

**Bio Estimulación Fisiológica para el Mejoramiento de la Productividad del Cultivo de
Quinoa - *chenopodium quinoa wild*, en el Municipio de Silvia del Departamento del Cauca,
Colombia**

Juan Carlos Solarte Morales

Asesor

Leonardo Álvarez Ríos

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuelas de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA)

Programa de Agronomía

2024

Dedicatoria

En memoria de mi abuelo Isauro Solarte, mi abuela Lucia Ordoñez, mi papá Diego Solarte, mi tío Rigoberto Solarte y primo Yeimer Solarte.

Agradecimientos

Primeramente, doy las Gracias Infinitas a Dios, quien me presta cada día la vida, y me llena con su amor y misericordia, y con ello todos sus inmensos valores.

Me lleno de gratitud hacia mi compañera sentimental y de vida Paola Andrea Orozco Girón, quien me ha apoyado en todo este proceso, y no me ha dejado doblegar ante las inclemencias de los sucesos negativos por los cuales me ha tocado pasar.

Gracias, gracias a cada uno de los tutores que han hecho parte de este proceso tan hermoso, en la construcción y fortalecimiento de mis conocimientos y capacidades académicas, profesionales y de crecimiento personal.

Doy las gracias infinitas a la profesora María del Carmen Garcés y al profesor Leonardo Álvarez, por haber hecho parte por su orientación y acompañamiento de este proceso formativo en la culminación de mis estudios, desde la pasantía como opción de grado.

A la Empresa BluePlanet Labs®, representado por el Ingeniero Agrónomo Ary José Molano Rengifo, expreso mi gratitud por brindarme la oportunidad, de poder hacer parte de tan importante proceso investigativo que busca mejorar las condiciones agronómicas en el control fitosanitario y nutricional para un buen desarrollo fisiológico de las plantas de quinua, con la implementación de tecnologías en formulaciones biológicas ambientalmente sostenibles, económicamente viables y socialmente responsables en pro de los agricultores.

Resumen

La presente investigación tiene como finalidad evaluar la bio estimulación fisiológica de las plantas de quinua en el municipio de Silvia del departamento del Cauca, para aumentar su rendimiento productivo, con el uso de los productos tecnológicos del laboratorio Estadounidense Blue Planet®, productos que están diseñados a base de un consorcio de bacterias promotoras de crecimiento vegetal, que aumentan significativamente la recuperación de las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, estimulando y mejorando el desarrollo morfológico de las plantas en cada una de sus fases fenológicas. Comprendiendo las condiciones en que producen actualmente los campesinos agricultores del país, por los altos costos de los insumos agrícolas de síntesis químicas, el deterioro del suelo por el uso de estos agroquímicos, las condiciones del cambio climático y el bajo presupuesto económico para sacar adelante sus cosechas, se hace necesario que investigaciones como estas, busquen, demuestren y entreguen alternativas en favor de los agricultores. Además buscar las soluciones para la recuperación de los suelos, que han perdido gran parte de sus propiedades, principalmente de su vida microbiológica y capacidad en la retención y percolación de la humedad cuando sea necesario, y la retención y disponibilidad de los nutrientes para las plantas.

Palabras clave: Nutrición, Quinua, Bioestimulantes, BluePlanet, Bacillus.

Abstract

The purpose of this research is to evaluate the physiological biostimulation of quinoa plants in the municipality of Silvia in the department of Cauca, to increase their productive performance, with the use of technological products from the American Blue Planet® laboratory, products that are designed based on a consortium of plant growth promoting bacteria, which significantly increase the recovery of the chemical, physical and biological properties of the soil, stimulating and improving the morphological development of plants in each of their phenological phases. Understanding the conditions under which the country's peasant farmers currently produce, due to the high costs of chemically synthesized agricultural inputs, the deterioration of the soil due to the use of these agrochemicals, the conditions of climate change and the low economic budget to carry out their crops, it is necessary for research like this to search, demonstrate and provide alternatives in favor of farmers. In addition, seek solutions for the recovery of soils, which have lost a large part of their properties, mainly their microbiological life and capacity to retain and percolate moisture when necessary, and the retention and availability of nutrients for plants. .

Keywords: Nutrition, Quinoa, Biostimulants, BluePlanet, Bacillus.

Tabla de Contenido

Introducción.....	15
Justificación	17
Objetivos.....	20
Objetivo General	20
Objetivos Específicos	20
Contenido del Trabajo.....	21
Bio Estimulación Fisiológica para el Mejoramiento de la Productividad del Cultivo de Quinua - <i>chenopodium quinua wild</i> , en el Municipio de Silvia del Departamento del Cauca, Colombia ...	21
Cronograma Trabajo.....	21
Resultados Esperados	23
Registro Diseño Experimental Evaluación de la Bio Estimulación Fisiológica para el Mejoramiento de la Productividad del Cultivo de Quinua - <i>Chenopodium Quinua Wild</i> , en el Municipio de Silvia, Cauca. May, 2023.....	25
<i>Datos básicos</i>	25
Propiedades Físicas y Químicas del Suelo.....	25
<i>Propiedades físicas</i>	25
<i>Propiedades Químicas</i>	27
Variedad Semilla Escogida	32
Parámetros Culturales de Inicio de Labores Agrícolas	33
<i>Historial de Producción Agrícola Suelo</i>	33

<i>Siembra de Semilla, Germinador (17 de febrero del año 2023)</i>	34
Preparación del Terreno	34
Medición del Área Parcela Demostrativa.....	35
Formulaciones Tecnológicas BluePlanet® – Consorcio Microbiológico	37
Formulaciones Tecnológicas Biológicas a Evaluar.....	40
Complemento Nutricional a Evaluar.....	42
Técnica Estadística Establecida Para la Implementación de los Objetivos de la Investigación	42
Establecimiento Diseño Experimental.	44
Numero de Tratamientos y Repeticiones en el DCA.....	44
Organización y Distribución de las Formulaciones por Tratamiento.....	45
Aleatorización de Unidades Experimentales por Tratamientos y Repeticiones	47
Codificación por Color a Cada Tratamiento	48
Asignación de Tratamientos, Repeticiones, Unidades Experimentales en Campo	50
Inicio de Labores Culturales en Campo.....	51
Trasplante de Plántulas de Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Wild) variedad Blanca de Jericó	51
Evaluaciones Fenológicas y Fitosanitarias Plantas de Quinoa (<i>Chenopodium Quinoa</i> Wild). .	52
Primer Evaluación Fenología y Fitosanitaria (24 mayo del 2023)	52
Ciclo Fenológico Quinoa (<i>Chenopodium Quinoa</i> Wild)	54
Aplicación de Formulaciones Tecnológicas BluePlanet® y Otros Tratamientos por Unidad Experimental	56

Primer Aplicación (24 de mayo 2023).....	57
Segunda Evaluación Fenología y Fitosanitaria (18 julio del 2023).....	58
Segunda Aplicación (18 julio 2023)	60
Tercer Evaluación Fenológica y Fitosanitaria (27 Julio 2023).....	61
Tercer Aplicación de Refuerzo	67
Cuarta Evaluación Fenológica y Fitosanitaria (28 septiembre 2023).....	67
Evaluación de Madurez Fisiológica Cultivo de Quinoa - <i>Chenopodium Quinoa Wild</i> , en el Municipio de Silvia, Cauca. Sept 28, 2023.....	68
Estado Fitosanitario.....	73
Cosecha Parcela Investigativa (5 octubre 2023)	74
Determinación del Ciclo Fenológico de la Quinoa (<i>Chenopodium Quinoa Wild</i>) Variedad Blanca de Jericó.....	75
Registro Fenológico Cultivo de Quinoa - <i>Chenopodium Quinoa Wild</i> , variedad Blanca de Jericó en el Municipio de Silvia.	76
Cosecha	77
Primer Evaluación de Cosecha (5 de octubre del 2023)	81
Evaluación de alternativas de bio estimulación fisiológica para incrementar la productividad del cultivo de quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>) en el departamento del Cauca	82
Labores Culturales de Post Cosecha Quinoa	91
Secado de Panojas de Quinoa.....	92

Trillado de Panojas y Limpieza del Grano Quinoa.....	97
Venteo y Limpieza del Grano.....	99
Lavado/Desaponificación del Grano.....	99
Secado y Venteo del Grano	99
Empacado y Almacenamiento Grano Quinoa	100
Comercialización	103
Evaluación de las Características Grano Seco y Peso Total de la Productividad por Unidad Experimental y Tratamiento.....	104
Evaluación de Productividad de UE Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>) variedad Blanca de Jericó	118
Conclusiones	124
Recomendaciones	127
Referencias	128

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Descripción de las actividades a desarrollar en la investigación BluePlanet®, durante la pasantía.</i>	21
Tabla 2 <i>Descripción de las variables a encontrar durante el desarrollo de la investigación BluePlanet®.</i>	24
Tabla 3 <i>Datos personales y básicos del propietario del lote y de la zana de influencia en la investigación.</i>	25
Tabla 4 <i>Elementos secundarios necesarios en nutrición vegetal.</i>	31
Tabla 5 <i>Descripción de funciones de grupos de bacterias promotoras de crecimiento vegetal.</i> .	38
Tabla 6 <i>Grupo de Bioestimulantes BluePlanet®.</i>	40
Tabla 7 <i>Formulaciones propuestas para el establecimiento de los tratamientos a implementar en el DCA.</i>	45
Tabla 8 <i>Diseño de aleatorización de tratamiento y repeticiones por Unidades Experimentales.</i>	47
Tabla 9 <i>Distribución de formulaciones por unidades experimentales según cada tratamiento.</i> .	49
Tabla 10 <i>Cuadro de asignación de tratamientos/ repeticiones por unidad experimental.</i>	50
Tabla 11 <i>Primer evaluación fenológica y fitosanitaria de las plantas de quinua en la parcela investigativa.</i>	53
Tabla 12 <i>Evaluación fenológica y fitosanitaria al DCA.</i>	58
Tabla 13 <i>Porcentaje de madurez fisiológica del DCA por UE.</i>	69
Tabla 14 <i>Etapas y fases fenológicas de la quinua, según condiciones ambientales municipio Silvia Cauca.</i>	76
Tabla 15 <i>Datos de estructuras morfológicas plantas muestras quinua por Unidad Experimental.</i>	82

Tabla 16 <i>Análisis de resultados promedio de evaluaciones morfológicas plantas muestras de quinua.</i>	89
Tabla 17 <i>Correlación de peso húmedo – peso seco plantas muestras DCA.</i>	93
Tabla 18 <i>Resultado promedio de evaluaciones morfológicas plantas muestras de quinua en peso seco.</i>	96
Tabla 19 <i>Productividad por tratamiento y resultados características físicas del grano.</i>	106
Tabla 20 <i>Registro de datos promedios de variables físicas del grano quinua por tratamiento.</i>	114
Tabla 21 <i>Cantidad de semillas por diámetro por tratamiento y numero de repeticiones.</i>	116
Tabla 22 <i>Tabla comparativa de resultados investigativos de duración de tiempo de etapas y fases fenológicas.</i>	123

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Imagen que describe los tipos de suelos.</i>	26
Figura 2 <i>Imagen de relación de elementos mayores, menores y secundarios y porcentaje de pH.</i>	28
Figura 3 <i>Imagen escala del pH del suelo.</i>	29
Figura 4 <i>Imagen del resultado de análisis de suelo.</i>	30
Figura 5 <i>Imagen de valores resultado análisis de suelo</i>	32
Figura 6 <i>Registro fotográfico del cálculo del área de parcela investigativa.</i>	36
Figura 7 <i>Figura geométrica de la parcela investigativa.</i>	36
Figura 8 <i>Imagen del consorcio de bacterias BluePlanet®.</i>	38
Figura 9 <i>Croquis de campo, según figura geométrica parcela investigativa.</i>	51
Figura 10 <i>Registro fotográfico del trasplante de plántulas de quinua.</i>	52
Figura 11 <i>Ciclo fenológico plantas de quinua.</i>	55
Figura 12 <i>Plan de aplicaciones de Bioestimulantes.</i>	56
Figura 13 <i>Registro fotográfico del estado fitosanitario plantas de quinua.</i>	60
Figura 14 <i>Registro fotográfico de la aplicación de formulaciones establecidas en el DCA.</i>	61
Figura 15 <i>Registro fotográfico de la evaluación fluométrica al follaje de las plantas quinua.</i>	62
Figura 16 <i>Registro fotográfico de un aumento encrespamiento del follaje, especialmente el apical.</i>	63
Figura 17 <i>Escala de infección del hongo Mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>).</i>	64
Figura 18 <i>Registro fotográfico de un mayor porcentaje de infección del hongo Mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>) al DCA.</i>	65
Figura 19 <i>Registro fotográfico de plantas afectadas por volcamiento.</i>	66

Figura 20 Descripción de tercera aplicación de tratamientos de refuerzo.....	67
Figura 21 Registro fotográfico de madurez fisiológica plantas quinua.....	68
Figura 22 Registro fotográfico de parcela investigativa con alto porcentaje madurez fisiológica.	70
Figura 23 Grafica número de plantas por UE.....	71
Figura 24 Registro fotográfico de la desuniformidad poblacional de plantas de quinua en parcela investigativa.	72
Figura 25 Registro fotográfico del inicio de labores culturales de cosecha.	74
Figura 26 Registro fotográfico de cosecha de plantas muestras para evaluación.	78
Figura 27 Registro fotográfico en la rotulación de plantas muestras y limpieza de raíz por UE.	79
Figura 28 Registro fotográfico de la recopilación de datos taxonómicos plantas muestras de quinua.	79
Figura 29 Registro fotográfico del empacado y rotulado de las estructuras morfológicas plantas muestras por UE.	80
Figura 30 Registro fotográfico de la optimización de proceso de secado de panojas de quinua en secadero tipo invernadero.	81
Figura 31 Registro fotográfico de desarrollo radicular.	84
Figura 32 Registro fotográfico de la medición y estado de desarrollo radicular primaria, secundaria y bellos absorbentes.	86
Figura 33 Grafica máximos, mínimos y cierre de largor radicular plantas muestras UE.	87
Figura 34 Valores atípicos en la longitud radicular, con regular desarrollo.	88

Figura 35 <i>Grafica datos agrupado, donde se identifica fácilmente las diferencias por tratamiento.....</i>	90
Figura 36 <i>Grafica evaluación porcentual perdida de humedad de panojas de plantas muestras.</i>	95
Figura 37 <i>Registro fotográfico de la eficiencia en la labor cultural del trillado de panojas de quinua, con el uso de maquina trilladora.</i>	98
Figura 38 <i>Porcentaje de humedad, diferentes tipos de cereales.</i>	101
Figura 39 <i>Registro fotográfico del tamizaje de granos de quinua trillado según su diámetro.</i>	110
Figura 40 <i>Registro fotográfico del diámetro de los granos de quinua en malla zaranda.</i>	111
Figura 41 <i>Tabla de determinación de calidad granulométrica.</i>	112
Figura 42 <i>Grafica del comportamiento granulométrico por tratamiento.....</i>	113
Figura 43 <i>Grafica del peso del grano por diámetro de acuerdo a cada tratamiento y repetición DCA.....</i>	115
Figura 44 <i>Grafica del total de semillas por diámetro por plantas por tratamiento y repetición.</i>	116
Figura 45 <i>Grafica del porcentaje de pérdida de peso de panojas de plantas muestras a grano seco.....</i>	118
Figura 46 <i>Síntesis de tratamientos y formulaciones empleadas en DCA.....</i>	118
Figura 47 <i>Suma peso total de grano seco por tratamiento y repeticiones DCA.</i>	119
Figura 48 <i>Grafica del rendimiento productivo por tratamiento DCA.</i>	122

Introducción

Siendo el cultivo de la quinua, considerado dentro de los pueblos indígenas, como un super alimento, llamado el grano de oro o lágrimas de sol según López, (2018), por su gran valor nutricional, con alto valor en proteínas, carbohidratos, lípidos, fibra, vitaminas C, calcio, hierro, entre otros nutriente y además todos los aminoácidos esenciales que ayudaran a una buena digestión del organismo (Riquelme, 2018), decidí realizar una investigación para proponer una alternativa de producción sostenible.

De acuerdo a su valor nutricional, según Riquelme (2018) la quinua se convirtió en el principal alimento para combatir la desnutrición infantil en el departamento del Cauca, a través del programa PANES (Programa de Alimentación y Nutrición Escolar) por parte de la gobernación del Cauca, y de acuerdo a los resultados alcanzados, dentro del Plan Departamental de Seguridad Alimentaria y Nutricional a nivel nacional, como política pública se implementó el programa Cauca Sin Hambre durante los años 2009 hasta 2018, teniendo en cuenta que el departamento del Cauca, presentaba los más altos índices en desnutrición, según (López, 2018)

Cabe mencionar que el comportamiento del mercado nacional e internacional de la quinua en Colombia ha incrementado vertiginosamente, conllevando a un aumento en su establecimiento como cultivo o línea productiva de interés comercial y económico, (FINAGRO, 2022); además de comprender que el precio de los alimentos/productos agrícolas con mayor valor monetario, son aquellos que tienen manejos agronómicos nutricionales y fitosanitarios con productos biológicos, especialmente los productos utilizados para el control de plagas y enfermedades. Es allí donde con la tecnología BluePlanet® se busca proponer alternativas de solución en las causas de cada uno de sus problemas del cultivo, con medidas bio correctivas con una tecnología que es ambientalmente sostenible y económicamente viable en todo los ámbitos

tanto para economía campesina como para proyectos empresariales a gran escala, siendo tecnológicamente, social y responsable en el tema específico de alimentos; la experiencia que ya se tiene con el uso de la tecnología de BluePlanet® es que son efectivos en eliminar la trazabilidad química de los alimentos, el suelo y el agua; además de aumentar el desarrollo fisiológico de la planta en cada una de sus etapas (Desarrollo vegetativo, floración y producción) esa es la oferta tecnológica que está proponiendo BluePlanet® en estos momento, donde se le solución mediante la bioestimulación fisiológica y biorremediación del suelo, los problemas productivos y de plagas y enfermedades que estén afectando el cultivo de la quinua, inicialmente en el departamento del Cauca, para este caso, en el municipio de Silvia.

En lo personal, desde mi formación profesional en la carrera de Agronomía, y los valores que me caracterizan, el contribuir al mejoramiento o solución de las problemáticas que están padeciendo la gran mayoría de los agricultores, para este caso, los productores de quinua, es un honor, buscar y generar las estrategias Agronómicas que ayuden al productor a que sus cultivos sean rentablemente viables, y que sus condiciones de vida que están amarradas directa o indirectamente a su oficio como agricultores también mejoren.

Además, que actualmente, las problemáticas ambientales y de destrucción de las capacidades productivas del suelo, y el consumo de alimentos con altas trazas de químicos que están generando graves problemas de salud, van en aumento, gracias al uso indiscriminado, excesivo, e irresponsable de los insumos de agrícola y pecuario de síntesis química. De acuerdo a ello considero, que los resultados de las demás investigaciones realizadas por BluePlanet® sobre el uso de sus productos, puede ser una alternativa, en solución a las problemáticas mencionadas.

Justificación

BluePlanet® fue fundado en el año 2003, con el objetivo de dar soluciones biológicas para la restauración ambiental de diferentes ecosistemas en los componentes agrícolas, pecuarios, industriales y ambientales con formulaciones que contrarresten los manejos químicos convencionales con alternativas orgánicas, ambientalmente sostenibles, económicamente viables y socialmente responsables en pro del mejoramiento del rendimiento, reducción de costos en agroquímicos, creando sostenibilidad con insumos orgánicos biológicos a base de bacterias/microorganismos que están ya certificados en América Latina, USA, UE, gracias a los resultados positivos que se han tenido tras investigaciones en campo realizados según (BluePlanet®, 2023a)

Considerando que a nivel mundial la producción agropecuaria se está alineando a procesos que protejan la salud de los seres vivos y los recursos naturales. La Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas FAO, recomienda la implementación de políticas públicas y privadas que involucren:

- Tecnologías que aumenten de manera sostenible los rendimientos productivos.
- Que dichas tecnologías sean para productores de economía campesina como empresarios del agro.
- Que produzcan alimentos sanos, eliminando la trazabilidad química para garantizar la nutrición y seguridad alimentar mundial. Lo que claramente nos indica un cambio tecnológico que replantee la mal llamada revolución verde.

En Colombia el sector agrícola es de alta incertidumbre, ya que el mismo Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-MADR, así como el Instituto Colombiano Agropecuario -ICA ante los desequilibrios fitosanitarios, ha tenido que recomendar la erradicación de miles de

hectáreas de cultivos de palma, agravándose el hecho, por alertas fitosanitarias sobre cultivos como el banano y los cítricos, que de no superarlas, la crisis socioeconómica colombiana se acentuará. Muy a pesar de que existen alternativas tecnológicas que contribuyen a garantizar la producción agropecuaria con sostenibilidad ambiental. BluePlanet®, (2021)

De acuerdo a ello, la tecnología BluePlanet®, es una importante alternativa de solución real a corto y mediano plazo, de las causas que afectan la calidad de alimentos, la productividad de los agricultores y la sostenibilidad ambiental. Por consiguiente, BluePlanet®, desarrollara la transferencia de conocimientos tecnológicos para el desarrollo regional en articulación con Agrosavia, en la investigación en bioestimulación fisiológica para el mejoramiento de la productividad del cultivo de quinua - *chenopodium quinua wild*, en el municipio de Silvia del departamento del Cauca, Colombia. Que tendrá una duración de 7 meses, sobre el cual, los 6 primeros meses serán sobre el desarrollo productivo, y un mes, en redacción del informe final sobre los hallazgos y/o resultados encontrados.

Y partiendo que el departamento del Cauca cuenta con zonas agroecológicas diversas, con microclimas aptos para la producción de quinua, para el consumo regional, nacional e internacional, no es ajeno a las diversas problemáticas agrícolas, donde los bajos rendimientos de productividad y altos niveles de incidencia de plagas y enfermedades, ocasionan que este cultivo se vuelva poco rentable y los ingresos económicos, sobre el cual se sostienen los productores, sean cada día menos, disminuyendo los índices en las condiciones de vida. Por tal motivo se requiere urgentemente procesos, como estos, que desarrollen medidas bio correctivas efectivas en solución o disminución sobre un alto porcentaje a los problemas fitosanitarios y de rendimiento productivo.

Teniendo en cuenta lo propuesto por el Departamento Técnico de Evaluaciones BluePlanet® Colombia, desarrollare el proceso de pasantía como opción de grado, para obtener la titulación de la carrera profesional de Agronomía, las labores a desarrollar dentro y durante el tiempo que dure el desarrollo de la pasantía en la investigación, será:

- Documentación y capacitación sobre la plataforma tecnológica de BluePlanet Labs®
- Determinación de la fase fenológica del cultivo de quinua en la zona agroecológica de producción.
- Elaborar los protocolos de implementación específicos para el cultivo.
- Caracterización del sistema productivo, sobre el manejo nutricional y fitosanitario e influencia de factores abióticos y demás prácticas culturales agrícolas realizadas por el productor.
- Identificación de las parcelas, fincas o lotes donde se desarrollará la investigación.
- Definición del protocolo del Biotratamiento integral.
- Seguimiento al plan de aplicaciones y evaluación de resultados.
- Análisis técnico de resultados sobre la bio estimulación fisiológica para el mejoramiento de la productividad del cultivo/plantas tratadas con las soluciones biológicas de BluePlanet® (SR Plus®, SR®, BioF® y BioN®)

Las actividades descritas se rigen de acuerdo a lo propuesto por BluePlanet® Colombia SAS en el planteamiento de sus objetivos sobre la investigación en la evaluación del rendimiento productivo tras la aplicación de su Biotecnología.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar una alternativa de Bio Estimulación fisiológica para el mejoramiento de la productividad del cultivo de quinua en el municipio de Silvia del departamento del Cauca.

Objetivos Específicos

Desarrollar plantas vigorosas resistentes a las adversidades abióticas y bióticas del medio de cultivo.

Procurar la expresión del máximo rendimiento productivo sostenible.

Minimizar y hasta eliminar la trazabilidad química del alimento.

Contenido del Trabajo

Bio Estimulación Fisiológica para el Mejoramiento de la Productividad del Cultivo de Quinoa - *chenopodium quinoa wild*, en el Municipio de Silvia del Departamento del Cauca, Colombia

Cronograma Trabajo

Las actividades previstas en la tabla 1, iniciaron a desarrollarse el día 8 de mayo del año 2023. Según Sandoval, (2012) el periodo vegetativo del cultivo de quinoa, con algunas varianzas en condiciones climáticas, altura sobre el mar, condiciones de suelo y manejo agronómico puede durar entre 130 y 150 días; no obstante en otras investigaciones, se evidencian resultados atípicos, donde CISNEROS et al., (2018) nos menciona que los resultados en su investigación, las plantas alcanzaron su madurez fisiológica y de cosecha a los 213.9 días. De acuerdo a ello, podemos concluir que el desarrollo de las actividades según el estado fisiológico de las plantas puede variar en aumento o disminución de días entre 130 a 214 días aproximadamente.

Tabla 1

Descripción de las actividades a desarrollar en la investigación BluePlanet®, durante la pasantía.

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7
1. Inducción y reconocimiento de la zona de influencia donde se desarrollará la investigación.							
2. Documentación y capacitación sobre la plataforma tecnológica de BluePlanet Labs®		X					
3. Presentación de primer informe de avance a la UNAD.							

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7
4. Identificación de las parcelas, fincas o lotes donde se desarrollará la investigación.							
5. Caracterización del sistema productivo, sobre el manejo nutricional y fitosanitario e influencia de factores abióticos y demás prácticas culturas agrícolas realizadas por el productor.		X					
6. Determinación de la fase fenológica del cultivo de café en la zona agroecológica de producción.							
7. Elaborar los protocolos de implementación específicos para el cultivo.			X				
8. Definición del protocolo del Biotratamiento integral de biorremediación.							
9. Establecer el calendario de aplicaciones, según su fecha de inicio.							
10. Aplicación del protocolo del Biotratamiento integral de biorremediación.							
11. Implementar las prácticas de Biotratamiento, mediante el uso de la tecnología de BluePlanet®, sobre el cual se evaluarán los resultados.					X		
12. Jornadas de campo en la aplicación y seguimiento de los procesos a desarrollar con el Biotratamiento al cultivo de Quinoa en las fincas definidas.							
13. Evaluación progresiva de los resultados encontrados, referente a las condiciones fitosanitarias, nutricionales, productivas y de desarrollo fisiológico de las plantas.						X	X

Actividad	Mes	Mes	Mes	Mes	Mes	Mes	Mes
	1	2	3	4	5	6	7
14. Análisis técnico de resultados sobre la bioestimulación fisiológica para el mejoramiento de la productividad del cultivo/plantas tratadas con las soluciones biológicas de BluePlanet® (SR Plus®, SR®, BioF® y BioN®)							
15. Presentación de segundo informe de avance a la UNAD.							
16. Elaboración de informe final de actividades y logros alcanzados en cumplimiento de los objetivos propuestos en la presente investigación durante el desarrollo de la pasantía.							X
17. Establecimiento de recomendaciones técnicas/agronómicas teniendo en cuenta los resultados finales de esta investigación.							

Nota. Esta tabla muestra las actividades a desarrollar durante el periodo que dura la pasantía como opción de grado en la investigación que se desarrollara en el municipio de Silvia Cauca.

Resultados Esperados

Los resultados o productos esperados podrán variar de acuerdo a las condiciones ambientales, hídricas, de suelo y agronómicas en que se desenvuelva la investigación, planteada como un diseño experimental completamente al azar.

Tabla 2

Descripción de las variables a encontrar durante el desarrollo de la investigación BluePlanet®.

Resultados Esperados	Indicadores
1. Aumento productivo en el cultivo de la quinua tras la aplicación de la tecnología BluePlanet®	Aumento porcentual de productividad del cultivo de quinua
2. Mejoramiento de las condiciones fitosanitarias del cultivo de la Quinua tras la aplicación de la tecnología BluePlanet®.	Disminución porcentual de poblaciones de blancos biológicos y enfermedades en el cultivo de quinua
3. Resultados de los análisis de laboratorio al inicio y finalización del Biotratamiento.	Porcentaje de diferencia de resultados referentes al Biotratamiento
4. Cambios dados en los análisis comparativos de resultados de la presente investigación con otras investigaciones realizadas en medición de la efectividad de los tratamientos realizados con las formulaciones biológicas de BluePlanet®.	Porcentaje de eficacia.
5. Aumento de rentabilidad en manejo agronómico con la tecnología BluePlanet® y otros manejos realizados por el agricultor en procesos anteriores.	Incremento porcentual de ingresos económicos desde el aumento productivo y fitosanitario.

Nota. En esta tabla se detallan los resultados e indicadores a establecer durante el desarrollo y culminación de la investigación, en evaluación de los bio estimulantes de BluePlanet® y demás formulaciones.

**Registro Diseño Experimental Evaluación de la Bio Estimulación Fisiológica para el
Mejoramiento de la Productividad del Cultivo de Quinua - *Chenopodium Quinoa Wild*, en
el Municipio de Silvia, Cauca. May, 2023**

Datos básicos

Tabla 3

Datos personales y básicos del propietario del lote y de la zona de influencia en la investigación.

Nombre del Agricultor	Cedula	Teléfono
Julio Albeiro Calambas	10'722,731	3116130104
Departamento	Municipio	Corregimiento
Cauca		Silvia
Vereda	Nombre de la finca	Coordenadas Geográficas
San Fernando	San Fernando	N 02°37'54.0" - W 076°20'42.6"

Nota. Esta tabla muestra el lugar donde se desarrollará la investigación y la persona quien presta el lugar de desarrollo de los procesos.

Nota. Los datos personales no deben ser publicados o compartidos con otras personas. Antes de, se debe solicitar permiso al tratamiento de datos personales según ley 1581 del 2012 por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales.

Propiedades Físicas y Químicas del Suelo

Propiedades físicas

Según Ingeniero Jael Calla Calla, (2012) las propiedades físicas del suelo determinan de manera crucial el desarrollo radicular y de nutrición de las plantas, y que la textura más adecuada para cultivar Quinua, es una textura de tipo Franca, el cual se compone de diferentes partículas del suelo arena, limo y arcilla.

Donde, la prueba de textura realizada en campo para esta investigación nos da como resultado un suelo Franco Arcilloso Arenoso, con un aproximado de relación en sus partículas de 35% arena, 35% limo y 30% arcilla según lo describe Ciancaglini, (2000) en el siguiente cuadro de tipos de suelos y texturas de acuerdo a la clasificación americana.

Figura 1

Imagen que describe los tipos de suelos.

Tipos de suelo	Textura	Relación arena-limo-arcilla (%)	Símbolo
Livianos	Arenoso	90-5-5	a
	Arenoso franco	80-15-5	aF
Medios	Franco arenoso	65-25-10	Fa
	Franco	40-40-20	F
	Franco limoso	20-65-15	FL
	Franco arcilloso arenoso	35-35-30	FAa
Pesados	Franco arcilloso	35-30-35	FA
	Franco arcillo limoso	10-35-55	FAL
	Limoso	10-85-5	L
	Arcillo arenoso	55-5-40	Aa
	Arcillo limoso	5-50-45	AL
	Arcilloso	10-20-60	A

Nota. Identificación de textura de suelo ideal para cultivar quinua. *Fuente.* Ciancaglini, 2000.

La prueba de campo realizada para la identificación de la textura que tiene el terreno donde se realizó el establecimiento de la parcela investigativa, fue recoger varias muestras del lote de aproximadamente 5 gramos, donde sobre cada muestra se le agrego unas gotas de agua, y posteriormente se homogenizo y se amaso la muestra, identificando si este tenía contenido de arena, luego se realizó una bolita y sobre ella se generó presión con el dedo, para mirar que tan flexible era, para su contenido de arcilla.

Cabe resaltar que la identificación del tipo de textura establecida en este ejercicio, se hace con apoyo en fuentes o referencias bibliográficas, y para un dato más certero se hace necesario una

prueba en laboratorio. Dentro de la misma prueba para la identificación de la textura, se halla el color del suelo, siendo este de color Negro Chocolate Oscuro en suelo húmedo y Negro Grisáceo en suelo seco.

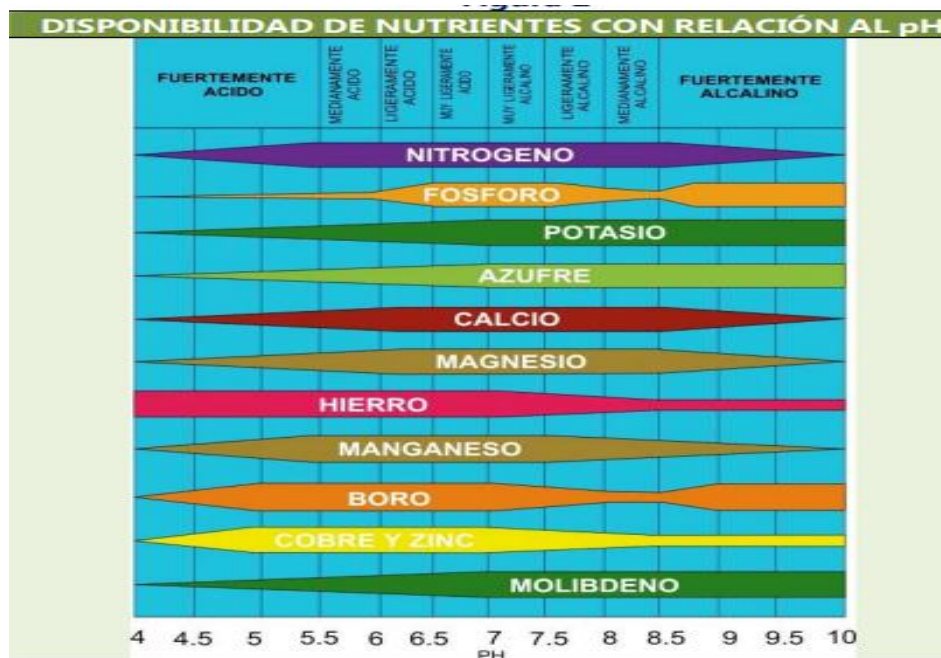
Propiedades Químicas

Yáñez Díaz et al., (2018) nos da a conocer que algunas de las principales propiedades químicas del suelo son pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, como también el contenido de macro y micronutrientes según su origen, como nutrientes orgánicos a base de materias vegetales y animales, e inorgánicos, como compuesto a base de rocas y minerales. Sobre el cual el pH juega un papel super importante en la disponibilidad de estos nutrientes a la planta, ejerciendo también una influencia sobre las propiedades físicas, biológicas y demás propiedades químicas del suelo según manifiesta Ingeniero Jael Calla Calla, (2012).

De acuerdo a ello, encontramos que esas condiciones en disponibilidad de nutrientes desde el suelo hacia la planta, en grado de acidez o alcalinidad que maneje el suelo, se da de la siguiente manera según West Analítica y Servicios S.A de CV, (2017)

Figura 2

Imagen de relación de elementos mayores, menores y secundarios y porcentaje de pH.



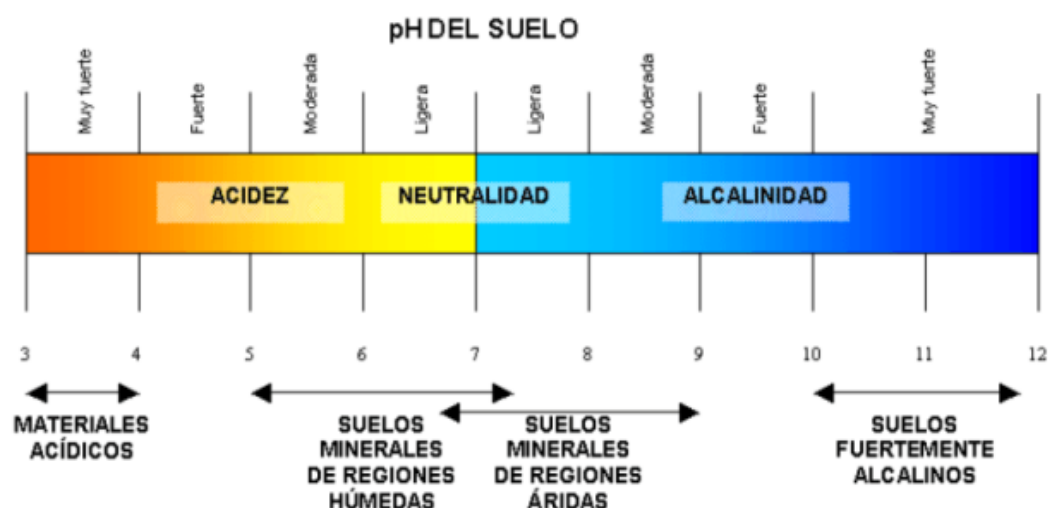
Nota. Porcentaje de disponibilidad de nutrientes para las plantas según porcentaje de acidez o alcalinidad del suelo. *Fuente.* West Analítica y Servicios S.A de CV, 2017.

Según el análisis de suelo proporcionado por Agrosavia, análisis de suelo realizado de manera general sobre el terreno (Ver figura 4) donde se establecen las investigaciones, encontramos un pH ligeramente ácido (6.04) de acuerdo a lo que se describe en la figura 2 de disponibilidad de nutrientes en relación al pH, se puede concluir que el suelo sobre el cual se desarrolló la investigación BluePlanet® para Evaluar la Bio Estimulación Fisiológica para el Mejoramiento de la Productividad del Cultivo de Quinoa - *Chenopodium Quinoa Wild* en el municipio de Silvia, este se encuentra en buenas condiciones, donde las plantas, para este caso, el cultivo de quinoa, extraen con mayor facilidad los nutrientes que se encuentran sobre las arcillas del suelo, propiamente las funciones que corresponde al sistema radicular, teniendo en

cuenta su desarrollo en profundidad, extensión y calidad sobre el cual se formen, como raíz primaria, secundarias, terciarias y bellos absorbentes (Margulis & Sagan, 2012).

Figura 3

Imagen escala del pH del suelo.



Nota. Tipos de suelo según el comportamiento del pH e influencia en el desarrollo radicular.

Fuente. Andia, 2016.

Podemos observar que los valores de los elementos mayores y algunos menores presentes en el resultado del análisis de suelo (Ver figura 4), se encuentra en buena relación en cuanto a la cantidad disponible en el suelo, estando en un rango entre medio – alto.

Figura 4

Imagen del resultado de análisis de suelo.

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
pH (1:2.5)	Unidades de pH	Acidez activa/pH en suelos GA-R-46, versión 06, 2021-10-25.	6.04	Ligeramente ácido
Conductividad eléctrica (CE) (1:5)	dS/m	NTC 5596:2008 Método B.	0.22	No salino
Materia Orgánica (MO)	g/100g	Cálculo según NTC 5403 Walkley & Black	5.47	Medio
Carbono Orgánico (CO)	g/100g	Determinación de Carbono orgánico en suelo GA-R-119 versión 4, 2021-10-25.	3.17	
Fosforo (P) Disponible (Bray II)	mg/kg	Fosforo disponible en suelos GA-R-48, versión 07, 2021-10-25.	64.98	Alto
Azufre (S) disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	5.59	Bajo
Capacidad Interc Catiónico Efect (CICE)	cmol(+)/kg	Cálculo	16.09	Media
Boro (B) Disponible	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	0.16	Bajo
Acidez (Al+H)	cmol(+)/kg	KCl	ND	No Indica
Aluminio (Al) Intercambiable	cmol(+)/kg	KCl	ND	Sin restricción
Calcio (Ca) disponible	cmol(+)/kg	Bases intercambiables en suelos GA-R-50 versión 9, 2021-10-25.	12.21	Alto
Magnesio (Mg) Disponible	cmol(+)/kg	Bases intercambiables en suelos GA-R-50 versión 9, 2021-10-25.	2.73	Alto
Potasio (K) Disponible	cmol(+)/kg	Bases intercambiables en suelos GA-R-50 versión 9, 2021-10-25.	1.09	Alto
Sodio (Na) Disponible	cmol(+)/kg	Bases intercambiables en suelos GA-R-50 versión 9, 2021-10-25.	<0.14	Normal
Hierro (Fe) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007 Método D.	94.65	Alto
Cobre (Cu) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007 Método D.	1.15	Medio
Manganeso (Mn) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007 Método D.	3.66	Bajo
Zinc (Zn) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007 Método D.	2.32	Medio

Nota. Estado nutricional del suelo donde se estableció la parcela investigativa, según cada determinación analítica e interpretación del mismo. *Fuente.* Agrosavia, 2023.

Como resultado atípico, hallamos que el Boro (B), Manganeso (Mn) y Azufre (S) se encuentra en un porcentaje bajo, referente al rango o promedio sobre el cual debe estar. Por consiguiente podemos definir que las deficiencias, delimitaciones y/o consecuencias de estos nutrientes en las plantas, según Bernal, (n.d.) ocasionan generalmente un mal desarrollo vegetativo y por ende una baja productividad.

Tabla 4*Elementos secundarios necesarios en nutrición vegetal.*

Efectos de Deficiencia Nutricional de Boro, Manganeso y Azufre Sobre las Plantas.				
Boro	Bajo desarrollo radicular con síntomas de color café en la raíz	Manchas cloróticas y necróticas en las hojas.	Disminución de la floración y su fecundación	Bajo desarrollo de los frutos.
Manganeso	Hojas cloróticas con manchas amarillas marrón y muy delgadas con poca turgencia	Enroscamiento de las hojas	En casos críticos necrosamiento y defoliación en el follaje	Decoloración del tallo en verde claro, lenificación del tallo
Azufre	Mayor susceptibilidad a plagas y enfermedades	baja productividad	Menos resistencia a sequías, fríos y salinidad	Bajo desarrollo de las plantas.

Nota. Consecuencias que generan elementos secundarios necesarios en la nutrición vegetal, tras su deficiencia.

Aunque estos elementos nutricionales secundarios se requieren en una muy menor cantidad, no se quiere decir que no se necesitan, ya que hacen parte indispensable para la formación de las diferentes enzimas, aminoácidos, proteínas, etc., para la formación y desarrollo de las diferentes estructuras vegetativas de las plantas (raíz, tallo, flores, frutos). De acuerdo a ello, Muñoz Araque, (1978) nos da a conocer los valores de referencia que se deben tener en cuenta para una interpretación y valoración de los análisis de suelo, sobre los estados porcentuales que se encuentran los elementos mayores y menores en el suelo.

Figura 5

Imagen de valores resultado análisis de suelo

		Bajo	Medio	Optimo	Alto
pH		< 5	5 - 6	6 - 7	> 7
Ca	cmol/L	< 4	4 - 6	6 - 15	> 15
Mg	cmol/L	< 1	1 - 3	3 - 6	> 6
K	cmol/L	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 0.8	> 0.8
Acidez	cmol/L		0.3 - 1	< 0.3	> 1
S. A.	%		10 - 30	< 10	> 30
P	mg/L	< 12	12 - 20	20 - 50	> 50
Fe	mg/L	< 5	5 - 10	10 - 50	> 50
Cu	mg/L	< 0.5	0.5 - 1	1 - 20	> 20
Zn	mg/L	< 2	2 - 3	3 - 10	> 10
Mn	mg/L	< 5	5 - 10	10 - 50	> 50
B	mg/L	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1	> 1
S	mg/L	< 12	12 - 20	20 - 50	> 50
MO	%	< 2	2 - 5	5 - 10	> 10
RELACIONES CATIONICAS		Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	(Ca+Mg)/K
		2-5	5-25	2.5-15	10-40

Nota. Resultado de interpretación de análisis de suelo sobre Boro, Manganeso y Azufre en la parcela investigativa donde se establecieron las UE. Fuente. Agrosavia, 2023.

Por consiguiente, podemos observar que los valores en Boro, Manganeso y Azufre se encuentran muy por debajo de los niveles, nuevamente, dando como resultado una interpretación, en un estado bajo de presencia de estos elementos en el suelo para el correcto desarrollo de la quinua, de acuerdo a la función que ejerce sobre el metabolismo de las plantas, en caso contrario sobre lo mencionado en la tabla 4. Como ejemplo, encontramos, que según investigaciones realizadas sobre la deficiencia de azufre en suelos cultivables este influye altamente en una baja productividad agrícola sostenible (Corrales-Maldonado et al., 2014).

Variedad Semilla Escogida

Para la presente investigación, se emplea la variedad Blanca de Jericó, donde según CISNEROS et al., (2018) en sus resultados sobre la Descripción del ciclo fenológico de cuatro eco tipos de quinua (*Chenopodium quinua Willd*) esta variedad dio los mejores resultados en rendimiento productivo y contenido máximo permisible de saponina. Cabe resaltar, que según

Rojas et al., (2011) la saponina es una sustancia orgánica de origen mixto, donde se vuelve anti nutricional y no apta para el consumo humano, en cual su mayor concentración se encuentra en la cascara, característicamente dándole un sabor amargo, sobre el cual el grano debe pasar por un proceso de trillado para su eliminación antes del consumo. Y Triguero Mamani Carolina. (2021) nos da a conocer que el porcentaje límite máximo permitido de saponina en el grano de quinua es 0,01% a 0,12%, y según la concentración de este metabolito secundario, los eco-tipos de quinua pueden clasificarse como amarga ($>$ a 0,12% de saponinas) y dulces ($<$ a 0,12% de saponinas). Triguero Mamani Carolina. (2021) nos aclara que la saponina se encuentra distribuida en casi la estructura de la planta (hojas, flores y frutos y su cascara), donde reivindica que para el consumo humano debe descascarillarse, lavarse y someterse a un procesamiento térmico.

Parámetros Culturales de Inicio de Labores Agrícolas

En inicio de la etapa de desarrollo vegetativo para este caso, no se realiza una siembra directa de la semilla en campo, como lo recomienda Sandoval, (2012), donde es más favorable, en disminución de costos en mano de obra, menos estrés radicular a las plántulas y mayor número de plántulas por sitio que da la opción de escoger y dejar aquellas que se encuentran en mejores condiciones.

Historial de Producción Agrícola Suelo

Según lo mencionado por el agricultor José Albeiro propietario del terreno donde se desarrolló la presente investigación, las actividades agrícolas anteriormente realizadas en el lote fueron desarrolladas sobre las líneas productivas secundarias; Cebolla larga (*Allium fistulosum*), yuca (*Manihot esculenta*) y fresa (*Fragaria*), y como cultivo principal la Quinua (*Chenopodium quinoa*), este manejo agrícola rotativo se debe a que plagas como la babosas, caracoles y mojoy no permiten que se establezcan periodos de siembra del mismo cultivo por más de 2 o 3

veces como máximo, ya que los problemas fitosanitarios y por ende las bajas producciones han generado grandes pérdidas económicas.

Siembra de Semilla, Germinador (17 de febrero del año 2023)

La siembra de la semilla de quinua variedad Blanca de Jericó se estableció en camas o bancos semilleros, se realizó el día 17 de febrero del año 2023, con una duración en Germinación y Emergencia de la semilla en aproximadamente 6 días.

Preparación del Terreno

Se realizó una preparación de terreno con moto azada, sobre el cual se realizaron dos repases, de acuerdo al tamaño de las astas que rompen el suelo, se determina que aproximadamente la profundidad arable con la que queda el suelo es de 15cm. Cabe mencionar que autores (Pando & Castellanos, 2016; Pinto, 2012) afirman que la raíz de la planta de quinua es de tipo pivotante, y con forma de espina de pescado de acuerdo a la formación de las raíces primaria, secundarias y terciaras, donde aproximadamente el tamaño de la raíz principal puede darse desde 60 a 80cm bajo condiciones favorables en humedad y textura del suelo, y bajo condiciones extremas no favorables en nutrición y agua, en las primeras etapas vegetativas de desarrollo, se dará una mayor elongación del sistema radicular en su estilo espina de pescado alcanzado hasta los 1.50metros de longitud debido al estrés que sufre. Como también se da el fenómeno de raíz acolchada, el cual los primeros centímetros de suelo, se desarrolla una abundante formación de bellos absorbentes, que ayudara a capturar la humedad del suelo y del medio ambiente de manera más eficiente. Este caso se observa en climas donde hay mayor neblina en la mañana (Pinto, 2012).

Comprendiendo lo mencionado previamente, y el historial de producción que tiene el lote en entrevista con el Agricultor Don Albeiro propietario del terreno donde se estableció la parcela

investigativa, nos da a conocer, que el uso de ese espacio años atrás, fue de potrero y pastoreo de ganadería de leche, de acuerdo a ello, Medina, (2016), nos da a conocer que este tipo de practica agropecuaria, genera dos (2) problemas principales (Consolidación y comprensión de las partículas arena, limo y arcilla que forman la estructura del suelo) que influyen a corto, mediano y largo plazo en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, donde inicialmente se produce una compactación del suelo, por la pérdida de aire y agua en los espacios/poros, obstaculizando un buen desarrollo radicular a futuro, en el cambio de línea productiva agropecuaria a cultivos transitorios, en este caso como la cebolla y la quinua.

Medina, (2016) concluye que “En general, el pisoteo de los animales compacta el suelo en los primeros 15 cm, ocasionando una severa disminución en el movimiento interno del agua y un aumento en la densidad aparente; esto trae como consecuencia una disminución en la porosidad y cambios desfavorables en la relación suelo-agua-aire que afecta el desarrollo de las raíces de las plantas y su productividad” (p. 6)

Medición del Área Parcela Demostrativa

Para la medición de la parcela donde se estableció la investigación, se emplearon dos métodos recurrentes. La medición del ancho y largo, con cinta métrica, teniendo en cuenta la figura geométrica del terreno.

Figura 6

Registro fotográfico del cálculo del área de parcela investigativa.

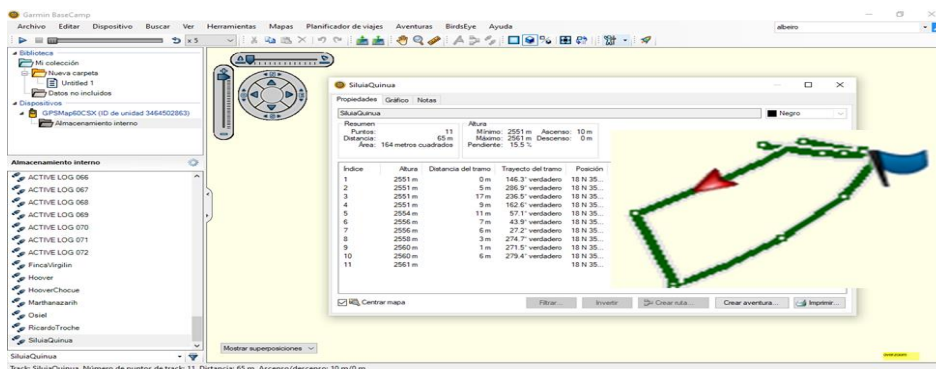


Nota. Medición del área perimetral del lote donde con cinta métrica, donde se estableció la parcela investigativa en quinua.

Y la medición del área perimetral con GPS satelital, obteniendo como resultado un área aproximada de 164 metros cuadrados, con una figura geométrica tipo rectangular, cerrando en como puntiagudamente, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 7

Figura geométrica de la parcela investigativa.



Nota. Medición del área del lote con GPS garmins y cálculo de coordenadas y puntos longitudinales.

Formulaciones Tecnológicas BluePlanet® – Consorcio Microbiológico

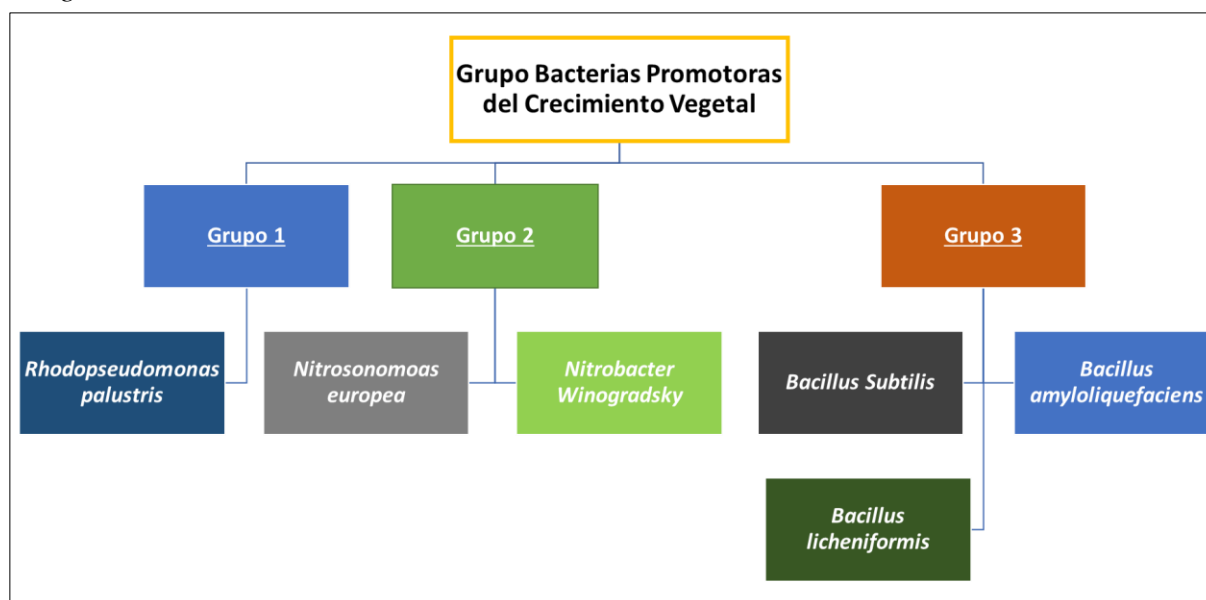
Comprendiendo y compartiendo el objetivo misional que tiene BluePlanet®, (2019) en generar un impacto social y ambientalmente amigable en el mundo sobre reducir la pobreza, el hambre y la promoción del consumo de alimentos sanos, se observa que sus objetivos son claros, precisos y congruentes, desde la promoción e implementación de entornos limpios y saludables, la recuperación de la microbiología del suelo y el mejoramiento de una producción agropecuaria sustentable con el uso de Bacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal, donde (Mazo et al., 2021; BluePlanet®, 2023) afirman que estas bacterias promotoras de crecimiento vegetativo, generan una serie de beneficios directos e indirectos al suelo y las plantas, como:

- Incremento en la disponibilidad de nutrientes en el suelo.
- Prevención en la proliferación de ciertos fitopatógenos (microorganismo, bacterias, hongos y virus) en el suelo y las plantas.
- Aumento en el crecimiento de las plantas, tras su uso.
- Aumento del nitrógeno, fosforo, y síntesis de hormonas vegetales como ácido indolacético, giberelinas, etc.
- En la prevención y el alivio de condiciones de estrés sobre las plantas en sequía, salinidad sódica o presencia de metales pesados. (p. 3)

De acuerdo a ello, encontramos que la tecnología BluePlanet®, maneja como principio activo en cada uno de sus tratamientos biotecnológicos el siguiente grupo de bacterias.

Figura 8

Imagen del consorcio de bacterias BluePlanet®.



Nota. Conformación de tres grupos de bacterias promotoras del crecimiento vegetal.

Tabla 5

Descripción de funciones de grupos de bacterias promotoras de crecimiento vegetal.

Función y Forma de Trabajo del Consorcio de Bacterias BluePlanet®	
Ítems	Bacterias Promotoras de Crecimiento Vegetal (PCV)
	Funciones
Grupo 1	<i>Rhodopseudomonas palustris</i>
	Bacteria púrpura sin azufre, aumenta la bioactividad del suelo. Funciona tanto en ambientes aeróbicos como anaeróbicos. Degrada una amplia variedad de compuestos orgánicos incluyendo fenoles e hidrocarburos. Fija de nitrógeno atmosférico, CO ₂ , y energía pura ATP de los rayos solares con lo que impulsa el proceso fotosintético de las plantas.
Grupo 2	<i>Nitrosomonas europaea</i>
	Convierte el amoníaco en nitrito, ayuda a la biodegradación de los hidrocarburos aromáticos. Nitrosomonas europaea Ayuda con la planta favoreciendo el crecimiento. Fija

	<p>carbono, proporciona solubilización de fosfatos</p>
<i>Nitrobacter winogradskyi</i>	<p>Convierte el nitrito en nitrato. Ayuda en la promoción del crecimiento de las plantas, proporciona solubilización de fosfatos. Reduce algas. No sintetiza materia orgánica.</p> <p>Nitrobacter winogradskyi</p> <p>Importante para el proceso de Desnitrificación y liberación de gas nitrógeno.</p>
<i>Bacillus subtilis</i>	<p>Potenciador del suelo, degradador orgánico, produce amilasa, lipasa, quitinasa y proteasa. Proporciona el crecimiento de las plantas hormonas y precursores. Características probióticas reconocidas.</p> <p>Proporciona solubilización de fosfatos y liberación de amoníaco de compuestos orgánicos.</p>
Grupo 3 <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	<p>Gram Positiva con un crecimiento óptimo entre 30 – 40°. Tiene una alta capacidad de solubilizar el fósforo y características probióticas. Produce sideróforos y antibióticos.</p> <p>Realiza el reciclaje natural de compuestos orgánicos.</p>
<i>Bacillus licheniformis</i>	<p>Potenciador del suelo, degradador orgánico, produce celulosa, amilasa, lipasa, quitinasa y proteasa. Es un producto de alta calidad, tasa de desnitrificación del organismo.</p> <p>Proporciona hormonas de crecimiento vegetal y precursores.</p> <p>Características probióticas reconocidas que se encuentra en las plumas de los pájaros.</p>

Nota. Ventajas que generan el grupo de bacterias benéficas al suelo y las plantas. Usadas en los Bioestimulantes BluePlanet®.

Formulaciones Tecnológicas Biológicas a Evaluar

En la siguiente tabla, podremos observar los productos biológicos propuestos por BluePlanet®, sobre el cual se evaluaron sus efectos positivos en la *Bio Estimulación Fisiológica para el Mejoramiento de la Productividad del Cultivo de Quinoa*. Además de observar la composición microbiológica, demás ingredientes activos y la función que ejercen sobre el suelo y las plantas.

Tabla 6

Grupo de Bioestimulantes BluePlanet®.

Presentación Tecnológica	Formulación	Consortio de Bacterias (Ingredientes Activos)	Otros Nutrientes	Descripción
ACF SR® Líquido, SL 1.0%		<u>Esporas de bacterias</u> • <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> • <i>Bacillus licheniformis</i> • <i>Bacillus subtilis</i>	•Inertes Inorgánicos	Bioestimulación fisiológica.
ACF SR Plus® Líquido, SL 1.0%		<u>Cepas de bacterias</u> • <i>Rhodopseudomonas palustris</i> • <i>Nitrosomonas europaea</i> • <i>Nitrobacter winogradskyi</i>	Inertes Inorgánicos •Ácidos húmicos •Ácidos fúlvicos	Bioestimulación rizogénica.

	•Bacillus licheniformis		
	•Bacillus subtilis		
	<u>Cepas de bacterias</u>		
	•Rhodopseudomonas palustris		
	<u>Esporas de bacterias</u>		
Chitatrol -BioF®, WP 7.5%	•Bacillus amyloliquefaciens	•Nutrientes orgánicos	Acción fungistática.
	•Bacillus licheniformis	•Nutrientes inorgánicos	
	•Bacillus subtilis	•Humedad (higroscópica)	

Nota. Composición de las formulaciones tecnológicas BluePlanet y su acción sobre las plantas y el suelo.

Por consiguiente, encontramos que los mecanismos y efectos de acción de cada formulación tecnológica de BluePlanet® anteriormente mencionados se da de la siguiente manera, según lo afirma (Molano, 2023)

SR Plus®. Es una formulación compuesta por una bacteria fotosintética, tres Bacillus que se mezclan con ácidos húmicos, para aplicar al suelo y dinamizar la vida biológica de la rizosfera, generando reacciones biofísicas y bioquímicas que acondicionan la estructura del suelo, desarrollan el sistema rizogénico y solubilizan nutrientes esenciales para la nutrición balanceada, completa y oportuna de la planta.

SR®. Es un consorcio de rizo bacterias con acción fotosintética y nitrificante y esporas de Bacillus generadoras de exo-enzimas que influyen en la supresión fitosanitaria. Es de aplicación foliar o al suelo, permitiendo a la planta aumentar el espectro de onda de luz solar, para fijar Adenosín-trifosfato -ATP y otros compuestos atmosféricos como el nitrógeno, oxígeno, CO₂, para general actividad en el sistema vegetativo.

BioF®. Suprime y controla un amplio espectro de microorganismos en exceso poblacional que causan afectaciones fitosanitarias a las plantas, mediante diferentes mecanismos de regulación natural como antagonismo, exclusión competitiva e inhibición

generadas por tres Bacillus equilibrados con contenidos altos de unidades formadoras de colonia -UFC y concentración. (págs. 4,5)

Dentro de las formulaciones biológicas, Agrosavia propone evaluar el Bio Fungicida Rhapsody, que está compuesto con una concentración de Bacillus Subtilis con una concentración de Cepa QST 713 de 1.34% y una concentración de aditivos de 98.66%, con 13,4 gramos de ingrediente activo por litro de producto comercial según (Flores & Tricárico, 2020), el modo de aplicación es de tipo foliar.

Complemento Nutricional a Evaluar

Dentro de la articulación con Agrosavia, sede Popayán, los profesionales (investigadores) en su experticia, proponen dentro de los tratamientos a evaluar complementariamente la fertilización química edáfica con una mezcla NPK, compuesta por Nitrógeno (Urea) Fosforo (DAP, Fosfato Diamonico) y Potasio (KCL) y una fertilización foliar, con la aplicación de Induplant, que está compuesto de Fosfito de Potasio, Fosforo Asimilable y potencializado con Acido Salicílico, según (CampoFert, 2020)

Como otra fuente nutricional y de control fitosanitario, se propone el uso de abono orgánico, para este caso La Compostaza, además de evaluar también la funcionalidad y efectividad del producto biológico Algamins (8,64cc) que está compuesto por Nitrógeno, Magnesio soluble en agua, Silicio, Sodio soluble en agua, carbono orgánico oxidable y una serie de aminoácidos libres (Agrofercol, 2019), Según lo recomienda Agrosavia.

Técnica Estadística Establecida Para la Implementación de los Objetivos de la Investigación

RAMON, (2014) define un diseño experimental o experimento como la conjugación de una o más variables independientes para evaluar los efectos, consecuencias y/o resultados sobre las variables dependientes. Se quiere decir desde un punto de vista agronómico investigativo;

Que es el desarrollo de actividades sobre el cual hay un control como variable independiente en búsqueda de unos resultados u objetivos específicos como variable dependiente, por ejemplo, para esta investigación, se busca evaluar la *BIOESTIMULACIÓN FISIOLÓGICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE QUINUA* desde la aplicación de la tecnología de BluePlanet® y otros insumos agrícolas en el manejo nutricional.

Y dentro del desarrollo en un diseño experimental se define cual es el procedimiento de control a establecer que ayudara a determinar y conformar la acción de aplicación de las variables independientes con resultados aceptables o no, en diferencias significativas, según los resultados al final de la investigación.

RAMON, (2014) afirma que estos procedimientos de control se clasifican en 6 tipos, de la siguiente manera:

- a) ***La Eliminación.*** Si una variable externa incide de manera significativa en un experimento, se debe eliminar.
- b) ***Mantener Constantes.*** Una manera de eliminar el efecto de una variable no estudiada (interviniente) es manteniendo constante su efecto.
- c) ***Aleatorización.*** Consiste en elegir por sorteo o por medios aleatorios (azar) los sujetos para la conformación de los grupos. Si se tienen varios grupos, se debe asignar un proceso aleatorio para la pertenencia a cada uno de ellos.
- d) ***Igualación.*** La presencia de variables extrañas en todos los grupos o situaciones de la investigación debe ser similar o igual.
- e) ***Repetición.*** La repetición controla las variables de los sujetos puesto que, si son los mismos sujetos y las mismas situaciones experimentales, los resultados deben ser los mismos

- f) **Grupo de control.** Se busca un grupo en el cual no será sometido a la influencia de la variable independiente, grupo denominado de control. Este grupo deberá poseer las mismas características del grupo experimental. (p. 12)

Establecimiento Diseño Experimental.

De acuerdo a lo mencionado. En conjunto con el equipo de profesionales de Agrosavia que están apoyando este proceso de investigación y BluePlanet®, se acordó como técnica estadística y procedimiento de control, Un Diseño Experimental Completamente al Azar (DCA), comprendiendo los objetivos que busca BluePlanet en *Evaluar el rendimiento productivo a partir de la Bio Estimulación Fisiológica de las plantas, desde la Tecnología BluePlanet®*, este Diseño Experimental Completamente al Azar Aleatorizado nos ayudara a identificar sobre cada unidad experimental en cada tratamiento establecido las posibles diferencias y comportamientos de las plantas en cada fase de desarrollo fenológico (Estructura de la planta, desarrollo radicular, floración, fructificación y producción).

Numero de Tratamientos y Repeticiones en el DCA

Gonzales, (2016) nos da a conocer que el número de unidades experimentales en un DCA, donde se realizaran las aplicaciones de los tratamientos, surge a partir del Número de Tratamientos según el número y distribución de formulaciones a evaluar y con ello también el Numero de Repeticiones que llevara cada tratamiento, donde $t * r =$

Total # unidades experimentales en la parcela investigativa.

De acuerdo a lo dicho, y teniendo en cuenta el número de formulaciones tecnológicas de BluePlanet® y los otros insumos agrícolas a evaluar de tipo nutricional y fúngico de síntesis química, orgánica y biológica propuestos por BluePlanet® y Agrosavia, se estableció en la presente investigación el DCA con un número total de 5 Tratamientos y 4 Repeticiones, por

consiguiente, $t * r = Total \# unidades\ experimentales\ en\ la\ parcela\ investigativa$. Entonces $Total \# UE = 5 * 4 = 20$, en resumen, se trabajarán con un total de 20 unidades experimentales, compuesta de 5 tratamientos (Formulaciones) y 4 repeticiones (Aplicaciones) cada uno. Además de un Sexto (6) Tratamiento, que será el Testigo, el cual este no llevará ninguna aplicación de las formulaciones propuestas, entendiéndose como el tratamiento de comparación final con diferencias significativas sobre los resultados a evaluar.

Teniendo en cuenta lo mencionado en las formulaciones tecnológicas BluePlanet® propuestas, y demás insumos agrícolas a evaluar, en el siguiente cuadro encontraremos la descripción de cada formulación a aplicar sobre cada tratamiento.

Organización y Distribución de las Formulaciones por Tratamiento

Tabla 7

Formulaciones propuestas para el establecimiento de los tratamientos a implementar en el DCA.

TTO	Producto	Ingrediente Activo	Dosis	Modo Aplicación
T1	ACF SR®	<i>Bacillus amyloliquefaciens, subtilis y</i>	6cc x	Foliar
		<i>licheniformis. Rhodopseudomonas</i>	Litro agua	Edáfica
		<i>palustris, Nitrosomonas europea y</i>	3.6cc x	
	+	<i>Nitrobacter winogradskyi</i>	Litro agua	
	+	Fertilización		
	Química	N - Nitrógeno (Urea, 46-0-0)	12 gr x Planta	
	Edáfica	P – Fosforo (DAP, Fosfato Diamonico		
	(Solido)	18-46-0)		
		K – Potasio (KCL, Cloruro de Potasio,		
		0-0-60)		
T2	ACF SR®	<i>Bacillus amyloliquefaciens, subtilis y</i>	6cc x	Foliar
	+	<i>licheniformis. Rhodopseudomonas</i>	Litro agua	Edáfica

	ACF SR Plus® +	<i>palustris, Nitrosomonas europea y Nitrobacter winogradskyi</i>	3.6cc x Litro agua 40 gr x Planta	
	Materia orgánica	Compostada		Edáfica
T3	ACF SR® +	<i>Bacillus amyloliquefaciens, subtilis y licheniformis. Rhodopseudomonas palustris, Nitrosomonas europea y</i>	6cc x Litro agua	Foliar Edáfica
	ACF SR Plus®	<i>Nitrobacter winogradskyi</i>	3.6cc x Litro agua	
T4	Algamins +	Nitrógeno, Magnesio soluble en agua, Silicio, Sodio soluble en agua, carbono orgánico oxidable y una serie de aminoácidos libres.	8,64cc +	Foliar
	Induplant	Fosfito de Potasio, Fosforo Asimilable y potencializado con Acido Salicílico	2,64cc En 8 litros agua	
	ACF SR® +	<i>Bacillus amyloliquefaciens, subtilis y licheniformis. Rhodopseudomonas palustris, Nitrosomonas europea y</i>	6cc x Litro agua	Foliar Edáfica
	ACF SR Plus® +	<i>Nitrobacter winogradskyi</i>	3.6cc x Litro agua	
T5	Fertilización Química Edáfica (Solido) +	N - Nitrógeno (Urea, 46-0-0) P – Fosforo (DAP, Fosfato Diamonico 18-46-0) K – Potasio (KCL, Cloruro de Potasio, 0-0-60)	12 gr x Planta 40gr x Planta	Edáfica
		Compostada		Edáfica

	Materia orgánica			
T6	Testigo	No Aplica	No Aplica	No Aplica

Nota. Asignaciones de formulaciones tecnológicas BluePlanet® y otras fuentes nutricionales por tratamiento y dosis de aplicación por tratamiento.

Observación: Agrosavia propone el uso del coadyuvante Carrier, para obtener una mayor eficacia de las aplicaciones foliares, teniendo en cuenta lo mencionado por Colinagro, (2023) donde por ser un aceite vegetal con propiedades surfactantes, adherentes y penetrantes, ayudara a prevenir la evaporación, foto descomposición, lavado por lluvias, y mejor aún, evita que los ingredientes activos de los insumos agrícolas se pierdan por el manejo de aguas no acordes para su uso, encapsulando las partículas del producto.

Aleatorización de Unidades Experimentales por Tratamientos y Repeticiones

Tabla 8

Diseño de aleatorización de tratamiento y repeticiones por Unidades Experimentales.

# Unidades Experimentales	Tratamientos	Repeticiones	Unidad Experimental Asignada – Ordenada x Tratamiento & Repetición	Unidades Experimentales Aleatorizadas x T&R
1	T1	R1	T1R1	T1R1
2	T2	R1	T2R1	T2R1
3	T3	R1	T3R1	T3R1
4	T4	R1	T4R1	T4R1
5	T5	R1	T5R1	T3R2
6	T1	R2	T1R2	T1R2
7	T2	R2	T2R2	T4R2
8	T3	R2	T3R2	T5R1
9	T4	R2	T4R2	T2R2

10	T5	R2	T5R2	T5R2
11	T1	R3	T1R3	T4R3
12	T2	R3	T2R3	T2R3
13	T3	R3	T3R3	T1R3
14	T4	R3	T4R3	T3R3
15	T5	R3	T5R3	T4R4
16	T1	R4	T1R4	T5R3
17	T2	R4	T2R4	T3R4
18	T3	R4	T3R4	T2R4
19	T4	R4	T4R4	T1R4
20	T5	R4	T5R4	T5R4

Nota. Establecimiento de Unidades Experimentales Aleatorizadas según DCA por tratamientos y repeticiones

Codificación por Color a Cada Tratamiento

Para tener una mayor identificación de los tratamientos y repeticiones en cada unidad experimental sobre el cuadro o croquis donde quedaron distribuidos, se decidió identificar cada tratamiento con un color específico, como se puede observar en la siguiente tabla que describe cada una de las formulaciones, sus dosis de aplicaciones, método de aplicación y las unidades experimentales en que quedó cada tratamiento.

Tabla 9

Distribución de formulaciones por unidades experimentales según cada tratamiento.

TTO	Formulaciones	Dosis	Modo Aplicación	Unidades Experimentales Aleatorizadas x TTO
T1	ACF SR®	6cc x Litro agua	Foliar	1 – 6 – 13 – 19
	ACF SR Plus®	3.6cc x Litro agua	Edáfica	
	Fertilización Química Edáfica (Sólido)	12 gr x Planta	Edáfica	
T2	ACF SR®	6cc x Litro agua	Foliar	2 – 9 – 12 – 18
	ACF SR Plus®	3.6cc x Litro agua	Edáfica	
	Materia orgánica	40 gr x Planta	Edáfica	
T3	ACF SR®	6cc x Litro agua	Foliar	3 – 5 – 14 – 17
	ACF SR Plus®	3.6cc x Litro agua	Edáfica	
T4	Algamins	8,64cc x 8 litros	Foliar	4 – 7 – 11 – 15
	Induplant	2,64cc agua		
T5	ACF SR®	6cc x Litro agua	Foliar	8 – 10 – 16 – 20
	ACF SR Plus®	3.6cc x Litro agua	Edáfica	

	Fertilización Química Edáfica (Sólido)	12 gr x Planta	Edáfica	
	Materia orgánica	40gr x Planta	Edáfica	
T6	Testigo	No Aplica	No Aplica	21 – 22 – 23 – 24

Nota. Codificación por color a cada tratamiento según formulación y dosis de aplicación por UE.

Asignación de Tratamientos, Repeticiones, Unidades Experimentales en Campo

De acuerdo a la codificación de color que se le concesiono a cada tratamiento y la aleatorización correspondiente sobre el número de unidades experimentales en cada parcela definida, Se logra identificar que se cumple con una buena aleatorización, donde no hay un mayor número de dos (2) tratamientos por bloque o línea de tratamientos consecutivos.

Tabla 10

Cuadro de asignación de tratamientos/ repeticiones por unidad experimental.

UE-1	UE-2	UE-3	UE-4	UE-5	UE-21
T1R1	T2R1	T3R1	T4R1	T3R2	Testigo
UE-6	UE-7	UE-8	UE-9	UE-10	UE-22
T1R2	T4R2	T5R1	T2R2	T5R2	Testigo
UE-11	UE-12	UE-13	UE-14	UE-15	UE-23
T4R3	T2R3	T1R3	T3R3	T4R4	Testigo
UE-16	UE-17	UE-18	UE-19	UE-20	UE-24
T5R3	T3R4	T2R4	T1R4	T5R4	Testigo

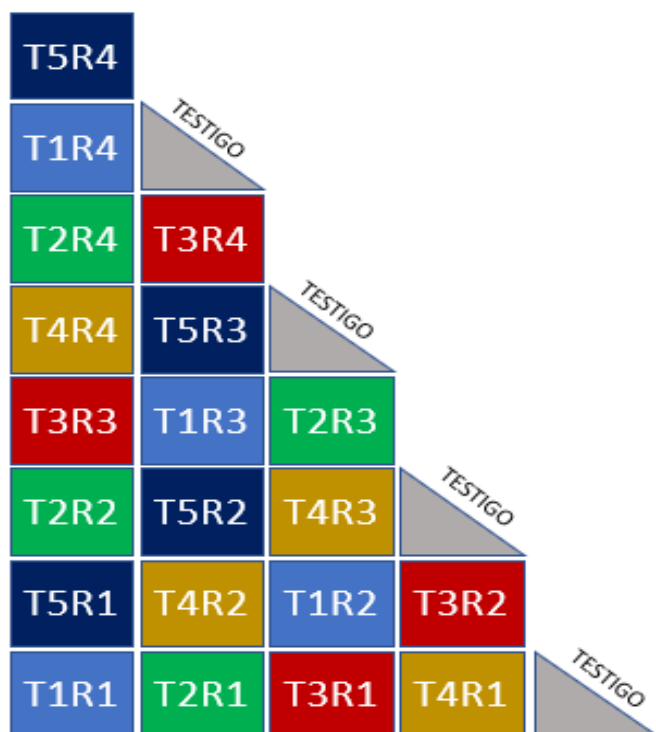
Nota. Clasificación y codificación por color de las unidades experimentales conformadas según tratamiento y número de repeticiones asignadas.

Teniendo en cuenta la forma geográfica que tiene el terreno, y el número de tratamientos, repeticiones y unidades experimentales asignada a cada parcela con el cual se trabajó, se estableció el siguiente croquis de campo

- # *Tratamientos (Incluyendo el testigo)* = 6
- # *Repeticiones* = 4
- # *Unidades Experimentales (Incluyendo el testigo)* = 24

Figura 9

Croquis de campo, según figura geométrica parcela investigativa.



Nota. Asignación unidades experimentales, tratamientos y repeticiones en parcela investigativa, según guía de croquis

Inicio de Labores Culturales en Campo

Trasplante de Plántulas de Quinoa (Chenopodium quinoa Wild) variedad Blanca de Jericó

Se realizó la primera visita de campo el día 8 de mayo del año 2023, donde se identifica el trasplante de las plantas de quinoa, con aproximadamente 21 días ya sembradas en terreno. Don Albeiro, el dueño y encargado de la Parcela Investigativa, nos dio a conocer que la fecha de trasplante se realizó el día 17 de abril del año 2023.

Se logra evidenciar un alto porcentaje de pérdidas de plántulas sobre la parte baja e intermedia del lote, en el cual se recomienda al productor realizar lo más pronto posible una resiembra, y así evitar diferencias significativas que influyan sobre los resultados finales a causa de la baja densidad de plantas por tratamiento y/o unidad experimental.

Figura 10

Registro fotográfico del trasplante de plántulas de quinua.



Nota. Plantas de quinua con aproximadamente 38 días desde la siembra de la semilla.

Evaluaciones Fenológicas y Fitosanitarias Plantas de Quinua (*Chenopodium Quinoa Wild*).

Primer Evaluación Fenología y Fitosanitaria (24 mayo del 2023)

Con la EFF, se busca determinar en qué estado de desarrollo vegetativo se encuentran las estructuras de las plantas de quinua (Tallo, flores, raíces, hojas) de manera específica por cada UE (Unidad Experimental).

Comprendiendo que las fases fenológicas y fisiológicas de las plantas varían de acuerdo a las condiciones agroclimáticas, y propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, se espera también que, con las EFF, al final del proceso de la presente investigación experimental, se

determine las fases fenológicas de la quinua variedad Blanca de Jericó específicamente para la vereda San Fernando del municipio de Silvia del departamento del Cauca.

Tabla 11

Primer evaluación fenológica y fitosanitaria de las plantas de quinua en la parcela investigativa.

Tratamientos y Repeticiones	Números de Hojas Verdaderas	Altura (cm)	Plantas Muertas	Estado Foliar - Fitosanitario
T1R1	4 - 5	24 - 26	3	
T1R2	4	15 - 20	2	
T1R3	4 - 6	25 - 32	1	
T1R4	4	20 - 24	0	
T2R1	4	5 - 20	2	
T2R2	4 - 7	25 - 32	0	
T2R3	3 - 5	25 - 30	2	
T2R4	5 - 7	25 - 30	1	Mildiu entre 2 - 10%.
T3R1	4 - 6	20 - 30	1	Este grado de
T3R2	3 - 5	20 - 25	0	infección hace que las
T3R3	4 - 5	26 - 32	3	plantas aun sean
T3R4	3 - 5	18 - 24	2	resistentes al hongo
T4R1	6 - 8	18 - 24	0	fitopatógeno según
T4R2	4	17 - 22	1	Pérez A, 2020, min
T4R3	5 - 8	18 - 35	1	20:36 - 23:40
T4R4	4 - 6	16 - 20	2	
T5R1	8 - 10	28 - 37	0	
T5R2	5 - 7	27 - 32	1	
T5R3	3 - 6	27 - 29	1	
T5R4	4 - 5	18 - 25	1	
Testigo	4 - 8	5 - 28	6	

Nota. Óptimas condiciones de estado fenológico y fitosanitario en primera evaluación, y alta perdidas plántulas en proceso de trasplante.

Ciclo Fenológico Quinua (Chenopodium Quinua Wild)

Tito & Rios, (2011), nos describe esta práctica como una rama de la agro climatología. Siendo la agro climatología la ciencia que estudia las condiciones meteorológicas, climáticas e hidrológicas y su interrelación en los procesos de producción agrícola, con el objetivo de generar las mayores condiciones en productividad, y satisfacer la demanda alimenticia mundial. Teniendo en cuenta que estos factores (meteorológicos, climáticos e hidrológicos) se vuelven un limitante para una producción sostenible y rentable, según (Armas, 1981).

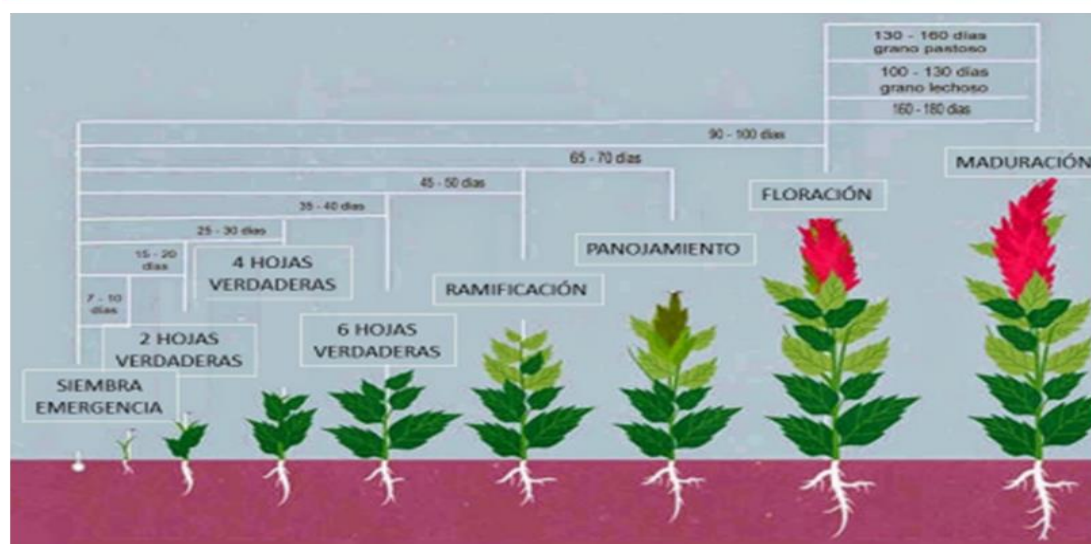
Entonces entendemos que la Fenología Vegetal, es el estudio de las plantas, en la observación de su desarrollo vegetativo durante cada una de sus fases o etapas, en el crecimiento de sus órganos o estructuras, sobre los componentes ambientales (Por ejemplo; como temperatura máxima, mínima y media, la precipitación, la humedad relativa y el brillo solar, vientos, factores bióticos, infiltración, etc.) que se presenten en el entorno o ambiente donde se esté cultivando. Con la observación, que el desarrollo vegetativo en cada una de las etapas fenológicas de las plantas, pueden variar parcial o sustancialmente si estos factores ambientales cambian, según (Garcia, 2018)

De acuerdo a ello Pinto, (2012) en su investigación, nos da a conocer los estados fenológicos del cultivo de la quinua (*Chenopodium Quinua Wild*), detallando por cuantos número de estados y fases fenológicas pasa la planta, además de la duración y descripción de cada ciclo.

Figura 11

Ciclo fenológico plantas de quinua.

Nº	Estado fenológico	Período (días después de siembra)	Descripción del estado	Comentarios
1	Emergencia	5-10	La plántula emerge del suelo, hojas cotiledonarias extendidas.	La quinua es una planta epigea.
2	Crecimiento vegetativo	11-21	2.1. Aparición de dos hojas verdaderas.	Período de rápido crecimiento radicular. Formación de brotes axilares. Plantas autótrofas. Plantas autótrofas.
		22-30	2.2. Aparición del 1º par de hojas verdaderas, senescencia de las hojas cotiledonarias.	
		31-45	2.3. Aparición del 3º par de hojas verdaderas.	
3	Ramificación	45-50	Ramificación lateral profusa, las hojas cotiledonarias mueren y caen.	Inflorescencia inmadura no visible, protegida por hojas.
4	Crecimiento reproductivo	55 y 60	4.1. Inicio de la espiga, primer par de hojas verdaderas de color amarillento.	Fuerte alargamiento y engrosamiento del tallo. En este estado existe emergencia de inflorescencias desde el ápice, las cuales están rodeadas de pequeñas hojas que cubren tres cuartos de la espiga. La inflorescencia del ápice principal se destaca claramente por encima de las hojas, notándose los racimos que se forman, individualmente observados en los racimos de yemas florales de forma individualizada. Las flores hermafroditas muestran sus estambres. 50% de flores abiertas en la inflorescencia principal.
		65-70	4.2. Espiga evidente entre hojas pequeñas del ápice de la planta.	
		75-80	4.3. Inicio de floración.	
		90-100	4.4. Plena flor.	
5	Llenado de grano y madurez	100 - 130	5.1. Grano lechoso.	Los granos al apretarlos exudan un líquido lechoso. Los granos presentan una consistencia plástica. Granos con humedad entre 14 y 16%, granos resistentes a la presión de las uñas.
		130-160	5.2. Grano pastoso.	
		160-180	5.3. Madurez fisiológica.	



Nota. Desde la primera fase fenológica hasta la última, transcurren aproximadamente 180, según la variedad y condiciones climáticas y de suelo. *Fuente.* Pinto, 2012; Leiva et al, 2018, imagen modificada. Morales, 2024

En relación a lo mencionado, sobre lo que nos da a conocer Pinto, (2012) en los estados fenológicos del cultivo de la quinua, al finalizar la presente investigación, como resultado, encontraremos un cuadro comparativo, que nos ayudara a determinar cuáles son los cambios

sobre el tiempo transcurrido en cada uno de los estados o fases fenológicas, de acuerdo a los factores bióticos y abióticos que se presentan en el municipio de Silvia del departamento del Cauca, Colombia.

Aplicación de Formulaciones Tecnológicas BluePlanet® y Otros Tratamientos por Unidad Experimental

BluePlanet®, propuso el siguiente Plan de Aplicaciones de cada una de las Formulaciones Tecnológicas y demás productos, teniendo en cuenta la distribución de todos los tratamientos sobre las unidades experimentales establecidas en el DCA, de acuerdo a lo mencionado por Pinto, (2012), sobre la descripción de las fases fenológicas de la quinua (*Chenopodium Quinoa Wild*)

Figura 12

Plan de aplicaciones de Bioestimulantes.

APLICACIÓN	1	2	3	4	5	6
FECHA						
FASE	Pre-siembra	Siembra	Emergencia	6 Hojas Verdaderas	Panojamiento	Grano lechoso
DÍA <small>Días antes de la siembra – das Días después de la siembra – dds</small>	-12 das	0	9 dds	36 dds	69 dds	120 dds
ETAPA FENOLOGICA		V0	V1	V4	V6	R2
FORMULACIÓN	SR Plus	SR Plus	SR	SR	SR Plus	SR
DOSIS (L/ha)	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
TIPO APLICACIÓN	Aspersión general al suelo, en la preparación del suelo.	Inyección en banda, sobre los surcos de siembra.	Aspersión foliar de abajo hacia arriba, a punto de rocío.	Aspersión foliar de abajo hacia arriba, a punto de rocío.	Inyección en banda, sobre los surcos de siembra.	Aspersión foliar de abajo hacia arriba, a punto de rocío.

Nota. Modo y dosis de aplicaciones de las formulaciones tecnológicas, según fase fenológica de las plantas de quinua. *Fuente.* Molano, 2023.

Primer Aplicación (24 de mayo 2023)

Según el plan de aplicaciones propuesto por BluePlanet® y Agrosavia, teniendo en cuenta las etapas fenológicas de las plantas, y la concordancia de las mismas en terreno de acuerdo a las condiciones agroclimáticas y de suelo que tiene la zona en específico, la primera aplicación se realizó a los 36 días, donde aproximadamente las plantas ya tenían entre 6 y 9 hojas verdaderas.

De acuerdo, que en el desarrollo de las fases fenológicas iniciales no se realizaron las aplicaciones correspondientes, en esta primera aplicación se utilizaron los productos SR® y SR Plus® + BioN®.

La primera aplicación se realizó el día 24 de mayo, donde las condiciones climáticas por lluvias, no permitieron finalizar por completo la aplicación. El cual quedo como pendiente la aplicación edáfica de la formulación SR Plus® en los tratamientos correspondientes; 1, 2, 3, 5, 8 y 10.

Teniendo en cuenta el posible nivel freático por la fuerte lluvia la textura y estructura que tiene el suelo, se sugiere que, para los próximos días, realizar la repetición de las aplicaciones para evitar que por lavado del sistema foliar y/o por escorrentía se pierda o reduzca sustancialmente la efectividad de los productos sobre las plantas y suelo.

Segunda Evaluación Fenología y Fitosanitaria (18 julio del 2023)

Tabla 12

Evaluación fenológica y fitosanitaria al DCA.

Resultados Evaluación Fenológica y Fitosanitaria Plantas Quinoa (<i>Chenopodium Quinoa Wild</i>) Variedad Blanca Jericó	
Tratamiento 1	
•	R1: Buen desarrollo vegetativo sobre el 90% de las plantas, alta presencia de trips y ácaros sobre las plantas de menor tamaño.
•	R2: Buen desarrollo vegetativo, baja porcentaje de encrespamiento en el follaje y presencia de trips y descoloramiento en el follaje a causa del hongo Mildiu, la afectación se da principalmente sobre el follaje más tierno ubicado en la parte apical e intermedia de las plantas.
•	R3: Un mayor desarrollo vegetativo que la anterior unidad experimental, no se evidencia encrespamiento ni presencia de trips en la parte apical, pero si en la parte baja de la planta, y con un bajo porcentaje de clorosis en el follaje. Se identifican insectos alimentándose del polen de las plantas.
•	R4: Se observa un mayor encrespamiento de las hojas jóvenes y con presencia de trips, aunque con un menor porcentaje de clorosis en el follaje.
Tratamiento 2	
•	R1: Buen desarrollo vegetativo, y un alto porcentaje de encrespamiento en el follaje con presencia de trips en la parte apical e intermedia de la planta, bajo descoloramiento en el follaje.
•	R2: Buen desarrollo vegetativo, baja porcentaje de encrespamiento en el follaje, presencia de trips y un menor porcentaje de descoloramiento en el follaje a causa del hongo Mildiu, la afectación se da principalmente sobre el follaje más tierno ubicado en la parte apical e intermedia.
•	R3: Presencia de 3 plantas muertas, en algunas plantas menor turgencia o mayor fragilidad en el tallo, las otras condiciones igual que las unidades experimentales 1 y 2 del presente tratamiento.
•	R4: Menor color verde o presencia de clorofila en la lámina foliar (verde pálido), mayor porcentaje de clorosis en el follaje donde hay afectación de Mildiu, y alto índice de

encrespamiento en la parte apical y baja de las plantas, menor tamaño del botón floral y menor presencia de follaje y ramificación de la parte baja de la planta, aunque con buena altura.

Tratamiento 3 y 4

- R1: Buen desarrollo vegetativo, aunque con un alto porcentaje de encrespamiento del follaje sobre la zona apical y presencia de trips, y baja presencia de clorosis en el follaje.
 - R2: Igualmente que la anterior unidad experimental.
 - R3: Mejor estado fitosanitario y desarrollo vegetativo que las anteriores unidades experimentales. Aunque con una baja presencia de clorosis en el follaje a causa del hongo fitopatógeno Mildiu.
 - R4: Disminución de la clorosis referente a la anterior UE, muy buen desarrollo vegetativo y bajo porcentaje de ramificación en la parte baja de las plantas, este mismo caso se da en las anteriores unidades experimentales del presente tratamiento.
-

Tratamiento 5

- R1: Se presentan algunas plantas con muy bajo desarrollo vegetativo y aumento del porcentaje de clorosis y presencia de encrespamiento en el follaje y presencia de trips que en los próximas UE.
 - R2: Se observa un bajo desarrollo vegetativo en elongación en algunas plantas, aunque con una buena estructura y ramificación, se encuentra en buenas condiciones fitosanitarias, con bajo porcentaje de clorosis en el follaje.
 - R3: Se presenta un mayor desarrollo y estado fitosanitario que la anterior unidad experimental, con una altura promedio de 1.20mts
 - R4: Se observa un bajo descoloramiento en el follaje con apariencia amarillenta especialmente en la parte baja de la planta, donde fácilmente el follaje afectado se desprende al tocarlo, esta afectación no superar más del 10% de las plantas individualmente, también se identifica el encrespamiento de algunas hojas principalmente sobre la zona apical.
-

Testigo

- Menor desarrollo vegetativo, aunque algunas plantas presentan una buena elongación del tallo, mayor porcentaje de clorosis en el follaje, encrespamiento y presencia de trips. Y bajo porcentaje de ramificación y follaje.
 - Los tratamientos 4, 7, 8, 9, 10 y 11, presentan similitud en desarrollo vegetativo y estado fitosanitario referente al tratamiento 2.
-

- Se identifica de manera general en todas las plantas el inicio de la madurez de los botones florales, sobre los cuales en algunas plantas de las unidades experimentales de los tratamientos 5 y 3 ya están en apertura floral.

Nota. Aumento en la ploriferacion del hongo Mildiu y ataque de trips en el sistema foliar.

Figura 13

Registro fotográfico del estado fitosanitario plantas de quinua.



Nota. Daños causados en el follaje a causa del hongo Mildiu e insectos Trips.

Segunda Aplicación (18 julio 2023)

Aplicación realizada el día 18 de julio del 2023 de acuerdo a la fase fenológica que muestran las plantas actualmente (prefloración y floración) sobre los tratamientos a aplicar se realiza la modificación en la aplicación del tratamiento 2, con la aplicación del Algamins e Induplant de manera foliar. Por los demás tratamientos en cada una de las unidades experimentales quedan de la misma manera planteada en los cuadros I y II.

Observación: Se debe tener en cuenta que los fuertes vientos que se generan en la zona, donde según (Weather Spark, 2023) la velocidad de los vientos en el mes de julio en el municipio de

Silvia oscila entre 10.6 y 20 kilómetros por hora aproximadamente. De acuerdo a ello, se debe tener en cuenta que, en las aplicaciones foliares, la impregnación de los productos sobre el área foliar de las plantas se reducirá, y por ende la efectividad que se espera. Aunque una de las medidas propuestas por Agrosavia para reducir esta problemática es el uso del aceite emulsionante Carrier, el cual actúa como surfactante, adherente y penetrante; evitando y controlando la evaporación, el lavado y reduciendo pérdidas ocasionadas por foto descomposición y otros derivados naturales (Agroactivo, 2023), eso sí, sin alterar la composición natural de los agroquímicos/agro biológicos.

Figura 14

Registro fotográfico de la aplicación de formulaciones establecidas en el DCA.



Nota. Aplicaciones realizadas de manera foliar, con el empleo de todos los elementos de protección y equipos solo para la aplicación de productos biológicos.

Tercer Evaluación Fenológica y Fitosanitaria (27 Julio 2023)

En esta evaluación se emplea el equipo fluometro el cual nos ayudara a identificar el porcentaje de luz, clorofila, carga electrica y grosor de la lamina foliar que tiene las plantas de manera aproximada cada una de las unidades experimentales por tratamiento.

Figura 15

Registro fotográfico de la evaluación flurometrica al follaje de las plantas quinua.



Nota. Identificación del porcentaje de luz, clorofila, carga eléctrica y grosor de la lámina foliar, práctica realizada por la ingeniera Carolina Acevedo Agrosavia.

De acuerdo al desarrollo vegetativo que se observa en las plantas, se identifica el inicio de la floración en las unidades experimentales de los tratamientos: T1R3, T3R3, T1R4, T5R2, T5R3 y T5R4. Los otros tratamientos se encuentran en botón florar.

Figura 16

Registro fotográfico de un aumento encrespamiento del follaje, especialmente el apical.

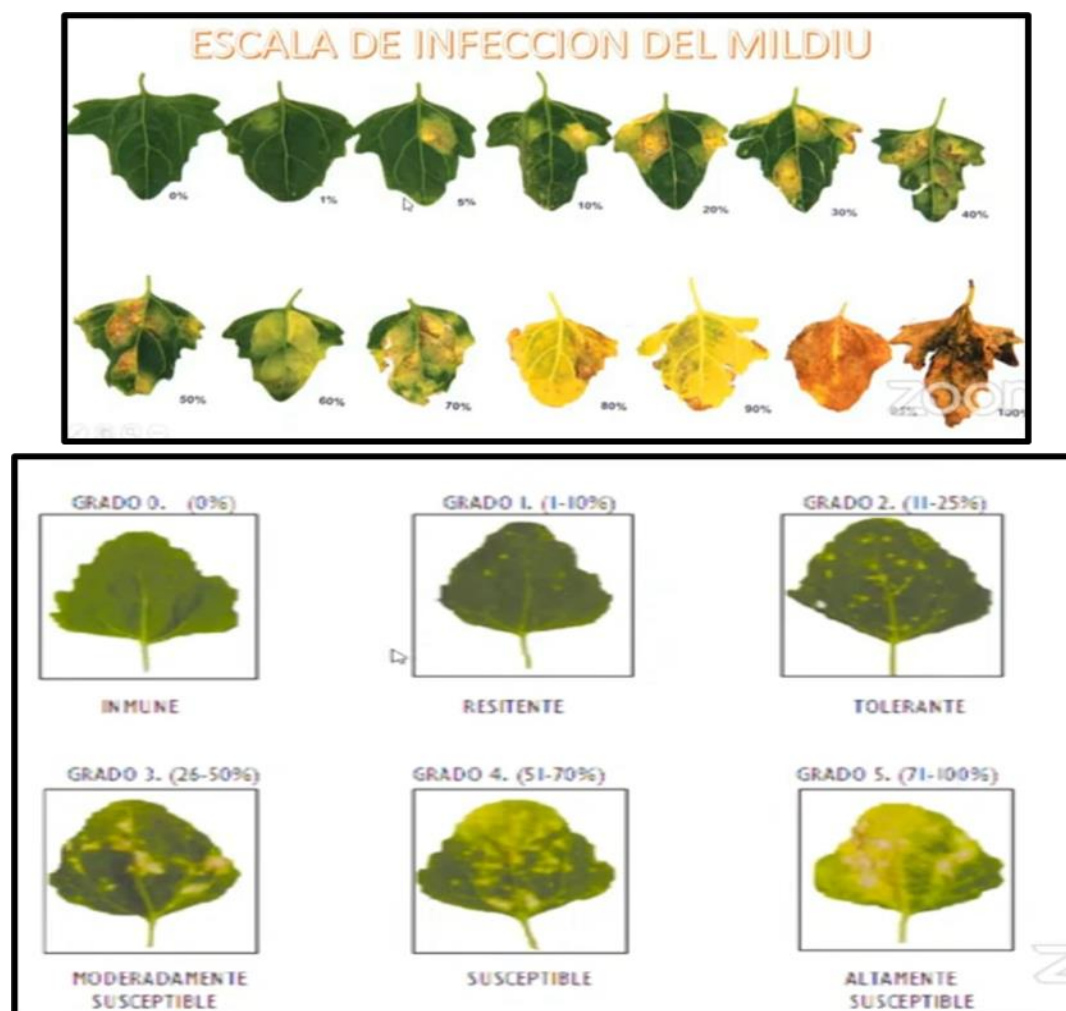


Nota. Resistencia de las plantas de quinua al estado fitosanitario por presencia del hongo Mildiu (*Peronospora variabilis*).

Referente al diagnóstico de la segunda evaluación fenológica y fitosanitaria se identifica de manera general en cada una de las UE de los tratamientos que en esta tercera evaluación hay un mayor porcentaje de clorosis del sistema foliar a causa del hongo Mildiu (*Peronospora variabilis*), de igual manera un aumento en el encrespamiento del follaje joven que se encuentra en la zona apical e intermedia de la planta y por ende un aumento de incidencia de áfidos y trips.

Figura 17

*Escala de infección del hongo Mildiu (*Peronospora variabilis*).*



Nota. Clasificación de porcentaje de tolerancia o susceptibilidad de las plantas de quinua con el hongo Mildiu (*Peronospora variabilis*). *Fuente.* Agraria, 2020

Según lo mencionado por (Agraria, 2020) se puede concluir que la escala de infección del hongo fitopatógeno Mildiu sobre las plantas en cada uno de los tratamientos hasta la fecha está en un porcentaje que inicia desde el 5 hasta el 20 o 30%, donde mayoritariamente el porcentaje más alto se acentúa sobre la parte media baja y baja de las plantas. En el cual las plantas más jóvenes pueden estar generando un tipo de resistencia y tolerancia al hongo, o sencillamente

apenas está iniciando la infección, y las plantas más maduras o viejas son moderadamente susceptibles, susceptibles y altamente susceptibles.

Figura 18

Registro fotográfico de un mayor porcentaje de infección del hongo Mildiu (*Peronospora variabilis*) al DCA.



Nota. Grado de susceptibilidad y resistencia de las plantas de quinua según su estado vegetativo a la infección del hongo Mildiu (*Peronospora variabilis*).

En las UE de los tratamientos T5R4, T1R4, T3R4 y T1R1 se encuentra un volcamiento de algunas plantas a causa del peso que tiene estas, por tener un mayor desarrollo vegetativo en

ramificación, botones florales y floración, de acuerdo a ello, se deja la recomendación de realizar un aporque para que ayude a las plantas a sostenerse mejor en el suelo.

Figura 19

Registro fotográfico de plantas afectadas por volcamiento.



Nota. Volcamiento causado la elongación de las plantas, peso de la parte aérea y falta de la practica cultural de aporque.

De manera general en la evaluación fenológica, se determina que en las unidades experimentales donde se aplicaron los tratamientos SR®, SR Plus® y la fertilización química y orgánica hay un mayor desarrollo y grosor de las panojas, a diferencia donde se emplearon los tratamiento químicos y orgánicos por si solos; se espera que después de la cosecha, donde se evalué el rendimiento productivo y calidad del grano, sobre cada tratamiento y unidad experimental, esta percepción se ratifique.

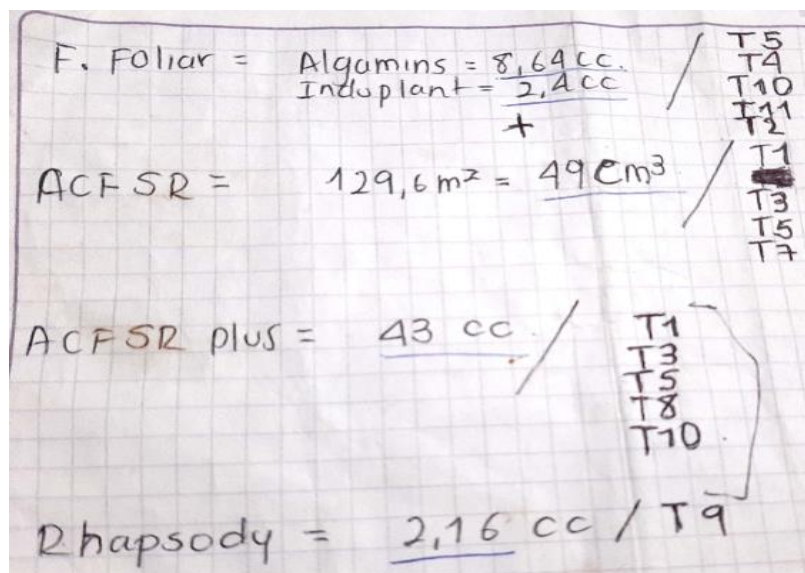
Tercer Aplicación de Refuerzo

De acuerdo a lo mencionado en la primera aplicación sobre la fuerte lluvia que se generó durante la aplicación, y las posibles consecuencias que este generaría sobre los productos aplicados (Lavado porcentual del producto en follaje y el suelo por escorrentía), se realiza una tercera aplicación como refuerzo sobre cada uno de los tratamientos (1 hasta 11) y sus correspondientes unidades experimentales.

Según lo planteado en los cuadros I y II se realiza el cambio de fertilización química edáfica por fertilización química foliar con los agroquímicos Algamins e Induplant con una dosis de 8,64cc y 2,4cc en 7 litros de agua.

Figura 20

Descripción de tercera aplicación de tratamientos de refuerzo.



Nota. Aplicación realizada, como refuerzo a la según aplicación. *Fuente.* Acevedo, 2023.

Cuarta Evaluación Fenológica y Fitosanitaria (28 septiembre 2023)

Según CISNEROS et al (2018) en la etapa fenológica de madurez de las plantas de quinua, sin variar mucho en cada eco-tipos, presentan una serie de características que diferencian

notoriamente esta fase; sobre el cual en la presente evaluación, para la variedad Blanca de Jericó las plantas presentan una total defoliación y amarillamiento color ocre/mostaza que inicia con una tonalidad clara y se va oscureciendo más, entre más pérdida de humedad haya o entre más pastoso este el grano, y esto se logró evidenciar al hacer la prueba de ña.

De acuerdo a lo mencionado, se logra determinar que las plantas que presentan follaje, es porque aún tiene entre un 40, 50 y 60% de grano lechoso, las panojas aún tienen un color verde oscuro y claro.

Figura 21

Registro fotográfico de madurez fisiológica plantas quinua.



Nota. Evaluación del porcentaje de madurez fisiológica, para determinar madurez de cosecha.

Evaluación de Madurez Fisiológica Cultivo de Quinoa - *Chenopodium Quinoa Wild*, en el Municipio de Silvia, Cauca. Sept 28, 2023

Tabla 13*Porcentaje de madurez fisiológica del DCA por UE.*

Estado o color fisiológico Panojas Planta Quinua.	Surco 1 (Numero de plantas)		Surco 2 (Numero de plantas)		Surco 3 (Numero de plantas)		% Madurez Fisiológica x UE
	Mostaza	Verde	Mostaza	Verde	Mostaza	Verde	
UE 1	16	0	8	5	6	2	81,08%
UE 2	9	2	9	0	1	2	82,61%
UE 3	10	2	9	2	7	0	86,67%
UE 4	12	3	12	3	14	3	80,85%
UE 5	7	2	7	0	6	2	83,33%
UE 6	7	1	2	8	8	1	62,96%
UE 7	6	3	11	1	11	2	82,35%
UE 8	13	2	12	1	4	1	87,88%
UE 9	12	1	15	1	9	0	94,74%
UE 10	7	0	13	1	14	0	97,14%
UE 11	4	2	4	1	10	1	81,82%
UE 12	7	2	13	1	6	3	81,25%
UE 13	6	0	11	1	5	2	88,00%
UE 14	6	2	12	0	11	0	93,55%
UE 15	3	3	8	1	10	1	80,77%
UE 16	14	1	16	2	22	0	94,55%
UE 17	11	1	14	2	13	2	88,37%
UE 18	13	1	16	1	21	0	96,15%
UE 19	12	3	10	2	12	2	82,93%
UE 20	13	3	19	1	10	2	87,50%
T, UE 21	9	1	14	4	7	1	83,33%
T, UE 22	11	4	5	1	1	4	65,38%
T, UE 23	16	4	10	5	0	5	65,00%

T, UE 24	19	0	16	2	0	8	77,78%
Promedio Porcentual Total Madurez Fisiológica Sin Testigo							85,72%
Promedio Porcentual Total Madurez Fisiológica con Testigo							83,58%
Promedio Porcentual Total Madurez Fisiológica Testigo							72,87%

Nota. El cálculo de % madures fisiológica, se da en dividir el número de plantas color mostaza con el total de plantas de la misma UE.

De acuerdo al promedio porcentual total de madurez fisiológica que tiene el lote experimental de quinua de 85,72% donde se están evaluando los tratamientos de BluePlanet®, fertilización química, abonamiento orgánico y otros productos biológicos, se puede identificar que mayoritariamente en cada una de las unidades experimentales oscila entre el 80 y 83% de madurez, entonces, se determina que aproximadamente entre 6 – 7 días las plantas/frutos alcanzaran el 100% de madurez fisiológica y se realizara la cosecha respectiva.

Figura 22

Registro fotográfico de parcela investigativa con alto porcentaje madurez fisiológica.

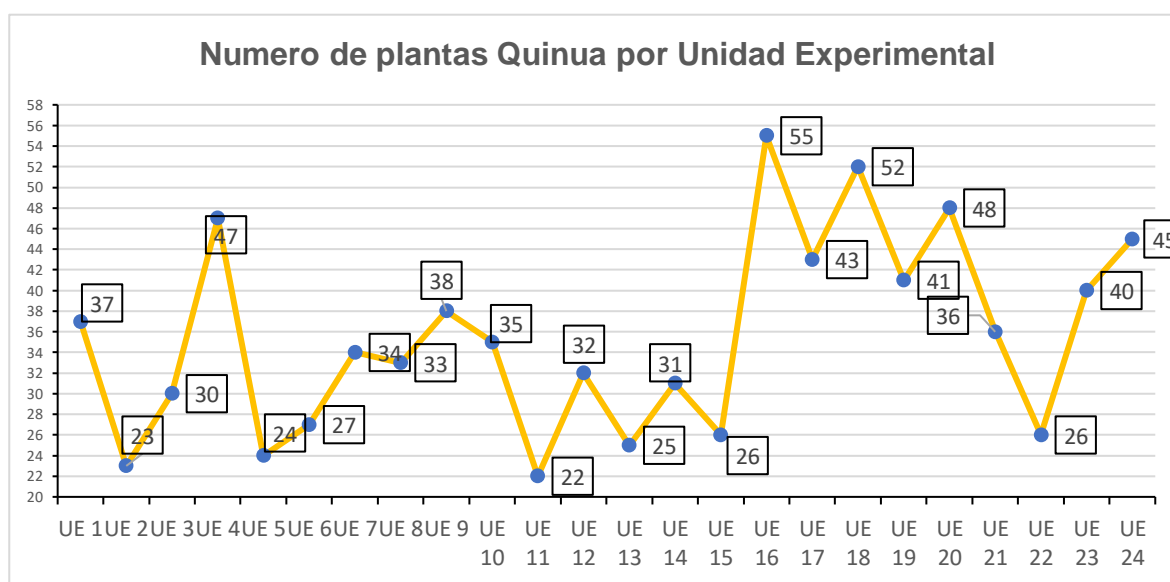


Nota. Presencia de un 14% aproximadamente de plantas verdes, como resultado atípico al porcentaje promedio de madurez fisiológica

Se puede observar en la tabla de evaluación de madurez fisiológica, que el porcentaje de madurez fisiológica de las plantas en las unidades experimentales testigos (73,30%) hay una diferencia significativa de madurez fisiológica referente a las otras plantas que llevaron la aplicación de tratamientos (85,72%), especialmente las formulaciones tecnológicas BluePlanet®. A diferencia de la UE 21 Testigo, que tiene un 83% de madurez fisiológica, se puede deducir, que, debido a que esta UE y la UE 20 son las más cortas y cercanas. Además, que la UE 20, lleva la aplicación de tratamientos más completa (ACF SR®, ACF SR Plus®, fertilización química edáfica y materia orgánica)

Figura 23

Grafica número de plantas por UE.



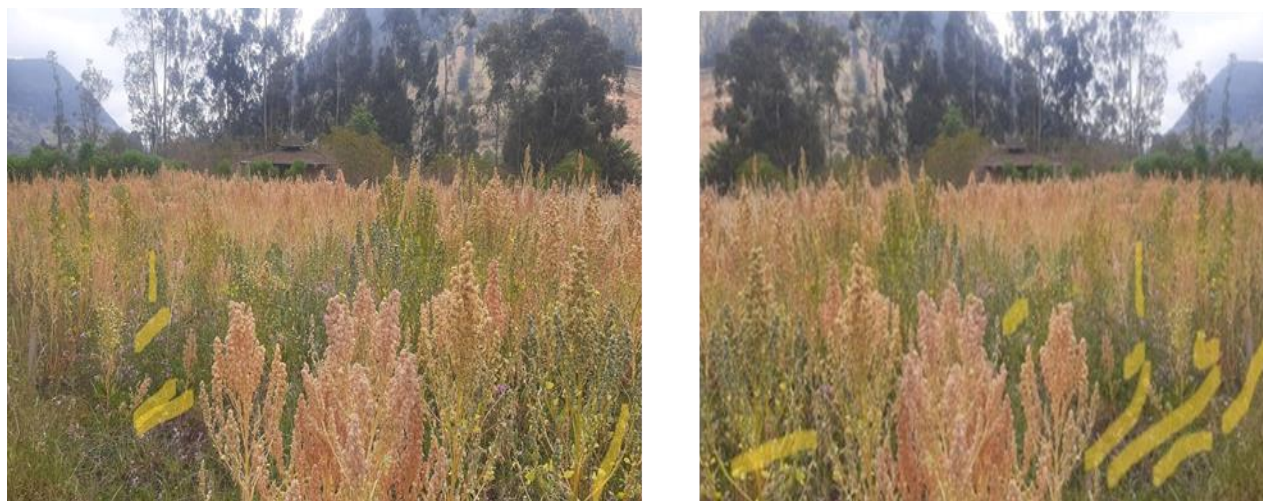
Nota. En esta grafica determina que el número de plantas por UE no es homogéneo, el cual es altamente influyente en el rendimiento productivo por UE.

Según la representación gráfica del número de plantas de quinua por unidad experimental, podemos identificar que hay diferencias determinantes entre el número de plantas por UE, sobre el cual 8 UE (2,6,7,11,13,15 y 22) tienen un rango entre 20 a 28 plantas y 9 UE

(1,3,7,8,9,10,12,14 y 21) se encuentran un rango entre 30 a 38 plantas, y en un número más representativo de plantas desde 40 hasta 56 en 8 UE (4,5,16,17,18,19,20,23,24 y 25). Teniendo en cuenta las anteriores evaluaciones fenológicas, no se identificaron pérdidas de plantas por problemas fitosanitarios de plagas y enfermedades, y no hubo pérdidas por daños de terceros (perros, ganado y/o personas), se puede concluir que esta desuniformidad de número de plantas por UE se da al inicio de la siembra/trasplante, donde efectivamente, se hace la recomendación al dueño del terreno (Don Albeiro) realizar una resiembra, pero esta no se tuvo en cuenta totalmente, ya que no se contaban con el suficiente número de plántulas.

Figura 24

Registro fotográfico de la desuniformidad poblacional de plantas de quinua en parcela investigativa.



Nota. Se observa en el registro fotográfico los vacíos que quedaron sin población de plantas de quinua, debido a las pérdidas en el trasplante, aclimatación y falta de resiembra.

Por consiguiente, calcular la producción sobre el número total de plantas por unidad experimental según tratamiento realizado, no es recomendable, donde se sugiere para este DCA realizar el cálculo sobre el número de plantas a recolectar y sobre el cual se determine otros

valores (peso inicial, porcentaje pérdida humedad, peso raíz, peso tallo y tamaño planta), donde se evalúen los efectos positivos de los tratamientos sobre las plantas vs otras investigaciones.

Estado Fitosanitario

Cabe resaltar que, en este ciclo fenológico de la planta, la presencia de enfermedades, ya sean causados por hongos o bacterias fitopatógenas han decaído en un muy alto porcentaje, o sencillamente a simple vista ya no se observan sus daños y efectos principales y secundarios característicos.

¿Qué otros factores ayudan a que la planta llegue a este estado fitosanitario, como se dio en la presente investigación? Primero realizar evaluaciones fitosanitarias durante todo el ciclo vegetativo y productivo de las plantas. Segundo, determinar el tipo de plagas y enfermedades latentes. Tercero, realizar posteriormente un control casi de manera inmediata, con las aplicaciones correspondientes, donde previamente ya se hayan establecidos los insumos agrícolas, en ayudan con otros estudios y soportes técnicos. Para este estudio DCA, se definió como control fitosanitario el BioF, que actúa, *suprimiendo y controlando un amplio espectro de microorganismos en exceso poblacional que causan afectaciones fitosanitarias a las plantas, mediante diferentes mecanismos de regulación natural como antagonismo, exclusión competitiva e inhibición generadas por tres Bacillus (Bacillus amyloliquefaciens, licheniformis y Bacillus subtilis)*. Como otras actividades subyacentes, está en realizar un estudio del historial agropecuario del suelo, y con ello los problemas fitopatógenos y la incidencia con que se presentaron.

Cosecha Parcela Investigativa (5 octubre 2023)

Figura 25

Registro fotográfico del inicio de labores culturales de cosecha.



Nota. Cosecha de parcela investigativa por unidad experimental que alcanzo su madurez de cosecha, con el uso de haz de la herramienta hoz.

Dentro del proceso de la cosecha, Meyhuay, (2000) nos da a conocer que esta práctica se debe realizar muy sigilosamente, teniendo en cuenta varios parámetros, que sí, no son respetados o realizados como corresponde las pérdidas porcentuales del grano de quinua pueden ser altas, afectando su calidad y la rentabilidad. Estas pérdidas pueden variar del 1% hasta el 40% de pérdidas en la productividad según la actividad. De acuerdo a ello, la cosecha tiene 5 labores o prácticas culturales principales, según Meyhuay, (2000), tales como:

- Siega o corte
- Emparve o formación de arcos
- Trilla o separación de granos
- Venteo y limpieza
- Secado del grano

Las actividades de cosecha y postcosecha, como ●Siega o corte, ●Emparve o formación de arcos y Trilla tienen aproximadamente una merma o pérdida del grano entre 5% y 10%, sobre la misma actividad de la trilla en la limpieza y venteo el porcentaje de pérdida del grano aumenta entre un 13% y 15% más.

Dentro de las actividades donde se presentan los mayores porcentajes de mermas, en este caso de pérdidas por plagas, son las causadas por las aves, en la época de grano lechoso y grano seco, con pérdidas de grano entre un 30 y 40%. Sobre el cual, en este estudio no se evidenciaron pérdidas por ese concepto.

Cabe resaltar, que en la agronomía entendemos una plaga, como un grupo de insectos, aves, ácaros, trips, pulgones, etc. Cuando su población es numerosa y los daños ocasionados por estos, afectan mediana y altamente la productividad, calidad del fruto y rentabilidad del cultivo.

Dentro de las labores de cosecha realizada en la presente investigación, y las practicas anteriormente mencionadas por Meyhuay, 2000; y Pando & Castellanos, 2016, se sugiere tener en cuenta las labores secundarias como ● Determinación del porcentaje de madurez fisiológica y de cosecha de las plantas y ● Previamente realizar la organización de logística y sitio donde serán almacenadas las plantas arrancadas o cortadas para secado del grano.

Determinación del Ciclo Fenológico de la Quinoa (*Chenopodium Quinoa Wild*) Variedad Blanca de Jericó

Sobre que cada ciclo fenológico del DCA se toma registro de los días transcurridos entre fase y fase, donde en la primera etapa de desarrollo vegetativo, está compuesto por 5 fases, con un aproximado de 68 días y en la etapa reproductiva pasaron 139 días (Ver tabla 14), esto quiere decir que, de acuerdo a las condiciones ambientales, climáticas, de suelo y de manejo

agronómico, las plantas de quinua de variedad Blanca de Jericó, tiene una duración en su ciclo fenológico de 207 días aproximadamente.

Registro Fenológico Cultivo de Quinua - *Chenopodium Quinua* Wild, variedad Blanca de Jericó en el Municipio de Silvia.

Tabla 14

Etapas y fases fenológicas de la quinua, según condiciones ambientales municipio Silvia Cauca.

Ciclo Fenológico Cultivo de Quinua - <i>Chenopodium Quinua</i> Wild, variedad Blanca de Jericó en el Municipio de Silvia, Cauca. Octubre 2023			
Etapas Fenológicas	Fases Fenológicas	Fechas Transcurridas Entre Fase y Fase según Etapa Fenológica	Tiempo Transcurrido
	Siembra Semilla	lunes, 13 de febrero de 2023	0
	EV 0= Germinación Semilla	2-3 días después siembra semilla	3
	EV 1= Emergencia	4-5 días después siembra semilla	3
	EV 2= Aparición Primer Hojas verdadera	10 días después emergencia semilla	10
Etapa Vegetativa	EV 3= Aparición Dos Hojas verdadera	15 días después emergencia semilla	15
	Siembra Plántulas en Terreno	lunes, 17 de abril de 2023	
	EV 4= Aparición Tres Hojas verdadera	lunes, 8 de mayo de 2023	21
	EV 5= Aparición de ≥ 4 Hojas Verdaderas e Inflorescencia	miércoles, 24 de mayo de 2023	16
Días transcurridos en el ciclo vegetativo.			68
Etapas Fenológicas	Fases Fenológicas	Fechas Transcurridas Entre Fase y Fase según Etapa Fenológica	Tiempo Transcurrido
	ER 0= Inicio Formación Panoja	domingo, 18 de junio de 2023	25
Etapa Reproductiva	ER 1= Formación Panoja	jueves, 29 de junio de 2023	10
	ER 2= Inicio Floración	martes, 18 de julio de 2023	20
	ER 3= Desarrollo Floración	jueves, 27 de julio de 2023	9

ER 4= Presencia Grano Lechoso	Entre 15 - 20 días después de la panoja miento	20
ER 5= Presencia Grano Pastoso	Entre 15 - 20 días después del Grano Lechoso	20
ER 6= Madurez Fisiológica	jueves, 28 de septiembre de 2023	22
ER 7= Madurez Cosecha y Cosecha	jueves, 5 de octubre de 2023	13
Días transcurridos en el ciclo reproductivo.		139
Duración del ciclo vegetativo y productivo de la Quinoa en el municipio de Silvia		207

Nota. Importancia en la identificación del tiempo transcurrido entre etapa y fase fenológica, para la correcta aplicación de manejos agronómicos, en beneficio de un mayor rendimiento productivo.

Cosecha

Para la cosecha de la parcela con los fines investigativos, se sustrajeron 2 plantas por unidad experimental, identificando la planta número 1 y 2 con un rotulo que describía a que unidad experimental pertenecía y a que numero correspondía (1 o 2).

Se definido como criterio para la selección de las dos (2) plantas por UE, aquellas que estuvieran más hacia el centro y en el surco del medio (teniendo en cuenta que cada UE se componía de tres (3) surcos), y que no presentaran índices de preservación alta de humedad, teniendo en cuenta lo mencionado por (Pando & Castellanos, 2016) donde los granos deben tener aproximadamente entre un 14 y 20% de humedad para madurez fisiológica y madurez cosecha, identificando que el grano sea rayable con la uña y que sea frágil bajo la presión de los dientes.

Las plantas que fueron arrancadas del suelo, procurando la mayor conservación del sistema radicular, donde primero con un palín a 15 o 20 cm del tallo se introducía esté con el fin de remover el suelo y poder retirar la planta fácilmente, evitando también, movimientos bruscos,

que ocasionaran el desprendimiento de los granos de quinua, además de llevar las plantas con sumo cuidado, evitando también el desprendimiento y daño del grano.

Dentro del desarrollo del proceso de cosecha, se conformaron dos grupos de trabajo. El primero compuesto por la Ingeniera Carolina de Agrosavia y dos jóvenes asignados por don Albeiro el propietario del terreno, fueron los encargados de seleccionar, extraer las plantas del suelo, roturarlas debidamente y transportarlas hasta el sitio donde se realizar la evaluación.

Figura 26

Registro fotográfico de cosecha de plantas muestras para evaluación.



Nota. Arranque de dos plantas de quinua por unidad experimental de manera cuidadosa, conservando el mayor número posible de raíces.

Figura 27

Registro fotográfico en la rotulación de plantas muestras y limpieza de raíz por UE.



Nota. Selección de plantas al azar, para proceso de evaluación post cosecha.

Por consiguiente, el siguiente grupo, fue conformado por el Ingeniero Agrónomo Oscar Paredes, Yo Juan Carlos Solarte como pasante en la investigación y otra joven dispuesta por don Albeiro, donde se realizó la primera evaluación de cosecha para determinar la altura de cada planta (2) por UE, la longitud de la raíz, y el peso de las panojas, la raíz, y el tallo.

Figura 28

Registro fotográfico de la recopilación de datos taxonómicos plantas muestras de quinoa.



Nota. Toma y registro de datos, disección estructuras morfológicas plantas muestras.

Figura 29

Registro fotográfico del empaclado y rotulado de las estructuras morfológicas plantas muestras por UE.



Nota. Empacado y rotulado de las estructuras morfológicas plantas por unidad experimental, para proceso de secado en laboratorio, y nuevamente toma de datos para correlación de los mimos.

Y las otras plantas de quinua sobrantes que no se tienen en cuenta para su evaluación morfológica, su cosecha fue realizada normal y tradicionalmente como se hace en el municipio de Silvia, con la herramienta hoz para sesgar (cortar) las plantas de quinua, posteriormente de su cosecha, estas fueran amarradas en paquetes, igualmente marcadas y rotuladas según el numero de la unidad experimental y llevadas hacia el secadero tipo invernadero (*Semi Automatizado con extractor de humedad mediante flujo aire por ventiladora con suministro eléctricos a partir de paneles solares*), donde se regula la temperatura y humedad relativa para un correcto secado del grano de quinua.

Figura 30

Registro fotográfico de la optimización de proceso de secado de panojas de quinua en secadero tipo invernadero.



Nota. Para el secado de las panojas, es recomendable ubicar las panojas en forma de V invertida, evitando que queden muy amontonadas y se proliferen hongos.

Primer Evaluación de Cosecha (5 de octubre del 2023)

De acuerdo al número de unidades experimentales que recibieron los tratamientos de las formulaciones tecnológicas de BluePlanet® y los otros tratamientos propuestos por Agrosavia, más el Testigo, se realiza la evaluación de cosecha, iniciando por la altura de la planta, longitud de la raíz y posteriormente el peso del tallo, raíz y pajona individualmente, obteniendo como resultado, lo descrito en la siguiente tabla.

Evaluación de alternativas de bio estimulación fisiológica para incrementar la productividad del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*) en el departamento del Cauca

Tabla 15

Datos de estructuras morfológicas plantas muestras quinua por Unidad Experimental.

Ubicación:		Municipio de Silvia Vereda San Fernando			Variedad: Blanca de Jericó		
Experimento:		Diseño Experimental Completamente al Azar			Fecha muestreo: 5/10/2023		
UE	Plantas por UE	Planta	Altura (cm)	Long. Raíz (cm)	Pesos húmedos (gr)		
					Raíz	tallos	Panojas
1	2	1	96	34	14,8	15,2	50
		2	101	40	16,7	36,4	102,9
2	2	1	89	35	20,1	24,3	92,8
		2	108	38	25,2	45,5	143,5
3	2	1	106	31	20,5	37,1	100,6
		2	104	29	10,9	28,3	58,7
4	2	1	115	32	60,8	59,1	26,7
		2	104	35	7,6	16,1	40,1
5	2	1	110	25	13,5	26,5	58,6
		2	106	29	20,8	41,9	202,7
6	2	1	127	47	29,6	71,8	126,9
		2	128	26	34,2	95,8	176,7
7	2	1	96	33	16,4	36,7	90,4
		2	95	29	4,7	11,4	29
8	2	1	116	31	19,2	60,6	87,3
		2	122	39	10,9	33,7	76,7
9	2	1	122	17	15	59	77,3
		2	108	27	16,4	50,8	87,9

10	2	1	118	31	23,9	52,7	110
		2	126	17	28,7	95,9	176
11	2	1	112	27	20,4	74,6	114,8
		2	120	32	22,3	76,5	142,9
12	2	1	107	29	10,3	64,1	73,6
		2	112	39	19,7	40	83,8
13	2	1	100	38	31	85,7	198,3
		2	102	32	26,1	81,8	156,9
14	2	1	105	20	16,5	65,1	89,5
		2	105	31	12,3	40,9	67
15	2	1	102	35	22,8	80,2	112
		2	96	38	12,4	35,8	98,9
16	2	1	100	42	61,2	144	339,9
		2	97	36	46,1	135,15	351,5
17	2	1	103	25	11,5	66,7	95,8
		2	100	19	22,7	57,8	104,7
18	2	1	116	26	7,7	15,9	37,5
		2	105	19	5,4	23,2	44,8
19	2	1	108	29	17,1	58,2	95,8
		2	114	9	9,2	76,1	123,1
20	2	1	105	24	12,3	28,6	71,2
		2	101	34	13,5	36,9	54,4
21	2	1	102	63	8,9	35,6	73,7
		2	104	34	12,8	37	49,7
22	2	1	94	33	17	70,6	99,2
		2	114	33	19,3	56,8	105,5
23	2	1	92	25	28	67,1	117,6
		2	90	40	11,1	26,2	57,5
24	2	1	88	38	13	35,2	62,9
		2	93	23	16,7	55,4	94

Nota. Información inicial post cosecha de plantas frescas para evaluación de desarrollo

vegetativo por tratamiento. *Fuente.* Paredes, 2023.

Dentro de la evaluación de cosecha, de tipo cuantitativa que encontramos en la anterior tabla, también se observó cualitativamente que el desarrollo radicular de las plantas de las unidades experimentales con los tratamientos tecnológicos completos, que incluye la tecnología BluePlanet®, más la fertilización química y el abonamiento orgánico, presentaron un mejor y mayor desarrollo radicular, en las raíces secundarias, y pronunciadamente en los bellos absorbentes, formando un tipo de colchón.

Aunque en algunas investigaciones afirman, que este fenómeno de acolchonamiento radicular de raíces terciarias y bellos absorbentes, se da bajo ciertas condiciones climáticas presentes en la zonas, donde en las horas de la mañana, se presenta alta neblina, preferiblemente sobre ambientes desérticos, según Pinto, (2012).

Figura 31

Registro fotográfico de desarrollo radicular.



Nota. Alta presencia de raíces terciarias y bellos absorbentes

Respecto a lo mencionado, BluePlanet®, (2023), refiere que de acuerdo a las características que tiene el consorcio de bacterias *Bacillus* manejadas en su tecnología. Estas entran degradando sustancial y efectivamente la materia orgánica, donde por acción de los *Bacillus*, empiezan a liberarse los poros de suelo, por donde circula agua y oxígeno, sobre el cual

las raíces empiezan a tener una mayor penetración y desarrollo libre en busca del agua, oxígenos, minerales y demás nutrientes, además de generar una mayor solubilización de nutrientes y en su asimilación, por lo cual el sistema rizogénico se mejora en la biodinámica fisicoquímica y microbiológica, creando simbiosis con la micro y macro fauna (Entre bacterias nitrificantes y hongos micorrícicos) complementando el desarrollo natural de las plantas.

Dentro de la evaluación de la estructura morfológica de la planta, especialmente en la raíz, se encuentra que el desarrollo de la raíz principal en su zona de crecimiento y cofia se encontraba atrofiada en la mayoría de las plantas, evitando así, su correcto crecimiento. Donde de acuerdo a las labores de preparación del terreno en labranza, la roturación del suelo no llega a los 20 o 25cm de profundidad, además que, dentro de los usos de suelo, inicialmente fue en pastoreo de ganado doble propósito y por ende la compactación y compresión que esta actividad genera en las partículas de la estructura y textura del suelo, ocasionando que el desarrollo radicular de las plantas inicialmente se vea afectado negativamente.

Se logra identificar que la longitud promedio radicular de las plantas de quinua es de 31cm, y aunque tenían muy buen desarrollo radicular de raíces secundarias y bellos absorbentes, su penetración a mayores profundidades no fue optima.

Figura 32

Registro fotográfico de la medición y estado de desarrollo radicular primaria, secundaria y bellos absorbentes.



Nota. Bajo desarrollo radicular, raíz principal y secundaria, por estado de compactación del suelo

Pinto, (2012) nos da a conocer en su investigación sobre los aspectos de la fisiología del cultivo de la quínoa, que, regularmente:

Bajo una condición favorable de textura de suelo y agua, la raíz principal puede alcanzar fácilmente los 60 cm de profundidad. Bajo condiciones de déficits extremos de agua y nutrientes, la quínoa tiende a favorecer aún más el patrón de “espina de pescado”, de manera de ser capaz de explorar más profundamente el suelo, en especial durante los primeros estados de desarrollo.

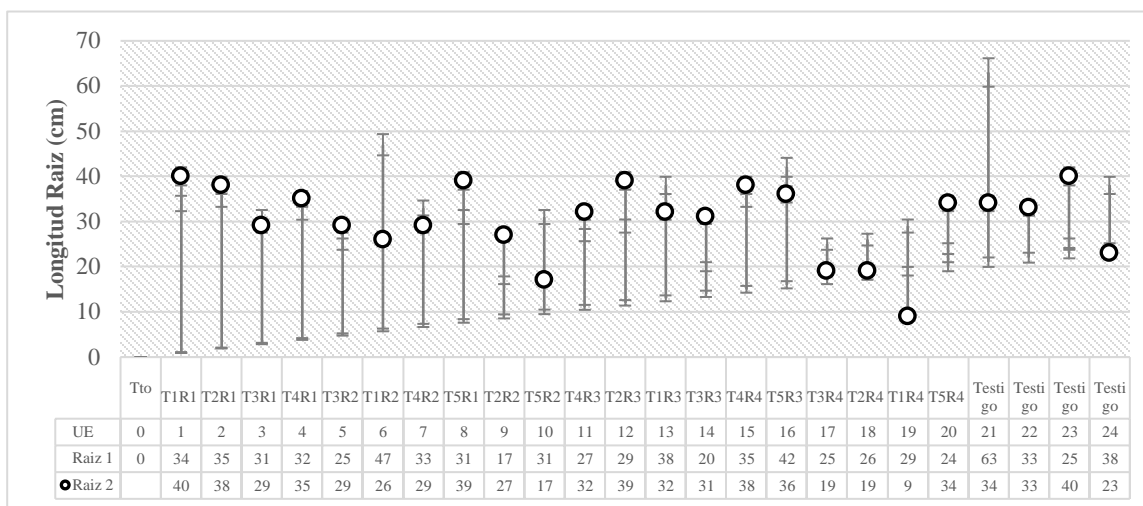
Y otros autores, como (Pelaez, 2019) afirman que:

Las raíces tienen un mayor desarrollo donde hay mayor cantidad de nutrientes (K, Ca, Mg, NH); al respecto, Piedrahita (1987) menciona que la incapacidad de

muchas raíces para penetrar suelos se relaciona más estrechamente con la carencia de alimentos que con la resistencia mecánica a la aireación deficiente.

Figura 33

Grafica máximos, mínimos y cierre de largor radicular plantas muestras UE.



Nota. Regular desarrollo radicular, con una longitud máxima de 63 cm y una mínima de 9 cm

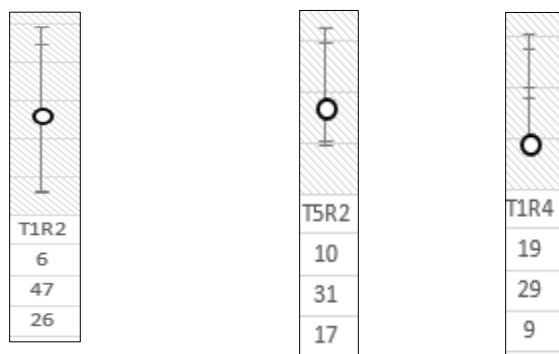
De acuerdo a la representación gráfica de máximos y mínimos de cierre de la longitud de la raíz promedio de las plantas (Plantas muestras) se puede identificar que el desarrollo radicular (a excepción del tratamiento testigo), de las plantas en evaluación de los tratamientos por unidad experimental no supero ni siquiera los 45cm, teniendo en cuenta lo mencionado por Pinto, (2012), donde bajo condiciones favorables suelo, agua y nutrición las raíces pueden llegar o fácilmente los 60cm.

Se puede observar que en las unidades experimentales 6, 10 y 19 el cual recibieron los tratamientos 1 y 5 donde se manejaron las formulaciones más completas, con la tecnología BluePlanet (ACF SR®, ACF SR Plus®) y la fertilización química y orgánica, muestra resultados totalmente diferentes y atípicos en el desarrollo de las raíces de las plantas que se tomaron como muestras dentro de la misma unidad experimental, por ejemplo: La diferencia entre la longitud

de la raíz de la planta 1 y 2 de la UE 6, superar los 21cm, y así mismo pasa con UE, donde la diferencia es de 15, y en un mayor valor de diferencia, encontramos que en la UE 19, la raíz de la planta 2, es de 29cm y la raíz 1 es apenas de 9cm

Figura 34

Valores atípicos en la longitud radicular, con regular desarrollo.



Nota. En plantas de ciclo vegetativo corto, si no hay una buena preparación terreno, las demás prácticas culturales agronómicas se verán altamente afectadas, debido al bajo desarrollo radicular. Mas en épocas de verano.

De tal manera, se puede definir que las condiciones de compactación y compresión que se encuentran en la estructura y partículas de textura del suelo, influyen directamente en el desarrollo radicular, y con ello también, que las buenas prácticas agrícolas en la preparación del terreno son fundamentales y necesarias.

En observación sobre el germinador/semillero, se debe garantizar las practicas agronómicas correctas para un buen desarrollo radicular, y fitosanitario, ya que no es tolerable, que las plántulas a trasplantar a terreno presenten problemas en la formación de la raíz, como también de presencia de hongos.

Con relación a las tradiciones, conocimientos y prácticas culturales realizadas por los Mayores (Personas con mucha experiencia y conocimiento empírico), la creencia en el manejo

de las estaciones de la luna, sobre las labores en la agricultura, se tiene también en cuenta, para la cosecha de la quinua, donde según la cosecha la realizan entre el tercer día de luna menguante y tercer día de luna nueva, para darle una mayor calidad y resistencia al grano de quinua frente al ataque de insectos, hongos/moho y microorganismos, además de tener mayores propiedades organolépticas.

Tabla 16

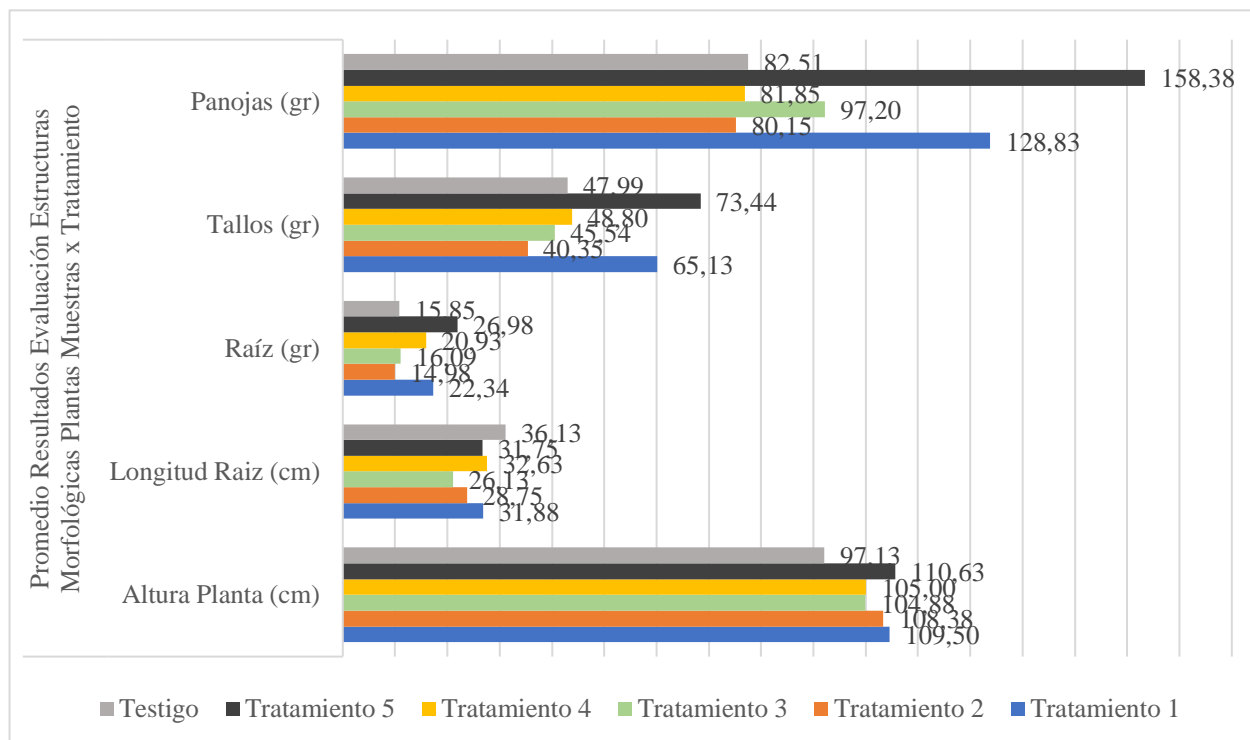
Análisis de resultados promedio de evaluaciones morfológicas plantas muestras de quinua.

Promedio Resultados en la Evaluación Estructuras Morfológicas Plantas Muestras en fresco por Tratamiento					
Tratamientos	Altura Planta (cm)	Longitud Raíz (cm)	Raíz (gr)	Tallos (gr)	Panojas (gr)
Tratamiento 1	109,50	31,88	22,34	65,13	128,83
Tratamiento 2	108,38	28,75	14,98	40,35	80,15
Tratamiento 3	104,88	26,13	16,09	45,54	97,20
Tratamiento 4	105,00	32,63	20,93	48,80	81,85
Tratamiento 5	110,63	31,75	26,98	73,44	158,38
Testigo	97,13	36,13	15,85	47,99	82,51

Nota. Diferencia significativa en el tratamiento 3 sobre el tratamiento 4 en el peso de las panojas en fresco, donde se evaluó la Tecnología BluePlanet® y otra fuente de Bacillus.

Figura 35

Grafica datos agrupado, donde se identifica fácilmente las diferencias por tratamiento.



Nota. Tercer mayor rendimiento de peso de panojas post en fresco, tratamiento 3, compuesto por SR® y SR Plus®.

Se puede evidenciar que los tratamientos, donde se emplearon los productos BluePlanet® más algún tipo de fertilización, presentan un mayor resultado promedio en desarrollo vegetativo sobre cada una de las estructuras morfológicas de las plantas de quinua, especialmente sobre las formulaciones 1, 3 y 5, y en algunos casos, la formulación 4, que está constituido por Algamins e Induplant, que están compuestos por nitrógeno, fosforo y algunos otros elementos.

Aunque los valores del tratamiento 3 en longitud y peso del tallo y la raíz este por debajo de los demás tratamientos. El dato de mayor importancia está en el peso de las panojas que aún conservan su humedad, que conlleva al rendimiento productivo. Cabe decir que el tratamiento 3, solo lleva las aplicaciones de las formulaciones tecnológicas de BluePlanet® (SR® y SR Plus®),

el cual nos lleva a concluir que en algún caso que los productores no tengan suficiencia económica para la compra de fertilizantes, especialmente de síntesis química que son los más costosos, podría realizar solo la aplicación de SR® y SR Plus®, evitando así, una baja producción. Esta afirmación se cumpliría si el porcentaje de pérdida de humedad de la panoja no es alto.

En las unidades experimentales que corresponden al testigo, se encuentran como valores atípicos, que en promedio la longitud radicular es mayor a todos los tratamientos. Esto puede considerarse, que como es un espacio del terreno, que es menos arable y de menor actividad agrícola, su porcentaje de compatibilidad es menor que el resto del terreno. también se identifica que el peso de las panojas en estado húmedo es mayor que los tratamientos 2 y 4.

Labores Culturales de Post Cosecha Quinua

Algunos autores afirman que esta labor, es la más importante dentro de todo el proceso de producción en garantía de la calidad del producto final. Donde según News, (2017), las labores que se derivan de la postcosecha para la gran parte del agro, son el secado, la limpieza, la selección, el lavado, la clasificación, el empaquetado y el almacenamiento, y además el control de plagas y enfermedades que pueden darse por las condiciones de aseseia y condiciones ambientales del sitio y lugar de almacenamiento.

Lopez (2018) en su investigación sobre el impacto del cultivo de la quinua como alternativa productiva y socioeconómica en la comunidad Yanacóna, nos da a conocer que las labores principales realizadas en post cosecha son; Trillado, secado, venteo y almacenamiento. De acuerdo a ello, y a las labores realizadas en esta investigación, se considera que como otras actividades anexas; el secado de las panojas, posterior a ello, el trillado, limpieza y venteo del grano (Sin importar que el trillado sea mecanizado, ya que muchas veces se pasan impurezas), el

lavado, Aunque en esta investigación no se realizó el lavado del grano para eliminación de la saponina, don Albeiro da a conocer, que si es una práctica que se realiza, especialmente cuando se va comercializar a otros lugares del país, como Cali, Bogotá o Medellín, después del lavado, nuevamente se deja secar hasta que obtenga la humedad necesaria y después de procede a su empacado, almacenamiento y comercialización. .

Secado de Panojas de Quinoa

En conjunto con la cosecha, esta actividad se realizó el día 5 octubre del 2023, con un tiempo de secado de 7 días aproximadamente, donde inicialmente para la cosecha de las panojas, la planta, especialmente el grano debe tener unas condiciones y características específicas, según (Díaz, 2002; Meyhuay, 2000; Pando & Castellanos, 2016) afirman que el porcentaje de humedad que deben tener los granos para su cosecha es entre el 20 y 30% aproximadamente, y posterior a ello, en el secado, las panojas/granos deben quedar con una humedad entre el 10 y 15% para su trillado.

El secado de las panojas/grano se realizó en un Secadero, el cual ha sido donado por Agrosavia, mediante las diferentes investigaciones que han realizado en la zona, en pro del cultivo de la quinoa. Ya que esta práctica realizada a la intemperie o bajo techos de cocina o piezas, extiende muchos más el tiempo de secado, entre 15 o 20 días, de acuerdo a las condiciones del clima, además de influir en las características organolépticos y de calidad del grano, contaminándolo.

Resultados Evaluación de Porcentaje de Merma de Peso, Panojas Húmedas – Secas. Se logra identificar que sobre la unidad experimental 16, el cual llevo la aplicación de tratamiento más completa, compuesta por ACF SR®, ACF SR Plus® s, fertilización química y abonamiento orgánico, se presentó una producción significativa en ambas plantas muestras, en la primer planta su producción fue de 339.9 gr y en

la segunda de 351.5 gr, donde en comparación con la producción promedio de todas las unidades experimentales por planta (exceptuando la UE 16) esta alcanza solo 98gr por planta, aproximadamente.

Tabla 17

Correlación de peso húmedo – peso seco plantas muestras DCA.

UE	Planta por UE	Evaluación de Porcentaje de Merma de Peso Húmedo – Peso Seco, Plantas Muestras DCA						AGROSAVIA Corporación colombiana de investigación agropecuaria	
		Pesos húmedos (gr)			Pesos secos (gr)			Merma (gr)	Merma (%)
		Raíz	tallos	Panojas	Raíz	tallos	Panojas	Panojas Húmedo a Seco	Panojas Húmedo a Seco
1	1	14,8	15,2	50	6,53	10,19	38,7	11,3	23%
	2	16,7	36,4	102,9			61,4	41,5	40%
2	1	20,1	24,3	92,8	14,43	16,52	73,1	19,7	21%
	2	25,2	45,5	143,5			85,4	58,1	40%
3	1	20,5	37,1	100,6	14,88	21,49	70,5	30,1	30%
	2	10,9	28,3	58,7			38,5	20,2	34%
4	1	60,8	59,1	267	37,73	28,97	126,2	140,8	53%
	2	7,6	16,1	40,1			31,8	8,3	21%
5	1	13,5	26,5	58,6	9,19	25,47	49,9	8,7	15%
	2	20,8	41,9	202,7			101,5	101,2	50%
6	1	29,6	71,8	126,9	16,93	36,7	83,8	43,1	34%
	2	34,2	95,8	176,7			103,1	73,6	42%
7	1	16,4	36,7	90,4	12,79	32,69	76	14,4	16%
	2	4,7	11,4	29			21,2	7,8	27%
8	1	19,2	60,6	87,3	12,29	34,01	68	19,3	22%
	2	10,9	33,7	76,7			53,8	22,9	30%
9	1	15	59	77,3	8,75	30,08	42,7	34,6	45%
	2	16,4	50,8	87,9			67,3	20,6	23%
10	1	23,9	52,7	110	16,13	27,96	61,7	48,3	44%
	2	28,7	95,9	176			97,2	78,8	45%
11	1	20,4	74,6	114,8	13,89	43,03	87	27,8	24%

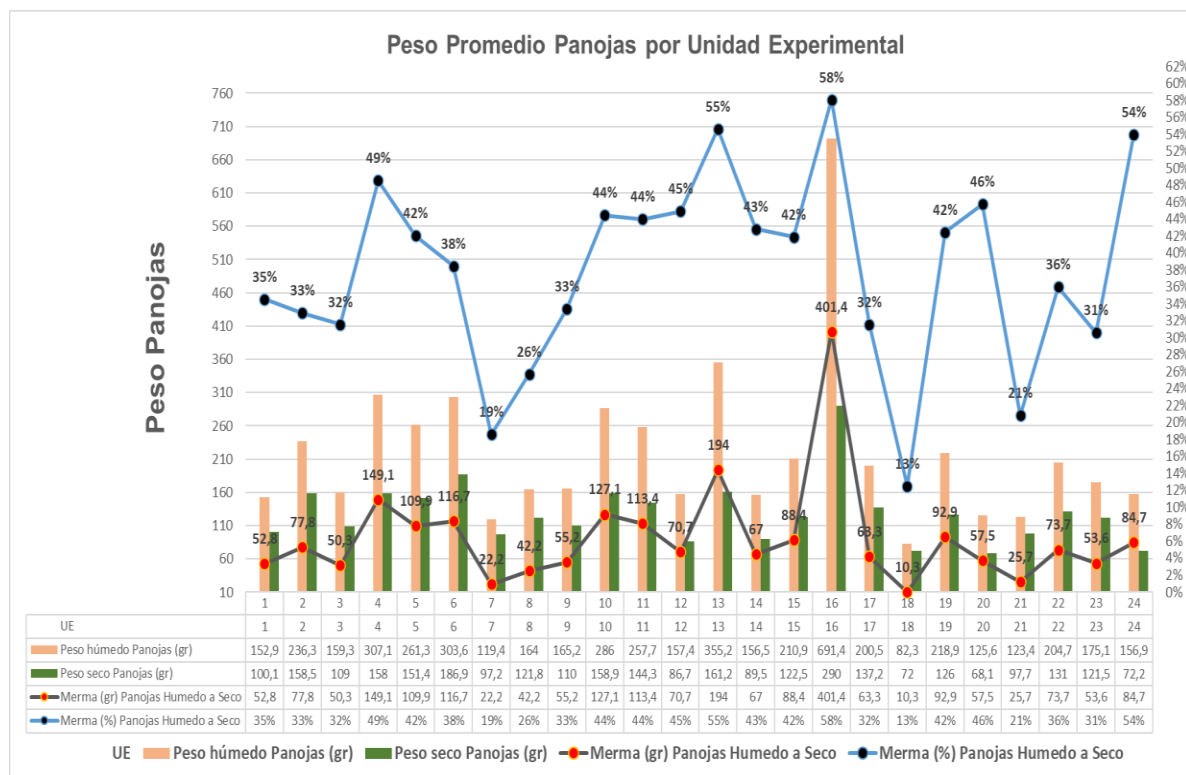
	2	22,3	76,5	142,9			57,3	85,6	60%
12	1	10,3	64,1	73,6	8,07	36,06	51,4	22,2	30%
	2	19,7	40	83,8			35,3	48,5	58%
13	1	31	85,7	198,3	17,96	43,6	95,4	102,9	52%
	2	26,1	81,8	156,9			65,8	91,1	58%
14	1	16,5	65,1	89,5	10,18	31,62	45,5	44	49%
	2	12,3	40,9	67			44	23	34%
15	1	22,8	80,2	112	14,37	35,52	75,2	36,8	33%
	2	12,4	35,8	98,9			47,3	51,6	52%
16	1	61,2	144	339,9	39,84	68,59	138,6	201,3	59%
	2	46,1	135,15	351,5			151,4	200,1	57%
17	1	11,5	66,7	95,8	8,49	37,81	72,2	23,6	25%
	2	22,7	57,8	104,7			65	39,7	38%
18	1	7,7	15,9	37,5	6,22	14,45	36,3	1,2	3%
	2	5,4	23,2	44,8			35,7	9,1	20%
19	1	17,1	58,2	95,8	9,81	28,14	58	37,8	39%
	2	9,2	76,1	123,1			68	55,1	45%
20	1	12,3	28,6	71,2	6,72	14,58	37,1	34,1	48%
	2	13,5	36,9	54,4			31	23,4	43%
21	1	8,9	35,6	73,7	6,54	22,4	58,8	14,9	20%
	2	12,8	37	49,7			38,9	10,8	22%
22	1	17	70,6	99,2	10,09	41,64	71	28,2	28%
	2	19,3	56,8	105,5			60	45,5	43%
23	1	28	67,1	117,6	18,56	39,25	86,3	31,3	27%
	2	11,1	26,2	57,5			35,2	22,3	39%
24	1	13	35,2	62,9	8,45	19	34,2	28,7	46%
	2	16,7	55,4	94			38	56	60%

Nota. Evaluación post cosecha, estructuras morfológicas plantas muestras. *Fuente.* Acevedo, 2023. *Modificado.* Morales, 2024.

En la anterior tabla, se observa que las plantas con mayor producción, en cuanto a su peso inicial, corresponde a las unidades 4, 5, 13 y 16, donde principalmente los tratamientos empleados son los que corresponde a las formulaciones tecnológicas BluePlanet®.

Figura 36

Grafica evaluación porcentual perdida de humedad de panojas de plantas muestras.



Nota. Mayor pérdida de humedad en la UE 16, T5R3, menor pérdida de humedad T2R4

Dentro de la presente gráfica, se logra identificar que el porcentaje de merma o pérdida de peso en humedad en las panojas de quinua, inicia desde un 13%, y en algunas UE, las plantas superan hasta un 40 y 50% de merma sobre el peso perdido en relación sobre el propio peso aunque esta no es una variable constante. Por ejemplo, en la UE que logra el mayor peso promedio en húmedo con 691.4 gramos, alcanza una pérdida de peso de 401.9 gr con un porcentaje de pérdida del 58%, siendo este el más alto, casi en su misma comparación se da con la UE 13.

Con relación al peso promedio de producción de panojas humedad (Recién cosechada) de ambas plantas (2) la producción más baja, se dio en las unidades experimentales 7 y 18, el cual

recibieron los tratamientos solo de Algamins e Induplant, y ACF SR®, ACF SR Plus® y materia orgánica.

Cabe decir, que este peso de panojas húmedas recién cosechadas, no determina el Peso Final de Producción o de Productividad de las Unidades Experimentales, teniendo en cuenta que el peso total de producción de las otras plantas de cada UE no se ha determinado, o se determina en el proceso de trillado.

Tabla 18

Resultado promedio de evaluaciones morfológicas plantas muestras de quinua en peso seco.

Promedio Resultados en la Evaluación Estructuras Morfológicas Plantas Muestras en Seco por Tratamiento				
Tratamientos	Raíz (gr)	Tallos (gr)	Panojas (gr)	Merma (%) Panojas Húmedo a Seco
Tratamiento 1	12,81	29,66	71,78	42%
Tratamiento 2	9,37	24,28	53,40	30%
Tratamiento 3	10,69	29,10	60,89	34%
Tratamiento 4	19,70	35,05	65,25	36%
Tratamiento 5	18,75	36,29	79,85	43%
Testigo	10,91	30,5725	52,8	36%

Nota. En relación con los datos de la tabla 17, hay cambios reveladores, donde el tratamiento 3 deja de ser prominente con el tratamiento 4.

De acuerdo al porcentaje de pérdida de humedad por tratamiento de las panojas muestras, se puede evidenciar que los tratamientos con mayor peso en panojas secas lista para trillado, corresponden a los tratamientos 1 y 5 (Ver figura 36) de la misma manera los porcentajes de mayor merma de humedad pertenecen a estos mismos tratamientos.

Se observa también que del tratamiento 1 hasta el tratamiento 3, hay una mayor pérdida de humedad en relación con el testigo, esto puede considerarse que los primeros tres tratamientos

compuestos por el SR® y SR Plus® generaron una mayor lenificación sobre la estructura del tallo, el cual conlleva a una mejor pérdida de humedad.

Trillado de Panojas y Limpieza del Grano Quinua

Esta labor fue realizada el día 12 de octubre del 2023, según lo planeado, donde las condiciones ambientales de humedad y temperatura en el ambiente, ayudaron a que el porcentaje de humedad en el grano, se diera correctamente. Según (Meyhuay, 2013) el porcentaje de humedad que debe tener el grano de quinua para su trillado debe estar entre 12 y 15% (*El grano no debe estar ni muy seco ni muy húmedo, y es fácilmente reconocible este porcentaje, cuando el grano se desprende de la planta y cuando la cascarilla se suelta sin mayor complicación*).

Teniendo en cuenta, que en el sitio se cuenta con un secadero tipo invernadero con sistema eléctrico mediante paneles solares, en el cual la temperatura es controlada con extractores de vientos y ventiladores, las condiciones de secado del grano para su trillado se dan fácilmente. Es allí, donde mediante con resultados, se recomienda que los pequeños agricultores se organicen como asociaciones o grupos de trabajo y mejoren las instalaciones y labores para todos los procesos producción, cosecha y postcosecha, donde el cultivo sea más rentable y viable.

Para la presente investigación, el proceso del trillado, se realiza mecanizada mente, con maquina trilladora, el cual optimiza la labor en un 100%. Teniendo en cuenta que el DCA se estableció con 20 Unidades experimentales con tratamiento y 4 testigos sin tratamiento, la trillada de las plantas para la evaluación (2 plantas x UE), se realizó una por una (*donde inicialmente se cosecharon dos plantas por UE para las evaluaciones correspondientes*)

Figura 37

Registro fotográfico de la eficiencia en la labor cultural del trillado de panojas de quinua, con el uso de maquina trilladora.



Nota. Porcentaje de humedad ideal en el grano para proceso de trillado entre el 12 y 15%.

Fuente. Acevedo, 2023.

Aunque algunos autores afirman que el trillado realizado en máquinas, ocasionan daños sobre el grano y el pase de muchas impurezas, es de resaltar, que, a la actualidad, las maquinas

trilladoras han sido acondicionadas para ofrecer un mayor rendimiento y calidad en el proceso de trillado.

Venteo y Limpieza del Grano.

Posterior al trillado, se realiza la limpieza del grano, actividad que se efectúa mediante el tamizado y venteo con ventiladores, librando el grano de todas las impurezas que no corresponden, donde según (Meyhuay, 2013) la merma de peso que se genera sobre el grano en la pérdida de humedad y desprendimiento de cascarilla y otras tipo de impurezas es de aproximadamente entre un 5 y 8%.

Lavado/Desaponificación del Grano

Esta actividad cultural no se realizó en este DCA, teniendo en cuenta el bajo porcentaje de saponina que tiene el grano de quinua de la variedad Blanca de Jericó, de 0,0012% según (Rojas et, al 2018) en los resultados de su investigación, clasifica esta variedad, como una variedad dulce. Pero de acuerdo a lo conversado con Don Albeiro, muchas veces ha realizado el proceso de lavado, para reducir un poco más el porcentaje de saponina, ya que algunos clientes le sienten el sabor amargo, característico de este metabolito secundario.

Proceso de lavado que se realiza sumergiendo el grano en agua, dejándolo por unos minutos, para que se desprenda la sustancia, y luego frotándolo un poco con la mano, y volviendo a enjuagar el grano.

Secado y Venteo del Grano

Posterior al trillado y al primer venteo y limpieza del grano, se deja el grano, extendido en el piso sobre un plástico o lona, y de acuerdo al porcentaje de humedad que tenga este, que debe estar entre el 12 y 15%, el secado u oreado como algunos le dicen, y a las condiciones ambientales, puede durar entre 1 o 2 o 5 días aproximadamente, para este caso, con el uso del

secadero tipo invernadero, donde las condiciones de humedad, lluvia y temperatura pueden controlarse, la actividad se hizo más cómoda y eficiente.

Referente al porcentaje de humedad con el cual debe quedar el grano en esta etapa, autores como (Meyhuay, 2000; Diaz, 2002; Pando & Castellanos, 2016) afirman que el porcentaje de humedad ideal que debe tener el grano ya para su correcto almacenamiento debe estar entre el 12 y 14%, y en algunos casos el 10% según comenta Leivng. et al. (2018) y que su porcentaje no debe ser mayor, ya que pueden generar problemas de fermentación y hongos que reducen la calidad del grano.

En el proceso del secado, es también de suma importancia el cuidado de agentes extraños, que se vuelvan en una plaga contaminante para el grano, como los roedores, perros, gatos, gallinas, etc.

Empacado y Almacenamiento Grano Quinua

Como requerimiento previo, antes de iniciar el proceso de empaque y almacenamiento del grano, es necesario conocer cuáles son las condiciones propiamente de empaque y almacenamiento que deben tener los diferentes tipos de grano, y con ello, los cereales, que es, al cual pertenece el grano de quinua, además de conocer los factores físicos, biológicos y químicos que influyen en la preservación del grano, o caso contrario en su deterioro.

Donde los factores físicos son la humedad, temperatura, condición física en que se encuentra el grano, y el porcentaje de oxígeno que se encuentra en el empaque y/o lugar de almacenamiento. Y en el caso del factor biológico, serían todas aquellas, plagas, hongos y bacterias que le causen daño en las propiedades químicas del grano, como en su valor nutricional y organoléptico. Estos factores pueden causar pérdidas totales o muy considerables.

Comprendiendo lo anteriormente mencionado, La FAO, (2012) nos afirma que el grano de quinua es un producto higroscópico, donde este cereal es altamente influenciado por la

humedad relativa, temperatura del ambiente y porcentaje de oxígeno que tenga el grano en su empaquetadura, donde es almacenado.

Al mencionar que el grano de quinua es un producto higroscópico, se quiere decir que este absorbe la humedad que hay en el ambiente, y por ende los aromas; entonces cuando las condiciones de empaquetado y almacenamiento no son los adecuados, el grano de quinua, absorberá la humedad que hay en el ambiente y empezará a ser atacado por microorganismos, dañando drásticamente su calidad para consumo y comercialización.

De acuerdo a ello, la FAO, (2012) nos recomienda que para el empaquetado y almacenamiento de granos, especialmente los cereales, el porcentaje máximo de humedad que debe tener el grano, es por debajo del 14%.

Según la FAO, (2012) el contenido máximo de humedad para su almacenamiento en algunos granos, es de:

Figura 38

Porcentaje de humedad, diferentes tipos de cereales.

Grano	Contenido de humedad para almacenamiento seguro	
	1 Año	3 Años
Maíz	13	10
Arroz	12-13	10
Sorgo	12-13	10
Trigo	12-13	10
Frijol	13-14	10
Soya	12-13	10
Mani	6-7	5

Nota. El contenido de humedad en cereales es indispensable para evitar la formación de hongos fitopatógenos y deterioro calidad del grano. *Fuente.* FAO, 2012.

Teniendo en cuenta la influencia que tiene el porcentaje de humedad en el grano para el periodo de almacenamiento y conservación del mismo, en este caso, para el grano de quinua, que es similar al maíz, arroz, sorgo, trigo, frijol y soya, la temperatura ambiente es entre 25 y 30°C, donde a menor temperatura ambiente mayor se prolonga el tiempo de almacenamiento y conservación del grano, caso contrario, menor tiempo de almacenamiento del grano y mayor deterioro.

Nota: El porcentaje de humedad relativa que se encuentra en el ambiente es proporcional a la temperatura y corrientes de aire.

Resaltando las buenas prácticas agrícolas en el manejo de la quinua que tiene don Albeiro, propietario del terreno o parcela donde se realizó la investigación, da a conocer que propiamente él, el almacenamiento de la quinua, la realiza en costales que quedan dentro de barriles plásticos de 200 litros de agua, y así, ha guardado el grano de la quinua hasta 1 año.

Para efectos de esta investigación, el proceso de empaquetado y almacenamiento de todo el grano se dio en bolsas de Ziploc, diferenciando cada unidad experimental, con el fin de realizar las evaluaciones correspondientes de granulometría, volumen, peso y espesor de la semilla según densidad, calidad, y además peso total de producción por UE según tratamiento.

Figura 39

Diámetro del grano de la quinua UE 18.



Nota. Separación de diámetros del grano de la quinua, para evaluación de la calidad del mismo en productividad. A mayor diámetro mejor calidad del grano. *Fuente.* Acevedo, 2024.

Comercialización

Se identifica, que de acuerdo a los precios que maneja don Albeiro en la venta de la quinua a nivel local e intermunicipal, hay un desbalance, referente a los precios reales que se encuentran en el mercado nacional, donde según don Albeiro y gran parte de la comunidad Quinero en el municipio de Silvia, vende actualmente el kilogramo a \$ 10.0000 mtce por medio del intermediario.

Aunque, don Albeiro considera que a ese precio que vende actualmente el kilogramo de quinua, le es rentable, frente a los gastos en mano de obra, insumos para el control fitosanitario en el control de plagas y enfermedades y aplicación de fertilizantes y abonos. Donde hace cálculos, que aproximadamente por hectárea, la rentabilidad esta entre el 80 y 150%, haciendo una inversión de 10 millones, y obteniendo ganancias de 12 a 15 millones o más, de acuerdo al rendimiento productivo que le deje el cultivo por temporada.

No obstante, teniendo en cuenta el incremento en el consumo de la quinua a nivel nacional e internacional, y a los tratados de libre comercio que tiene Colombia en la exportación de productos, donde según Agronet, (2020) el principal mercado internacional de exportación de la quinua son los países; China, Estados Unidos, España, Países Bajos, Guatemala, Perú y Reino Unido, como también Emiratos Árabes, Australia, Italia y Taiwán, y además la expansión del mercado hacia Canadá, Francia, Holanda, Alemania, Bélgica, Japón, Corea del Sur y Rusia. Y teniendo en cuenta, que este mismo artículo o noticia, da a conocer, que la producción promedio de la quinua en Colombia es de aproximadamente 1,7 toneladas por hectáreas, donde sus mayores productores son los departamentos de Cauca, Nariño, Boyacá y Cundinamarca. De acuerdo a ello, desde el objetivo que tiene BluePlanet®, se espera aumentar este porcentaje de producción, con el menor uso de agroquímicos, donde se logre una restauración y conservación de las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo y el medio ambiente (Fauna y flora) mediante las buenas prácticas agronómicas y el uso de la tecnología BluePlanet®, el cual está constituido por bacterias/microorganismos vivos, donde por medio de todos los resultados positivos de un gran número de investigaciones en campo en el sector agrícola, se han ganado la aprobación y certificación de varios países en América Latina, USA, UE; logrando generar e incrementar la Sostenibilidad Productiva y el consumo de alimentos sanos.

Evaluación de las Características Grano Seco y Peso Total de la Productividad por Unidad Experimental y Tratamiento

En cumpliendo del objetivo general de esta investigación, posterior a las labores culturales de postcosecha en el trillado, venteo, limpieza, empaquetado y almacenamiento del grano de cada unidad experimental, se procede a la medición de las diferentes variables del grano en granulometría, peso por volumen, número de cantidad de semillas y espesor de las mismas según

su diámetro, con el fin de identificar y/o caracterizar la calidad del grano desde su condición y estructura física, y la influencia que tuvo los diferentes tratamientos sobre este. Además, como material investigativo para otros estudios, donde se haga la comparación de las mismas variables

Tabla 19

Productividad por tratamiento y resultados características físicas del grano.

DESARROLLO DE NUEVAS RECOMENDACIONES TECNOLÓGICAS PARA CONTRIBUIR CON LA COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD DEL SECTOR QUINUERO DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA																		
		Evaluación de Cosecha																
		Ubicación: Municipio de Silvia										Variedad: Blanca de Jericó						
		Experimento: BluePlanet										Fecha muestreo: 12/10/2023						
		Resultados Totales Características del Grano x Unidad Experimental por Tratamiento																
UE Tto	Muestra	W Panoja Muestral	Σ W Seco del Grano Muestral	% Merma de Peso Seco Muestral	de Panoja a Grano	Σ W Seco Total	Granulometría (g)			Peso por Volumen (mg)			Cantidad semillas			Espesor de semilla		
							1,7 mm	1,4 mm	1mm	1,7 mm	1,4 mm	1 mm	1,7 mm	1,4 mm	1 mm	1,7 mm	1,4 mm	1 mm
8,5	1	38,7	47,58	47,5%	412,94	138,75	228,63	45,56	0,17	0,16	0,15	53	54	92	0,98	0,94	0,69	
	2	61,4				138,75	228,63	45,56	0,17	0,16	0,15	53	54	92	0,92	0,98	0,64	
2 T2 R1	1	73,1	81,26	51,3%	150,74	26,84	107,33	16,57	0,15	0,17	0,15	46	67	10	1,06	0,78	0,67	
	2	85,4				26,84	107,33	16,57	0,15	0,17	0,15	46	67	0	1,02	0,81	0,66	
3 T3 R1	1	70,5	42,29	38,8%	210,60	85,85	107,02	17,73	0,13	0,16	0,13	40	60	11	1,04	0,96	0,64	
	2	38,5				85,85	107,02	17,73	0,13	0,16	0,13	40	60	4	1,01	0,92	0,74	
4 T4 R1	1	126,2	69,6	44,1%	356,25	148,08	180,54	27,63	0,13	0,17	0,12	50	68	10	1,01	0,82	0,60	
	2	31,8				148,08	180,54	27,63	0,13	0,17	0,12	50	68	0	1,00	0,79	0,76	
5	1	101,5	53,42	35,3%	261,60	118,12	124,61	18,87	0,16	0,14	0,15	56	61		1,06	0,83	0,67	

T3 R2	2	49,9												10 4	0,96	0,91	0,55
6	1	83,8												11	1,04	0,87	0,68
T1 R2	2	103,1	69,93	37,4%	709,74	393,09	280,38	36,27	0,14	0,14	0,14	52	59	5	1,06	0,95	0,65
7	1	76												10	0,96	0,76	0,41
T4 R2	2	21,2	50,41	51,9%	645,38	287,69	316,32	41,37	0,15	0,17	0,14	50	68	2	0,94	0,85	0,52
8	1	68													0,91	0,92	0,71
T5 R1	2	53,8	59,17	48,6%	940,58	443,08	449,92	47,58	0,16	0,14	0,17	54	59	94	0,85	0,92	0,61
9	1	42,7												11	0,91	0,90	0,59
T5 R2	2	67,3	47,23	42,9%	998,42	542,23	399,70	56,49	0,15	0,14	0,15	55	55	9	0,85	0,92	0,61
10	1	61,7												11	0,96	0,76	0,65
T5 R2	2	97,2	75,88	47,8%	1165,21	860,88	276,05	28,28	0,14	0,14	0,15	54	63	1	0,94	0,76	0,50
11	1	87												10	0,98	0,96	0,63
T4 R3	2	57,3	64	44,4%	414,12	201,49	183,58	29,05	0,14	0,14	0,13	48	58	4	1,00	0,97	0,66
12	1	51,4												10	0,87	0,80	0,36
T2 R3	2	35,3	36,93	42,6%	634,23	327,80	268,12	38,31	1,30	0,16	0,14	43	73	1	0,90	0,83	0,47
13	1	95,4												11	1,05	0,99	0,50
T1 R3	2	65,8	73,66	45,7%	1107,57	792,06	285,13	30,38	0,15	0,16	0,15	52	74	9	0,95	0,95	0,53
14	1	45,5												12	0,95	0,82	0,44
T3 R3	2	44	41,74	46,6%	695,53	454,32	218,95	22,26	0,16	0,16	0,16	53	63	8	1,00	0,80	0,50

15	1	75,2												11	1,04	0,94	0,58
T4	2	47,3	59,74	48,8%	380,15	128,73	217,69	33,73	0,15	0,16	0,15	51	65	5	1,02	0,91	0,65
R4																	
16	1	138,6												11	0,99	0,95	0,49
T5	2	151,4	128,75	44,4%	784,53	454,31	289,66	40,56	0,13	0,15	0,14	52	54	0	0,97	0,90	0,51
R3																	
17	1	72,2												11	0,92	0,82	0,51
T3	2	65	67,87	49,5%	559,46	350,47	184,18	24,81	0,15	0,14	0,15	50	60	8	0,96	0,73	0,64
R4																	
18	1	36,3												10	1,11	0,96	0,74
T2	2	35,7	35,67	49,5%	1223,52	765,98	417,89	39,65	0,14	0,16	0,14	51	62	8	1,07	0,98	0,69
R4																	
19	1	58												11	1,00	0,99	0,59
T1	2	68	56,32	44,7%	896,55	531,62	327,34	37,59	0,15	0,16	0,14	52	61	0	1,02	0,95	0,69
R4																	
20	1	37,1												11	0,91	0,85	0,66
T5	2	31	39,3	57,7%	1007,61	513,34	444,97	49,30	0,14	0,15	0,16	46	59	1	0,96	0,85	0,55
R4																	
21	1	58,8												13	1,04	1,11	0,69
T	2	38,9	47,99	49,1%	926,54	344,16	511,96	70,42	0,17	0,17	0,16	66	70	7	1,06	1,04	0,64
22	1	71												10	0,98	0,97	0,57
T	2	60	66,8	51,0%	871,14	547,99	289,98	33,17	0,13	0,16	0,12	48	65	7	0,96	0,92	0,54
23	1	86,3												10	1,12	0,95	0,68
T	2	35,2	54,8	45,1%	588,18	262,72	287,83	37,63	0,15	0,15	0,13	48	65	5	1,06	0,97	0,69
24	1	34,2												11	0,98	0,94	0,48
T	2	38	32,8	45,4%	451,55	177,26	236,63	37,66	0,15	0,15	0,14	51	67	4	1,06	0,88	0,47

Nota. Evaluación cuantitativa del diámetro, volumen y cantidad de semilla por tratamiento en el DCA. *Fuente.* Acevedo, 2024.

En la evaluación de las variables del grano en peso por volumen, número de cantidad de semillas, espesor del diámetro y granulometría, como nos muestra en la anterior tabla, donde se observa siguientes diferencias más significativa sobre cada tratamiento aplicado en cada unidad experimental. Entendiéndose por Granulometría como el estudio en la medición del tamaño de las partículas de algún tipo de muestra árida según su diámetro en la escala definida, según (EcuRed, 2021).

En la identificación del tamaño de los granos de la quinua sobre cada una de las muestras sacadas en las unidades experimentales individualmente, se usó el método o ensayo de tamizado, en el cual se emplearon varios tamices de diferente diámetro, donde se encarrila un tamiz sobre otro, de mayor a menor diámetro y de manera horizontal (En el primer tamiz se agrega toda la muestra del grano de una UE) posteriormente se somete a vibración y movimientos bruscos con el objetivo de mover todos los granos, y que los de menor tamaño pasen a cada tamiz que les corresponde, al terminar el ensayo de tamizado del grano, se procede a pesar cada una de las muestras según su diámetro y a calcular su peso.

Figura 39

Registro fotográfico del tamizaje de granos de quinua trillado según su diámetro.



Nota. Identificación granulométrica de la quinua, de mayor a menor diámetro. *Fuente.* Acevedo, 2024.

Cabe decir que, dentro del mismo proceso de tamizado, inicialmente se ventea el grano, para librarlo de todo tipo de impurezas y obtener una muestra de mejor calidad y pureza.

Los diámetros usados en los tamices y resultantes del grano de quinua tras la evaluación granulométrica fueron de 1.7mm, 1.4mm y 1.0mm, como se puede verificar en la tabla N° 19.

Figura 40

Registro fotográfico del diámetro de los granos de quinua en malla zaranda.



Nota. Los granos de quinua deben ser tamizados libres de impurezas/cuerpos extraños. *Fuente.* Acevedo I. a., 2024.

En otros estudios de investigación en el departamento de Cundinamarca sobre la evaluación de los criterios de la calidad de la quinua Diaz, (2002) y en Perú sobre la norma técnica de la quinua Mendizábal Soto et al., (2013) nos afirma que el diámetro del grano de la quinua se clasifica en 4 categorías según sus dimensiones, como grano extra grande, grano grande, grano mediano y grano pequeño, y así mismo como un grano de primera, segunda y tercera.

Figura 41

Tabla de determinación de calidad granulométrica.

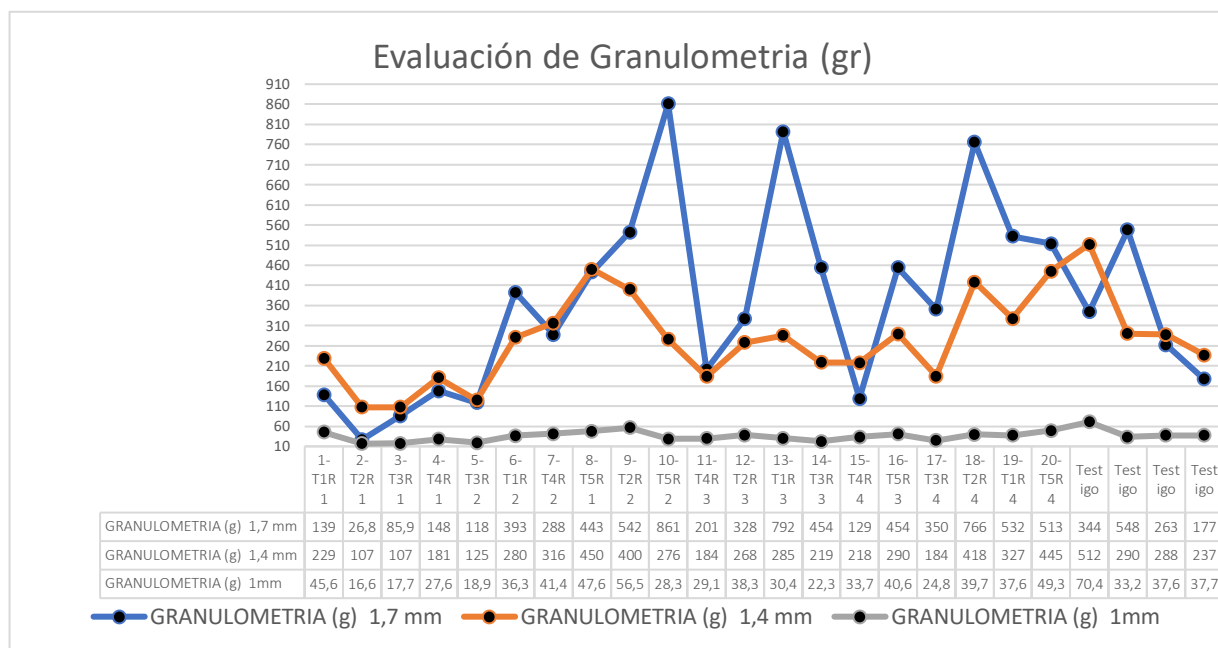
Tamaño de los granos	Diámetro promedio de los granos (mm)	Malla
Extra grande	mayor a 2,0	85 % retenido en la malla ASTM 10
Grandes	mayor a 1,70 hasta a 2,0	85 % retenido en la malla ASTM 12
Medianos	mayor a 1,40 hasta 1,69	85 % retenido en la malla ASTM 14
Pequeños	menor a 1,40	85 % que pasa por la malla ASTM 14

Nota. Variables de tamaño del grano, que determinan su calidad, y definen el manejo nutricional influyente en la formación del grano. *Fuente.* Mendizábal Soto et al., 2013.

La calidad del grano en su diámetro y demás variables físicas, reafirma, que la identificación del tiempo transcurrido en las fases fenológicas se hace necesario para ofrecer una mayor calidad en la producción del fruto de la quinua. Es por ello, que el haber determinado el proceder del tiempo sobre cada fase fenológica en la etapa vegetativa y reproductiva de la quinua variedad Blanca de Jericó en el municipio de Silvia, precisamente en el corregimiento Guandía de la vereda San Fernando es un gran paso para mejorar los rendimientos productivos de esta zona, además de haber determinado también, otras opciones para un manejo agronómico nutricional integral, que beneficie tanto al cultivo como a la recuperaciones de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, con el uso de bioestimulante a bases de esporas de bacterias puras y vivas (Que no se degradan dentro de su empaque), y ácidos húmicos y fúlvicos concentrados que garantizan este objetivo de recuperación.

Figura 42

Grafica del comportamiento granulométrico por tratamiento.



Nota. Consideración de calidad del tamaño del grano, Mediano y Grande, con un bajo porcentaje de grano pequeño de 1mm.

En la presente grafica de evaluación granulométrica se puede observar que las unidades experimentales 8, 9, 10, 13, 14, 16, 18, 19 y 20, correspondiente a los tratamientos 1, 2 y 3 que llevan las aplicaciones de SR®, SR Plus® y fertilización síntesis química, SR®, SR Plus® y abonamiento orgánico, y SR®, SR Plus®, fertilización química y abonamiento orgánico, son los que presentaron mejor calidad granulométrica en 1.7mm y 1.4mm, con un peso que inicia desde 400gr y alcanza hasta 861gr.

Se observa también, como resultados significativos, los que corresponden a las UE 10, 13 y 18 el cual llevan los tratamientos ya mencionados, con un peso de 766gr hasta 861gr sobre los granos que presentan un diámetro de 1.7mm, considerados granos grandes, según (Mendizábal Soto et al., 2013). También se identifica, que sobre el diámetro del grano de 1mm, no se superan los

50gr, donde el peso mínimo es de 16gr registrado en el Tratamiento 2 Repetición 1, ultimando que el comportamiento nutricional y de bioestimulación de las formulaciones fue acertada.

De acuerdo a los valores registrados en la figura N° 42 y al comportamiento de los resultados dados tras su evaluación granulométrica, como se muestra en la gráfica/figura N° 43 por su diámetro y peso, la calidad de los granos de quinua del presente DCA se clasifican como granos de tamaño Grandes y Medianos según Mendizábal Soto et al., (2013).

Tabla 20

Registro de datos promedios de variables físicas del grano quinua por tratamiento.

Promedio Resultados Evaluación Variables Físicas del Grano Quinua DCA por Tratamiento												
Tratamientos	Granulometría (gr)			Peso por volumen (gr)			Cantidad semillas (#)			Espesor de semilla (mm)		
	1,7 mm	1,4 mm	1mm	1,7 mm	1,4 mm	1 mm	1,7 mm	1,4 mm	1 mm	1,7 mm	1,4 mm	1 mm
Tratamiento 1	463,88	280,37	37,45	0,15	0,16	0,14	52,25	62,00	109,00	1,00	0,95	0,62
Tratamiento 2	415,71	298,26	37,76	0,14	0,16	0,15	48,75	64,25	107,00	0,97	0,87	0,60
Tratamiento 3	252,19	158,69	20,92	0,15	0,15	0,15	49,75	61,00	116,00	0,99	0,85	0,59
Tratamiento 4	191,50	224,53	32,95	0,14	0,16	0,14	49,75	64,75	105,25	1,00	0,88	0,60
Tratamiento 5	567,90	365,15	41,43	0,14	0,15	0,16	51,50	58,75	106,50	0,94	0,88	0,60
Testigo	333,03	331,60	44,72	0,15	0,16	0,14	53,25	66,75	115,75	1,03	0,97	0,60

Nota. Resultados atípicos entre el testigo y tratamientos con formulaciones.

Se define que, por tratamiento, los mejores comportamientos en relación al peso promedio total del diámetro del grano en su categorización de calidad de grano Grande y Mediano se dio sobre los tratamientos 1, 2 y 5, que especialmente estaba compuesto por algún nutrimento y la Tecnología BluePlanet® (Ver tabla 9).

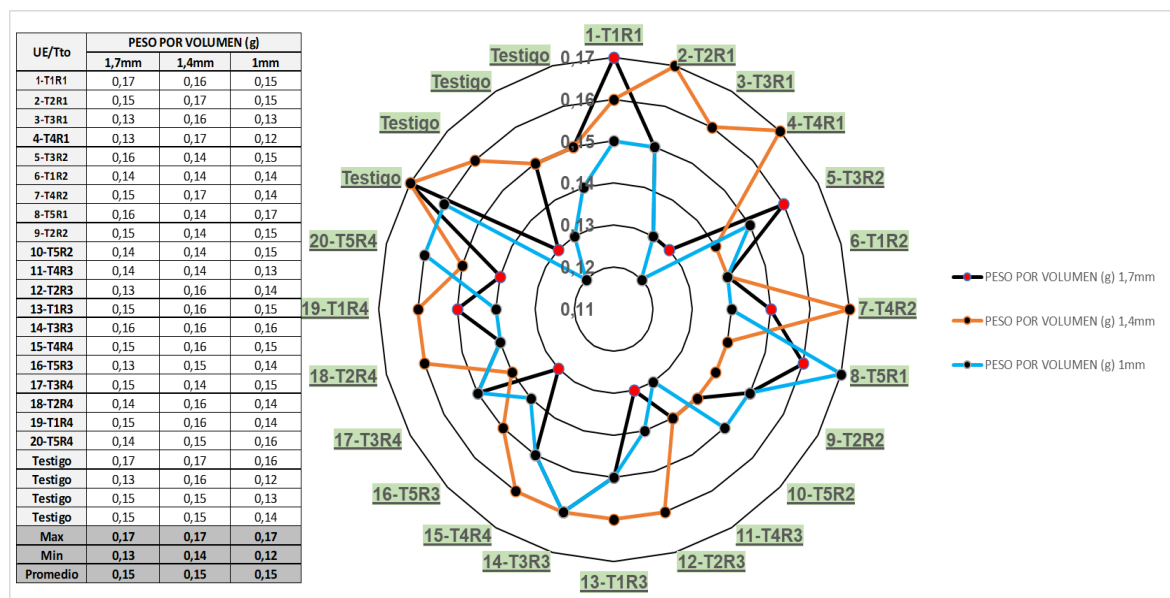
Como valores totalmente atípicos, se identifica que el tratamiento testigo que no llevo ningún tipo de formulación, arrojó mejores resultados en el diámetro del grano que en los tratamientos 3 y 4 que si llevaron tratamientos (Ver tabla 9). Igualmente pasa en la cantidad de

semillas por diámetro sobre cada planta muestra, donde hay mayor número de semillas en el diámetro 1,7mm y 1,4mm que en los otros 5 tratamientos con formulaciones.

Sobre los valores que si concuerdan (color mostaza), se haya que hay un mayor resultado sobre los granos de menor diámetro en granulometría y cantidad de semillas.

Figura 43

Grafica del peso del grano por diámetro de acuerdo a cada tratamiento y repetición DCA.

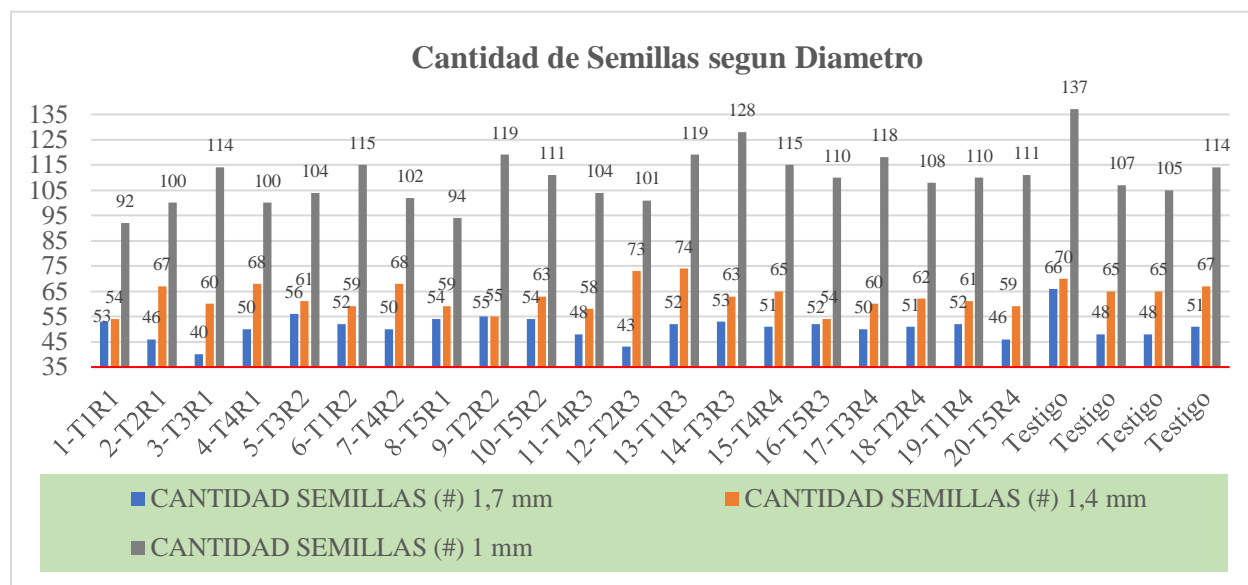


Nota. Gráfico Araña, para mejor visualización del comportamiento de los datos en el peso por volumen por tratamiento, según su diámetro.

En la evaluación del peso promedio de cada grano por tratamiento, se logra identificar en el diagrama de marcadores, que los granos con un diámetro de 1.4mm (línea de color anaranjado) son los que presentan una mayor constante de peso sobre 0.16 y 0.17gr, a diferencia de los granos con diámetros 1.0mm y 1.7mm que fluctúan con valores 0.12, 0.13 y 0.14gramos y pocos valores del peso por grano de 0.16 y 0.17gr. Donde en el diámetro de 1,7mm sobre el tratamiento T1R1 solo se presentó un alto de 0,17gr; a diferencia del diámetro de 1,4mm, con 3 valores altos sobre los tratamientos T4R1, T4R2 Y T2R1.

Figura 44

Grafica del total de semillas por diámetro por plantas por tratamiento y repetición.



Nota. Mayores resultados en los tratamientos, en el número de semillas sobre el diámetro de 1mm

Tabla 21

Cantidad de semillas por diámetro por tratamiento y numero de repeticiones.

UE/Tto	Cantidad Semillas (#)		
	1,7 mm	1,4 mm	1 mm
1-T1R1	53	54	92
2-T2R1	46	67	100
3-T3R1	40	60	114
4-T4R1	50	68	100
5-T3R2	56	61	104
6-T1R2	52	59	115
7-T4R2	50	68	102

Como resultado significativo, se encuentra que en la UE 21, el cual corresponde al primer testigo, donde no se realizó ninguna de las aplicaciones de los tratamientos propuestos, arroja una mayor cantidad de granos de un 1mm (137), y 66 granos sobre el diámetro de 1.7mm.

8-T5R1	54	59	94
9-T2R2	55	55	119
10-T5R2	54	63	111
11-T4R3	48	58	104
12-T2R3	43	73	101
13-T1R3	52	74	119
14-T3R3	53	63	128
15-T4R4	51	65	115
16-T5R3	52	54	110
17-T3R4	50	60	118
18-T2R4	51	62	108
19-T1R4	52	61	110
20-T5R4	46	59	111
Testigo	66	70	137
Testigo	48	65	107
Testigo	48	65	105
Testigo	51	67	114
Max	56	74	128
Min	40	54	92
Promedio	50,40	62,15	108,75

La evaluación del número de semillas por unidad experimental y tratamiento, se logra identificar que el diámetro de 1mm es el que presenta un promedio mayor de número de granos quinua.

Y en los granos de 1.7mm de diámetro, es el que representa la menor cantidad de granos por UE.

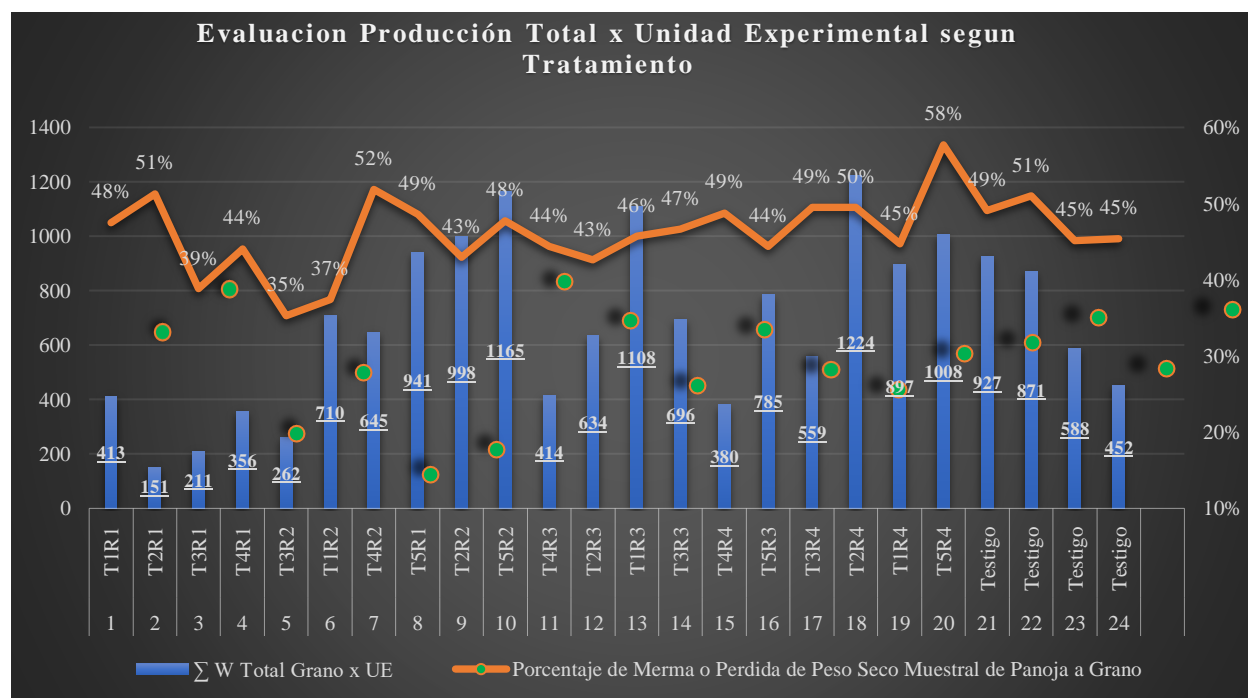
Con un máximo de 56 granos y un mínimo de 40 granos, a diferencia, caso contrario de los granos

Nota. Mayor promedio en la cantidad de semillas de 1mm sobre los otros diámetros. Con un valor máximo de 128 semillas en el T3R3.

Evaluación de Productividad de UE Quinoa (*Chenopodium quinoa*) variedad Blanca de Jericó

Figura 45

Grafica del porcentaje de pérdida de peso de panojas de plantas muestras a grano seco.



Nota. Peso total de productividad de grano seco por UE.

Figura 46

Síntesis de tratamientos y formulaciones empleadas en DCA.

Tratamientos	Formulaciones
T1	ACF SR Plus® + ACF SR® + Fertilización Química Edáfica Solida
T2	ACF SR Plus® + ACF SR® + Abonamiento Orgánico
T3	ACF SR Plus® + ACF SR®
T4	Algamins + Induplant

Tratamientos	Formulaciones
T5	ACF SR Plus ® + ACF SR® + Fertilización Química Edáfica Solida y Abonamiento Orgánico
Testigo	Testigo (Sin Formulaciones)

Nota. Los Bioestimulantes BluePlanet®, son considerados a nivel mundial, como productos biológicos de primera y alta calidad.

En evaluación del porcentaje de reducción de peso del grano de la quinua, desde la cosecha de la panoja, secado, trillado, venteo y limpieza, se identifica que el porcentaje de pérdida de peso del grano esta entre un 36 y 52%, como se puede observar en la anterior grafica. Y sobre la unidad experimental 20 que lleva el Tratamiento 5, se presentó el mayor porcentaje de merma de peso, con un 58%.

Como resultado atípico en el DCA, las unidades experimentales 21, 22, 23 y 24 que corresponden a los Testigos, sacaron una mayor producción de grano que las UE 1, 2, 3, 4, 11 y 15, donde se hicieron las aplicaciones de los tratamientos 1, 2, 3 y 4.

Figura 47

Suma peso total de grano seco por tratamiento y repeticiones DCA.

\sum W Total del Grano Seco x Repetición y Tratamiento					
Tratamiento	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Sub total Grano
Tratamiento 1	412,94	709,74	1107,57	896,55	3126,8
Tratamiento 2	150,74	998,42	634,23	1223,52	3006,91
Tratamiento 3	210,6	261,6	695,53	559,46	1727,19
Tratamiento 4	356,25	645,38	414,12	380,15	1795,9
Tratamiento 5	940,58	1165,21	784,53	1007,61	3897,93

Σ W Total del Grano Seco x Repetición y Tratamiento					
Testigo	926,54	871,14	588,18	451,55	2837,41
Total Grano Seco x					Total Producción DCA
TR (gr)	2071,11	3780,35	3635,98	4067,29	Sin Testigo
					13.555 gramos

Nota. Mayor rendimiento productivo sobre los tratamientos donde se empleó la Tecnología BluePlanet®.

Como se puede observar en la tabla de la suma del peso total del grano seco por repetición y tratamiento, los tratamientos 1, 2 y 5, son los que obtuvieron un mayor resultado frente a la producción por la bioestimulación de la tecnología BluePlanet® y la fertilización química y abonamiento orgánico. Caso contrario se da en el tratamiento 3, el cual solo lleva las formulaciones de BluePlanet®, teniendo en cuenta lo mencionado por (BluePlanet®, 2023b), donde da a conocer que parte de las funciones del consorcio de bacterias que conforman sus formulaciones es hacer que las plantas sinteticen y asimilen los nutrientes presentes en el suelo, mediante la degradación de la materia orgánica y la solubilización de los minerales. De acuerdo a ello, una respuesta a este bajo resultado en la producción, podría ser la baja presencia de minerales y materia orgánica en el suelo. Tomando como ejemplo, que los tratamientos que llevaron fertilizante de síntesis química y abono orgánico, si sacaron un mejor resultado.

Igualmente pasaría con el tratamiento 4, que, en su composición, tiene como principio activo, algunas bacterias del tipo Bacillus, más nutrimentos.

Como resultado inusual, se observa que las unidades experimentales asignadas como Testigo, tiene una mayor producción referente a las UE que llevaron los tratamientos 3 y 4. Como ejemplo se puede decir, que este fenómeno se da en suelos de ladera con un cierto grado de desnivel, donde, cuando llueve los nutrientes que están en la parte de encima, bajan por

escorrentía y/o lixiviación y quedan reposados sobre el suelo donde se disminuye ese desnivel (pendiente). Este mismo fenómeno se dio con unas plantas de quinua que se sembraron al final del lote donde se estableció el DCA, el cual las plantas sin ningún tipo de fertilización, se dieron más vigorosas y con unas panojas de mayor tamaño.

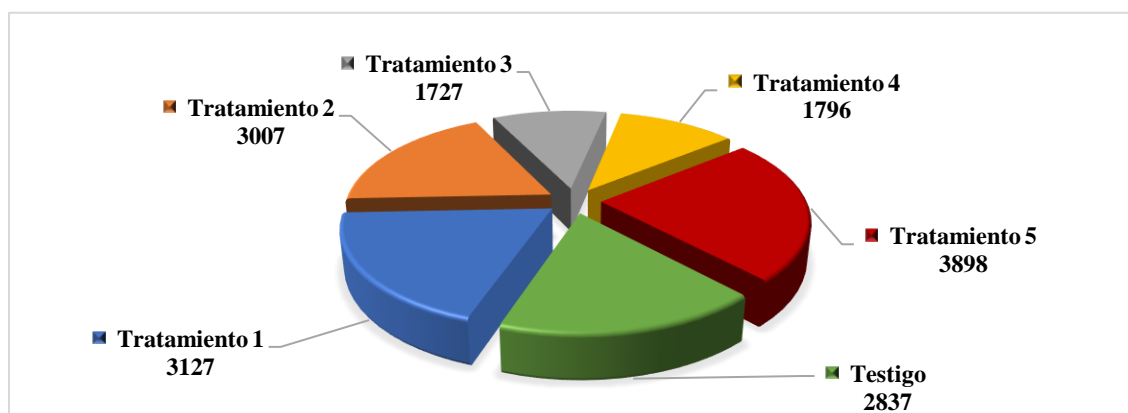
Teniendo en cuenta el objetivo de este estudio, en evaluar la mejor estimulación fisiológica para aumentar la productividad de las plantas de quinua, a partir de las formulaciones propuestas como se muestra en la tabla 22, se identifica que el tratamiento que mostro mayores resultados en producción y en cada una de las evaluaciones anteriormente mencionadas, es el tratamiento 5, con una producción total de grano seco de quinua de 3897.93 gramos, con un porcentaje promedio en producción entre el 23.3 y 45.5% por encima de los demás tratamientos. Demostrando así que el manejo nutricional de las plantas, no se debe regir solo por aplicaciones de fertilizantes de síntesis química, y que para obtener unos mayores resultados en la producción, se debe pensar primero en mejorar las condiciones del suelo, desde sus propiedades físicas, químicas y biológicas, donde las formulaciones tecnológicas de BluePlanet juegan un papel crucial, teniendo en cuenta la gran variedad de funciones beneficiosas y positivas para la vida microbiológicas y demás propiedades del suelo, por ejemplo en la solubilización de los fosfatos, la proporción de hormonas del crecimiento vegetal fijación del carbono, fijación del nitrógeno, etc., en función del desarrollo fisiológico de las plantas.

Además, que dentro de las propiedades de la tecnología de BluePlanet®, está la eliminación de todo tipo de trazas químicas, tras el uso de agroquímicos para el sostenimiento de los cultivos a nivel nutricional y fitosanitario en el control de plagas y enfermedades, conllevando al consumo de unos alimentos de mayor calidad en sus características físicas, organolépticas y nutricionales, que si estos alimentos son llevados a un mercado más

especializado, el precio de venta obtendrá un valor económico agregado, y por ende las condiciones y calidad de vida de los agricultores mejorara.

Figura 48

Grafica del rendimiento productivo por tratamiento DCA.



Nota. Bajas producciones sobre los tratamientos 3 y 4, que no tenían complemento nutricional.

Dentro del rendimiento productivo del grano de la quinua, se identifica que escalonadamente las repeticiones de los tratamientos aumentaron la producción, a excepción de la repetición 2 sobre la repetición 3, y con una mayor producción de 4067 gramos la repetición 4. Este comportamiento nos da a entender, que los resultados en la producción van en aumento simultáneamente al número de veces que se repiten los tratamientos.

Los tratamientos que no recibieron el complemento nutricional de síntesis química o biológica, son los que presentaron la producción baja. Se puede considerar que la reserva de nutrientes en el suelo también es baja.

Cabe decir, que a pesar de la composición nutricional que contiene los productos del tratamiento 4 (Algamins e Induplant), como fósforo, potasio, nitrógeno, magnesio, azufre, silicio, sodio, carbono orgánico oxidable y aminoácidos libre, los resultados en el rendimiento productivos no fueron tan favorables.

Tabla 22

Tabla comparativa de resultados investigativos de duración de tiempo de etapas y fases fenológicas.

Cuadro Fenológico Comparativo de DCA en Silvia Cauca con Estudio en la Descripción del Ciclo Fenológico de Cuatro Eco-tipos de (Chenopodium quinua Willd.), en Puracé – Cauca, Colombia															
Ítem	Eco-tipos	Etapas Fenológicas													
		Etapa Vegetativa (Días Transcurridos)							Etapa Reproductiva (Días Transcurridos)						
		EV0	EV1	EV2	EV3	EV4	EV5	ER6	ER7	ER8	ER9	ER10	ER11	ER12	ER13
1	Blanca de Jericó (DCA)	3	6	16	31	52	68	93	103	123	132	152	172	194	207
1.1	Blanca de Jericó	2	3	27,3	33	38,7	63,2	96,2	130,4	135,4	148,4	185,2	200,3	213,9	
3	Punto Rojo	1	3	27,4	33,1	36,7	55,8	95,9	135,1	140,2	151,9	185,4	202,1	212,2	
4	Tuntahuan	1	3	27,4	32,8	38,8	62,2	87,2	120,2	122,8	129,9	146	162,7	178,7	
5	Aurora	1	3	27	33	38,8	62,6	61,4	89,7	94,9	102,1	126,2	136,1	154,5	

Nota. Consideración del ciclo de madurez de cosecha como una fase fenológica dentro de la etapa reproductiva. *Fuente.* Rojas, 2018. *Modificado.* Morales, 2024.

Comprendiendo que la primer aplicación de los tratamientos (BluePlanet®) se realizó el 24 de mayo, sobre la etapa fenológica EV5 donde empieza a ver un número mayor a 4 hojas verdaderas, la disminución de días sobre las otras fases fenológicas en la etapa reproductiva de los 4 eco-tipos de quinua de la investigación de CISNEROS et al., (2018) empieza a notarse paulatinamente, como se muestra en la anterior tabla de comparación de acuerdo a ello, se puede concluir, que las formulaciones tecnológicas BluePlanet® generan un impacto positivo, sobre el tiempo de desarrollo fisiológico entre fase y fase de la quinua variedad Blanca de Jericó,

Conclusiones

Sobre las condiciones ambientales que debe tener una siembra directa de la semilla de quinua en terreno, se puede concluir, que estas condiciones se dan en la zona de influencia de la investigación (DCA), donde las lluvias son poco recurrentes y fuertes, el tipo de textura del suelo es el ideal y las prácticas culturales de labores de preparación de terreno son las correctas, donde mediante la implementación de la práctica cultural de siembra de la semilla directamente al suelo, ayudaría en un aumento de plántulas y una disminución de semillas por metro lineal y menor estrés radicular.

Según los resultados en la evaluación del desarrollo radicular, donde en promedio su longitud fue de 30cm, y según algunos autores afirman que cuando un suelo se encuentra en buenas condiciones físicas y el cultivo tiene buen manejo agronómico, las raíces puede llegar fácilmente a los 60 cm de profundidad, teniendo en cuenta lo mencionado se recomienda que en suelos donde se ha trabajado la ganadería y su compactación es mayor, dificultando la penetración de las raíces, se realice dentro la práctica de preparación del terreno un arado por cincel o roturado del suelo, y en el caso donde los recursos económicos son escasos, realizar un rompimiento del suelo con bueyes, ya que bajo un regular desarrollo radicular, el desarrollo vegetativo y productivo se verá afectado.

Tras la evaluación de cada una de las estructuras morfológicas de las plantas de quinua, variedad Blanca de Jericó y su productividad sobre cada unidad experimental y tratamiento, se concluye el cumplimiento del objetivo general y los específicos se han dado satisfactoriamente; donde se identifica que la mejor formulación bioestimulante para un aumento de la productividad de las plantas de quinua, corresponde al manejo nutricional con una fertilización de síntesis química, abonamiento orgánico y un bioestimulante. En este caso se empleó una formulación

compuesta de; Urea + DAP + POTASIO + BluePlanet® (SR®, SR Plus®, BioN®) + coadyuvante Carrier.

Y aunque la formulación más completa dio los resultados más significativos en productividad, cabe resaltar y objetivar que la economía de los campesinos agricultores muchas veces es insuficiente y/o escasa, dificultando que se haga la compra de insumos agrícolas para el manejo nutricional y fitosanitario, especialmente los insumos de síntesis química, ocasionando el regular desarrollo vegetativo y baja productividad de las plantas. De acuerdo a ello, y al objetivo de esta investigación, en evaluar alternativas de Bioestimulación para mejorar el desarrollo vegetativo de las plantas y aumentar o estabilizar su productividad, nos conlleva a definir que, según los resultados totales en rendimiento productivo por tratamiento, como se muestra la tabla 23.

Las formulaciones a tener en cuenta para el manejo nutricional del cultivo de la quinua, sería en primer caso, sobre el tratamiento 1, que lleva el uso SR Plus®, SR® más Fertilización de Síntesis Química o el tratamiento 2 que lleva SR Plus®, SR® más abono orgánico, teniendo en cuenta que se ajusta con la viabilidad económica y la inocuidad alimentaria.

En el caso del testigo, como único tratamiento que no recibió ninguna aplicación de las formulaciones propuestas, se puede considerar su resultado, como un suceso atípico y esporádico. Como se mencionó anteriormente, al estar en cerca de los otros tratamientos, y al terreno tener una pendiente acentuada sobre el sitio de los testigos y al final de la parcela investigativa donde paso el mismo caso, la nutrición de las plantas fue altamente influenciada por estas variables.

En comparación de los días transcurridos en las diferentes fases de las etapas fenológicas de las plantas de quinua de la presente investigación con otras investigaciones donde se

evaluaron 4 eco-tipos de quinua, se identifica que en la fase de madurez fisiológica, hay una disminución aproximada de 20 días, el cual beneficia al agricultor en una producción más temprana y aprovechamiento del tiempo para establecer más ciclos de siembra.

Recomendaciones

Cabe decir, que aun teniendo en cuenta los resultados tan positivos en el desarrollo vegetativo de las plantas y en la productividad arrojada por las mismas en las UE manejadas con las formulaciones tecnológicas BluePlanet® más la fertilización y el abonamiento, no se llevaron a cabo las aplicaciones de los bioestimulante BluePlanet sobre las fases fenológicas de germinación de la semilla, resiembra, siembra y emergencia de la planta, donde se puede contemplar que los resultados hubieran sido mayores en el caso de haber realizado las aplicaciones.

Teniendo en cuenta el porcentaje de pérdida de humedad en las panojas en relación con los tratamientos, y la función de los nutrimentos aplicados, se hace necesario para otros estudios, realizar una prueba de solidos solubles solutos, de acuerdo a que nutrientes mayores como el potasio, genera sobre los frutos de las plantas una mayor consistencia y peso, evitando o disminuyendo el porcentaje de humedad que este puede tener. También se hace necesario, evaluar post cosecha el porcentaje de humedad que pueda tener las panojas, considerando que la madurez de cosecha no es uniforme dentro de todo el lote.

Referencias

- Acevedo I. A., Diferenciación Diametro Granos de Quinoa, 2024
- Acevedo I. A., Evaluacion de productividad y características físicas grano quinoa, 2024
- Acevedo I. A., Evaluación de Porcentaje de Merma de Peso Húmedo – Peso Seco, Plantas Muestras DCA, 2023
- Acevedo I. A., Formulación nutricional y bioestimulante para el cultivo quinoa (*Peronospora variabilis*), 2023
- Acevedo I. A., Identificación granulométrica de la quinoa, de mayor a menor diámetro, 2024
- Acevedo I. A., Trillado Panojas Quinoa, 2023
- Acevedo I. a., 2024
- Agraria, I. N. (15 de Octubre de 2020). *INIA Peru*. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=lr3ZU_rcNZQ
- Agrofercol. (2019). Ficha Técnica Algamins. *Studies in Philosophy East-West*, 93, 3. <https://doi.org/10.15841/kspew..93.201909.257>
- Agronet. (23 de 06 de 2020). *Agronet*. Obtenido de <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Se-abre-el-mercado-mexicano-para-la-quinua-colombiana.aspx#:~:text=Durante%20el%202019%20Colombia%20export%C3%B3,Guatemala%20Per%C3%BA%20y%20Reino%20Unido.>
- Agrosavia. (Noviembre de 2023). Resultado Análisis de suelo. Popayan, Cauca, Colombia.
- Armas, I. A. C. M. De. (1981). *La Agroclimatología su Importancia en el Desarrollo Agrícola* (p. 258). file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Ver_Documento_12804.pdf

Andia, I. B. (26 de Junio de 2016). *Ingenieria Civil y Algo Más*. Obtenido de

<https://irbinbarrientosandia.wordpress.com/2016/06/26/escala-de-ph-del-suelo/>

Bernal, D. D. M. (n.d.). *El Boro y el Manganeseo en la Buena Agricultura*. 3.

<file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/11.pdf>

BluePlanet®. (2023a). *BluePlanet®, una alternativava biológica a la desinfección química de los suelos*. 24.

BluePlanet®. (2023b). *Presentación Blue Planet* (p. 46). <http://blueplanetlabs.com/>

CampoFert. (2020). *Ficha Tecnica Induplant*. 57, 1.

<https://soydelcampo.com/vademecum/agricola/RHAPSODY/producto.php?id=10852>

Carolina Leiva Madrid, Ing. Agr. Carla Schmidt Gómez, Ing. Agr. Gonzalo Gajardo Escobar,

Ing. Agr. Alejandra Rodríguez Pacheco, I. A. (2018). *Proyecto: Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas priorizadas en la Región del Biobío*. (p. 56).

<https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/d70c46ed-b375-4860-9d82-6335b4e81a3f>

Ciancaglini, I. A. N. (2000). Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico. *Ministerio de Economía Argentina*, 10.

http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO_R001_Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico.pdf

Colinagro. (2023). *Ficha Tecnica Carrier*. 5(anexo 50), 2.

<http://tarwi.lamolina.edu.pe/~ivans/aspgen.pdf>

Consuelo Montes Rojas, Guido Ary Burbano Catuche, Edwin Fernando Muñoz Certuche, Y. C.

Y. (2018). Descripción del ciclo fenológico de cuatro ecotipos de (*Chenopodium quinua* Willd.), en en Puracé – Cauca, Colombia. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y*

Agroindustrial, 16(2), 12.

<https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/1163/956>

Díaz, M. del P. (2002). *Estandarización de los criterios de calidad de la Quinoa ((*Chenopodium quinoa willd*)) como un avance para fomentar la cadena productiva en Cundinamarca*. 63.

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/18770/21190265.pdf?sequence=1>

EcuRed. (16 de Octubre de 2021). *EcuRed*. Obtenido de

<https://www.ecured.cu/index.php?title=Especial:Citar&page=Granulometr%C3%ADa&iid=4036962>

FAO. (2012). Factores físicos que afectan al grano almacenado. *Organización de Las Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentación*, 1–6.

https://www.shareweb.ch/site/Agriculture-and-Food-Security/focusareas/Documents/phm_postcosecha_factores_fisicos.pdf

FINAGRO. (2022). La Quinoa en Colombia en unos de los cultivos con gran potencial de crecimiento. Bogotá, D.C, Colombia. Obtenido de

<https://www.finagro.com.co/noticias/quinoa-colombia-uno-los-cultivos-gran-potencial-crecimiento>

Flores, L. C. D. S., & Tricárico, L. T. (2020). Ficha Técnica Rhapsody. *Turismo - Visão e Ação*, 22(1), 1. <https://doi.org/10.14210/rtva.v22n1.p1>

García, U. P. (13 de Septiembre de 2018). *METEORED*. Obtenido de

<https://www.meteored.mx/noticias/ciencia/la-importancia-de-la-fenologia.html>

Gonzales, B. E. L. (2016). *Diseño y análisis de experimentos Fundamentos y aplicaciones en Agronomía*. 271. [http://cete.fausac.gt/wp-](http://cete.fausac.gt/wp-content/uploads/2020/11/Diseno_y_Analisis_de_Experimentos_2016a.pdf)

[content/uploads/2020/11/Diseno_y_Analisis_de_Experimentos_2016a.pdf](http://cete.fausac.gt/wp-content/uploads/2020/11/Diseno_y_Analisis_de_Experimentos_2016a.pdf)

- Ingeniero Jael Calla Calla. (2012). *Análisis de suelos y fertilización en el cultivo de Quinua Organica*. 32. <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/038-a-quinua.pdf>
- Lopez, A. G. (2018). *Impacto del cultivo de la quinua (C henopodium quinoa Willd) como alternativa productiva y socioeconómica en la comunidad indígena Yanacona de La Vega , Impacto del cultivo de la quinua (C henopodium quinoa Willd) como alternativa productiva y socio*. 118. https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/63952/2018-Angelica_Guerrero_Lopez.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Margulis, L., & Sagan, D. (2012). *El proceso de nutrición en las plantas*. 18. <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448180895.pdf>
- Mazo, D., Pardo, S., & Rojas, D. (2021). Bacterias promotoras del crecimiento vegetal: filogenia , microbioma , y perspectivas. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA*, 2, 32. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/36978/Ver_Documento_36978.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- MEDINA M., C. (2016). Efectos de la compactación de suelos por el pisoteo de animales, en la productividad de los suelos. *Remediaciones. Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 8(1), 6. <https://doi.org/10.24188/recia.v8.n1.2016.229>
- Mendizábal Soto, J. L., Valdivia Fernández, R., & Solano Oré, C. (2013). *Normas técnicas para la contribución al comercio IV congreso mundial de la quinua*. <https://repositorio.promperu.gob.pe/server/api/core/bitstreams/26e1779a-f4cb-4279-87d4-48d9ece72955/content>
- Meyhuay, M. (2000). Quinua: Operaciones de Poscosecha. *Organización de Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentación (FAO)*, 35. <http://www.fao.org/3/a-ar364s.pdf>

- Meyhuay, M. (2013). *Quinua: Operaciones de Poscosecha*. 36.
<https://www.fao.org/3/ar364s/ar364s.pdf>
- Molano, I. A. (2023). *Propuesta: Bioestimulación fisiológica para el mejoramiento de la productividad del cultivo de quinua - chenopodium quinua wild, en el departamento del Cauca, Colombia* (p. 19).
- Morales, J. C. (Enero de 2024). Corinto, Cauca, Colombia.
- Muñoz Araque, R. de J. (1978). *El análisis de suelos y su interpretación*. 69–88.
<http://hdl.handle.net/20.500.12324/22521>
- News, A. (12 de Junio de 2017). *Grupo SACSA*. Obtenido de
<https://www.gruposacsa.com.mx/que-es-la-poscosecha/>
- Pando, L. G., & Castellanos, E. A. (2016). Guía del cultivo de la quinoa. In *Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015* (Vol. 1).
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Paredes, I. A. Evaluación estructuras morfológicas plantas de quinua, post cosecha. (Octubre de 2023). Silvia, Cauca, Colombia.
- Pelaez, J. D. L. (2019). *Morfología y Refuerzo Radicular* (p. 8).
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/20071/9589352278.Parte6.pdf?sequence=15&isAllowed=y>
- Pinto, M. C. (2012). *Aspectos de la fisiología del cultivo de la quínoa* (Capítulo 3, pp. 1–14).
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6727/NR41419.pdf?sequence=8&isAllowed=y>
- RAMON, G. (2014). Diseño experimentales Apuntes de Seminario de Investigativo VI. *Apuntes de Clase Del Curso Seminario Investigativo VI*, 1–39.

- http://viref.udea.edu.co/contenido/menu_alterno/apuntes/ac37-diseno_experiment.pdf
- Rojas, W., Alandia, G., Irigoyen, J., Blajos, J., & Santivañez, T. (2011). La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. *Oficina Regional Para America Latina y El Caribe, FAO*, 37, 66. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2009.03.010>
- Sandoval, M. C. (2012). *Asistencia tecnica al cultivo de Quinoa (Chenopodium quinoa)*. 69. [http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/794/ASISTENCIA TECNICA AL CULTIVO DE QUINUA %28Chenopodium quinoa%29 EN CINCO VEREDAS DEL MUNICIPIO DE TOTORO EN EL MARCO DEL PLAN DEPARTAMENTAL “CAUCA SIN HAMBRE”.pdf?sequence=1&isAllowed](http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/794/ASISTENCIA%20TECNICA%20AL%20CULTIVO%20DE%20QUINUA%20Chenopodium%20quinoa%29%20EN%20CINCO%20VEREDAS%20DEL%20MUNICIPIO%20DE%20TOTORO%20EN%20EL%20MARCO%20DEL%20PLAN%20DEPARTAMENTAL%20CAUCA%20SIN%20HAMBRE.pdf?sequence=1&isAllowed)
- Tito, I. A. W. J. Y., & Rios, I. A. F. M. L. (2011). *Manual de Observaciones Fenológicas*. 99. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-11.pdf>
- Triguero Mamani Carolina. (2021). *Evaluación de contenido de saponinas en variedades de quinoa real (Chenopodium quinoa Willd) por cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas GC/MS*. 37. [https://www.proinpa.org/publico/video/Postulantes Premio Antonio Gandarillas Final/Carolina Triguero/CONCURSO PROINPA.pdf](https://www.proinpa.org/publico/video/Postulantes%20Premio%20Antonio%20Gandarillas%20Final/Carolina%20Triguero/CONCURSO%20PROINPA.pdf)
- West Analítica y Servicios S.A de CV. (2017). El pH del Suelo. Conceptos Fundamentales. *Agricultura Razonada*, 2847, 10. <https://westanalitica.com.mx/wp-content/uploads/2018/08/EL-pH-DEL-SUELO.-CONCEPTOS-FUNDAMENTALES.pdf> <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Analisis/2016/02/11/PH-del-suelo-Un-actor-relevante-en-el-proceso-productivo.aspx?disp=1>
- Yáñez Díaz, M. I., Cantú Silva, I., & González Rodríguez, H. (2018). Efecto del cambio de uso de suelo en las propiedades químicas de un vertisol. *Revista Terra Latinoamericana*, 36(4), 11. <https://doi.org/10.28940/terra.v36i4.349>