10.1590/s0100-83582008000200003>
- Amador, E., & Montesinos, E. (2016). Adaptación del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) al cambio climático en los Andes del Perú Adaptation of the cultivation of quinoa (*Chenopodium quinoa willd*) to climate change in the Andes of Peru. 19, 15-23.
- Apaza, V.; Cáceres, G.; Estrada, R.; Pinedo, R. (2013). Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 1ra ed. Lima, Perú. 80 p.
- Aramendiz, H., Cardona, C., & De Oro, R. (2010). Periodo de interferencia de arvenses en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L .). *Agronomia Colombiana*, 28(1), 81-88.
- Barnett, H. L. & Hunter, B. B. (1998). Illustrated genera of imperfect fungi. Fourth Edition, 238.
- Bioversity International, FAO, PROIMPA, INIAF y FIDA (2013). Descriptores para quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. 64 P.
- BLANCO, A. 1998. Tecnología Andina. Un Caso: Fundamentos científicos de la tecnología andina. En: Tecnología y Desarrollo en el Perú. Ed. Comisión de coordinación de tecnología andina-CCTA. Lima, Perú. pp. 181-213.
- Bojanic, A. (2011). La quinua cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Oficina Regional para América Latina y el Caribe.



- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Brack y Mendiola (2004). *Ecología del Perú*. 2da Ed. Editorial Bruño. Lima-Perú 495 p.
- Bravo, R. (2010). *Manejo Agroecológico de plagas andinas*. Puno, Perú. Pp. 53.
- Brightenti, A. M., & Oliveira, M. F. (2011). *Biología de Plantas Daninhas*. En *Biología e Manejos de Plantas Daninhas*.
<http://omnipax.com.br/livros/2011/BMPD/BMPD-cap1.pdf>
- Canahua, A, y Rea, J. (1980). *Quinuas resistentes a heladas*. Avances de investigación. En el Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Facultad de Ingeniería Agronómica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas-OEA. Riobamba, Ecuador.
- Carlos, E., Santa, L., Machado, F., Frandoloso, D., & Orsolin, D. (2021). Capacidad de interferencia de las maleza en la productividad de la soya. *revista Facultad Nacional de Agronomía*, 74(2), 9541-9547.
<https://doi.org/doi.org/10.15446/rfnam.v74n2.89705> Eduardo
- Constantin, J., Oliveira, J. R., Cavalieri, S. D., Arantes, J. G. Z., Alonso, D. G., & Roso, A. C. (2007). Estimate of the period prior to weed interference in soybean (*Glycine max*), variety Coodetec 202, through two-fold checks. *Planta Daninha*, 25(2), 231-237. <https://doi.org/10.1590/s0100-83582007000200001>
- Falcón, R; y Riveros, E. 2011. *Análisis comparativo de las exportaciones de quinua de Perú y Bolivia 2005-2010*. Usos de la quinua: forraje. Tesis de grado. Lima, Perú. Universidad San Martín de Porres. 205 p.
- FAO. (2008). *Recomendaciones para el manejo de malezas*. En *FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)* (Vol. 1).



<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0884s/a0884s00.pdf>

FAO. (2011). La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Organización para la Alimentación y la Agricultura, Roma, Italia.

http://www.fao.org/fileadmin/templates/aiq2013/res/es/cultivo_quinoa_es.pdf.

Fulgor. (2017). Aumenta consumo de la quinoa (en línea). Periódico. Consultado 10 feb. 2020. Disponible en <http://elfulgor.com/noticia/7/aumenta-consumo-de-la-quinoa>.

Gandarillas, H. (2001). Historia de la Investigación para el desarrollo Agropecuario en Bolivia: Producción de quinoa. Cochabamba, Bolivia. 232 p.

Gandarillas, D & Nuñez, N. (2013). Rendimiento de forraje de dos variedades de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Revista ciencia y desarrollo. Facultad de ciencias agropecuarias de la UNJBG. Tacna, Perú. 40 p.

Gómez, A., Iafelice, G., Verardo, V., Marconi, E. y Caboni, M. (2014). Influence of pearling process on phenolic and saponin content in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Food Chemistry, 157(2014), pp. 174-178.

Gomez, L., & Aguilar, E. (2016). Guía de cultivo de la Quinoa (U. N. A. L. M. P. de I. y P. S. de C. y G. N. F. de Agronomía (ed.); Segunda ed).

HELFGOTT, S. (1986). Control de malezas. Nets editores. Folleto.

Herrera, J. (2017). Regulacion de malezas en el cultivo de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) variedad Negra collana, Canaan, 2735 msnm - Ayacucho [Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga].

http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/2677/1/TESIS_AG1157_Her.pdf



- Jacobsen, S., Mujica, A., & Ortiz, R. (2003). La importancia de los cultivos andinos. *Fermentum. Revista Venezolana de Sociología y Antropología*, 13, 14-34.
- Magno, A., & Fernandes, M. (2019). Períodos de interferencia de *Cyperus esculentus* L. en *Pennisetum purpureum* Schum. 67(2018), 512-516.
<https://doi.org/https://doi.org/10.15446/acag.v67n4.69985>
- Martínez A. & Leyva, A. (2014). La biomasa de los cultivos en el agroecosistema y sus beneficios agroecológicos. Scielo. 35(1): p. 11-20.
- Merino, J. (2019). Determinación del periodo crítico de interferencia de malezas en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y evaluación de dos herbicidas, sobre el contenido de polifenoles totales. Universidad de Concepcion.
- Merino, J., Pedreros, A., Fischer, S., & López, M. (2019). Critical period of weed interference on total polyphenol content in quinoa. 79(September), 405-414.
<https://doi.org/10.4067/S0718-58392019000300405>
- Mujica, Á. (1988). Parámetros genéticos e índices de selección en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Centro de Genética, Montecillo, México. 98 p.
- Mujica, A. & Canahua, A. (1989). Fases fenológicas del cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). En: Curso Taller, Fenología de cultivos andinos y uso de la información agrometeorológica. 27p. INIA, EEZA-ILLPA, PICA, PISA. 112
- Mujica, A. y Jacobsen, S. (1999). I Curso Internacional sobre Fisiología de la Resistencia a Sequía en Quinua. Editado por el CIP. Impreso en Lima. pps.71, 72, 73.



- Mujica, A.; Izquierdo, J.; Marathee, J. y Jacobsen, S. 2000. Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Santiago, Chile.
- Mujica, A.; Jacobsen, S.; Izquierdo, J.; y Marathee, J. 2001. Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.): Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. Santiago de Chile. FAO. Consultado el 15 mar. 2015.
- Disponible <http://www.condesan.org/publicación/Libro03/home03.htm>
- Mujica, A. y Jacobsen, S. (2001). Importancia de los Factores Abióticos Adversos en la Agricultura Andina. En: Primer Taller Internacional sobre Quinua: Recursos genéticos y sistemas de producción. Editado por el Centro Internacional de la Papa (CIP). Impreso en Lima. Pp. 169-173.
- Mujica, A., & Chura, E. (2012). Cultivo de grano andinos y cereales. Puno, Perú.
- Mujica, A. Suquilanda, M. Chura, E. Ruiz, E. Cutipa, S. León, A. Corina, P. (2013). Producción orgánica de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Universidad nacional del altiplano. Puno-Perú.
- Mullo, A. (2011). Respuesta del cultivo de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) a tres tipos de abonos orgánicos, con tres niveles de aplicación bajo el sistema de labranza mínima, en la comunidad Chacabamba Quishuar, provincia de Chimborazo. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.
- Néstor M. (2010). Crecimiento y desarrollo en tomate Platense (*Lycopersicon esculentum* Mill.): análisis del efecto de la nutrición mineral. Tesis doctoral.



Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de producción vegetal

Nieto C., C., Castillo T., R., & Peralta I., E. (1986). Guia para la produccion de semilla de quinua. *Insitituto Nacional de Investigacion Agropecuarias*, 1-8.

Parreira, M. (2013). Critérios Para O Estabelecimento Dos Daninhas Em Cultivares De Feijão E Uso De Glyphosate Na Pré-Colheita Daninhas Em Cultivares De Feijão E Uso De Glyphosate Na Pré-Colheita. Universidade Estadual Paulista.

Pinargote, J. (2018). Produccion de Biomasa y Determinacion del indice de cosecha en genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en la finca experimental La Maria [Universidad Tecnica Estatal de Quevedo].
<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/4723>

Quispe, M. (2017). Tres sistemas de control de malezas y su impacto en el rendimiento de Quinua (*Chenopodium quínoa* Willd) cv. *INIA 431-ALTIPLANO* [Universidad Nacional San Agutin de Arequipa].
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6055>

Ramos, J., Franco, J., Oruño, N., Oros, R., & Main, G. (1998). Incidencia y Severidad de *Nacobbus Aberrans* y *Globodera* Spp, en el cultivo de la papa en Bolivia: Pérdidas en el valor bruto de su producción. Cochabamba Bolivia: IBTA/PROINPA.

REPO-CARRASCO R., ESPINOZA C., JACOBSEN S.-E. (2001). Valor nutricional y usos de la quinua (*Chenopodium quinoa*) y de la kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). En Memorias, Primer Taller Internacional sobre Quinua – Recursos Genéticos y Sistemas de Producción (Jacobsen S.-E., Portillo Z., Editores), 10–14 May, UNALM, Lima, Perú, 391-400.



Ricardo, R. (2016). Influência da temperatura no fluxo de emergência de plantas daninhas e no período de interferência, em diferentes épocas de semeadura da soja. Universidad Federal de Pelotas.

Rojas, W., Pinto, M., Alanoca, C., Gómez P., León-Lobos, L. G., Alercia, A.,

Diulgheroff, S., Padulosi, S. y Bazile, D. (2014). Estado de la conservación ex situ de los recursos genéticos de quinua. FAO. pp. 65-94.

Sagastegui, A & Leiva, S (1993). Flora invasora de los cultivos del Perú. 1era Ed.

Trujillo-Perú.

Salas, B., Otazu, V., & Vilca, A. (1984.). Enfermedades de cultivos del departamento de Puno. Centro de Desarrollo Rural de la Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

SALGADO, TP; SALLES, MS; MARTINS, JVF; ALVES, PLCA Interferencia de malezas en frijol carioca. Malas hierbas, Viçosa, v. 25, núm. 3, pág. 443-448, 2007.

Salinas, A. (2008). Efecto de las heladas sobre el cultivo de la quinua. En: Revista Agricultura del Desierto. Editado por la Universidad Aturo Prat. Impreso en Chile. pp. 73-80.

Santillán, M. (2017). <http://www.agrocalidad.gob.ec>. Obtenido de <http://www.agrocalidad.gob.ec/documentos/lab/Lab-Manual-Identificacion-Taxonomico-Malezas-Cultivos-Importancia-Economica-Ecuador.pdf>

Santos, R. N. V., Pires, T. P., Mesquita, M. L. R., Correa, M. J. P., & Silva, M. R. M. (2020). Weed Interference in Okra Crop in the Organic System During the Dry Season. *Planta Daninha*, 38, 1-9. <https://doi.org/10.1590/s0100-83582020380100014>



- SCHOLTEN, R.; PARREIRA, MC; ALVES, PLCA (2011). Período previo a la interferencia de malezas para el cultivar de frijol común 'Rubi' en función del espaciamiento y la densidad de siembra. *Acta Scientiarum Agronomía*, Maringá, v. 33, núm. 2, pág. 313-320
- SENASICA. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. (2018). Protocolo de diagnóstico: *Globodera rostochiensis* (Nemato dorado de la papa). Tecámac, México. Autor.
- Solano, M. (2018). *Taxonomía Vegetal*. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 46 p.
- Stagnari, F. & Pisante, M. (2011). El período crítico para la competencia de malezas en el frijol francés (*Phaseolus vulgaris* L.) en áreas mediterráneas. *Protección de Cultivos* 30:179-184
- Taipicaña, C. (2019). Evaluación del efecto de tres herbicidas selectivos con tres dosis para el control de malezas en el cultivo de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) en Pre-emergencia Salache, Latacunga, Cotopaxi 2019 [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6603>
- Tapia, M. (1979). Historia y distribución geográfica. En: *Quinoa y la K'añihua: Cultivos andinos*. Editado por el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo. Impreso en Bogotá. pp. 12.
- Tapia, M. (2001). Zonificación agroecológica de la quinua. En: *Primer Taller Internacional sobre quinua: Recursos genéticos y sistemas de producción*. Editado por el Centro Internacional de la Papa (CIP). Impreso en Lima. pp. 17-27.
- Toro, J., & Briones, J. (2005). www.educacion.idoneos.com. Obtenido de



www.educacion.idoneos.com/index.php/.

Vásquez, V. (2013). Experimentación Agrícola. Soluciones con SAS. 2da. ed. Edita

CONCYTEC-FONDECYT. Lima. Perú. 492 p.

Velásquez, R. (2018). Cosecha orgánica de granos andinos. Puno, Perú.

Vera, P. A., & Enciso, C. R. (2017). Critical period of weed interference in carrot crop.

Investigación Agraria, 19(2), 77-85.

<https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2017.diciembre.77-85>

ANEXOS

Tabla A.1 Principales malezas del periodo de convivencia (presencia de malezas), por evaluación.

Numero de evaluación	Especie	Número de especies	Masa verde de la parte aérea (gr.)	Masa seca de la parte aérea (gr.)	Materia seca %
1	0	0.00	0.00	0.00	0.00
2	<i>Taraxacum officinale</i>	3.00	0.84	0.25	29.76
	<i>Brassica campestris</i>	1.00	0.64	0.34	53.13
	<i>Erodium cicutarium</i>	38.50	33.94	5.27	15.53
	<i>Verbena litoralis</i>	1.00	0.80	0.20	25.00
	<i>Poa annua</i>	4.00	0.43	0.19	43.02
	<i>Thlaspi arvense</i>	11.50	1.47	0.63	42.86
	<i>Bidens andicola</i>	24.25	8.70	2.44	28.03
	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	9.00	3.61	1.40	38.78
	<i>Bidens pilosa</i>	9.00	21.00	1.84	8.76
	<i>Tagetes mandonii</i>	3.00	1.26	0.26	20.63
	<i>Urocarpidium shepardae</i>	2.00	0.18	0.02	11.11
	<i>Carex ecuadorica</i>	4.50	0.16	0.04	22.58
	<i>Bromus unioloides</i>	7.00	2.11	0.64	30.33
	<i>Medicago hispida</i>	10.00	5.71	1.07	18.74
3	<i>Lepidium bipinnatifidum</i>	2.50	1.16	0.26	22.08
	<i>Urocarpidium shepardae</i>	2.00	0.77	0.18	23.48
	<i>Carex ecuadorica</i>	3.50	0.24	0.11	45.83
	<i>Oxalis corniculata</i>	1.00	0.30	0.04	13.33
	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	6.00	4.65	1.13	24.28
	<i>Bromus unioloides</i>	5.50	2.80	0.67	23.93
	<i>Bidens andicola</i>	22.00	28.15	4.80	17.06
	<i>Tagetes mandonii</i>	15.67	10.68	1.82	17.04
	<i>Bidens pilosa</i>	2.75	23.78	3.57	15.01
	<i>Erodium cicutarium</i>	16.50	34.38	6.60	19.20
4	<i>Medicago hispida</i>	1.00	0.69	0.15	21.74
	<i>Taraxacum officinale</i>	1.00	0.51	0.09	17.65
	<i>Thlaspi arvense</i>	15.00	20.34	4.96	24.39
	<i>Brassica campestris</i>	1.00	17.42	5.39	30.94
	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	2.75	3.43	1.04	30.32
	<i>Bromus unioloides</i>	11.33	7.43	2.11	28.34
	<i>Bidens pilosa</i>	5.25	33.81	7.37	21.80
	<i>Lepidium bipinnatifidum</i>	7.00	7.93	2.47	31.17
	<i>Medicago hispida</i>	1.50	0.08	0.00	0.00
	<i>Tagetes mandonii</i>	8.50	18.56	4.02	21.64
	<i>Tarasa cerratei</i>	5.00	2.26	0.58	25.66



	<i>Erodium cicutarium</i>	23.00	118.02	26.91	22.80
	<i>Bidens andicola</i>	16.75	37.86	7.66	20.24
	<i>Taraxacum officinale</i>	1.00	0.33	0.06	18.18
	<i>Carex ecuadorica</i>	4.00	0.55	0.28	50.91
	<i>Pennisetum clandestinum</i>	8.00	0.55	0.24	43.64
	<i>Urocarpidium shepardae</i>	2.00	1.41	0.37	26.24
	<i>Bidens andicola</i>	20.25	51.51	13.81	26.80
	<i>Erodium cicutarium</i>	12.25	77.51	15.67	20.21
	<i>Urocarpidium shepardae</i>	4.00	2.59	0.72	27.93
	<i>Tagetes mandonii</i>	18.50	43.93	10.09	22.97
	<i>Bromus unioloides</i>	7.00	4.81	1.40	29.03
	<i>Thlaspi arvense</i>	28.33	137.10	50.81	37.06
	<i>Lepidium bipinnatifidum</i>	10.00	6.67	2.03	30.45
	<i>Medicago hispida</i>	1.50	5.64	1.38	24.49
5	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	2.67	1.10	0.36	33.03
	<i>Pennisetum clandestinum</i>	17.00	4.08	1.12	27.45
	<i>Boutelova simplex lag.</i>	8.33	1.30	0.50	38.11
	<i>Bidens pilosa</i>	2.00	10.99	2.61	23.75
	<i>Senecio vulgaris</i>	3.50	35.27	11.54	32.72
	<i>Brassica campestris</i>	1.00	47.36	11.59	24.47
	<i>Tarasa cerratei</i>	1.00	0.82	0.15	18.29
	<i>Oxalis corniculata</i>	1.00	0.09	0.00	0.00
	<i>Taraxacum officinale</i>	26.00	39.57	8.16	20.62
	<i>Lepidium bipinnatifidum</i>	9.67	11.97	4.21	35.18
	<i>Erodium cicutarium</i>	15.75	104.48	22.24	21.28
	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	2.67	2.23	0.74	33.38
	<i>Tagetes mandonii</i>	11.00	14.89	3.83	25.74
	<i>Bidens andicola</i>	14.00	53.77	15.16	28.19
	<i>Bromus unioloides</i>	5.50	4.34	1.41	32.35
6	<i>Pennisetum clandestinum</i>	1.00	5.77	2.15	37.26
	<i>Bidens pilosa</i>	1.33	14.84	3.82	25.74
	<i>Medicago hispida</i>	8.00	193.32	55.74	28.83
	<i>Thlaspi arvense</i>	1.00	2.34	0.74	31.62
	<i>Urocarpidium shepardae</i>	1.00	6.08	1.59	26.15
	<i>Tarasa cerratei</i>	2.00	3.94	1.07	27.16
	<i>Thlaspi arvense</i>	23.50	50.92	21.68	42.57
	<i>Bromus unioloides</i>	4.50	4.65	1.74	37.47
	<i>Boutelova simplex lag.</i>	20.00	2.36	0.93	39.41
	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	5.50	9.97	4.89	49.07
	<i>Lepidium chichicara</i>	10.25	6.59	2.69	40.87
	<i>Tagetes mandonii</i>	29.50	35.48	12.31	34.70
7	<i>Bidens andicola</i>	34.50	90.20	36.53	40.49
	<i>Erodium cicutarium</i>	10.25	61.40	13.98	22.77
	<i>Bidens pilosa</i>	1.67	23.96	7.38	30.80
	<i>Medicago hispida</i>	1.67	14.61	3.95	27.04
	<i>Taraxacum officinale</i>	2.00	0.82	0.18	21.95
	<i>Pennisetum clandestinum</i>	1.00	73.39	29.61	40.35
	<i>Senecio vulgaris</i>	1.00	0.86	0.18	20.93

<i>Tarasa cerratei</i>	2.50	1.25	0.33	26.40
<i>Medicago lupulina</i>	1.00	0.43	0.12	27.91

Tabla B.2 Principales malezas del periodo de control (ausencia de malezas), por evaluación.

Numero de evaluación	Nombre científico	Número de especies	Masa verde de la parte aérea (gr.)	Masa seca de la parte aérea (gr.)	Materia seca %
1	0	0	0	0	0
	<i>Taraxacum officinale</i>	2.00	2.05	0.32	15.61
	<i>Bidens pilosa</i>	1.00	2.70	0.42	15.68
	<i>Bromus unioloides</i>	4.75	2.06	0.61	29.49
	<i>Brassica campestris</i>	2.00	5.21	0.82	15.66
	<i>Thlaspi arvense</i>	4.00	3.11	0.75	24.12
	<i>Urocarpidium shepardae</i>	4.00	0.99	0.19	19.29
2	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	1.50	0.38	0.10	25.00
	<i>Lepidium bipinnatifidum</i>	3.00	0.38	0.00	0.00
	<i>Medicago hispida</i>	2.50	2.23	0.41	18.39
	<i>Tagetes mandonii</i>	14.00	7.38	1.69	22.85
	<i>Carex ecuadorica</i>	6.25	0.48	0.14	29.02
	<i>Erodium cicutarium</i>	17.75	12.64	2.27	17.92
	<i>Bidens andicola</i>	19.75	13.80	2.70	19.57
	<i>Erodium cicutarium</i>	3.50	1.93	0.47	24.51
	<i>Bidens pilosa</i>	1.25	2.21	0.39	17.80
	<i>Pennisetum clandestinum</i>	2.00	1.96	0.50	25.51
	<i>Bidens andicola</i>	3.67	1.75	0.64	36.69
	<i>Tagetes mandonii</i>	3.00	1.02	0.40	39.07
3	<i>Tarasa cerratei</i>	3.00	1.24	0.29	23.39
	<i>Urocarpidium shepardae</i>	1.50	0.71	0.22	30.28
	<i>Thlaspi arvense</i>	1.00	0.14	0.00	0.00
	<i>Carex ecuadorica</i>	14.00	1.28	0.44	34.51
	<i>Lepidium bipinnatifidum</i>	4.00	1.77	0.32	18.08
	<i>Bromus unioloides</i>	3.00	0.78	0.21	26.92
	<i>Medicago hispida</i>	1.00	0.10	0.05	50.00
	<i>Carex ecuadorica</i>	2.50	0.37	0.11	29.73
	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	2.00	0.16	0.07	43.75
	<i>Pennisetum clandestinum</i>	4.00	0.81	0.29	35.80
4	<i>Bromus unioloides</i>	4.00	1.11	0.19	17.12
	<i>Urocarpidium shepardae</i>	1.00	0.12	0.01	8.57
	<i>Bidens andicola</i>	3.00	1.88	0.35	18.62
	<i>Erodium cicutarium</i>	2.67	2.56	0.59	22.95
	<i>Lepidium bipinnatifidum</i>	1.00	0.07	0.00	0.00
	<i>Bidens pilosa</i>	1.00	0.81	0.19	23.46
5	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	3.00	0.45	0.24	53.33



	<i>Tagetes mandonii</i>	1.00	0.23	0.05	21.74
	<i>Tarasa cerratei</i>	1.00	0.27	0.07	25.93
	<i>Bidens andicola</i>	2.00	0.34	0.05	14.71
	<i>Lepidium bipinnatifidum</i>	2.00	0.21	0.05	23.81
	<i>Erodium cicutarium</i>	1.67	0.33	0.10	29.29
	<i>Oxalis corniculata</i>	2.00	0.06	0.00	0.00
	<i>Bromus uniolooides</i>	2.00	0.24	0.00	0.00
	<i>Pennisetum clandestinum</i>	1.50	2.17	0.55	25.35
	<i>Medicago hispida</i>	1.67	0.10	0.02	23.33
	<i>Boutelova simplex lag.</i>	1.00	0.03	0.00	0.00
	<i>Senecio vulgaris</i>	1.00	1.19	0.19	15.97
	<i>Erodium cicutarium</i>	2.00	0.41	0.07	17.28
	<i>Lepidium bipinnatifidum</i>	2.00	0.07	0.00	0.00
	<i>Carex ecuadorica</i>	2.00	0.10	0.00	0.00
6	<i>Pennisetum clandestinum</i>	1.00	0.05	0.00	0.00
	<i>Boutelova simplex lag.</i>	1.00	0.05	0.03	60.00
	<i>Bromus uniolooides</i>	3.00	0.32	0.09	26.98
	<i>Medicago hispida</i>	1.00	0.24	0.00	0.00
	<i>Erodium cicutarium</i>	1.67	0.57	0.15	25.58
	<i>Bromus uniolooides</i>	1.00	0.18	0.03	15.09
7	<i>Medicago hispida</i>	2.00	1.41	0.37	25.98
	<i>Lepidium chichicara</i>	2.00	0.44	0.18	40.91
	<i>Boutelova simplex lag.</i>	2.00	0.13	0.06	46.15

Tabla C.3 Datos de campo de materia verde de la parte aérea de maleza en 0.25m²

Bloque	PRESENCIA						AUSENCIA							
	0	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30	40	50	60
1	19.00	33.83	106.59	238.41	333.78	301.14	286.54	0.00	48.37	11.09	0.45	5.69	0.26	0.37
2	15.40	39.88	98.54	220.59	337.29	300.84	272.48	0.00	37.43	15.77	5.89	0.48	0.18	0.86
3	16.20	46.40	103.76	233.30	330.12	292.95	276.88	0.00	40.07	4.64	5.76	1.10	0.21	4.01
4	18.20	45.05	110.93	231.06	331.23	306.88	277.55	0.00	44.18	11.74	1.60	1.38	2.11	0.39
Total	68.82	165.16	419.82	923.36	1332.42	1201.81	1113.45	0.00	170.05	43.24	13.70	8.65	2.76	5.63
Promedio	17.20	41.29	104.96	230.84	333.11	300.45	278.36	0.00	42.51	10.81	3.43	2.16	0.69	1.41
Prom. P	186.60						8.72						97.66	
Prom. T	8.60	41.90	57.88	117.13	167.63	139.89	97.66							

Tabla D. 4 Datos de campo de materia seca de la parte aérea de malezas en 0.25m²

Bloque	PRESENCIA						AUSENCIA								
	0	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30	40	50	60	
1	3.36	8.01	24.67	56.81	97.25	74.95	107.89	0.00	11.22	2.58	0.16	1.53	0.00	0.06	
2	1.81	7.96	12.15	54.90	95.66	72.15	93.26	0.00	7.64	3.67	1.10	0.08	0.03	0.15	
3	6.04	1.43	18.42	47.68	93.04	82.73	96.85	0.00	4.98	1.62	1.35	0.24	0.05	1.17	
4	2.40	12.71	21.79	51.72	87.86	84.05	90.74	0.00	9.57	3.94	0.54	0.26	0.40	0.11	
Total	13.61	30.11	77.03	211.11	373.81	313.88	388.74	0.00	33.41	11.81	3.15	2.11	0.48	1.49	
Promedio	3.40	7.53	19.26	52.78	93.45	78.47	97.19	0.00	8.35	2.95	0.79	0.53	0.12	0.37	
Prom. P	50.30						1.87						26.08		
Prom. T	1.70	7.94	11.11	26.78	46.99	39.30	26.08	48.78							

Tabla E. 5 Datos de campo de altura de la parte aérea de 10 plantas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Var. Negra

Bloque	PRESENCIA							AUSENCIA						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
1	12.34	15.96	8.97	23.48	41.92	38.09	36.42	11.23	15.81	9.92	35.18	29.85	44.01	45.81
2	12.34	15.62	30.43	14.94	40.03	37.64	26.88	11.23	11.23	12.65	22.57	17.12	31.93	40.86
3	12.34	18.78	14.80	23.05	20.20	39.27	16.46	11.23	8.65	12.34	34.58	18.58	34.68	43.30
4	12.34	16.51	31.26	26.70	30.52	19.98	33.14	11.23	10.99	22.90	12.13	16.93	32.19	41.13
Total	49.36	66.87	85.46	88.17	132.67	134.98	112.90	44.92	46.68	57.81	104.46	82.48	142.81	171.10
Promedio	12.34	16.72	21.37	22.04	33.17	33.75	28.23	11.23	11.67	14.45	26.12	20.62	35.70	42.78
Prom. P	23.94							23.22						
Prom. T	11.79		14.19		17.91		24.08	26.89		34.72		35.50		23.58

Tabla F. 6 Datos de campo de materia verde de la parte aérea de 10 plantas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Var. Negra collana

Bloque	PRESENCIA							AUSENCIA						
	0	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30	40	50	60
1	14.10	18.00	38.53	25.60	52.17	53.15	48.07	10.74	18.87	21.40	74.03	55.69	134.35	163.49
2	21.22	27.06	48.21	16.06	59.75	69.00	23.96	14.84	19.37	13.35	57.42	40.79	114.48	154.99
3	22.34	43.83	25.47	34.49	66.44	59.99	13.02	18.4	11.64	18.68	64.94	53.63	142.67	134.21
4	27.22	39.97	58.36	32.68	75.46	34.82	44.85	22.5	22.64	48.06	46.95	46.34	105.37	159.30
Total	84.88	128.86	170.57	108.83	253.82	216.96	129.9	66.48	72.52	101.49	243.34	196.45	496.87	2882.96
Promedio	21.22	32.22	42.64	27.21	63.46	54.24	32.48	16.62	18.13	25.37	60.84	49.11	124.22	153.00
Prom. P	39.07							63.90						
Prom. T	18.92		25.17		34.01		44.02	56.28		89.23		92.74		51.48

Tabla G. 7 Datos de campo de materia seca de la parte aérea de 10 plantas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Var. Negra collana

Bloque	PRESENCIA						AUSENCIA							
	0	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30	40	50	60
1	2.37	1.37	5.07	4.58	9.24	11.67	10.02	2.61	1.97	3.16	13.67	12.21	28.30	40.15
2	1.13	3.59	6.92	3.69	11.84	14.12	6.79	1.11	4.13	2.02	9.86	8.24	18.36	33.32
3	5.05	4.42	3.77	5.83	4.88	13.21	6.96	1.36	1.01	3.10	12.57	12.63	24.45	36.58
4	4.45	4.14	13.97	6.89	8.13	6.63	9.69	4.36	2.77	8.63	5.81	14.52	21.85	33.86
TOTAL	13	13.52	29.73	20.99	34.09	45.63	33.46	9.44	9.88	16.91	41.91	47.6	92.96	143.91
Promedio	3.25	3.38	7.43	5.25	8.52	11.41	8.37	2.36	2.47	4.23	10.48	11.90	23.24	35.98
Prom. P				6.80							12.95			9.88
Prom. T	2.81		2.93		5.83		7.86	10.21		17.32			22.17	9.88

Tabla H. 8 Datos de campo de peso de broza de 10 plantas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Var. Negra collana

Bloque	PRESENCIA							AUSENCIA						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
1	42.00	43.68	16.20	21.46	10.29	12.15	20.31	12.82	13.39	24.04	20.41	20.12	41.56	58.86
2	38.39	24.88	17.03	28.93	21.19	16.65	7.29	21.95	28.44	19.39	24.95	14.38	62.05	32.36
3	43.48	52.23	11.71	10.36	18.51	13.39	15.82	18.41	30.95	24.92	9.03	46.97	33.99	59.39
4	29.68	53.92	25.15	31.07	16.10	11.36	14.47	15.82	22.77	25.58	46.35	17.41	34.25	41.74
Total	153.55	174.71	70.09	91.82	66.09	53.55	57.89	69.00	95.55	93.93	100.74	98.88	171.85	1489.99
Promedio	38.39	43.68	17.52	22.96	16.52	13.39	14.47	17.25	23.89	23.48	25.19	24.72	42.96	48.09
Prom. P				23.85							29.37			26.61
Prom. T	27.82		33.78		20.50		24.07	20.62		28.17			31.28	26.61

Tabla I. 9 Datos de campo de peso de jipi de 10 plantas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Var. Negra collana

Bloque	PRESENCIA							AUSENCIA						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
1	39.64	42.18	17.65	19.64	9.77	11.13	16.30	12.88	14.80	29.64	25.89	26.76	39.17	84.26
2	42.64	29.94	20.67	30.76	20.60	13.68	6.89	21.56	39.28	18.12	26.78	19.26	68.63	41.38
3	56.64	51.30	11.38	11.79	22.13	12.83	12.99	22.95	39.35	28.62	9.00	78.42	42.55	67.44
4	31.64	45.31	19.94	36.43	16.23	13.68	12.06	16.66	28.23	33.45	31.10	21.48	38.33	46.53
Total	170.56	168.73	69.64	98.62	68.73	51.32	48.24	74.05	121.66	109.83	92.77	145.92	188.68	239.61
Promedio	42.64	42.18	17.41	24.66	17.18	12.83	12.06	18.51	30.42	27.46	23.19	36.48	47.17	59.90
Prom. P	24.14							34.73						
Prom. T	30.58	36.30	22.43	23.92	26.83	30.00	35.98	29.44						

Tabla J. 10 Datos de campo de peso de rendimiento de 10 plantas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Var. Negra collana

Bloque	PRESENCIA							AUSENCIA						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
1	37.99	37.27	12.79	18.90	7.00	6.44	9.29	11.01	12.26	27.52	25.35	28.82	34.94	54.79
2	37.36	21.97	21.75	24.41	21.53	10.59	3.09	21.21	37.88	21.88	18.72	29.20	34.95	46.94
3	35.70	47.17	12.83	8.21	14.24	7.95	8.67	12.18	21.96	25.45	13.88	28.94	59.80	87.17
4	38.40	42.68	23.33	34.75	18.53	6.81	7.02	19.02	25.15	42.31	15.83	14.80	44.22	30.25
Total	149.45	149.09	70.70	86.27	61.30	31.79	28.07	63.42	97.25	117.16	73.78	101.76	173.91	219.15
Promedio	37.36	37.27	17.68	21.57	15.33	7.95	7.02	15.86	24.31	29.29	18.45	25.44	43.48	54.79
Prom. P	20.60							30.23						
Prom. T	26.61	30.79	23.48	20.01	20.38	25.71	30.90	25.41						

Análisis 1. Análisis general antes de la siembra



SOLICITANTE : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA
PREDIO : PAUCARCOLLA
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 123-06S -2021
LUGAR : PUNO
FECHA DE RECEP. : 14/01/2021

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD
MUESTRA: EAE_Ilpa_Rep 3_PS / 14-01-21

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	22.75	%		
Limo	44.92	%		
Arcilla	32.33	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO ARCILLOSO			
Porcentaje de Saturación de Agua	60.42	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.04	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	0.68	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp = 25.3 °C	7.65		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	16.00	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	4.34	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.25	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	367.80	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante:Ac. Amonio
Calcio	22.61	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	3.11	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.38	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.92	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	1.41	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	27.03	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	1.19	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	3.06	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	0.74	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	2.64	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	4.48	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	0.94	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	1.72	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.27	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	2.84	ppm (*)	ISO 9390.1990	Colorimétrico

DONDE:

E.S : Extrato 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 : Standard 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



Analisis 2. Analisis general despues de la siembra




UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

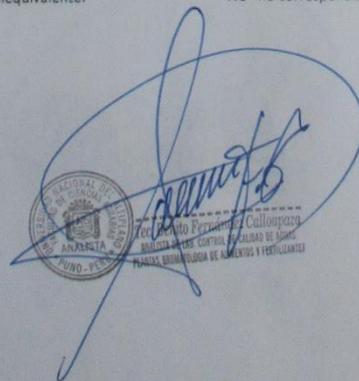
PROCEDENCIA : CIP ILLPA UNA - PUNO
 INTERESADO : FRANCISCO ANTONIO CAHUI AZORZA
 MOTIVO : Análisis Fertilidad de suelos
 MUESTREO : 03/05/2022 (por el interesado)
 ANÁLISIS : 06/05/2022
 LABORATORIO : Suelo FCA – UNA PUNO

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ²⁻ %	M.O. %	N. TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	PRESENCIA	54.00	25.00	21.00	FRANCO ARCILLO ARENOSO (FArA)	0.00	3.10	0.15
02	AUSENCIA	53.00	27.00	20.00	FRANCO ARCILLO ARENOSO (FArA)	0.00	2.95	0.14

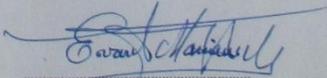
# ORD	pH	C.E. mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	S.B. %
			P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
					me/100 g suelo						
01	6.71	0.66	20.02	180	NC	NC	NC	NC	0.00	NC	NC
02	6.38	0.46	18.15	170	NC	NC	NC	NC	0.00	NC	NC

FArA = Franco arcillo arenoso
 Ar = Arcilloso
 FArA = Franco arcillo arenoso
 CIC= Capacidad Intercambio Cationico
 N = Nitrógeno total
 K⁺ = Potasio cambiabile
 A= Arena
 Ca²⁺= Calcio cambiabile
 Na⁺= Sodio cambiabile
 CO₃²⁻ = Carbonatos
 me = miliequivalente.

FAr = Franco arcilloso
 M.O.=Materia orgánica
 P = Fósforo disponible
 K = Potasio disponible
 C.E. = Conductividad eléctrica
 SB = Saturación de bases
 Mg²⁺ = Magnesio cambiabile
 mS/cm = milisemens por centímetro
 C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
 Al³⁺ = Aluminio cambiabile
 NC= no corresponde




ANALISTA
PUNO - PERU



B. Sc. Evaristo Mamani Mamani
JEFE DE LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

Figura A. 1 Área experimental del cultivo de quinua



Figura B. 2 Parcela de control en el cultivo de quinua



Figura C. 3 Parcela de convivencia con malezas en el cultivo de Quinua



Figura D. 4. Control de aves con banderines en el cultivo de quinua



Figura E. 5 Control con feromona
infestados con Kona kona



Figura F. 6 Granos de quinua



Figura G. 7 Peso de MVPA de 10 plantas
especie, para el secado



Figura H. 8 Malezas separadas por



Figura I. 9 Muestras para el secado a 60°
semillas de quinua



Figura J. 10 Germinación de 100



Figura K. 11 Secado del sobrenadante, para la evaluación de quistes

