



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL OZONO (O₃) PARA
EL CONTROL DE MILDIU (*Peronospora variabilis*) EN EL CULTIVO DE
QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*) VAR. INIAP TUNKAHUAN, EN
SALCEDO, COTOPAXI 2021”

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera Agrónoma

Autora:

Moreta Chasi Katherine Dayana

Tutor:

Rivera Moreno Marco Antonio Ing. M.Sc.

LATACUNGA – ECUADOR

Marzo 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Katherine Dayana Moreta Chasi, con cédula de ciudadanía **180518759-6**, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: **“Evaluación del efecto de la aplicación del ozono (O₃) para el control de mildiu (*Peronospora variabilis*) en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) Var. Iniap Tunkahuan, en Salcedo, Cotopaxi 2021”**, siendo el Ingeniero M.Sc. Marco Antonio Rivera Moreno, Tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 21 de marzo del 2022

Katherine Dayana Moreta Chasi
Estudiante
CC: 180518759-6

Ing. M.Sc. Rivera Moreno Marco Antonio
Docente Tutor
CC: 050151895-5

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **MORETA CHASI KATHERINE DAYANA**, identificada con cédula de ciudadanía N° **180518759-6**, de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LA CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de “**Evaluación del efecto de la aplicación del ozono (O₃) para el control de mildiu (*Peronospora variabilis*) en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) Var. **Iniap Tunkahuan, en Salcedo, Cotopaxi 2021**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:**

Historial académico

Inicio de la carrera: Abril 2017 – Agosto 2017

Finalización de la carrera: Octubre 2021 – Marzo 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 7 de enero del 2022

Tutor. - Ing. M.Sc. Marco Antonio Rivera Moreno

Tema: “**Evaluación del efecto de la aplicación del ozono (O₃) para el control de mildiu (*Peronospora variabilis*) en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) Var. **Iniap Tunkahuan, en Salcedo, Cotopaxi 2021**”**

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 21 días de marzo del 2022

Moreta Chasi Katherine Dayana

LA CEDENTE

Ing. PhD Cristian Tinajero Jiménez

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“Evaluación del efecto de la aplicación del ozono (O₃) para el control de mildiu (*Peronospora variabilis*) en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) Var. Iniap Tunkahuan, en Salcedo, Cotopaxi 2021”, de Moreta Chasi Katherine Dayana, de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 27 de marzo del 2022

Ing. M.Sc. Marco Antonio Rivera Moreno
DOCENTE TUTOR
CC: 050151895-5

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Moreta Chasi Katherine Dayana, con el título de Proyecto de Investigación: “**Evaluación del efecto de la aplicación del ozono (O₃) para el control de mildiu (*Peronospora variabilis*) en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) Var. **Iniap Tunkahuan, en Salcedo, Cotopaxi 2021**”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.**

Por lo antes expuesto, se autoriza los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 27 de marzo del 2022

Lector 1 (Presidente)

Ing. M.Sc. Richard Alcides Molina Álvarez
CC: 120597462-7

Lector 2

Ing. M.Sc. Clever Gilberto Castillo de la Guerra
CC: 050171549-4

Lector 3

Ing. M.Sc. Guadalupe de las Mercedes López Castillo
CC: 180190290-7

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por ser la luz, la fuerza, la sabiduría y la fortaleza en mi camino para así alcanzar uno de los objetivos de mi vida. A mis padres, a mi hermano y a mis tíos que han destinado su tiempo para enseñarme y brindarme responsabilidad y motivación en el transcurso de mi carrera. A mis amigos Michelle, David, Wladimir y Danilo por que, con su paciencia, alegría y ayuda este proyecto no se hubiera completado.

Al mismo tiempo, quiero expresar mis agradecimientos a mi tutor Ing. MSc. Marco Rivera por ser un docente excelente y un amigo que me apoyo con sus ánimos, su esperanza en mí y en su confianza. A mis lectores Ing. Richard Molina MSc. y al Ing. Clever Castillo MSc por haberme formado en toda mi carrera profesional y a la Ing. Guadalupe López por sus palabras que he llevado siempre presente, “El trabajo será fuerte, pero se aprende de él” gracias por su apoyo y entusiasmo. Conjuntamente agradecer a la Ing. Tania Llanos (UTC) por su ayuda en el proceso de laboratorio, al Ing. Diego Rodríguez (INIAP) por su ayuda en el diseño experimental de mi proyecto y a la Ing. Marcia Buenaño (TOTALCHEM) por su colaboración en la fase de laboratorio.

A la universidad Técnica de Cotopaxi por darme el privilegio de formar parte de su educación, por ser una base a mi vida profesional, a mis docentes por permitirme instruirme con sus conocimientos.

Katherine Dayana Moreta Chasi

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación la dedico a mi padre Vicente Moreta y a mi madre Maribel Chasi, pues sin ellos no lo hubiera logrado, su bendición a diario en el transcurso de mi vida me ha protegido y me ha llevado por un buen camino, es por eso que mi tesis les doy como ofrenda a ustedes por su paciencia, humildad, honestidad y amor hacia mí.

A mi hermano Kenny por ser el amor de mi existencia, porque siempre me motiva a ser mejor para él y que cada día es mi alegría y mi orgullo en mi vida.

Katherine Dayana Moreta Chasi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL OZONO (O₃) PARA EL CONTROL DE MILDIU (*Peronospora variabilis*) EN EL CULTIVO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*) VAR. INIAP TUNKAHUAN, EN SALCEDO, COTOPAXI 2021”

Autora: Moreta Chasi Katherine Dayana

RESUMEN

La investigación se realizó en el sector de Anchilivi, Salcedo, Cotopaxi con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación del ozono (O₃) para el control de mildiu (*Peronospora variabilis*) en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) Var. INIAP Tunkahuan. Se implementó un diseño completamente al Azar (DBCA) con 6 tratamientos por 3 repeticiones más 2 testigos con un total de 24 unidades experimentales. Se utilizó el Ozonificador de agua (QJ-8003K) y un medidor de ozono (Palintest) con 2 concentraciones (0,3 ppm – 0,5 ppm), 3 frecuencias de aplicación (8 días, 15 días y 30 días) directamente a la planta, se aplicó un testigo químico (Topas 100 EC) y un testigo absoluto. Se concluye que el mejor tratamiento en base a la concentración y frecuencia fue el T4 (0,5 ppm cada 8 días), con los siguientes resultados en las variables; días al panojamiento (66 días), altura de la planta (1,69 m), longitud de la panoja (49,7 cm), severidad hojas bajas (0,97 %), severidad hojas intermedias (1,11%) y severidad hojas altas (0 %), incidencia de la enfermedad (36,11 %), días a la cosecha (190,67 días), rendimiento (6,2 kg) , grado de esporulación (19,99 %) con una escala de esporulación de (1) Esporangióforo simple y conforme con el costo beneficio se presentó una utilidad neta de \$ 1,86 valor que representa que por cada dólar invertido se gana \$ 1,86. Esta tecnología permitirá que los agricultores realicen una producción de quinua más limpia ya que con los resultados obtenidos se mejoraron las cosechas.

Palabras clave: ozono, mildiu, concentraciones, frecuencia

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

THEME: “EVALUATION ABOUT THE EFFECT OF THE OZONE APPLICATION (O₃) TO CONTROL MILDIU (*Peronospora variabilis*) IN QUINOA CROP (*Chenopodium quinoa Willd*) VAR. INIAP TUNKAHUAN, IN SALCEDO, COTOPAXI 2021”

Author: Moreta Chasi Katherine Dayana

ABSTRACT

The research was carried out in Anchilivi sector, Salcedo, Cotopaxi to evaluate the effect of the ozone application (O₃) on the control of mildew (*Peronospora variabilis*) in the cultivation of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) Var. INIAP Tunkahuan. A completely randomized design (DBCA) with 6 treatments for 3 repetitions plus 2 witnesses with a total of 24 experimental units was implemented. The water Ozonator (QJ-8003K) and an ozone meter (Palintest) were used with 2 concentrations (0.3 ppm - 0.5 ppm), 3 application frequencies (8 days, 15 days, and 30 days) directly at the plant; a chemical control (Topas 100 EC) and an absolute control were applied. It is concluded that the best treatment based on concentration and frequency was T4 (0.5 ppm every 8 days), with the following results in the variables; days to panicle (66 days), the height of the plant (1.69 m), the length of the panicle (49.7 cm), the severity of lower leaves (0.97%), the severity of intermediate leaves (1.11%) and the severity tall leaves (0%), the incidence of the disease (36.11%), the days to harvest (190.67 days), the yield (6.2 kg), the degree of sporulation (19.99%) with a scale of sporulation of (1) Simple sporangiophore and in accordance with the cost-benefit, a net profit of \$1.86 was presented, which represents that for every dollar invested, \$1.86 is earned. This technology will allow farmers to produce cleaner quinoa since the results obtained have improved harvests.

Key words: ozone, mildew, concentrations, frequency

INDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
2. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	4
2.1. Beneficiarios directos	4
2.2. Beneficiarios indirectos	4
3. PROBLEMÁTICA	4
4. OBJETIVOS	5
4.1. Objetivo general	5
4.2. Objetivos específicos	5
5. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	8
6.1. Origen y Generalidades de la Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>).....	8
6.2. Importancia de la quinua en el Ecuador.....	8
6.3. Características de la quinua.....	8
6.4. Producción de quinua en el Ecuador	9
6.5. Sistemas de producción de la quinua	9
6.6. Variedad INIAP “Tunkahuan”	9
6.6.1. Clasificación taxonómica	10
6.6.2. Descripción Morfológica.....	10
6.6.2.1. Planta.....	10
6.6.2.2. Raíz	10
6.6.2.3. Tallo	11
6.6.2.4. Hojas	11

6.6.2.5. Flores.....	11
6.6.2.6. Inflorescencia	11
6.6.2.7. Fruto	11
6.6.2.8. Semilla	12
6.6.3. Ciclo Fenológico	12
6.6.3.1. Emergencia	12
6.6.3.2. Dos hojas verdaderas	12
6.6.3.3. Cuatro hojas verdaderas	12
6.6.3.4. Seis hojas verdaderas	12
6.6.3.5. Ramificación	12
6.6.3.6. Inicio de Panojamiento	13
6.6.3.7. Inicio de Floración.	13
6.6.3.8. Floración	13
6.6.3.9. Grano Lechoso	13
6.6.3.10. Grano Pastoso.....	13
6.6.3.11. Madurez Fisiológica.	13
6.7. Requerimientos climáticas y edáficas	14
6.8. Manejo del Cultivo	14
6.8.1. Rotación de cultivos	14
6.8.2. Elección del terreno	14
6.8.3. Preparación del terreno.....	14
6.8.4. Fertilización.....	15
6.8.5. Siembra y densidad poblacional.....	15
6.8.6. Riego	15
6.8.7. Malezas y su manejo.....	15
6.9. Manejo de Plagas y Enfermedades.....	16
6.10. Cosecha.....	16
6.10.1. Estado de recolección	16
6.10.2. Forma de cosecha.....	16
6.10.3. Labor de trilla	16
6.10.4. Secado y Limpieza.....	17
6.10.5. Almacenamiento	17
6.11. Mildiu de la Quinoa (<i>Peronospora variabilis</i>)	17

6.11.1. Agente Causal	17
6.11.2. Distribución geográfica	17
6.11.3. Taxonomía	17
6.12. Morfología y Signos	18
6.13. Síntomas	19
6.14. Ciclo de Vida	19
6.15. Epidemiología	20
6.16. Evaluación de la Enfermedades	21
6.16.1. Evaluación del Mildiu en Campo o Severidad	21
6.16.3. Grado de Esporulación	22
6.17. Métodos de control	23
6.17.1. Control Cultural	23
6.17.2. Control Eco fungicida	23
6.17.3. Control Químico (Topas ® 100 EC)	24
6.18. Ozono	24
6.18.1. Generalidades del Ozono	24
6.18.2. Ozono en la Agricultura	24
6.18.3. Propiedades del Ozono	24
6.18.6. Modo de Acción	25
6.18.7. Características del agua Ozonificada	26
7. HIPÓTESIS	27
7.1. Hipótesis Nula	27
7.2. Hipótesis Alternativa	27
8. OPERACIÓN DE LAS VARIABLES	27
9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	28
9.1. Características del lugar	28
9.1.1. Localización	28
9.1.2. Ubicación geográfica	28
9.1.3. Condiciones edafoclimáticas del ensayo	28
9.2. Metodología	29
9.2.1. Tipos de investigación	29
9.2.1.1. Métodos de investigación	29
9.2.2. Técnicas de investigación	29

9.3. Materiales y equipos	29
9.3.1. Materiales de campo	29
9.3.2. Materiales de oficina.....	30
9.3.3. Material de caracterización	30
9.3.4. Equipos	30
9.4. Diseño experimental	30
9.4.1. Características del área del ensayo	30
9.5. Factores en Estudio	31
9.5.1. Factor A: 2 Concentraciones.....	31
9.5.2. Factor B: 3 Frecuencias	31
9.5.3. Testigos	31
9.5.4. Variables a Evaluar	31
9.6. Tratamientos en estudio.....	32
9.7. ADEVA	32
9.8. Manejo del Ensayo.....	33
9.8.1. Reconocimiento del Lugar	33
9.8.2. Adquisición de la semilla	33
9.8.3. Preparación del suelo	33
9.8.4. Implementación del DBCA.....	33
9.8.5. Siembra	33
9.8.6. Labores culturales	33
9.8.7. Identificación de Mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>) en campo.	33
9.8.8. Identificación de Mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>) en laboratorio.	34
9.8.9. Prueba de Calibración para la concentración de ozono (O ₃).....	34
9.8.10. Aplicación del Ozono en campo.....	34
9.8.11. Aplicación del Testigo Relativo (Fungicida Topas ® 100 EC 1ml/lt).....	35
9.9. Recopilación de datos	35
9.9.1. Días al panojamiento.	35
9.9.2. Altura de la planta.....	35
9.9.3. Longitud de la panoja.	35
9.9.4. Severidad del mildiú en la planta.	35
9.9.5. Incidencia del mildiu en la planta.....	36
9.9.6. Grado de Esporulación	36

9.9.7. Días a la cosecha.....	37
9.9.8. Rendimiento por tratamiento	37
9.9.9. Costo beneficio.....	38
9.9.10. Análisis estadístico	38
10. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	39
10.1. Días al panojamiento	39
10.2. Altura de la planta (m) al Inicio de la Madurez Fisiológica (144 días)	44
10.3. Longitud de la panoja (cm) al Inicio de la Madurez Fisiológica (144 días).....	46
10.4. Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días).....	48
10.5. Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)	50
10.6. Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días).....	54
10.7. Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días).....	56
10.8. Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días)	61
10.9. Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)	63
10.10. Incidencia del Mildiu en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)	68
10.11. Grado de esporulación en la planta al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)	73
10.12. Días a la cosecha.....	79
10.13. Rendimiento por tratamiento	83
10.14. Costo beneficio	85
11. CONCLUSIONES	87
12. RECOMENDACIONES.....	88
13. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	89
14. ANEXOS	95

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Actividades y sistema de tareas en relación a los componentes.....	6
Tabla 2: Taxonomía de la quinua INIAP “Tunkahuan”	10
Tabla 3: Manejo de Plagas y Enfermedades.....	16
Tabla 4: Taxonomía del Mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>)	17
Tabla 5: Operación de variables dependientes e independientes.....	27
Tabla 6: Tratamientos en estudio.....	32
Tabla 7: Esquema del ADEVA.....	32
Tabla 8: Escala de valores para el Grado de Esporulación	37
Tabla 9: ADEVA para la variable Días al panojamiento	39
Tabla 10: Prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable días al panojamiento	39
Tabla 11: Prueba Tukey al 5% para Factor B en la variable días al panojamiento.....	40
Tabla 12: Prueba Tukey al 5% para Factor A x Factor B en la variable días al panojamiento	41
Tabla 13: Prueba Tukey al 5% para Factores vs Testigos en la variable días al panojamiento.....	42
Tabla 14: ADEVA para la variable Altura de la planta (m) al Inicio de la Madurez Fisiológica (144 días).....	44
Tabla 15: Prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable altura de la planta (m) al Inicio de la Madurez Fisiológica (144 días)	44
Tabla 16: ADEVA para la variable largo de la panoja (cm) al Inicio de la Madurez Fisiológica (144 días).....	46
Tabla 17: Prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable longitud de la panoja (cm) al Inicio de la Madurez Fisiológica (144 días)	46
Tabla 18: ADEVA Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días)	48
Tabla 19: Prueba Tukey al 5% para Factor A x Factor B en la variable Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días).....	48
Tabla 20: ADEVA para la variable Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días).....	50

Tabla 21: Prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días).....	50
Tabla 22: Prueba Tukey al 5% para Factor B en la variable Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días).....	51
Tabla 23: Prueba Tukey al 5% para Factor A x Factor B en la variable Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días).....	52
Tabla 24: ADEVA para la variable Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días)	54
Tabla 25: Prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días)	54
Tabla 26: ADEVA para la variable Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)	56
Tabla 27: Prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días).....	56
Tabla 28: Prueba Tukey al 5% para Factor A en la variable Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días).....	58
Tabla 29: Prueba Tukey al 5% para Factor B en la variable Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días).....	58
Tabla 30: Prueba Tukey al 5% para Factores vs Testigos en la variable Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días).....	59
Tabla 31: ADEVA para la variable Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días).....	61
Tabla 32: Prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días)	61
Tabla 33: ADEVA para la variable Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio de la maduración Fisiológica (144 días)	63

Tabla 34: Prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días).....	63
Tabla 35: Prueba Tukey al 5% para Factor B en la variable Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días).....	64
Tabla 36: Prueba Tukey al 5% para Factor A x Factor B en la variable Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio de la maduración Fisiológica (144 días).....	65
Tabla 37: Prueba Tukey al 5% para Factores vs Testigos en la variable Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio de la maduración Fisiológica (144 días).....	66
Tabla 38: ADEVA para la variable Incidencia de Mildiu en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)	68
Tabla 39: Prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable Incidencia del Mildiu en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)	68
Tabla 40: Prueba Tukey al 5% para Factor A en la variable Incidencia del Mildiu en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)	69
Tabla 41: Prueba Tukey al 5% para Factor B en la variable Incidencia del Mildiu en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)	70
Tabla 42: Prueba Tukey al 5% para Factor A x Factor B en la variable Incidencia del Mildiu en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días).....	71
Tabla 43: ADEVA para la variable Grado de esporulación en la planta (%)al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días).....	73
Tabla 44: Prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable Grado de esporulación en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)	74
Tabla 45: Medias para Tratamientos en la variable Grado de esporulación en la planta (%)al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días).....	75
Tabla 46: Prueba Tukey al 5% para Factor A en la variable Grado de esporulación en la planta (%)al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)	75
Tabla 47: Prueba Tukey al 5% para Factor B en la variable Grado de esporulación en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)	76

Tabla 48: Prueba Tukey al 5% para Factor A x Factor B en la variable Grado de esporulación en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días).....	77
Tabla 49: ADEVA para la variable Días a la cosecha	79
Tabla 50: Prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable Días a la cosecha.....	79
Tabla 51: Prueba Tukey al 5% para Factor A x Factor B en la variable Días a la cosecha	80
Tabla 52: Prueba Tukey al 5% para Factores vs Testigos en la variable Días a la cosecha	81
Tabla 53: ADEVA para la variable Rendimiento por tratamiento	83
Tabla 54: Prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable Rendimiento por tratamiento	83
Tabla 55: Costo Beneficio de la investigación implementada.....	85

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Morfología del Mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>)	18
Gráfico 2: Ciclo de Vida del Mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>)	20
Gráfico 3: Escala de Severidad en las hojas.	22
Gráfico 4: Ubicación geográfica del barrio Anchiliví-Salcedo.....	28
Gráfico 5: Escala de Severidad del Mildiu	36
Gráfico 6: Medias para Tratamientos en la variable días al panojamiento	40
Gráfico 7: Medias para Factor B en la variable días al panojamiento.....	41
Gráfico 8: Medias para Factor A x Factor B en la variable días al panojamiento.....	42
Gráfico 9: Medias para Factores vs Testigos en la variable días al panojamiento.....	43
Gráfico 10: Medias para Tratamientos en la variable altura de la planta (m) al Inicio de la Madurez Fisiológica (144 días)	45
Gráfico 11: Medias para Tratamientos en la variable longitud de la panoja (cm) al Inicio de la Madurez Fisiológica (144 días)	47
Gráfico 12: Medias para Factor A x Factor B en la variable Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días)	49
Gráfico 13: Medias para Tratamientos en la variable Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días).....	51
Gráfico 14: Medias para Factor B en la variable Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días).....	52
Gráfico 15: Medias para Factor A x Factor B en la variable Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)	53
Gráfico 16: Medias para Tratamientos en la variable Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días).....	55
Gráfico 17: Medias para Tratamientos en la variable Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)	57
Gráfico 18: Medias para Factor A en la variable Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)	58

Gráfico 19: Medias para Factor B en la variable Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)	59
Gráfico 20: Medias para Factores vs Testigos en la variable Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)	60
Gráfico 21: Medias para Tratamientos en la variable Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días)	62
Gráfico 22: Medias para Tratamientos en la variable Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)	64
Gráfico 23: Medias para Factor B en la variable Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio de la maduración Fisiológica (144 días)	65
Gráfico 24: Medias para Factor A x Factor B en la variable Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio de la maduración Fisiológica (144 días)	66
Gráfico 25: Medias para Factores vs Testigos en la variable Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio de la maduración Fisiológica (144 días)	67
Gráfico 26: Medias para Tratamientos en la variable Incidencia de Mildiu en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)	69
Gráfico 27: Medias para Factor A en la variable Incidencia de Mildiu en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)	70
Gráfico 28: Medias para Factor B en la variable Incidencia de Mildiu en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)	71
Gráfico 29: Medias para Factor A x Factor B en la variable Incidencia de Mildiu en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días).....	72
Gráfico 30: Grado de esporulación en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)	73
Gráfico 31: Medias para Factor A en la variable Grado de esporulación en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)	76

Gráfico 32: Medias para Factor B en la variable Grado de esporulación en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días).....	77
Gráfico 33: Medias para Factor A x Factor B en la variable Grado de esporulación en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días).....	78
Gráfico 34: Medias para Tratamientos en la variable Días a la cosecha.....	80
Gráfico 35: Medias para Factor A x Factor B en la variable Días a la cosecha.....	81
Gráfico 36: Medias para Factores vs Testigos en la variable Días a la cosecha	82
Gráfico 37: Medias para Tratamientos en la variable Rendimiento por tratamiento	84
Gráfico 38: Costo Beneficio de la investigación implementada.....	86

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Aval de Inglés.....	95
Anexo 2: Reconocimiento de lugar, preparación de suelo, implementación de DBCA.....	96
Anexo 3: Diseño del ensayo en campo	96
Anexo 4: Siembra, Labores culturales (Deshierbe - Aporque).....	97
Anexo 5: Identificación de Mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>) en campo	97
Anexo 6: Identificación de Mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>) en laboratorio	98
Anexo 7: Prueba de calibración para la concentración de Ozono (O ₃)	99
Anexo 8: Aplicación del Ozono en campo y Testigo Químico (Topas ® 100 EC 1ml/l).....	99
Anexo 9: Recopilación de datos	100
Anexo 10: Grado de esporulación en laboratorio	101
Anexo 11: Cosecha, trilla y ventilado de quinua	102
Anexo 12: Datos para días a panojamiento en campo.....	103
Anexo 13: Datos para altura de la planta (m) al Inicio de la Madurez Fisiológica (144 días) en campo	103
Anexo 14: Datos para longitud de la panoja (cm) al Inicio de la Madurez Fisiológica (144 días) en campo	104
Anexo 15: Datos para Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días) en campo.....	104
Anexo 16: Datos para Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días) en campo.....	105
Anexo 17: Datos para Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días) en campo.....	105
Anexo 18: Datos para Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días) en campo.....	106
Anexo 19: Datos para Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días) en campo.....	106
Anexo 20: Datos para Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días) en campo.....	107
Anexo 21: Datos para Incidencia del Mildiu en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días) en campo	107
Anexo 22: Datos para Grado de esporulación en la planta a la Maduración Fisiológica (144 días) en laboratorio.....	108

Anexo 23: Datos para días a la cosecha en campo	108
Anexo 24: Datos para rendimiento (kg) en campo	109
Anexo 25: Costo de producción de cada tratamiento del ensayo implementado.....	109
Anexo 26: Análisis de Suelo.....	111

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL OZONO (O₃) PARA EL CONTROL DE MILDIU (*Peronospora variabilis*) EN EL CULTIVO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*) VAR. INIAP TUNKAHUAN, EN SALCEDO, COTOPAXI 2021

Fecha de inicio:

Julio del 2021

Fecha de finalización:

Marzo del 2022

Lugar de ejecución.

Barrio Anchilivi – Parroquia Anchilivi – Canton Salcedo – Provincia de Cotopaxi.

Unidad Académica que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Carrera de Ingeniería Agronómica

Proyecto de Investigación vinculado:

Proyecto de Granos Andinos

Equipo de Trabajo

Autora del Proyecto: Moreta Chasi Katherine Dayana

Tutor: Ing. M.Sc. Marco Antonio Rivera Moreno

Lector A: Ing. M.Sc. Richard Alcides Molina Álvarez

Lector B: Ing. M.Sc. Clever Gilberto Castillo de la Guerra

Lector C: Ing. M.Sc. Guadalupe de las Mercedes López Castillo

Área de Conocimiento:

Agricultura, Silvicultura y Pesca

Línea de investigación:

Desarrollo y Seguridad Alimentaria

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Producción agrícola sostenible; Tecnologías Aplicadas a la Agricultura.

Línea de vinculación:

Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética para el desarrollo.

1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En Ecuador el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) tiene un extenso espacio de producción, cuenta con las características edafológicas y climáticas adecuadas para su desarrollo, y es cultivada tradicionalmente por los agricultores. En el país se cultiva en la Sierra, específicamente en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Loja, con un ciclo vegetativo que va desde los 5 a 8 meses, dependiendo de las diferentes variedades disponibles, de las cuales se destaca la variedad mejorada INIAP Tunkahuan.

A quinua abarca diversas enfermedades en su ciclo de vida, pero el que causa más daño es el patógeno conocido con su nombre científico *Peronospora variabilis* o Mildiú veloso causado por un *Peronospora sp.* (*Peronosporales, Oomycota*) es la enfermedad más perjudicial de la quinua en Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, y causa una pérdida de rendimiento considerable de 33 a 58% incluso en los cultivares más resistentes.

En la actualidad los agricultores hacen más uso de insumos agrícolas los cuales son destinados a controlar plagas y enfermedades dañinas que se encuentran en el cultivo de la quinua, provocando un desbalance en el rendimiento de la producción, generando problemas en la salud del ser humano y afectando al medio ambiente.

El ozono es una tecnología que se ha ido innovando hasta la actualidad esta mata bacterias u hongos al alterar las membranas celulares. Este proceso, conocido como la destrucción celular de lisina, produce una dispersión del citoplasma en agua: los lípidos insaturados son los componentes fundamentales de la membrana citoplasmática que poseen las bacterias o los hongos, el ozono ataca los enlaces olefínicos. Esta acción comienza a destruir la capacidad de funcionamiento de la célula e incluso es suficiente para causar la muerte de las células más débiles.

Es por eso que un método de control tecnificado es el ozono O₃ ya que es una opción eficaz que no deja residuos dañinos para el control, prevención y eliminación de esta enfermedad, una tecnología que se va innovando con los años por lo que es una alternativa más para la reducción o el control natural de esta enfermedad.

El trabajo de investigación surge de la necesidad que tienen los agricultores para combatir la enfermedad del mildiú en el cultivo de quinua ya que se produce una pérdida de la especie hasta

el 100 %. El trabajo se encuentra en estudio de opciones de una agricultura sostenible por parte del proyecto de Granos Andinos que se espera brindar a los agricultores una alternativa más que ayuda al rendimiento de la quinua y el control de esta enfermedad y así tener un beneficio económico importante para los productores de la provincia.

2. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

2.1. Beneficiarios directos

La investigación tiene como beneficiarios directos a:

- Los productores de quinua del sector de Anchilivi y Cotopaxi.
- Los agricultores que cultivan 2.659 unidades de producción agropecuaria (UPA) de quinua a nivel nacional.
- Beneficiará directamente a la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.2. Beneficiarios indirectos

Como beneficiarios indirectos tenemos a:

- A los 2.089 productores de quinua a nivel nacional.
- Al 40 % de consumidores o comerciantes de este grano a nivel nacional.

3. PROBLEMÁTICA

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) es un grano andino reconocido como un aliado de la seguridad alimentaria mundial por su alto valor nutricional. Sin embargo, la globalización de la quinua trae desafíos para los países de origen. Los agricultores se enfrentan a un escenario de nuevas preocupaciones y competidores (Alandia et al., 2020).

Según (Lobos et al., 2015), la enfermedad más grave de la quinua a nivel mundial es causada por el mildiu, cuyo agente causal es *Peronospora variabilis* (anteriormente llamada *Peronospora farinosa*), que se sabe que causa una reducción en el rendimiento del 30-60%, incluso en los cultivares o variedades más resistentes.

En Ecuador, el 40% de las aproximadamente 4.500 toneladas de quinua que se produce en el país proviene de agricultores familiares y campesinos, principalmente de las provincias de

Carchi, Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura y Pichincha, donde existen 2.089 productores que siembran el producto en 2.957 hectáreas (El Universo, 2020).

El mildiu veloso (*Peronospora variabilis*) es la enfermedad más devastadora de la quinua (*Chenopodium quinoa*). En el altiplano andino del Ecuador se considera endémica. Aunque la enfermedad está muy extendida y afecta significativamente la producción de quinua, se sabe poco sobre su epidemiología, especialización del huésped, composición de la población y resistencia del huésped (Danielsen et al., 2006).

El mildiu afecta principalmente al follaje de las plantas, inicialmente se manifiesta como manchas visibles de color amarillento en el área superior de las hojas y en el envés de la hoja se cubre con un afelpamiento de color gris causando así la pérdida de la planta. (Danielsen & Ames, 2007).

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de la aplicación del ozono (O₃) para el control de mildiu (*Peronospora variabilis*) en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) Var. INIAP Tunkahuan.

4.2. Objetivos específicos

- Determinar el mejor tratamiento en base a la concentración y frecuencia de la aplicación del ozono (O₃) para el control del mildiu.
- Determinar el grado de esporulación en base a los tratamientos planteados en el cultivo de quinua.
- Establecer el costo beneficio de cada tratamiento en función de la tecnología del agua ozonificada.

5. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1: Actividades y sistema de tareas en relación a los componentes.

OBJETIVOS	ACTIVIDADES (TAREAS)	RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD	MEDIO DE VERIFICACION
OBJETIVO 1 <ul style="list-style-type: none"> Determinar el mejor tratamiento en base a la concentración y frecuencia de la aplicación del ozono (O₃) para el control del mildiú. 	1. Preparar semillas de quinua variedad INIAP Tunkahuan del laboratorio de semillas de Granos Andinos, UTC.	✓ Contar con las semillas necesarias para realizar el proyecto de investigación.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Libro de campo ✓ Fotografías
	2. Demarcación del área de estudio y preparación del suelo (arado y surcado) con el fin de remover el suelo.	✓ Delimitación del terreno con el ancho de 17,5 m x 27 m de largo con el área total de 472.5 m ² y se realizó practicas pre culturales en el mismo.	
	3. Implementación del ensayo con un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) y siembra.	✓ Delimitación de unidades experimentales de 4 m por 5 surcos con caminos de 0.50 m y siembra de la quinua variedad INIAP Tunkahuan.	
	4. Pruebas preliminares con el equipo de ozono (calibrador y ozonificador), para determinación de concentración y frecuencia del ozono.	✓ Conocer el mejor tratamiento dependiendo a la concentración y frecuencia del ozonificador.	

Con formato: Fuente: 11 pto, Español (Ecuador)

	5. Aplicación el ozono en base a los tratamientos en el campo.		
	6. Toma de datos de las variables establecidas	✓ Recopilación de datos	
OBJETIVO 2 <ul style="list-style-type: none"> Determinar el grado de esporulación en base a los tratamientos establecidos en el cultivo de quinua. 	1. Muestreo de hojas afectadas al comienzo de al final del proyecto de investigación.	✓ Establecer el grado de esporulación en base a los tratamientos planteados.	✓ Libro de campo Fotografías
	2. Extracción de esporangios para la determinación		
	3. Conteo de esporangios en base a los tratamientos establecidos.		
OBJETIVO 3 <ul style="list-style-type: none"> Establecer el costo beneficio de cada tratamiento en función de la tecnología del agua ozonificada.. 	1. Rendimiento por tratamiento del cultivo de quinua.	✓ Tabla de producción y rentabilidad de la quinua por tratamiento y por hectárea	✓ Libro de campo ✓ Fotografías

Elaborado por: (Moreta 2022)

6. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

6.1. Origen y Generalidades de la Quinua (*Chenopodium quinoa*).

La quinua es un tipo de planta andina originaria del lago Titicaca en Perú y Bolivia. La quinua fue cultivada y utilizada por las civilizaciones prehispánicas y fue reemplazada por un grano cuando llegaron los españoles, aunque era un alimento básico para la gente en ese momento (Mujica, Jacobsen, et al., 2001).

La quinua se cultiva en América del Sur en áreas geográficas que se extienden desde el nivel del mar hasta los 4000 metros sobre el nivel del mar, en áreas con precipitaciones de cero a 1000 mm, y en suelos de textura variable y grados de precipitación variable. El pH varía de 4 a 9. En el rango de temperatura por debajo de 0 a más de 30°C. En estas condiciones climáticas cambiantes, los estreses más comunes son la sequía, las heladas, la salinidad, las plagas y otros factores. Dependiendo de la interacción de factores climáticos, edáficos y tecnológicos, el rendimiento varía de 1 a 7 t/ha (Gómez & Aguilar, 2016).

6.2. Importancia de la quinua en el Ecuador.

La quinua es un grano que ofrece múltiples alternativas alimenticias y que bien manejado puede convertirse en un producto estrella de exportación (MAG, 2020).

Con base en (MONCAYO, 2010), actualmente no existe un único alimento que aporte todos los nutrientes necesarios para la vida, sin embargo, la quinua es el único alimento del reino vegetal que contiene todos los aminoácidos, proteínas y nutrientes, lo que le permite cumplir con los estándares nutricionales.

(Torres & Bravo, 2021) plantean que en Ecuador, la producción de quinua está limitada por el alto costo de la maquinaria especializada para su procesamiento, lo que significa que la quinua ecuatoriana no es competitiva en costos, pero tiene una ventaja comparativa de mejor calidad y precio a nivel mundial.

6.3. Características de la quinua

(PROINPA, 2011) plantea que la quinua es un cultivo estratégico que contribuye a la seguridad y soberanía alimentaria por: calidad nutricional, alta diversidad genética, adaptabilidad y bajos costos de producción. Las principales propiedades de la quinua son que las semillas, hojas e inflorescencias son una muy buena fuente de proteínas. La calidad nutricional de los cereales

es importante por su contenido y calidad proteica, la cual es rica en los aminoácidos lisina y azufre, mientras que las proteínas de los cereales carecen de estos aminoácidos.

6.4. Producción de quinua en el Ecuador

Según (Peralta & Mazón, 2014), en Ecuador este grano es producida por la comunidad de agricultores del Ecuador lo cual tienen una proporción alta de producción que se registró en el censo dando un valor de 2.659 unidades de producción agropecuaria (UPA) en un área de 900 ha, dando una superficie en la sierra de 0.3 ha/UPA, el cual significa que se realiza este cultivo en fincas pequeñas en provincias como Azuay, Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura, Pichincha y Tungurahua.

En el país se producen anualmente unas 4.500 toneladas de quinua. El 40% de los productores provienen de familias campesinas de las provincias de Carchi, Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura y Pichincha, donde cultivan sus productos 2.089 productores. (El Comercio, 2020).

6.5. Sistemas de producción de la quinua

(Taco et al., 2017) argumenta que se han identificado cuatro sistemas de producción de quinua: orgánica, limpia o mixta, convencional y convencional. De estos principalmente sistemas orgánicos y mixtos; La producción tradicional pasó al tercer puesto y las industrias tradicionales al cuarto puesto.

Los factores que condicionan el cambio y crecimiento en el sistema productivo probablemente sean la edad de los agricultores, su nivel educativo y la presencia de empresas exportadoras, cooperativas y otros agentes que promuevan la producción orgánica y mixta para asegurar buenos mercados y precios a los productores de quinua; Por otro lado, algunos cambios en las prácticas agrícolas y un aumento en los insumos externos y la mecanización pueden afectar la sostenibilidad de la agricultura (Taco et al., 2017).

6.6. Variedad INIAP “Tunkahuan”

“INIAP-TUNKAHUAN” se originó de una población de germoplasma recolectada en la Provincia del Carchi, Ecuador en 1985, seleccionada como material promisorio en 1986 e introducida en el Banco de Germoplasma del INIAP como ECU-062 (Nieto et al., 2009).

Se estima que la variedad INIAP Tunkahuan se siembra en más del 60% de la superficie cultivada en Ecuador (Peralta & Mazón, 2014). Esta variedad es de grano dulce, alto

rendimiento, buena calidad culinaria, amplia adaptación y de buena aprobación en el mercado (Danial, 2004).

6.6.1. Clasificación taxonómica

La (Global, 1978), (Catalogue of Life, 2018) y (Trópicos, 1995), clasifican al cultivo de la quinua de la siguiente manera:

Tabla 2: *Taxonomía de la quinua INIAP “Tunkahuan”*

Reino:	Plantae
Filo:	<i>Tracheophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase:	<i>Magnoliidae</i>
Orden:	<i>Caryophyllales</i>
Familia:	<i>Amaranthaceae</i>
Género:	<i>Chenopodium</i>
Especie:	<i>Chenopodium quinoa Willd</i>

Fuente: (Global, 1978),(Catalogue of Life, 2018) y (Trópicos, 1995).

6.6.2. Descripción Morfológica

6.6.2.1. Planta

Es de variedad semiprecoz, se cosecha de 5 a 7 meses dependiendo de la elevación y la lluvia, y se adapta bien a áreas con elevaciones de 2200 a 3200, color de semilla es blanca y es resistente a ascoquita y susceptible al mildiu (Huaraca, 2011).

Su crecimiento es herbáceo, su hábito de crecimiento es ramificado hasta el tercio inferior, llega a medir desde 1.65 a 2.04 m y su oxalato de calcio es fucsia (Morillo et al., 2021).

6.6.2.2. Raíz

Tiene un tallo redondeado, vigoroso, profundo, ramificado y fibroso, resistente a la sequía y con buena estabilidad de cultivo, la raíz principal se distingue fácilmente de las numerosas raíces secundarias, a pesar de que parece una gran cabellera, procede del periciclo, su color cambia dependiendo del suelo en el que crece, cuando brota, lo primero que crece es la radícula, que sigue creciendo y da lugar a la raíz, y alcanza una profundidad de 1,80 cm en caso de sequía (Mujica, Izquierdo, et al., 2001).

6.6.2.3. Tallo

El tallo es cilíndrico en la base y angular en relación a las ramas, ya que las hojas alternas forman un perfil característico, el grosor del tallo también varía en la base mayor que el ápice, va de 1 a 8 cm de diámetro (Mujica, Izquierdo, et al., 2001).

6.6.2.4. Hojas

Las hojas son alternas y están formadas por pecíolos y láminas, los pecíolos son alargados, delgados y puntiagudos en la parte superior y de longitud variable en la misma planta, y folíolos polimorfos en la misma planta, de forma ovalada, ondulado, algo grueso, carnosos y tiernos, recubiertos de cristales de oxalato de calcio y miden de hasta 15 cm de largo x 12 cm de ancho (Mujica, Izquierdo, et al., 2001).

Las hojas de quinua se consideran verduras nutritivas, en peso seco, aportan 322.02 kcal por 100 gramos (Villacrés et al., 2014)

6.6.2.5. Flores

Son pequeñas, incompletas (carecen de pétalos). En una misma inflorescencia pueden presentar flores hermafroditas (perfectas), femeninas y androestériles (imperfectas) (Martínez & Souza, 2012).

6.6.2.6. Inflorescencia

Es de tipo racimosa y por la disposición de las flores en el racimo se le denomina como una panoja, por el hábito de crecimiento algunas inflorescencias se diferencian por que pueden ser axilares y terminales (Martínez & Souza, 2012).

6.6.2.7. Fruto

Es un aquenio cubierto por el perigonio, del que se desprende con facilidad al frotarlo cuando está seco. El color del fruto está dado por el del perigonio y se asocia directamente con el de la planta, de donde resulta que puede ser verde, púrpura o rojo, el pericarpio del fruto está pegado a la semilla, presenta alveolos y pegado al pericarpio se encuentra la saponina, que le transfiere el sabor amargo, pero en el caso de esta variedad su sabor es dulce (Peralta, 2010b).

6.6.2.8. Semilla

Tiene forma redonda semiaplanada, cabe destacar que el embrión de la semilla muestra la mayor proporción de la semilla (30% de peso), de allí resulta el alto valor nutricional de la quinua (Martínez & Souza, 2012).

6.6.3. Ciclo Fenológico

6.6.3.1. Emergencia

Es decir, cuando las plántulas salen del suelo, esparciendo las hojas cotiledones, se pueden observar claramente las plántulas en las hileras, este fenómeno ocurre de 7 a 10 días después de la siembra, es susceptible al ataque de aves. Originalmente, como dicotiledónea, las hojas de las plantas están protegidas por el ápice y parece mostrar a la semilla en la punta del tallo, facilitando el consumo por las aves, debido a la savia de los cotiledones (Mujica, Izquierdo, et al., 2001).

6.6.3.2. Dos hojas verdaderas

Es cuando dos hojas verdaderas extensas ya poseen forma lanceolada esto ocurre a los 10 a 15 días después de la siembra (Martínez & Souza, 2012).

6.6.3.3. Cuatro hojas verdaderas

A los 25 – 30 días de la siembra se puede observar dos pares de hojas extendidas y aún están presentes las hojas cotiledonales de color verde (Martínez & Souza, 2012).

6.6.3.4. Seis hojas verdaderas

A los 35 – 45 días después de la siembra se observan tres pares de hojas verdaderas extendidas, en la cual se nota claramente una protección del ápice vegetativo por las hojas más adultas (Martínez & Souza, 2012).

6.6.3.5. Ramificación

Se observan 8 hojas alargadas verdaderas con hojas axilares hasta el tercer nudo, los cotiledones se desprenden y dejan cicatrices en el tallo, también se nota una inflorescencia protegida sin dejar al descubierto la panoja, surgiendo 45-50 días después de la siembra (Mujica et al., 2001).

6.6.3.6. Inicio de Panojamiento

La inflorescencia es prominente en la hoja, obsérvense las plaquetas que la componen; de igual forma, se pueden observar botones florales individuales en los pedúnculos basales, los cuales ocurren a los 65-70 días después de la siembra, a partir de este período hasta la emergencia de las semillas caducas, las inflorescencias pueden ser sustituidas por un sustituto de las inflorescencias tradicionales de las hortalizas (Mujica et al., 2001).

6.6.3.7. Inicio de Floración.

Es cuando la flor hermafrodita apical se abre mostrando los estambres apartados, ocurre de los 70 a 80 días de la siembra, en esta fase es bastante sensible a sequía y heladas (Martínez & Souza, 2012).

6.6.3.8. Floración

La floración es cuando el 50% de las flores de la inflorescencia se localizan abiertas, lo que ocurre de los 90 a 100 días después de la siembra. Esta fase es sensible a las heladas (Martínez & Souza, 2012).

6.6.3.9. Grano Lechoso

El estado de grano lechoso es cuando los frutos que se localizan en los glomérulos de la panoja, al ser presionados explotan y dejan salir un líquido lechoso, lo que ocurre de los 100 a 130 días de la siembra, en esta fase el déficit hídrico es sumamente dañino para el rendimiento, disminuyéndolo drásticamente (Mujica et al., 2001).

6.6.3.10. Grano Pastoso

El estado de grano pastoso es cuando los frutos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco, lo que ocurre de los 130 a 140 días de siembra (Martínez & Souza, 2012).

6.6.3.11. Madurez Fisiológica.

Cuando la semilla formada es presionada por la uña, es resistente a la penetración, el contenido de humedad de las semillas varía del 14 al 16%, el período desde la floración hasta la madurez fisiológica es el período de saturación de la semilla, y en esta etapa también la terminación del grano. Se produce una defoliación masiva. (Mujica et al.,

2001). Su madurez fisiológica va desde los 150 a 210 días después de la siembra (Peralta, 2010a).

6.7. Requerimientos climáticas y edáficas

Según el (INIAP, 2014) las condiciones climáticas y edafológicas son:

- ✓ **Precipitación:** 500 mm a 800 mm durante el ciclo.
- ✓ **Temperatura:** 7 a 17 °C.
- ✓ **Altitud:** 2400 a 3600 msnm.
- ✓ **Suelo:** Franco limoso o franco arenoso, profundo, con buen drenaje.
- ✓ **pH:** 5,5 a 8.0
- ✓ **Zonas de producción en el país:** Provincias de la sierra.

6.8. Manejo del Cultivo

6.8.1. Rotación de cultivos

Si se utiliza la tierra previamente sembrada con otros cultivos, es recomendable alternar con aquellos que no sean de la misma familia y dar prioridad al uso de la tierra cultivada para aprovechar la porosidad del suelo. Entre las posibilidades de alternancia podemos recomendar: papa, quinua, maíz, verduras, alfalfa y otras legumbres. El monocultivo de quinua debe evitarse siempre que sea posible, ya que puede generar deficiencias nutricionales y aumentar las tasas de plagas y enfermedades. (Veas & Cortés, 2018).

6.8.2. Elección del terreno

El terreno debe ser ubicado en zonas montañosas de pendiente moderada, evitando el encharcamiento, la estructura debe ser de suelo franco arenoso, pH de 5 a 8,5, rico en materia orgánica, suelo profundo, con buen drenaje y buena capacidad de retención de agua (Rodríguez, 2017).

6.8.3. Preparación del terreno

La labranza adecuada es arar con un arado de discos, de modo que la parte exterior quede enterrada en el suelo (esto debe hacerse al menos un mes antes de la siembra). En suelos con un alto contenido de malezas, esto debe hacerse dos veces, para un máximo control de malezas antes de plantar, idealmente mezclándolo como abono verde y eliminando los tallos grandes restantes bajo tierra. El arado debe llevarse a cabo a una profundidad de 25

cm, los experimentos en sistemas de cultivo a largo plazo (suelo sano y saludable) serían bienvenidos para una mejor conservación del suelo (Veas & Cortés, 2018).

6.8.4. Fertilización

Se requiere análisis químico del suelo. En caso de no disponer, la recomendación general es aplicar 80-52-00 y 150 kg de fósforo 7ha, y cubrir 100 kg de 11-52-00 y 150 kg de urea. Para suelos fértiles, no se recomienda aplicar estiércol en el momento de la siembra, pero sí se deben utilizar 100 kg de urea o 200 kg de nitrato de amonio/ha en el momento de hacer la cama (Peralta, 2010a).

6.8.5. Siembra y densidad poblacional

Como plantea (Peralta, 2010a) la siembra y densidad poblacional es la siguiente:

- ✓ **Época de siembra:** Noviembre a febrero
- ✓ **Cantidad de semilla por ha:** 12 a 16 kg
- ✓ **Distancia entre surco:** 60 a 80 cm
- ✓ **Sistema de siembra:** Chorro continuo o golpes pequeños cada 20 cm, a un costado de surco.

6.8.6. Riego

La quinua es un organismo eficiente del agua y posee mecanismos morfológicos, anatómicos, fenológicos y bioquímicos que le permiten soportar y resistir la ausencia de humedad del suelo. Sin embargo, la escasez de agua puede causar impactos de proporciones variables, que van desde pérdidas menores con una disminución relativa en el producto hasta pérdidas significativas en el rendimiento. En general, se debe considerar un mínimo de 20 riegos cada 5 días (Veas & Cortés, 2018).

6.8.7. Malezas y su manejo

Como expresa (Peralta, 2010a) existen dos tipos de control y son los siguientes:

- ✓ **Manual:** Realizar la primera deshierba o rascadillo entre los 30 y 45 días y la segunda deshierba y aporque a los 60 días después de la siembra. Si estas labores se harán con tractor se debe distanciar los surcos a 80 cm.
- ✓ **Químico:** En casos extremos (abundante maleza, lluvias persistentes, falta de mano de obra), se recomienda usar Afalón (Linurón 50%), 800 cc/ha o Alaclor (Lazo 480 C.E.), 2 litros/ha, aplicados en preemergencia, en suelos húmedos.

6.9. Manejo de Plagas y Enfermedades

(Peralta, 2010a) manifiesta que los plaguicidas se deben aplicar únicamente cuando sea necesario y después de haber comprobado la presencia de una plaga o enfermedad en niveles que puedan causar daño:

Tabla 3: Manejo de Plagas y Enfermedades.

PLAGA	CONTROL/RECOMENDACIÓN
Trozadores	Deltrametrina (Desis): 400cc/ha.
Pájaros	Pajarereros y cosecha oportuna.
ENFERMEDAD	RECOMENDACIÓN
Mildiu (<i>Peronospora farinosa</i>)	Metalaxyl (Ridomil completo): 2kg/ha
Ojo de gallo (<i>Cercospora spp</i>)	Metalaxyl (Ridomil completo): 2 kg/ha

Fuente: (Peralta, 2010a)

6.10. Cosecha

6.10.1. Estado de recolección

La cosecha se realiza desde los 150 días hasta los 210 días cuando las flores son anaranjadas o blancas y las semillas se pueden ver en diferentes proporciones, considerándose la condición óptima para la cosecha, evitando pérdidas por aplastamiento de las vainas. Cuando la quinua se cultiva en grandes extensiones, los productores optan por reducir el número de cruces de cosecha, para realizar una o dos labores (FAO, 2015).

6.10.2. Forma de cosecha

Los agricultores deben cosechar en la estación seca, a menudo usando machetes para cortar las plantas cerca de la panoja. Luego coloque una pila doble en el campo sobre una carpa de plástico con las barras hacia afuera cuando trille inmediatamente con una máquina estacionaria (de granos) (FAO, 2015).

6.10.3. Labor de trilla

Para la trilla con máquina estacionaria, no se recomienda colocar totalmente la panoja entera ya que es difícil trabajar normalmente es por eso que se requiere recoger de forma manual. Después de eso, se recomienda colocar parcialmente las plantas y eliminarlas, repita el proceso hasta que las semillas se caigan por completo. El producto terminado se recoge y separa en estado limpio para su envasado y transporte al lugar de secado. (FAO, 2015).

6.10.4. Secado y Limpieza

Las semillas trilladas y bagazo se transportan a un cobertizo de plástico, se esparcen en capas delgadas y se secan al sol al menos tres veces. El producto total se tamiza a través de una malla fina que permite el paso del grano. El capote se frota a mano para lavar el resto del grano y se vuelve a tamizar. Las semillas se limpian con el viento constante y se envasadas en bolsas de plástico, tapadas y bien cerradas para su transporte y almacenamiento (FAO, 2015).

6.10.5. Almacenamiento

Los bultos se guardan en un lugar protegido y ventilado, con un piso bien limpio, donde se disponen sobre estibas de madera. Conviene tener cuidado a la presencia de roedores, realizando las medidas necesarias tanto de prevención como de control (FAO, 2015).

6.11. Mildiu de la Quinua (*Peronospora variabilis*)

6.11.1. Agente Causal

El patógeno en *C. quinua* fue identificado como *Peronospora variabilis* o Mildiú vellosa causado por un *Peronospora sp.* (*Peronosporales*, *Oomycota*) es la enfermedad más perjudicial de la quinua en Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, y causa una pérdida de rendimiento considerable de 33 a 58% incluso en los cultivares más resistentes (Choi et al., 2010).

6.11.2. Distribución geográfica

(Choi et al., 2010) manifiesta que su distribución geográfica se encuentre en los países de Argentina, Bolivia, Dinamarca, Ecuador y Perú fueron comparados morfológica y molecularmente con *Peronospora* especies de otras Quenopodioespecies.

6.11.3. Taxonomía

Con base en (Global, 2021) su taxonomía es la siguiente:

Tabla 4: Taxonomía del Mildiu (*Peronospora variabilis*)

Reino:	<i>Cromista</i>
Filo:	<i>Oomicota</i>
Clase:	<i>Peronosporea</i>
Orden	<i>Peronosporales</i>
Familia	<i>Peronosporaceae</i>

Género	<i>Peronospora Corda, 1837</i>
Especies	<i>Peronospora variabilis Gäum</i>

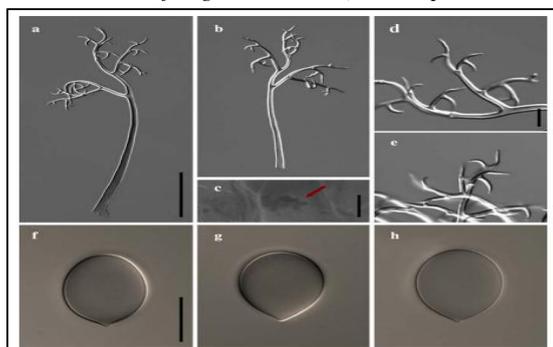
Fuente: (Global, 2021)

6.12. Morfología y Signos

(Choi et al., 2010) plantea que la morfología de la *Peronospora variabilis* es la siguiente:

Contiene haustoriahifas, a menudo ramificadas, sin vainas conidióforos emergiendo a través de estomas, incoloro, recto a levemente curvado, (320-)430-480- 530(-600) yom de largo (norte = 89); tronco subrecto a ligeramente curvado, (180-)270-315-360(-390) yom de largo (norte = 81), extremo basal no característico, raramente bulboso, 12–17 yom de ancho en la base, 8–14yom de ancho por debajo de la primera rama. Ramas ramificadas subdicotómicamente o monopodialmente en (4-)5-7 órdenes, ligeramente curvadas, elaboradas, la pared a menudo se engrosa, los tapones callosos en su mayoría están ausentes; ramitas finales mayormente en pareja, con diferentes longitudes, (10-)14- 19.5- 25(-32) yom de largo en axial (norte = 60), (5-)10-12.0- 14(-17) yom en abaxial (norte = 62), 2–3 yom de ancho en la base, de flexuosa a curva, pared a menudo engrosada, ápice obtuso o subtruncado, conidios marrón pálido a oliváceo, de forma variada, en su totalidad ampliamente elipsoidal a elipsoidal. A veces apareciendo como obovoide o napiforme debido a un pedicelo diferenciado, subgloboso en jóvenes, mayor anchura mediana o submediana, (24,5-) 28,7-30.7- 32.6(-35) yom de largo, (20.5-)22.3-23.8-25.3(-27.3) yom de ancho, relación larga/ancho = (1.18-)1.22-1.31-1,36 (-1,56) (n = 96), punta redondeada, base redondeada o gradualmente estrechada; pedicelo mayormente presente, cónico corto o cilíndrico, 1–1.5yom de largo, 1–2 yom de ancho órgano en reposo no visto.

Gráficos 1: Morfología del Mildiu (*Peronospora variabilis*)



Fuente: (Choi et al., 2010)

6.13. Síntomas

El mildiu afecta principalmente al follaje de las plantas. Inicialmente se manifiesta como manchas visibles de color amarillento en el área superior de las hojas. Las manchas cloróticas se agrandan para formar áreas cloróticas irregulares, que primero se observa clorosis en la cara superior y luego como necróticas (Danielsen & Ames, 2007).

Al mismo tiempo, la zona clorótica en la parte inferior de la hoja se cubre con un afelpamiento de color gris púrpura que consiste en las estructuras de esporulación del patógeno. Por lo general, al final de la temporada de lluvias, solo se ven hojas con manchas necróticas, pero no se observa la formación de esporas características de un patógeno activo (Danielsen & Ames, 2007).

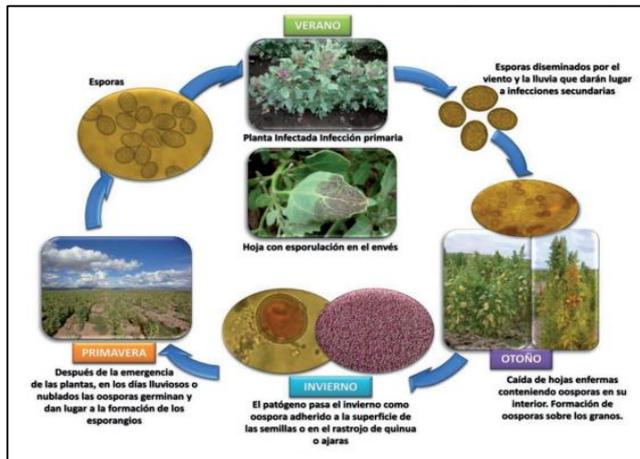
6.14. Ciclo de Vida

La (FAO, 2014) argumenta que La fuente del inóculo inicial son las esporas presentes en semillas o rastros de cultivos anteriores, las esporas se activan cuando se dan las condiciones óptimas favorables (humedad relativa > 80%), estimulando la germinación y la formación de esporas. Cuando las esporas llegan a la hoja forman un tubo germinativo y compartimiento que le permite penetrar en la hoja, ya los cinco días observamos decoloración del tejido acompañada de esporulación.

Durante el desarrollo del cultivo, la infección es continua, existen varias generaciones del patógeno correspondientes a una forma de reproducción asexual (produciendo sólo esporas) y por ello se le considera un patógeno policíclico (FAO, 2014).

A medida que las manchas comienzan a morir, se produce la reproducción sexual, ocurren ambos patrones de apareamiento y el resultado es la esporulación, una estructura que conserva el patógeno durante largos períodos de tiempo en ausencia de un huésped. (FAO, 2014).

Gráficos 2: Ciclo de Vida del Mildiu (*Peronospora variabilis*)



Fuente: (FAO, 2014)

6.15. Epidemiología

Según (FAO, 2014) cuando se habla de la epidemiología, se debe considerar los tres pilares de la enfermedad: patógeno (*P. variabilis*), hospedero (quinua) y condiciones medioambientales favorables.

- En el caso del mildiu el factor más significativo son las condiciones ambientales, donde se destacan la humedad (>80%) y las temperaturas frescas.
- Estas son condiciones básicas para la germinación de oosporas y esporas, multiplicación y la diseminación de la enfermedad. Si las condiciones ambientales favorables persisten por un período prolongado permiten la propagación policíclica.
- Las esporas se diseminan primariamente por el viento, la lluvia también ayuda en la diseminación mediante el lavado en una misma planta.
- También el rocío de las madrugadas facilita a que el patógeno colonice y se establezca perfectamente dentro de las hojas. Pero si las condiciones de humedad descenden, las esporas se deshidratan y la esporulación desaparece.
- La primera fuente de inóculo son las oosporas, que han quedado pegadas a los granos de semilla de quinua y las que quedan en los residuos de cosecha en la parcela.
- La principal fuente de infección en la región andina fueron las quinuas silvestres (llamadas ajaras en Bolivia, ayara en Perú, quinua malla en Ecuador y quingüilla en Chile) que eran más o menos susceptibles a la infección. El hecho de que estas especies silvestres se encuentren en la mayoría de las áreas agrícolas del mundo,

podría ser una importante fuente de inóculo en nuevas áreas donde se introduzcan cultivos.

- g) La temporada de siembra también puede determinar la ocurrencia de enfermedades, donde hay lluvias tempranas para la siembra, esto estimula la germinación de la quinua silvestre al mismo tiempo que la quinua cultivada, lo que facilita las condiciones para que la enfermedad se desarrolle en las primeras etapas del cultivo.

6.16. Evaluación de la Enfermedades

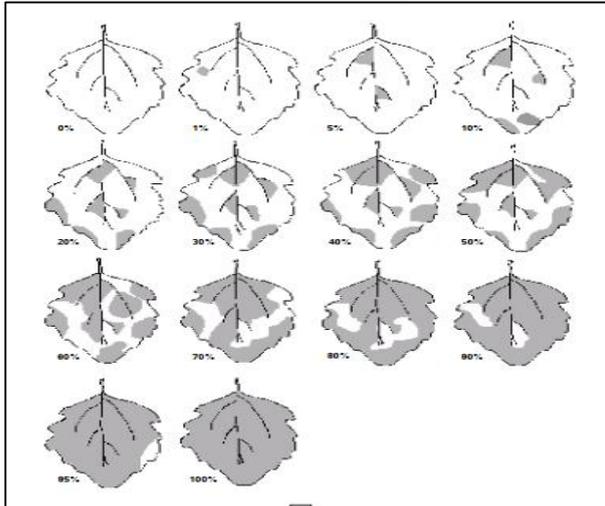
6.16.1. Evaluación del Mildiu en Campo o Severidad.

Según (Danielsen & Ames, 2007) propone evaluar el mildiu en plantas de quinua en el campo elimina muchas fuentes de error porque está basado en la evaluación de la severidad (porcentaje de área afectada) en hojas individuales y no en plantas entera, los valores de severidad pueden ser utilizados para calcular el AUDPC (*area under disease progress curve*) que es un parámetro útil para comparar la resistencia/susceptibilidad entre diferentes variedades de quinua y el comportamiento de los cultivares en diferentes climas. Para las investigaciones de campo, siempre se debe incluir un control positivo (un cultivar altamente susceptible) para proporcionar un indicador de los niveles de inóculo en el campo.

Según (Danielsen & Ames, 2007) el procedimiento para el Porcentaje de Severidad es el siguiente:

- ✓ De cada parcela se escoge al azar el número de plantas que se considera necesario para obtener un valor representativo. Generalmente entre 6 y 10 plantas por parcela son suficientes.
- ✓ De cada planta se escoge 3 hojas al azar, una de cada tercio.
- ✓ Se evalúa el porcentaje de área afectada de cada hoja usando la escala adjunta.

Gráfico 3: Escala de Severidad en las hojas.



Fuente: (Danielsen & Ames, 2007)

6.16.2. Incidencia

(Gomez, 2014) argumenta que la incidencia es la cantidad de individuos o partes contables de un individuo, afectados por una determinada enfermedad respecto al total analizado en % y su fórmula es la siguiente:

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ Plantas Enfermas}}{\text{Total de plantas}} \times 100$$

6.16.3. Grado de Esporulación

(Danielsen & Ames, 2007) manifiesta que los niveles de esporas son una respuesta obvia en las pruebas de resistencia del huésped y virulencia del patógeno. En plantas susceptibles, la esporulación fue abundante, mientras que, en plantas resistentes, la formación de esporas fue mínima o nula. En el caso del mildiu, se resaltan juntos el signo de la presencia del patógeno y el síntoma o lesión que se está produciendo. De esta manera, la formación de esporas visibles y la marchitez/necrosis sirven como parámetros para describir la interacción.

Según (Danielsen & Ames, 2007) el procedimiento para el Contaje de Esporangios es el siguiente:

- ✓ Cortar una fracción de hoja con un área definida del centro de una lesión (por ejemplo, con un sacabocado) y extraer los esporangios lavándolos con una suspensión de CuSO₄ (0.04M CuSO₄/ 0.2M acetato de sodio, pH 5.4 con ácido acético, diluir en agua 1:1) en un tubo con 10 ml del líquido y agitar suavemente
- ✓ Colocar las fracciones de hoja de una unidad experimental (por ejemplo 4) juntas en un tubo. Los esporangios que se han extraído pueden guardarse en refrigeración por varios meses
- ✓ Contar los esporangios y calcular la concentración por área de hoja empleando una cámara de contaje.

(Danielsen & Ames, 2007) da a conocer que Índice de esporulación de *P. variabilis* en quinua es la siguiente:

- ✓ 0 = ausencia de esporulación
- ✓ 1 = uno a pocos esporangióforos simples, esporulación escasamente visible
- ✓ 2 = unos pocos esporangióforos agrupados o diseminados. Esporulación visible
- ✓ 3 = esporulación difusa en toda la hoja o esporulación densa en menos del 50% de la hoja
- ✓ 4 = esporulación moderada en toda la hoja o esporulación densa en más del 50%, pero menos del 90% de la hoja
- ✓ 5 = esporulación densa en más del 90% de la hoja

6.17. Métodos de control

6.17.1. Control Cultural

Como expresa la (FAO, 2014), dado que la quinua es la única planta huésped de *P. variabilis*, se recomiendan casi todas las rotaciones de cultivos. La fecha de siembra temprana debe considerarse como un medio para evitar enfermedades, evitando la superposición entre los períodos de lluvias intensas y los períodos más susceptibles (desde la formación de dos hojas verdaderas hasta la "primera cosecha").

6.17.2. Control Eco fungicida

Desde la antigüedad hasta nuestros días se ha reconocido el uso de las plantas para combatir enfermedades relacionadas con la salud humana, animal o vegetal. En la producción orgánica, es ampliamente aceptado porque no contamina, no es tóxico, no produce resistencia, es económico y se descompone rápidamente (FAO, 2014).

6.17.3. Control Químico (Topas ® 100 EC)

Según (SYNGENTA, 2020), el fungicida Topas ® 100 EC es un fungicida sintético con propiedades profilácticas y curativas. Penetrando en los tejidos internos del medio de cultivo 30-60 minutos después de la aplicación, no afecta las áreas cercanas a la aplicación, no afecta su actividad fungicida. Se absorbe dentro de la planta para llegar a diferentes sitios de infección fúngica, lo que garantiza un control de enfermedades más efectivo y, por lo tanto, menos daño a la planta. Controla enfermedades sin producir toxinas vegetales (distingue entre patógenos y células vegetales vivas), permitiendo que las plantas crezcan sanas y llenas de vida. Se coloca 1 ml por 1 litro de agua para controlar esta enfermedad. (SYNGENTA, 2020) manifiesta que Topas ® 100 EC controla las enfermedades sin producir fitotoxicidad al cultivo (distingue entre el patógeno y las células vivas del cultivo), permitiendo que las plantas crezcan y se desarrollen sanas y vigorosas.

6.18. Ozono

6.18.1. Generalidades del Ozono

El ozono es un gas incoloro altamente reactivo compuesto por tres átomos de oxígeno (O₃), este gas es un componente natural de la atmósfera que se encuentra en sus dos capas inferiores: la troposfera (desde la superficie terrestre hasta una altitud de 10 km) y la estratosfera (entre 1050 km sobre la superficie terrestre) (Bermejo et al., 2009).

Al ozono se le conoce principalmente por su papel protector frente a la radiación ultravioleta en la estratosfera, donde se localiza el 90% del ozono atmosférico, formando la llamada “capa de ozono” (Bermejo et al., 2009).

6.18.2. Ozono en la Agricultura

Según (Martínez, 2021), en la agricultura, el ozono se utiliza principalmente como desinfectante o higienización de materiales y espacios asociados a las actividades agrícolas. Está en auge, sobre todo en cultivos de invernadero para desinfectar agua y materiales. Por un lado, es una alternativa a la desinfección de almacenes, edificios y equipos de producción y almacenamiento de hortalizas. Por otro lado, el ozono también se utiliza para desinfectar el agua potable o cuando el agua se utiliza como auxiliar en la producción de hortalizas, conocida como hidroponía, o en medios inertes en horticultura.

6.18.3. Propiedades del Ozono

Según (AgroEs, 2016) las propiedades del Ozono son las siguientes:

✓ **Acción Microbicida**

Esta es quizás la propiedad más importante del ozono y existen muchas más aplicaciones para él. Debido a sus propiedades oxidantes, puede considerarse como uno de los microbicidas más rápidos y efectivos que se conocen. Su acción tiene un amplio rango que incluye la eliminación de bacterias, hongos, virus y nematodos.

✓ **Acción Deodorante**

Esta es una de las propiedades por las que más se utiliza el ozono, debido a su excelente utilidad en todos los usos públicos y en el tratamiento de ciertos olores indeseables. Por un lado, oxida la materia orgánica (ozonólisis) y por otro ataca a las bacterias que se alimentan de ella. Hay muchos tipos de olores que pueden ser atacados por el ozono.

✓ **Acción Oxigenante**

En las grandes ciudades, donde hay muchos cuartos cerrados y mala ventilación, la reducción del aire suele ser muy notorio debido a la falta de oxígeno, lo que comúnmente se conoce como "aire hediondo".

6.18.4. Agua ozonificada

El agua ozonificada es un método de purificación de agua que consiste en diluir el ozono en agua. El ozono es un desinfectante que combate bacterias, virus y parásitos y ayuda en la micro floculación y la reducción de sólidos en suspensión. Destaca sobre todo por ser un buen oxidante frente a otros agentes de limpieza (Valdivielso, 2022).

6.18.5. Producción de agua Ozonificada

Para ozonizar el agua, primero debe obtener ozono haciendo pasar aire seco u oxígeno a través de un campo eléctrico de alto voltaje. A continuación, el ozono se concentra en el aire, se dosifica directamente a través de un difusor o filtro poroso en el fondo del depósito de agua, en contacto con deflectores para obtener agua ozonizada (Valdivielso, 2022)

6.18.6. Modo de Acción

(ECUTICIAS, 2015), nos describe que el ozono es la forma más activa de oxígeno, convierte el agua en un desinfectante natural que elimina de forma fácil y eficaz a los virus, bacterias, hongos, algas, esporas y otros microorganismos. Cabe señalar que, por su propia

naturaleza, el ozono no deja ningún tipo de residuo químico, ni en el proceso de instalación ni en el producto alimentario, ya que el ozono se descompone en oxígeno en concentraciones ligeramente superiores a las del ozono. el resto de las bacterias, es posible acabar con la resistencia de las esporas.

El ozono mata bacterias u hongos al alterar las membranas celulares. Este proceso, conocido como destrucción celular de lisina, produce una dispersión del citoplasma en agua: los lípidos insaturados son los componentes principales de la membrana citoplasmática que poseen las bacterias o los hongos, el ozono ataca los enlaces olefínicos. Esta acción comienza a destruir la capacidad de funcionamiento de la célula e incluso puede ser suficiente para causar la muerte de las células más débiles. (Galindo, 2006).

6.18.7. Características del agua Ozonificada

Según (Galindo, 2006) sus características son las siguientes:

- ✓ **Menos enfermedades:** La mayoría de las enfermedades de las plantas se producen por contagio. El Ozono destruye todos los microorganismos tanto por acción directa en el agua, como por la cantidad de oxígeno que desprende.
- ✓ **Más Beneficio:** Una cosecha más voluminosa y un cultivo más productivo conseguido en menor cantidad de días implica ya un ahorro en cantidad de agua de riego, pero, por otra parte, es también muy importante el ahorro en gastos de abonos y otros aditivos. Hay que tener en cuenta que, por ejemplo, el uso de Abonos se reduce hasta un 50%.
- ✓ **Más crecimiento:** El efecto del agua ozonizada consiste básicamente en una mayor aportación de oxígeno a la raíz, el agua ozonizada que llega al riego está completamente libre de virus, bacterias, hongos, algas, esporas y cualquier otro microorganismo. La ausencia de gérmenes confiere al agua las mejores condiciones posibles para lograr un crecimiento mucho más rápido de lo habitual. La planta crecerá con más viveza cómo podrá comprobarse al cabo de un pequeño espacio de tiempo (entre 30-40 días desde el inicio del tratamiento) y con más vitalidad y fuerza.
- ✓ **Más volumen:** No sólo mejorará el aspecto de la planta (hojas, tallos, raíces), sino que también sus frutos, estos cumplirán el ciclo de maduración en menor espacio de tiempo de lo habitual y, por lo general, presentarán un tamaño uniforme, compacto, fuerte y relativamente de mayor volumen.
- ✓ **Más producción:** Todo lo anterior redundará en la recogida de mayor cantidad de Kilos de producto con el mismo esfuerzo.

7. HIPÓTESIS

7.1. Hipótesis Nula

H0. El uso de agua ozonificada (O₃) no reduce la incidencia y severidad de Mildiu (*Peronospora variabilis*).

7.2. Hipótesis Alternativa

H1. El uso de agua ozonificada (O₃) reduce la incidencia y severidad de Mildiu (*Peronospora variabilis*).

8. OPERACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 5: Operación de variables dependientes e independientes.

Tipo de Variable	Nombre	Indicadores	Índice
Independiente	Ozono	✓ Frecuencia	1 aplicación cada semana
			1 aplicación cada 15 días
			1 aplicación cada 30 días
		✓ Concentración	0,3 ppm
			0,5 ppm
Dependiente	Cultivo de Quinua	✓ Días al panojamiento	Días
		✓ Altura de la planta	m
		✓ Largo de la panoja	cm
		✓ Severidad de mildiu en la planta	%
		✓ Incidencia de mildiu en la planta	%
		✓ Grado de Esporulación.	%
		✓ Días de la cosecha	Días
		✓ Rendimiento por tratamiento	kg
		✓ Costo Beneficio	\$

Elaborado por: (Moreta 2022)

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

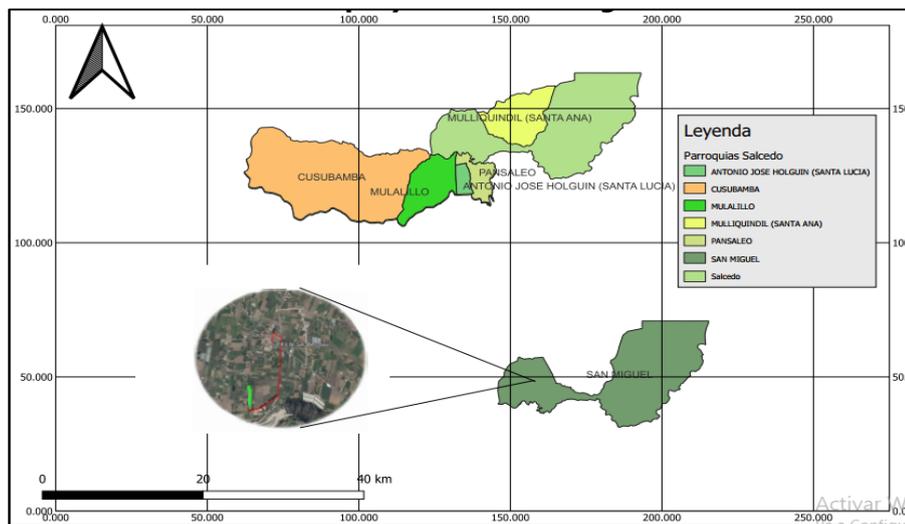
9.1. Características del lugar

9.1.1. Localización

La investigación se realizó en Anchiliví ubicada en el cantón Salcedo, provincia Cotopaxi.

Gráfico 4: Ubicación geográfica del barrio Anchiliví-Salcedo.

Fuente: (ArcGIS, 2022)



9.1.2. Ubicación geográfica

- ✓ Latitud: 1° 03' 23,81'' S
- ✓ Longitud: 78° 34' 08,00'' O
- ✓ Altitud: 2725msnm

9.1.3. Condiciones edafoclimáticas del ensayo

- ✓ Precipitación: 555,2 mm/añual
- ✓ T. media: 14°C
- ✓ Textura del suelo: Franco Arenoso

9.2. Metodología

9.2.1. Tipos de investigación

- ✓ **Aplicada Científica:** Se midió ciertas variables y así se determinó comportamientos que son útiles para el proyecto de investigación.
- ✓ **Descriptiva:** Se describió los datos y características del proyecto de investigación.

9.2.1.1. Métodos de investigación

- ✓ **Observación:** Se examinó los sucesos o detalles que se presentaron en la investigación sin influir en los mismo con la finalidad de registrar datos y observaciones.
- ✓ **Cuantitativa:** Recolectamos los datos en campo para analizar estadísticamente cuál de las variables son viables o no.

9.2.2. Técnicas de investigación

- ✓ **De campo:** Se recolectó y seleccionó datos las variables estudiadas que necesito el proyecto de investigación de controlar el mildiú (*Peronospora variabilis*) en el cultivo de quinua.
- ✓ **Experimentales:** Se realizó mediante el manejo de una variable experimental como la aplicación del ozono para el control de la enfermedad.

9.3. Materiales y equipos

9.3.1. Materiales de campo

- ✓ Fertilizantes
- ✓ Herramientas agrícolas (azadón, rastrillos, pala)
- ✓ Flexómetro
- ✓ Píolas
- ✓ Estacas
- ✓ Libreta de campo
- ✓ Lápiz
- ✓ Guantes
- ✓ Cinta métrica para evaluaciones
- ✓ Etiquetas de identificación
- ✓ Rótulos

9.3.2. Materiales de oficina

- ✓ Calculadora
- ✓ Regla
- ✓ Tijera
- ✓ Carpetas
- ✓ Hojas de papel bond

9.3.3. Material de caracterización

- ✓ Semilla de Quinoa variedad INIAP Tunkahuan

9.3.4. Equipos

- ✓ Ozonificador para agua marca ATKIN modelo QJ-8003K
- ✓ Medidor de Ozono marca PALINTES modelo PTS043
- ✓ Estereoscopio EMZ-13
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Bomba de mochila
- ✓ Tractor
- ✓ Computadora e impresora

9.4. Diseño experimental

Se realizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con un arreglo factorial de $(2 * 3) + 2$, con 3 repeticiones, dando como resultado 24 unidades experimentales, se realizaron pruebas Tukey al 5%.

9.4.1. Características del área del ensayo

- ✓ Tamaño de parcela: 4 m x 5 surcos
- ✓ Distancia entre surco: 0,80 m
- ✓ Separación entre cada parcela: 0,50 m
- ✓ Tipo de siembra: Chorro Continuo
- ✓ Cantidad de semilla en el área total: 567 g de semilla
- ✓ Área total: 472.5 m²

9.5. Factores en Estudio

9.5.1. Factor A: 2 Concentraciones

- ✓ C1: 0,3 ppm
- ✓ C2: 0,5 ppm

9.5.2. Factor B: 3 Frecuencias

- ✓ F1: 1 aplicación cada 8 días.
- ✓ F2: 1 aplicación cada 15 días.
- ✓ F3: 1 aplicación cada 30 días.

9.5.3. Testigos

- ✓ T1: Testigo Químico (Fungicida Topas 1ml/lt)
- ✓ T2: Testigo Absoluto

9.5.4. Variables a Evaluar

- ✓ Días al panojamiento
- ✓ Altura de la planta
- ✓ Largo de la panoja
- ✓ Severidad del mildiú en la planta
- ✓ Incidencia del mildiú en la planta
- ✓ Grado de Esporulación
- ✓ Días a la cosecha
- ✓ Rendimiento por tratamiento
- ✓ Costo Beneficio

9.6. Tratamientos en estudio

Tabla 6: *Tratamientos en estudio*

FACTOR A	FACTOR B	TRATAMIENTOS	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
CONCENTRACIÓN	FRECUENCIA			
C1 (0,3 ppm)	F1 (8 días)	1	C1 + F1	Concentración de 0,3 ppm con una frecuencia de 8 días
C2 (0,5 ppm)	F2 (15 días)	2	C1 + F2	Concentración de 0,3 ppm con una frecuencia de 15 días
	F3 (30 días)	3	C1 + F3	Concentración de 0,3 ppm con una frecuencia de 30 días
		4	C2 + F1	Concentración de 0,5 ppm con una frecuencia de 8 días
		5	C2 + F2	Concentración de 0,5 ppm con una frecuencia de 15 días
		6	C2 + F3	Concentración de 0,5 ppm con una frecuencia de 30 días
		7	Testigo Químico - Fungicida Topas (1ml/lit)	
		8	Testigo Absoluto - Sin Aplicación	

Elaborado por: (Moreta 2022)

9.7. ADEVA

Tabla 7: *Esquema del ADEVA*

Fuente de Variación	Grados de Libertad
<i>Tratamientos (t-1)</i>	7
<i>Bloques (r-1)</i>	2
<i>Factor A (a-1)</i>	1
<i>Factor B (b-1)</i>	2
<i>AxB (a-1)*(b-1)</i>	2
<i>Factores vs Testigos</i>	1
<i>Error Experimental (t-1)(r-1)</i>	14
<i>Total (n-1)</i>	23

Elaborado por: (Moreta 2022)

9.8. Manejo del Ensayo

9.8.1. Reconocimiento del Lugar

Se realizó el reconocimiento del lugar para la implementación del proyecto de investigación, en la parroquia de Anchilivi de Salcedo, esto se ejecutó el 01 de julio del 2021.

9.8.2. Adquisición de la semilla

La semilla se obtuvo del laboratorio de semillas de Granos Andinos de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se utilizó la semilla de la variedad INIAP Tunkahuan.

9.8.3. Preparación del suelo

En base a (Peralta, 2010a) se realizó la preparación del suelo, que consistió en la limpieza mecánica mediante la labor de arado y el surcado con una separación entre surco de 0,80 m.

Con formato: Español (Ecuador)

9.8.4. Implementación del DBCA

Ya preparado el terreno se procedió al trazado del diseño experimental con estacas y piolas. Se ejecutó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA).

9.8.5. Siembra

Con relación con (Peralta, 2010a) se realizó una siembra mecánica con la sembradora de quinua a chorro continuo, la siembra se la efectuó el 06 de julio del 2021.

9.8.6. Labores culturales

Deshierba y aporque: La primera deshierba se la ejecutó a los 45 días y la segunda deshierba y el aporque se lo efectuó a los 60 días después de la siembra (Peralta, 2010a).

9.8.7. Identificación de Mildiu (*Peronospora variabilis*) en campo.

En base a (Danielsen & Ames, 2007), a los 60 días se comenzó a visualizar la presencia de mildiu en las plantas, por medio de los signos y síntomas que presenta esta enfermedad como manchas pequeñas de forma irregular cuya coloración es amarillenta o clorótica, anaranjada, rojiza dependiendo de la variedad de la planta dependiendo de eso las hojas se tornan cloróticas y posteriormente se caen, la planta puede detener su proceso de crecimiento por esta enfermedad.

9.8.8. Identificación de Mildiu (*Peronospora variabilis*) en laboratorio.

Con relación con (Danielsen & Ames, 2007) a los 65 días se efectuó la práctica en laboratorio para identificar el mildiu en las hojas de la quinua y se ejecutó lo siguiente:

- ✓ Se trasladó las hojas infectadas al laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- ✓ Se desinfecto y esterilizo los materiales de laboratorio que se utilizaron en la cámara de desinfección.
- ✓ Después de eso se procedió hacer el medio de cultivo con agar de papa dextrosa.
- ✓ Se cortó en trozos pequeños las partes infectadas de las hojas de quinua.
- ✓ Dentro de la cámara de esterilización con unas pinzas se colocó los trozos pequeños de la hoja y se ubicó en 6 cajas petris.
- ✓ Por último, se selló y etiqueto las cajas petris para que no exista contaminación.
- ✓ Después de 3 días el mildiú se propago y se ubicó las muestras en una porta y cubre objetos y se observó la presencia de mildiu en el cultivo.

9.8.9. Prueba de Calibración para la concentración de ozono (O₃)

Con base en (Alvarez, 2021), se utilizó un equipo de ozonificador marca ATKIN modelo QJ-8003K con un medidor de ozono marca PALINTES modelo PTS043 y fue calibrado de la siguiente manera:

- ✓ Se colocó en un recipiente 1 lt de agua con un pH de 7 neutro.
- ✓ Se ubicó las mangueras de silicona del ozonificador dentro del recipiente y se encendió con un tiempo no establecido hasta dar la ppm (partes por millón) que necesitamos en nuestro caso de 0.3 ppm y 0.5 ppm.
- ✓ Con nuestro medidor de ozono se colocó en 1 frasco pequeño agua normal con un pH de 7 y verificamos en nuestro equipo si el agua es neutra, mientras que en otro frasco colocamos nuestra agua ozonificada con una pastilla activadora y se determinó cuántos ppm tiene el agua ozonificada.
- ✓ Se determinó que para 0.3 ppm se necesitó un tiempo establecido de 10.15 segundos, mientras que para los 0.5 ppm se necesitó de un tiempo de 20.25 segundos.

9.8.10. Aplicación del Ozono en campo

Como manifiesta (Alvarez, 2021), para la aplicación de ozono en campo se realizó de la siguiente manera:

- ✓ Una vez establecida la concentración se colocó nuestra agua ozonificada en una bomba de fumigar.
- ✓ Se aplicó el ozono dependiendo de la concentración y frecuencia que tiene los tratamientos, esta se la aplico de abajo hacia arriba puesto que el mildiú se encontró en el envés de la hoja.

9.8.11. Aplicación del Testigo Relativo (Fungicida Topas ® 100 EC 1ml/l)

En relación con (SYNGENTA, 2020), para la aplicación se realizó lo siguiente:

- ✓ En otra bomba se colocó 1 litro de agua con 1 ml de nuestro fungicida Topas ® 100 EC y se procedió a fumigar de abajo hacia arriba en toda la planta.

9.9. Recopilación de datos

9.9.1. Días al panojamiento.

Esta variable se evaluó cuando se observó la inflorescencia de las hojas, dejando ver claramente los glomérulos y en los mismos se observa la base los botones florales individuales los cuales ocurrieron desde los 65 – 70 días (Montes et al., 2018)

9.9.2. Altura de la planta

Se midió al inicio de la madurez fisiológica, desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la panoja de 12 plantas (parcela neta) por cada unidad experimental (Bioversity et al., 2013).

9.9.3. Longitud de la panoja.

Esta variable se registró en la madurez fisiológica, se midió desde la base hasta el ápice de panoja principal de 12 plantas (parcela neta) por cada unidad experimental (Bioversity et al., 2013).

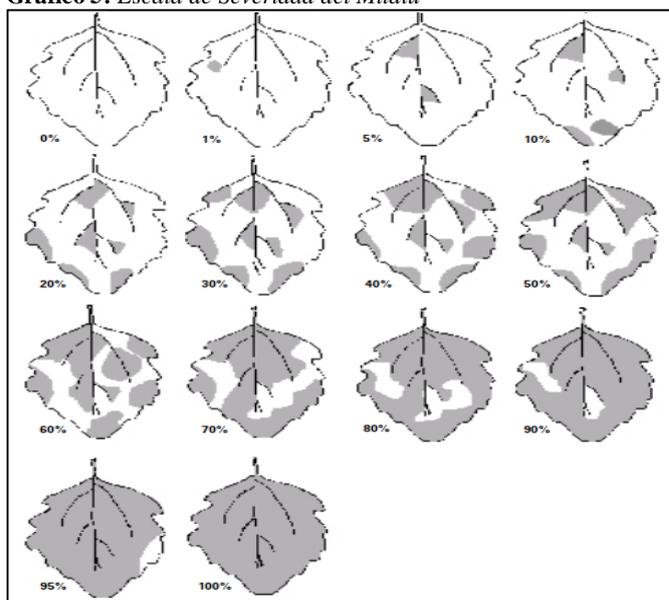
9.9.4. Severidad del mildiú en la planta.

Según (Danielsen & Ames, 2007), se evaluó el mildiú en plantas de quinua de una forma diferente a las demás para así eliminar muchas fuentes de error, está basado en la evaluación de la severidad (porcentaje de área afectada) en hojas individuales y no en plantas enteras, se procedió a tomar datos de Porcentaje de Severidad de la siguiente manera:

- ✓ De cada parcela o unidad experimental se escogió 12 plantas al azar (parcela neta).

- ✓ De cada planta se escoge 3 hojas al azar, una de cada tercio (hojas bajas, intermedias y altas).
- ✓ Se evaluó el porcentaje de área afectada de cada hoja usando la escala adjunta.

Gráfico 5: Escala de Severidad del Mildiu



Fuente: (Danielsen & Ames, 2007)

9.9.5. Incidencia del mildiu en la planta.

Con formato: Español (Ecuador)

Se determinó la incidencia guiándonos en la fórmula que establece (Gomez, 2014), se utilizó 12 plantas al azar (parcela neta) y se evaluó dependiendo la presencia de síntomas foliares de las plantas.

Se estableció el porcentaje de incidencia con la siguiente formula:

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ Plantas Enfermas}}{\text{Total de plantas}} \times 100$$

9.9.6. Grado de Esporulación

Para el grado de esporulación se estableció la metodología de (Danielsen & Ames, 2007) la cual se realizó de la siguiente manera:

- ✓ Se recolectó dos hojas por cada tercio de la planta (hojas bajas, intermedias y altas) de las 24 unidades experimentales.
- ✓ En el laboratorio se procedió a cortar una fracción de hoja con un área definida del centro de una lesión (por ejemplo, con un sacabocado) y se extrajo los esporangios lavándolos con una suspensión de CuSO_4 (0.04M CuSO_4 / 0.2M acetato de sodio, pH 5.4 con ácido acético, diluir en agua 1:1) en un tubo con 10 ml del líquido y se agito suavemente
- ✓ Se colocó las fracciones de hoja juntas en un tubo. Los esporangios que se han extraído pueden guardarse en refrigeración por varios meses.
- ✓ Se contó los esporangios y se calculó la concentración empleando una cámara de contaje.
- ✓ Con el número de esporangios que se contó nos dirigimos a nuestra escala de valores y se determinó en qué escala pertenece nuestro grado de esporulación.

Tabla 8: Escala de valores para el Grado de Esporulaci3n

0	ausencia de esporulaci3n
1	uno a pocos esporangióforos simples, esporulaci3n escasamente visible
2	unos pocos esporangióforos agrupados o diseminados. Esporulaci3n visible
3	esporulaci3n difusa en toda la hoja o esporulaci3n densa en menos del 50% de la hoja
4	esporulaci3n moderada en toda la hoja o esporulaci3n densa en más del 50%, pero menos del 90% de la hoja
5	esporulaci3n densa en más del 90% de la hoja

Fuentes: (Danielsen & Ames, 2014)

9.9.7. Días a la cosecha.

Esta variable se registró cuando las flores de la quinua tuvieron una tonalidad anaranjada o blanca y las semillas presentaron una maduraci3n fisiológica totalmente completa estas se observaron en diferentes proporciones (FAO, 2015).

9.9.8. Rendimiento por tratamiento

Este dato se obtuvo del grano cosechado de los tratamientos en una humedad de 12% (Bioversity et al., 2013).

9.9.9. Costo beneficio

El costo beneficio se realizó un análisis de la inversión que se efectuó para el manejo del ensayo por cada tratamiento, de acuerdo a la recomendación técnica del INIAP (Peralta et al., 2014).

9.9.10. Análisis estadístico

Para el proyecto se utilizó el programa Excel para la tabulación de los datos y se analizó los resultados según lo estipulado en el proyecto de investigación. De igual forma se ejecutó el programa de Infostat que nos permitió tener más veracidad estadística en el trabajo, en este programa se pudo calcular las probabilidades e hipótesis, se efectuó análisis de varianzas y pruebas Tukey al 5% de los resultados obtenidos.

10. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1. Días al panojamiento

Tabla 9: ADEVA para la variable Días al panojamiento

<i>F.V.</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>	
<i>Tratamiento</i>	89,33	7	12,76	40,45	0,0001	**
<i>Repetición</i>	1,58	2	0,79	2,51	0,1171	ns
<i>Factor A</i>	0,22	1	0,22	0,57	0,4643	ns
<i>Factor B</i>	52,11	2	26,06	67	0,0001	**
<i>Factor A x Factor B</i>	14,78	2	7,39	19	0,0002	**
<i>Factores vs Testigos</i>	5,56	1	5,56	14,81	0,0014	**
<i>Error</i>	4,42	14	0,32			
<i>Total</i>	163,58	23				
<i>CV (%)</i>	0,83					

ns: no significativo * : Significativo ($P < 0.05$) ** : Altamente significativo ($P < 0.01$)

Elaborado por: (Moreta 2022)

El análisis de varianza tabla 9, para días al panojamiento establece una significación estadística para Tratamientos, Factor B, Factor A x Factor B y Factores vs Testigos, para el resto de fuentes de variación no presenta significación. El coeficiente de variación fue de 0,83 %, lo que indica una homogeneidad debido a que este dato se tomó desde los 65 a 72 días cuando se observó claramente los glomérulos y los botones florales individuales, este dato fue expresado en días.

Tabla 10: Prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable días al panojamiento

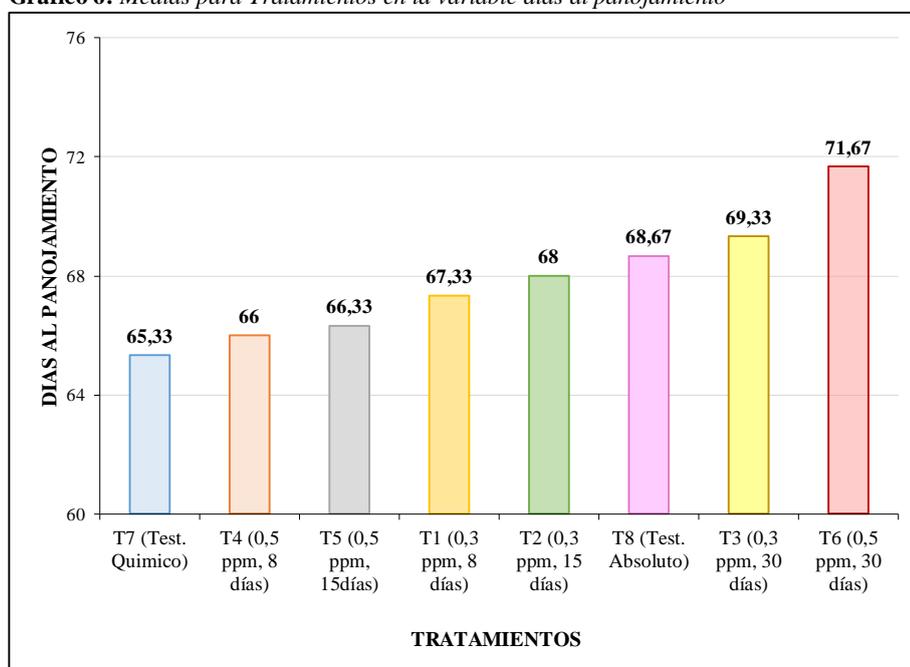
TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T7 (Test. Químico)	65,33	A
T4 (0.5 ppm cada 8 días)	66	A B
T5 (0.5 ppm cada 15 días)	66,33	B C
T1 (0.3 ppm cada 8 días)	67,33	C D
T2 (0.3 ppm cada 15 días)	68	D E
T8 (Test. Absoluto)	68,67	E
T3 (0.3 ppm cada 30 días)	69,33	F
T6 (0.5 ppm cada 30 días)	71,67	F

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos en la variable días al panojamiento en la tabla 10, se establece como mejor tratamiento el T7 (Test. Químico) con una media de 65,33 y compartiendo el mismo rango el T4 (0,5 ppm cada 8 días) con 66 días, seguido por el

tratamiento T5 (0.5 ppm cada 15 días) con 66,33. El T6 (0,5 ppm cada 30 días) es el que mayores días presento para esta variable (71,67 días), Estos resultados demuestran que la aplicación del T7 (Test. Químico), brinda una acción y efecto sobre las plantas incitando a un adelantamiento en el proceso metabólico como lo señala (SYNGENTA, 2020), mientras que la aplicación de ozono favorece la floración y desarrollo de la panoja como lo describe (Bucio et al., 2016) que el ozono influye homogéneamente sobre el desarrollo de follaje, floración y fructificación, y concluye que tuvieron un aumento por debajo del mostrado en las plantas desarrolladas sin tratamiento.

Gráfico 6: Medias para Tratamientos en la variable días al panojamiento



Elaborado por: (Moreta 2022)

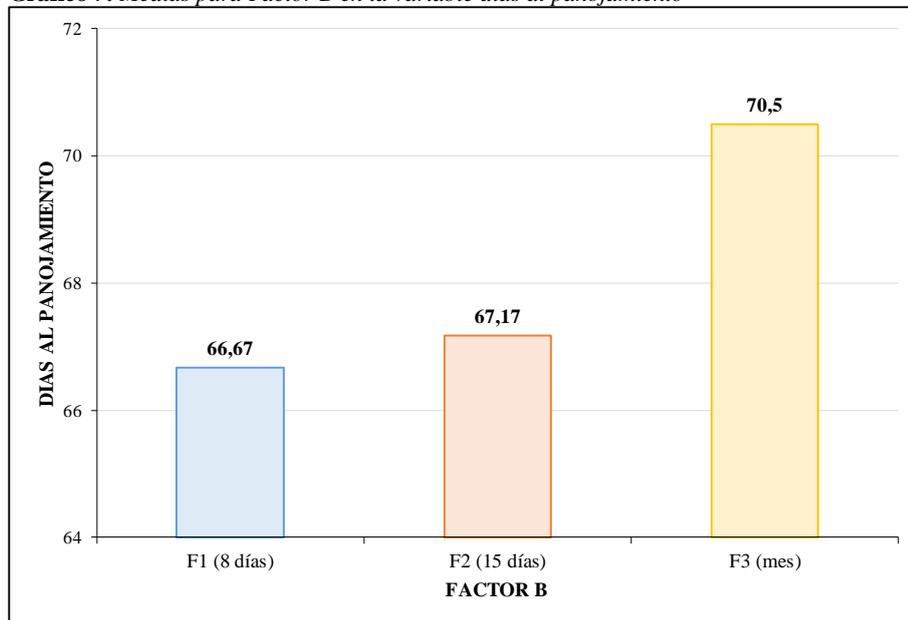
Tabla 11: Prueba Tukey al 5% para Factor B en la variable días al panojamiento

FACTOR B	MEDIAS	RANGOS
F1 (8 días)	66,67	A
F2 (15 días)	67,17	B
F3 (30 días)	70,5	C

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la Prueba de Tukey al 5% para el Factor B en la variable días al panojamiento en la tabla 11, se establece como mejor factor B la F1 (8 días) con una media de 66,67 días, seguido por la F2 (15 días) con 67,17. El F3 (30 días) es el que mayor días presento para esta variable (70,5 días), estos resultados obtenidos demuestran que los tratamientos basados en las frecuencias presentan un mejor resultado en la F1 (8 días) ya que a mayor aplicaciones causa un efecto estimulante del ozono sobre las plantas presentando precocidad en el follaje, floración y fructificación plantas concordando con (Bucio et al., 2016).

Gráfico 7: Medias para Factor B en la variable días al panojamiento



Elaborado por: (Moreta 2022)

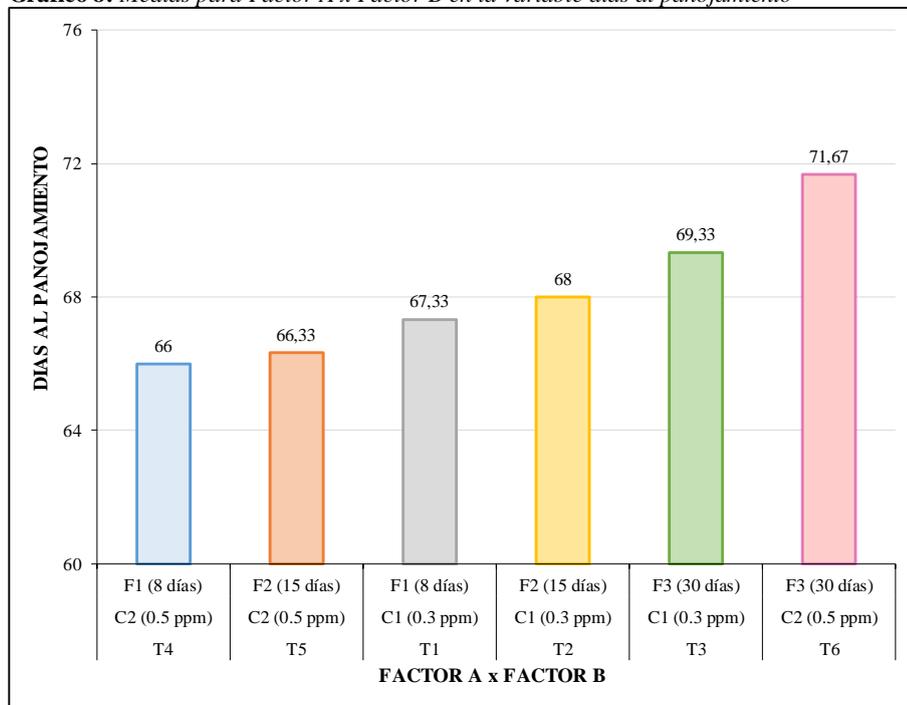
Tabla 12: Prueba Tukey al 5% para Factor A x Factor B en la variable días al panojamiento

FACTOR A	FACTOR B	MEDIAS	RANGO
C2 (0,5 ppm)	F1 (8 días)	66	A
C2 (0,5 ppm)	F2 (15 días)	66,33	A B
C1 (0,3 ppm)	F1 (8 días)	67,33	B C
C1 (0,3 ppm)	F2 (15 días)	68	C D
C1 (0,3 ppm)	F3 (30 días)	69,33	C D
C2 (0,5 ppm)	F3 (30 días)	71,67	D

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la Prueba de Tukey al 5% para Factor A x Factor B en la variable días al panojamiento en la tabla 12, se establece como mejores factores a la C2 (0,5 ppm) x F1 (8 días) y C2 (0,5 ppm) x F2 (15 días) con medias de 66 y 66,33 días, la C2 (0,5 ppm) x (30 días) es el que mayor valor presenta con 71,67 días, la interacción de los factores concentración x frecuencia la capacidad de ozono tiene un poder oxidativo mínimo en la etapa de panojamiento como lo describe (García et al., 2021), en la etapa de floración y fructificación el ozono provoca un adelantamiento imperceptible de cambios metabólicos y fotosintéticos en las plantas, afín a nuestra investigación.

Gráfico 8: Medias para Factor A x Factor B en la variable días al panojamiento



Elaborado por: (Moreta 2022)

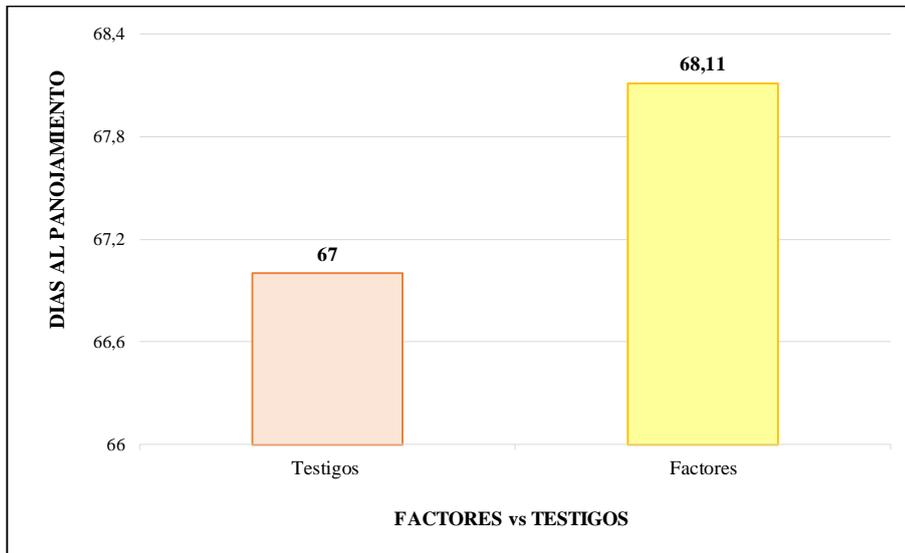
Tabla 13: Prueba Tukey al 5% para Factores vs Testigos en la variable días al panojamiento

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
Testigos	67	A
Factores	68,11	B

Elaborado: Moreta K. (2022)

Al realizar la Prueba de Tukey al 5% para Factores vs Testigos en la variable días al panojamiento en la tabla 13, se establece como mejor los testigos con una media de 67 días, y los factores que presentaron mayores días con una media de 68,11 días, estos resultados se deben a que dentro de los testigos se encuentra el producto químico que ayuda al desarrollo de la planta trabajando normalmente en la fotosíntesis como manifiesta (SYNGENTA, 2020), mientras que los factores que trabajan en base a los tratamientos con ozono e incitan un adelanto leve en la fisiología de la quinua esto dependiendo la concentración y la frecuencia, ratificando los que menciona (García et al., 2021) en su análisis de investigación en el Factor A x Factor B.

Gráfico 9: Medias para Factores vs Testigos en la variable días al panojamiento



Elaborado por: (Moreta 2022)

10.2. Altura de la planta (m) al Inicio de la Madurez Fisiológica (144 días)

Tabla 14: ADEVA para la variable Altura de la planta (m) al Inicio de la Madurez Fisiológica (144 días)

<i>F.V.</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>	
<i>Tratamiento</i>	0,06	7	0,01	2,87	0,0098	**
<i>Repetición</i>	0,05	2	0,03	8,2	0,0644	ns
<i>Factor A</i>	9,40E-04	1	9,40E-04	0,12	0,7309	ns
<i>Factor B</i>	0,01	2	0,01	0,85	0,4511	ns
<i>Factor A x Factor B</i>	3,10E-03	2	1,50E-03	0,2	0,819	ns
<i>Factores vs Testigos</i>	0,01	1	0,01	2,45	0,1368	ns
<i>Error</i>	0,04	14	3,10E-03		0,0044	
<i>Total</i>	0,13	23				
<i>CV (%)</i>	3,36					

ns: no significativo *: Significativo ($P < 0.05$) **: Altamente significativo ($P < 0.01$)

Elaborado por: (Moreta 2022)

El análisis de varianza tabla 14, establece una significación estadística para Tratamientos, para el resto de fuentes de variación no presenta significación. El coeficiente de variación fue de 3,36 %, lo que indica una homogeneidad debido a que este dato se tomó al inicio de la madurez fisiológica (144 días) desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la panoja, este dato fue expresado en metros.

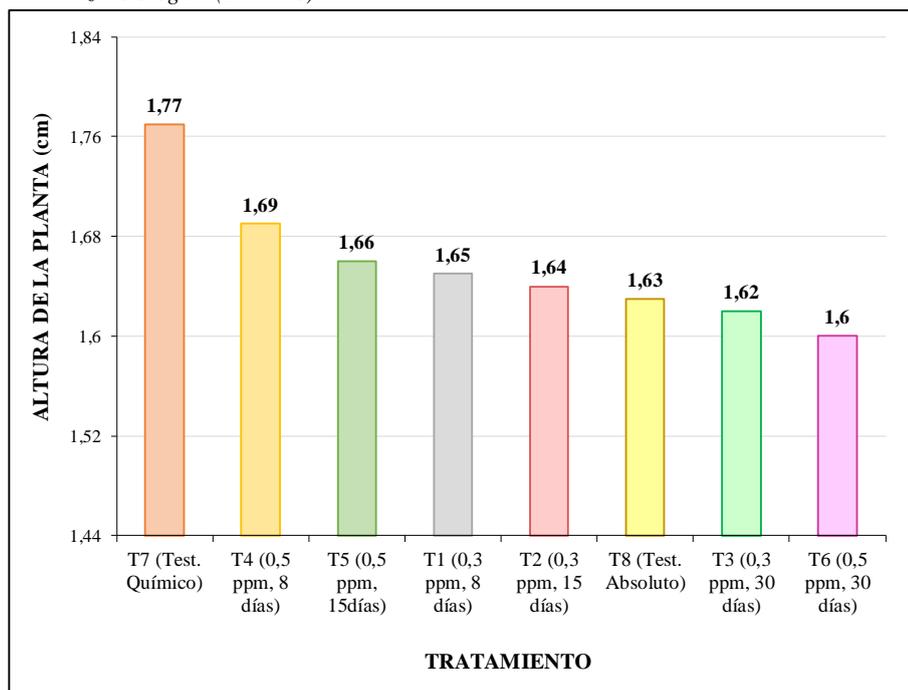
Tabla 15: Prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable altura de la planta (m) al Inicio de la Madurez Fisiológica (144 días)

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T7 (Test. Químico)	1,77	A
T4 (0,5 ppm cada 8 días)	1,69	B
T5 (0,5 ppm cada 15 días)	1,66	B
T1 (0,3 ppm cada 8 días)	1,65	B
T2 (0,3 ppm cada 15 días)	1,64	B
T8 (Test. Absoluto)	1,63	B
T3 (0,3 ppm cada 30 días)	1,62	B
T6 (0,5 ppm cada 30 días)	1,60	C

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la Prueba de Tukey al 5% para Tratamientos en la variable altura de la planta (m) en la tabla 15, se establece que el mejor tratamiento es el T7 (Test. Químico) que obtuvo una mayor altura con una media de 1,77 m, seguido por el T4 (0,5 ppm cada 8 días) con 1,69 m el T6 (0,5 ppm cada 30 días) es el que menor altura presento con 1,60 m, estos resultados indican que al ser el mejor el T7 (Test. Químico) por la aplicación del Topas 100 EC ayuda al control el patógeno estudiado permitiendo que las plantas se desarrollen e inciten el crecimiento, concertando con (SYNGENTA, 2020). Mientras que para los tratamientos con ozono (Vázquez et al., 2015) manifiesta que la aplicación no afectó negativamente en el crecimiento longitudinal de la planta puesto que sus datos varían en los mínimo en las 10 semanas de evaluación esto debido a la sobrecompensación de la alteración en la homeostasis afectando directa al desarrollo de las plantas causando la progresión de las mismas.

Gráfico 10: Medias para Tratamientos en la variable altura de la planta (m) al Inicio de la Madurez Fisiológica (144 días)



Elaborado por: (Moreta 2022)

10.3. Longitud de la panoja (cm) al Inicio de la Madurez Fisiológica (144 días)

Tabla 16: ADEVA para la variable largo de la panoja (cm) al Inicio de la Madurez Fisiológica (144 días)

<i>F.V.</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>	
<i>Tratamiento</i>	52,07	7	7,44	1,56E+01	0,0001	**
<i>Repetición</i>	142,42	2	71,21	149,08	0,2501	ns
<i>Factor A</i>	0,09	1	0,09	0,01	0,9223	ns
<i>Factor B</i>	24,57	2	12,29	1,38	0,2882	ns
<i>Factor A x Factor B</i>	2,02	2	1,01	0,11	0,8933	ns
<i>Factores vs Testigos</i>	3,95	1	3,95	0,42	0,5244	ns
<i>Error</i>	6,69	14	0,48			
<i>Total</i>	225,12	23				
<i>CV (%)</i>	1,43					

ns: no significativo *: Significativo ($P < 0.05$) **: Altamente significativo ($P < 0.01$)

Elaborado por: (Moreta 2022)

El análisis de varianza tabla 16, establece una significación estadística para Tratamientos, para el resto de fuentes de variación no presenta significancia. El coeficiente de variación fue de 1,43 %, lo que indica una homogeneidad debido a que este dato se tomó al inicio de la madurez fisiológica (144 días) desde la base hasta el ápice de panoja principal, este dato fue expresado en centímetros.

Tabla 17: Prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable longitud de la panoja (cm) al Inicio de la Madurez Fisiológica (144 días)

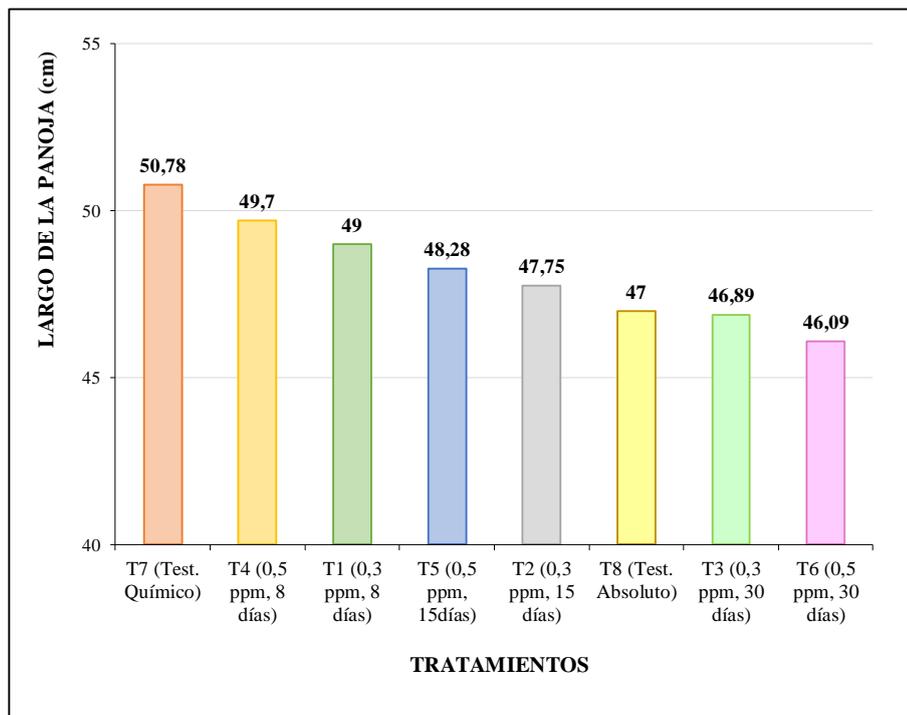
TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T7 (Test. Químico)	50,78	A
T4 (0,5 ppm cada 8 días)	49,7	A B
T1 (0,3 ppm cada 8 días)	49	B
T5 (0,5 ppm cada 15 días)	48,28	B C
T2 (0,3 ppm cada 15 días)	47,75	B C
T8 (Test. Absoluto)	47	C D
T3 (0,3 ppm cada 30 días)	46,89	C D
T6 (0,5 ppm cada 30 días)	46,09	D

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5 % para Tratamientos en la variable longitud de la panoja (cm) en la tabla 17, se establece como mejor tratamiento al T7 (Test. Químico) con una media de

50,78 cm y compartiendo el mismo rango el T4 (0,5 ppm cada 8 días) con 49,7 cm, seguido por el T1 (0,3 ppm cada 8 días) con 49 cm. El T6 (0,5 ppm cada 30 días) es el que menor longitud presenta con una media de 46,09 cm. Este comportamiento T7 (Test. Químico) se debe a que la acción química del producto utilizado ocasiona que la enfermedad disminuya y por lo tanto favorece al crecimiento de la planta como lo manifiesta (SYNGENTA, 2020), a la vez (Vázquez et al., 2015) en su investigación con dosis de ozono en lechuga ratifica el crecimiento prologado de la biomasa lo que puede ser evidente ya que no se produjo síntomas de toxicidad ni de reducción del crecimiento, correlacionando con nuestros resultados.

Gráfico 11: Medias para Tratamientos en la variable longitud de la panoja (cm) al Inicio de la Madurez Fisiológica (144 días)



Elaborado por: (Moreta 2022)

10.4. Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días).

Tabla 18. ADEVA Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días)

<i>F.V.</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>	
<i>Tratamiento</i>	78,53	7	11,22	1,88	0,1491	ns
<i>Repetición</i>	14,12	2	7,06	1,18	0,3352	ns
<i>Factor A</i>	0,16	1	0,16	0,02	0,8807	ns
<i>Factor B</i>	12,1	2	6,05	0,91	0,43	ns
<i>Factor A x Factor B</i>	54,7	2	27,35	4,1	0,044	*
<i>Factores vs Testigos</i>	5,69E+00	1	5,69E+00	0,9	0,3579	ns
<i>Error</i>	83,56	14	5,97			
<i>Total</i>	165,3	23				
<i>CV (%)</i>	3.59					

ns: no significativo * : Significativo ($P < 0.05$) ** : Altamente significativo ($P < 0.01$)

Elaborado: Moreta K. (2022)

El análisis de varianza tabla 18, establece una significancia estadística para Factor A x Factor B, para el resto de fuentes de variación no presenta significancia. El coeficiente de variación fue de 3,59 %, lo que indica una homogeneidad debido a que este dato se tomó de la severidad del mildiu en hojas individuales bajeras a inicio del panojamiento (72 días), este dato fue expresado en porcentaje.

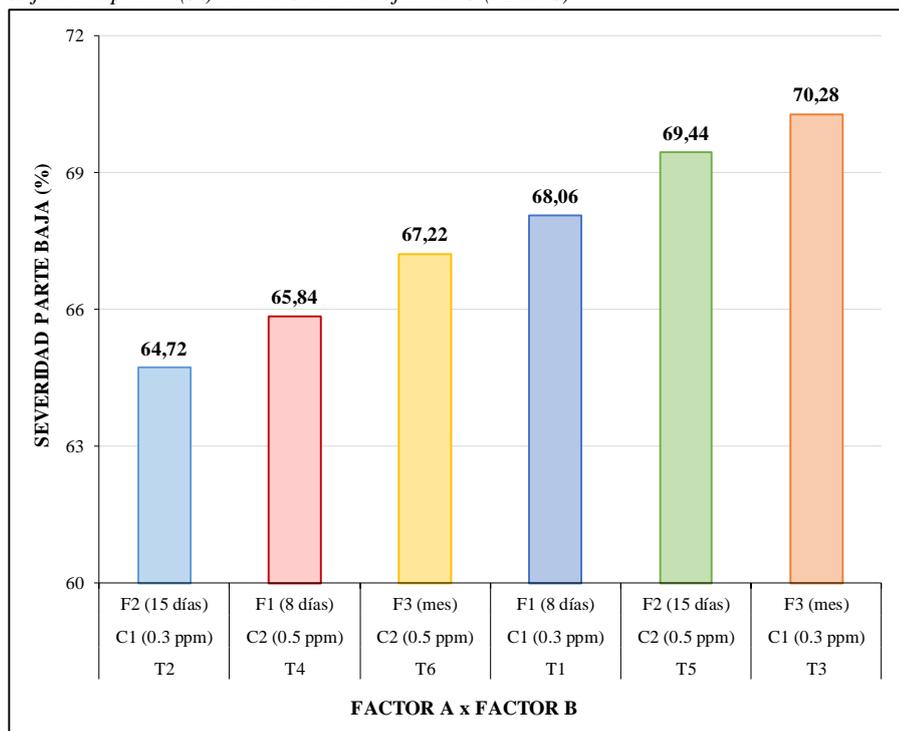
Tabla 19: Prueba Tukey al 5% para Factor A x Factor B en la variable Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días)

FACTOR A	FACTOR B	MEDIAS	RANGO
C1 (0,3 ppm)	F2 (15 días)	64,72	A
C2 (0,5 ppm)	F1 (8 días)	65,84	A
C2 (0,5 ppm)	F3 (30 días)	67,22	A
C1 (0,3 ppm)	F1 (8 días)	68,06	A
C2 (0,5 ppm)	F2 (15 días)	69,44	A
C1 (0,3 ppm)	F3 (30 días)	70,28	B

Elaborado: Moreta K. (2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5% para Factor A x Factor B en la variable severidad de mildiu en la parte baja de la planta en la tabla 19, se establece como mejores factores a la C1 (0,3 ppm) x F2 (15 días), C2 (0,5 ppm) x F1 (8 días), C2 (0,5 ppm) x F3 (30 días), C1 (0,3 ppm) x F2 (15 días) y la C2 (0,5 ppm) x F2 (15 días) con medias de 64,72 %, 65,84 %, 67,22 %, 68,06 % y 69,44 %, la C1 (0,3 ppm) x F3 (30 días) es el que mayor severidad presento con una media de 70,28 %, al ser esta variedad ligeramente tolerante al mildiu (Peralta, 2010a) presenta alta severidad en la parte baja de la planta luego de la primera aplicación de ozono, provocando el debilitamiento del patógeno temporalmente, por ello la severidad es alta en esta etapa de inicio de panojamiento, concordando con (Aguayo et al., 2017) que menciona que el ozono afecta en el inicio de presencia del patógeno.

Gráfico 12: Medias para Factor A x Factor B en la variable Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días)



Elaborado por: (Moreta 2022)

10.5. Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

Tabla 20: ADEVA para la variable Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Tratamiento	20532,75	7	2933,25	218,79	0,0001	**
Repetición	9,79	2	4,9	0,37	0,7005	ns
Factor A	43,34	1	43,34	3,07	0,105	ns
Factor B	11498,37	2	5749,18	407,91	0,0001	**
Factor A x Factor B	191,87	2	95,94	6,81	0,0106	**
Factores vs Testigos	0,9	1	0,9	0,07	0,7911	ns
Error	187,69	14	13,41			
Total	32277,02	23				
CV (%)	9,13					

ns: no significativo * : Significativo (P < 0.05) ** : Altamente significativo (P < 0.01)

Elaborado por: (Moreta 2022)

El análisis de varianza tabla 20, establece una significancia estadística para Tratamientos, Factor B y Factor A x Factor B, para el resto de fuentes de variación no presenta significancia. El coeficiente de variación fue de 9,13 %, lo que indica una heterogeneidad debido a que este dato se tomó de la severidad del mildiu en hojas individuales bajas al inicio de la maduración fisiológica, este dato fue expresado en porcentaje.

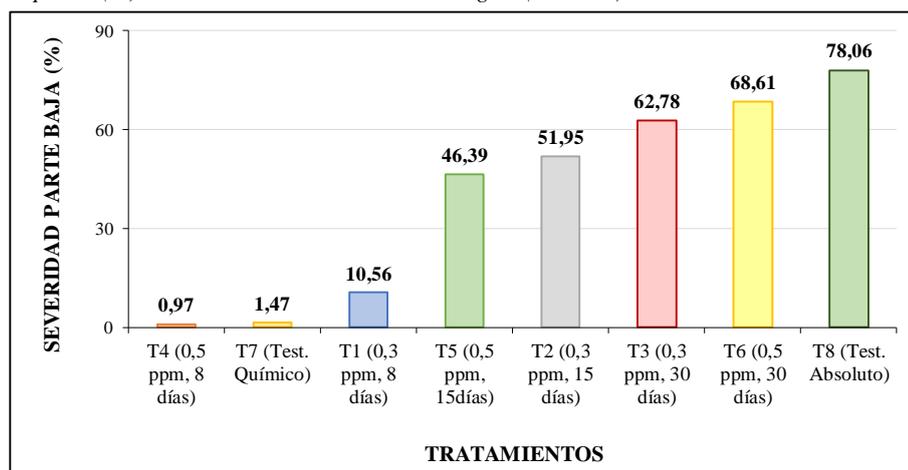
Tabla 21: Prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T4 (0,5 ppm cada 8 días)	0,97	A
T7 (Test. Químico)	1,47	A
T1 (0,3 ppm cada 8 días)	10,56	B
T5 (0,5 ppm cada 15 días)	46,39	C
T2 (0,3 ppm cada 15 días)	51,95	C
T3 (0,3 ppm cada 30 días)	62,78	D
T6 (0,5 ppm cada 30 días)	68,61	D
T8 (Test. Absoluto)	78,06	D

Elaborado: Moreta K. (2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable severidad de mildiu en la parte baja de la planta en la tabla 21, se establece como mejor tratamiento al T4 (0,5 ppm cada 8 días) con una media de 0,97 % y compartiendo el mismo rango el T7 (Test. Químico) con 0,97 % y 1,47 %. El T8 (Test. Absoluto) es el que mayor severidad presento con una media de 78,06 %, Se determinó que el ozono es una molécula altamente oxidativa actuando en bacterias, hongos e insectos, haciendo que el agua ozonizada tenga como efecto interviniente en el desarrollo celular y estructural del hongo como ocurre en el T4 (0,5 ppm cada 8 días) concordando con (Piedrahita, 2018), causando posteriormente la reducción o muerte del microorganismo, mientras que el Testigo Absoluto trabaja sin ninguna aplicación provocando que el patógeno se mantenga en el follaje de la planta afectando la maduración fisiológica de la planta.

Gráfico 13: Medias para Tratamientos en la variable Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)



Elaborado por: (Moreta 2022)

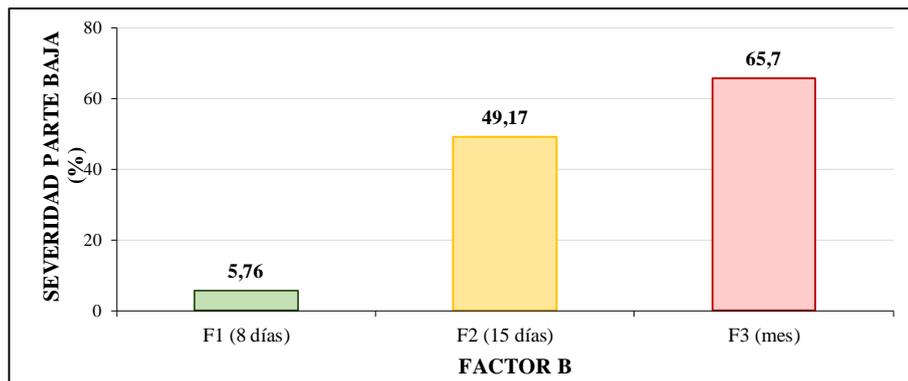
Tabla 22: Prueba Tukey al 5% para Factor B en la variable Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

FACTOR B	MEDIAS	RANGOS
F1 (8 días)	5,76	A
F2 (15 días)	49,17	B
F3 (30 días)	65,7	C

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5% para el Factor B en la variable severidad de mildiu en la parte baja de la planta en la tabla 22, se establece como mejor factor B a la F1 (8 días) con una media de 5,76 %, la F3 (30 días) es el que mayor severidad presentó con una media de 65,7 %, estos resultados indican que al manejar el ozono con las frecuencias establecidas, en el caso de un periodo de 8 días se efectúa un control de la enfermedad provocando la debilidad del patógeno, no se presentan efectos negativos, en la biodiversidad, ni efectos fitotóxicos en la planta, mientras que con una frecuencia más extensa de 30 días el patógeno provoca resistencia en la planta, esto puesto que la enfermedad se genera más en la humedad y con una agrupación dañina en la parte baja de la planta, correlacionando con (Llerena et al., 2016) en su investigación en Sigatoka negra en banano.

Gráfico 14: Medias para Factor B en la variable Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)



Elaborado por: (Moreta 2022)

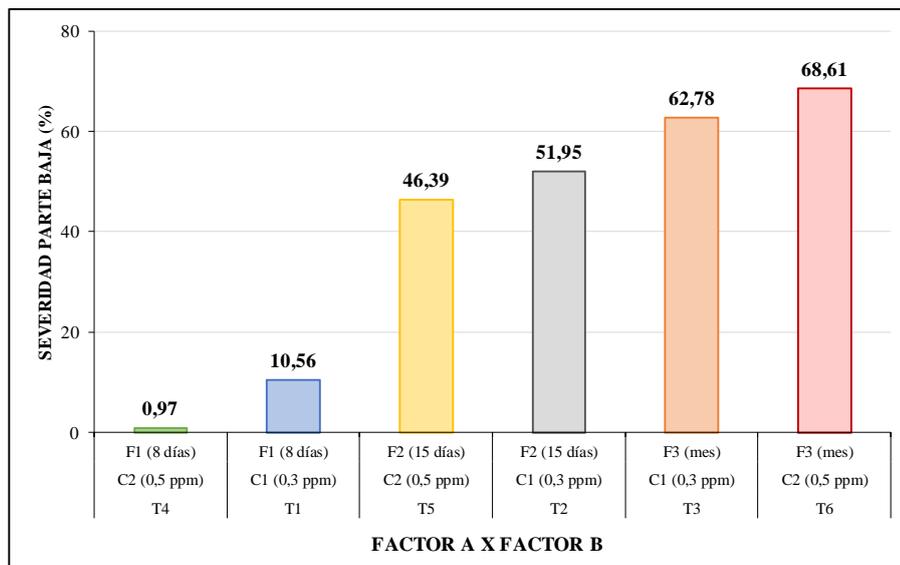
Tabla 23: Prueba Tukey al 5% para Factor A x Factor B en la variable Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

FACTOR A	FACTOR B	MEDIAS	RANGO
C2 (0,5 ppm)	F1 (8 días)	0,97	A
C1 (0,3 ppm)	F1 (8 días)	10,56	A
C2 (0,5 ppm)	F2 (15 días)	46,39	B
C1 (0,3 ppm)	F2 (15 días)	51,95	B
C1 (0,3 ppm)	F3 (30 días)	62,78	C
C2 (0,5 ppm)	F3 (30 días)	68,61	C

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5% para el Factor A x Factor B en la variable severidad de mildiu en la parte baja de la planta en la tabla 23, se establece como mejor factor a la C2 (0,5 ppm) x F1 (8 días) con una media de 0,97 % y compartiendo el mismo rango la C1 (0,3 ppm) x F1 (8 días) con 10,56 %. La C2 (0,5 ppm) x F3 (30 días) es la que mayor severidad presento con una media de 68,61 %, al tener un amplio espectro antimicrobiano el ozono con la interacción de los factores concentración x frecuencia como lo describe (Aguayo et al., 2017) el ozono actúa en bacterias Gram positivas y Gram negativa, mohos, levaduras, protozoos, virus y esporas. Sin embargo, para que el ozono pueda cumplir con estas características, es necesario efectuar con ciertos factores como el mayor tiempo de exposición patógeno - ozono y la mayor concentración de ozono aplicada al patógeno para mejorar la cantidad de reducción antimicrobiana, mientras que a menor tiempo de exposición y concentración sea está a la enfermedad será capaz de conservar por mayor época.

Gráfico 15: Medias para Factor A x Factor B en la variable Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)



Elaborado por: (Moreta 2022)

10.6. Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días)

Tabla 24: ADEVA para la variable Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Tratamiento	3,10E+02	7	44,32	11,18	0,0001	**
Repetición	370,3	2	185,15	46,71	0,0621	ns
Factor A	1,89	1	1,89	0,08	0,7823	ns
Factor B	97,47	2	48,74	2,06	0,17	ns
Factor A x Factor B	107,55	2	53,78	2,27	0,1453	ns
Factores vs Testigos	4,20E+01	1	4,20E+01	1,58	0,2268	ns
Error	55,49	14	3,96			
Total	929,46	23				
CV (%)	2,99					

ns: no significativo * : Significativo ($P < 0.05$) ** : Altamente significativo ($P < 0.01$)

Elaborado: Moreta K. (2022)

El análisis de varianza tabla 24, establece una significancia estadística para Tratamiento, para el resto de fuentes de variación no presenta significancia. El coeficiente de variación fue de 2,99 %, lo que indica una homogeneidad debido a que este dato se tomó de la severidad del mildiu en hojas individuales intermedias a inicio del panojamiento (72 días), este dato fue expresado en porcentaje.

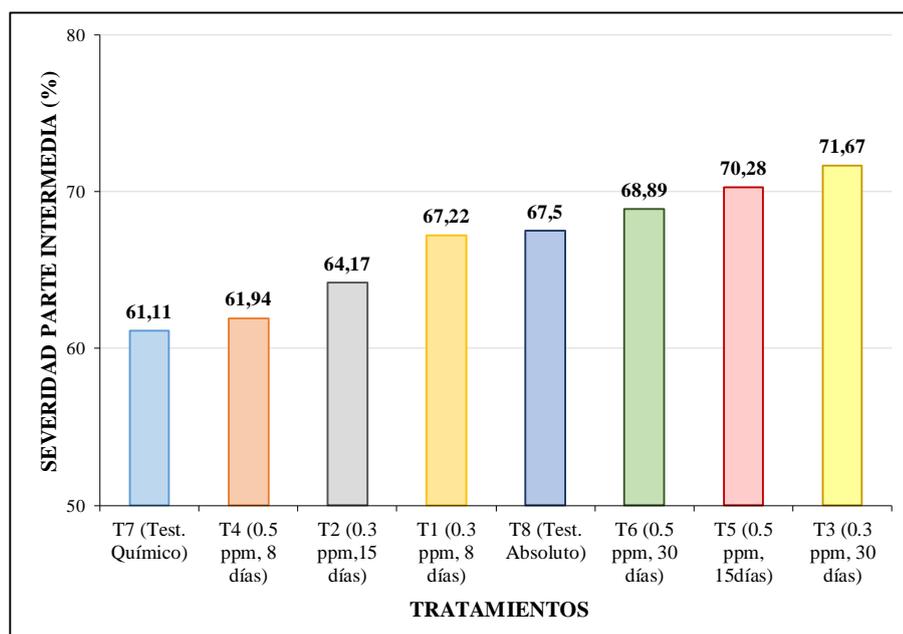
Tabla 25: Prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días)

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T7 (Test. Químico)	61,11	A
T4 (0,5 ppm cada 8 días)	61,94	A B
T2 (0,3 ppm cada 15 días)	64,17	A B
T1 (0,3 ppm cada 8 días)	67,22	B C D
T8 (Test. Absoluto)	67,5	B C D
T6 (0,5 ppm cada 30 días)	68,89	C D
T5 (0,5 ppm cada 15 días)	70,28	D
T3 (0,3 ppm cada 30 días)	71,67	D

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable severidad de mildiu en la parte intermedia de la planta en la tabla 25, se establece como mejor tratamiento al T7 (Test. Químico) con una media de 61,11 % y compartiendo el mismo rango el T4 (0,5 ppm cada 8 días) con 61,94 %, seguido por el tratamiento T2 (0,3 ppm cada 15 días) con 64,17 %. El T3 (0,3 ppm cada 30 días) es el que mayor severidad presento con una media de 71,67 %, los resultados presentan una uniformidad en las cifras debido a que la severidad disminuyo levemente en la primera aplicación del producto químico y el ozono, puesto que las oosporas del mildiu se propaga rápidamente en la época fría y seca de los Andes como lo describe (Danielsen & Ames, 2014) la reacción que presenta el ozono en la planta ante el ataque de *Peronospora variabilis* en la primera aplicación es evidente en los resultados, también es influenciada por el genotipo de la planta, el genotipo del patógeno y por las condiciones del medio ambiente.

Gráfico 16: Medias para Tratamientos en la variable Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días)



Elaborado por: (Moreta 2022)

10.7. Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

Tabla 26: ADEVA para la variable Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Tratamiento	20027,96	7	2861,14	2,81E+02	0,0001	**
Repetición	60,49	2	30,24	2,97	0,0842	ns
Factor A	88,89	1	88,89	5,71	0,0342	**
Factor B	13417,28	2	6708,64	430,57	0,0001	**
Factor A x Factor B	58,35	2	29,18	1,87	0,196	ns
Factores vs Testigos	55,55	1	55,55	4,37	0,0528	*
Error	142,65	14	10,19			
Total	33708,52	23				
CV (%)	8,46					

ns: no significativo * : Significativo (P < 0.05) **: Altamente significativo (P < 0.01)

Elaborado por: (Moreta 2022)

El análisis de varianza tabla 26, establece una significancia estadística para Tratamiento, Factor A, Factor B y Factores vs Testigos, para el resto de fuentes de variación no presenta significancia. El coeficiente de variación fue de 8,46 % lo que indica una heterogeneidad debido a que este dato se tomó de la severidad del mildiu en hojas individuales intermedias al inicio de la maduración fisiológica (144 días), este dato fue expresado en porcentaje.

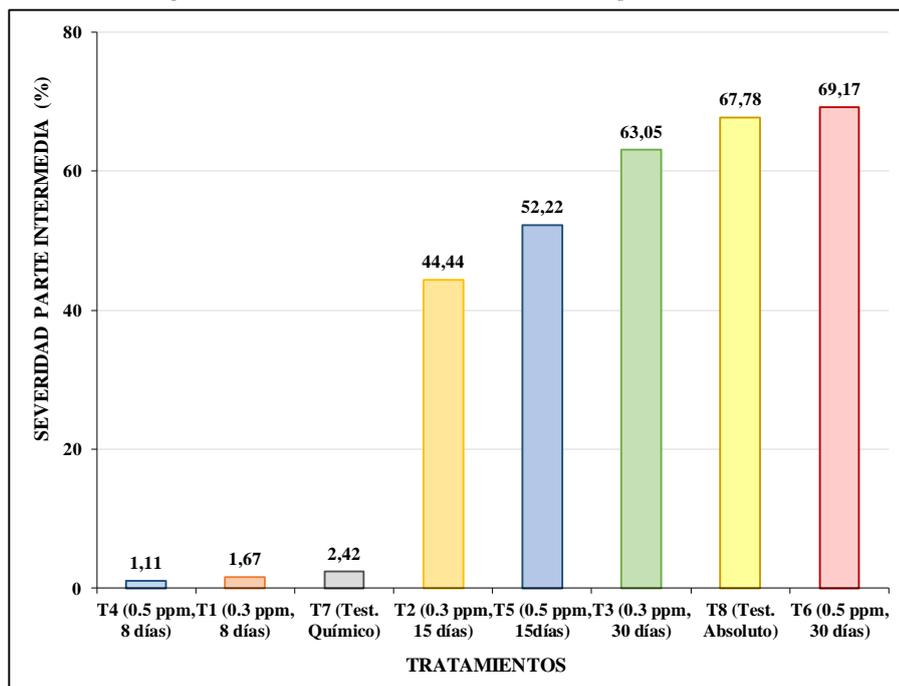
Tabla 27: Prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T4 (0,5 ppm cada 8 días)	1,11	A
T1 (0,3 ppm cada 8 días)	1,67	A
T7 (Test. Químico)	2,42	A
T2 (0,3 ppm cada 15 días)	44,44	B
T5 (0,5 ppm cada 15 días)	52,22	B
T3 (0,3 ppm cada 30 días)	63,05	C
T8 (Test. Absoluto)	67,78	C
T6 (0,5 ppm cada 30 días)	69,17	C

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable severidad de mildiu en la parte intermedia de la planta en la tabla 27, se establecen como mejor tratamiento al T4 (0,5 ppm cada 8 días) con una media de 1,11% y compartiendo el mismo rango el T1 (0,3 ppm cada 8 días) con 1,67 %, seguido por el T7 (Test. Químico) con 2,42 %. El T6 (0,5 ppm cada 30 días) es el que mayor severidad presento para esta variable con una media de 69,17 %, el ozono actuó en estos tratamientos disminuyendo el crecimiento del patógeno como lo ratifica (Faytong, 2017) en su investigación, con la aplicación de ozono reduce el crecimiento del micelio del mildiu debido a su poder antiséptico completo oxidando la pared celular, rompiéndola y atacando directamente los constituyentes de los ácidos nucleicos (ADN y ARN) del patógeno reduciendo la acción microbiana y desestabilizando el desarrollo de los procesos metabólicos de la enfermedad.

Gráfico 17: Medias para Tratamientos en la variable Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)



Elaborado por: (Moreta 2022)

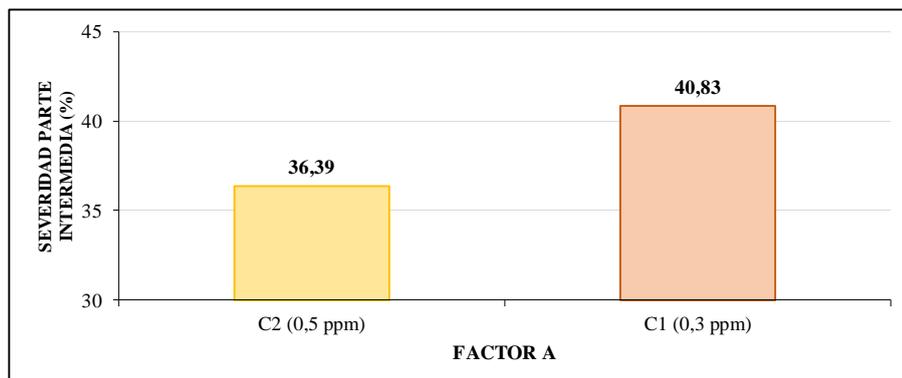
Tabla 28: Prueba Tukey al 5% para Factor A en la variable Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

FACTOR A	MEDIAS	RANGOS
C2 (0,5 ppm)	36,39	A
C1 (0,3 ppm)	40,83	B

Elaborado: Moreta K. (2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5 % para Factor A en la variable severidad de mildiu en la parte intermedia de la planta en la tabla 28, se establece que el mejor factor A es la C2 (0,5 ppm) con una media de 36,39 %, la C1 (0,3 ppm) es la que mayor severidad presento con una media de 40,83 %, los resultados presentan una ventaja sinérgica entre el ozono al trabajar con una concentración alta, la reducción de la enfermedad en la biomasa es notable, coincidiendo con (Sánchez et al., 1998).

Gráfico 18: Medias para Factor A en la variable Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)



Elaborado por: (Moreta 2022)

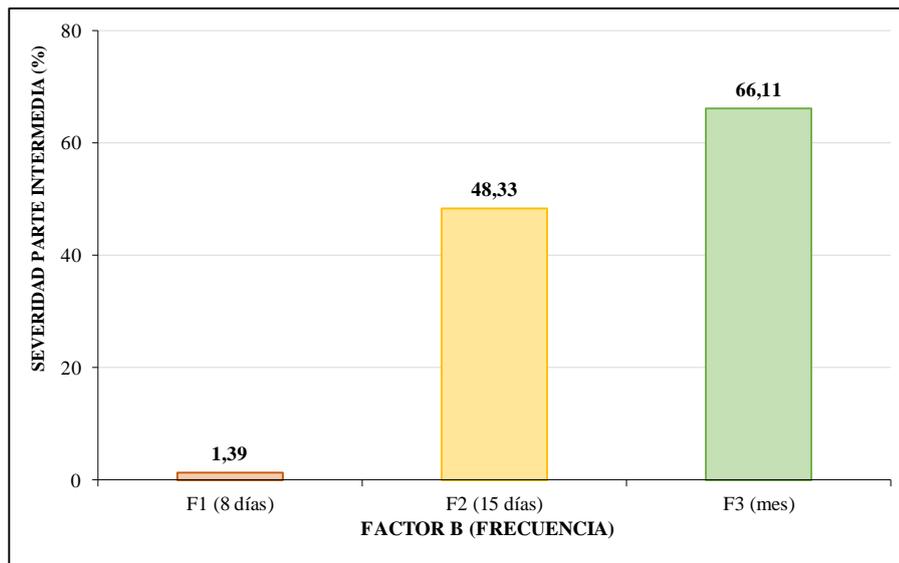
Tabla 29: Prueba Tukey al 5% para Factor B en la variable Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

FACTOR B	MEDIAS	RANGOS
F1 (8 días)	1,39	A
F2 (15 días)	48,33	B
F3 (30 días)	66,11	C

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5 % para Factor B en la variable severidad de mildiu en la parte intermedia de la planta en la tabla 29, se establece como mejor factor B la F1 (8 días) con una media de 1,39 %, la F3 (30 días) es la que mayor severidad presentó para esta variable con una media de 66,11 %, el ozono actuó en este factor satisfactoriamente como lo ratifica (Llerena et al., 2016) a mayor frecuencia de ozono este expuesta la enfermedad mayor será su control reduciendo un 60 a 65 % como lo evidenciamos en la F1 (8 días), mientras que al comparar con la F3 (30 días) el patógeno fue agresivo debido a que tiene una frecuencia muy extendida, obteniendo en la zona intermedia una severidad alta en la planta, tomando en cuenta que en esa zona se concentra la humedad.

Gráfico 19: Medias para Factor B en la variable Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)



Elaborado por: (Moreta 2022)

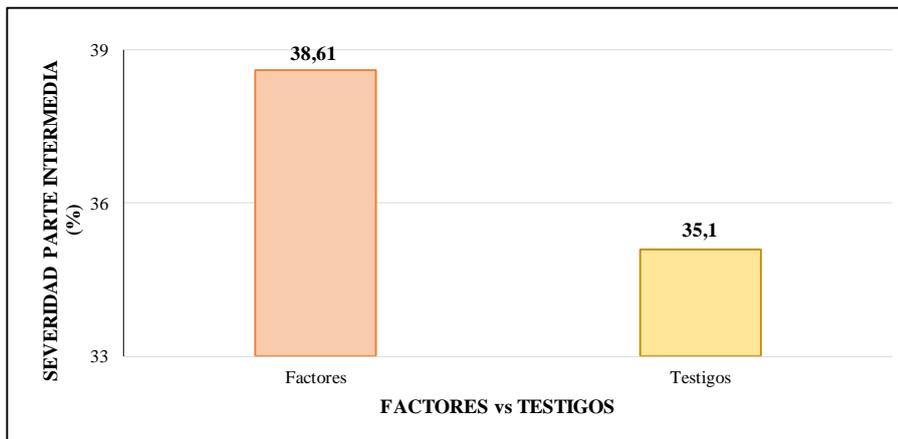
Tabla 30: Prueba Tukey al 5% para Factores vs Testigos en la variable Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

Factores vs Testigos	MEDIAS	RANGOS
Testigos	35,1	A
Factores	38,61	B

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5 % para Factores vs Testigos en la variable severidad de mildiu en la parte intermedia de la planta en la tabla 30, se establece como mejor a los Testigos con una medida de 35,1 %, los Factores presentaron mayor severidad con una media de 38,61 %, este comportamiento se debe a que en los testigos se utilizó un producto químico Topas 100 EC que en si controla al patógeno provocando la ausencia de ergosterol ocasionando la desaparición de la pared celular y por lo tanto la muerte de las células de la enfermedad en los tejidos de la planta tal como lo manifiesta (SYNGENTA, 2020), por otro lado en los factores se congenio con diferentes dosis y frecuencias según los tratamientos con ozono teniendo relevancia en algunos tratamientos, en los factores el ozono penetran el interior de la hoja alcanzando una cavidad subestomática, generando radicales libres y formas activas del oxígeno que reaccionan con la pared celular y membrana celular, alterando el proceso de inoculación del patógeno concordando con (Bermejo et al., 2009).

Gráfico 20: Medias para Factores vs Testigos en la variable Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)



Elaborado por: (Moreta 2022)

10.8. Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días)

Tabla 31: ADEVA para la variable Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días)

<i>F.V.</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>	
<i>Tratamiento</i>	268,02	7	38,29	100,88	0,0001	**
<i>Repetición</i>	76,58	2	38,29	0,65	0,0633	ns
<i>Factor A</i>	1,4	1	1,4	0,29	0,6027	ns
<i>Factor B</i>	81,52	2	49,51	0,31	0,4711	ns
<i>Factor A x Factor B</i>	6,49	2	3,24	0,66	0,5336	ns
<i>Factores vs Testigos</i>	11,16	1	11,16	2,18	0,1591	ns
<i>Error</i>	4,15	1	4,15	0,72	0,4445	ns
<i>Total</i>	5,31	14	0,38			
<i>CV (%)</i>	1,28					

ns: no significativo *: Significativo ($P < 0.05$) **: Altamente significativo ($P < 0.01$)

Elaborado por: (Moreta 2022)

El análisis de varianza tabla 31, establece una significancia estadística para Tratamiento, para el resto de fuentes de variación no presenta significancia. El coeficiente de variación fue de 1,28 % lo que indica una homogeneidad debido a que este dato se tomó de la severidad del mildiu en hojas altas al inicio del panojamiento (72 días), este dato fue expresado en porcentaje.

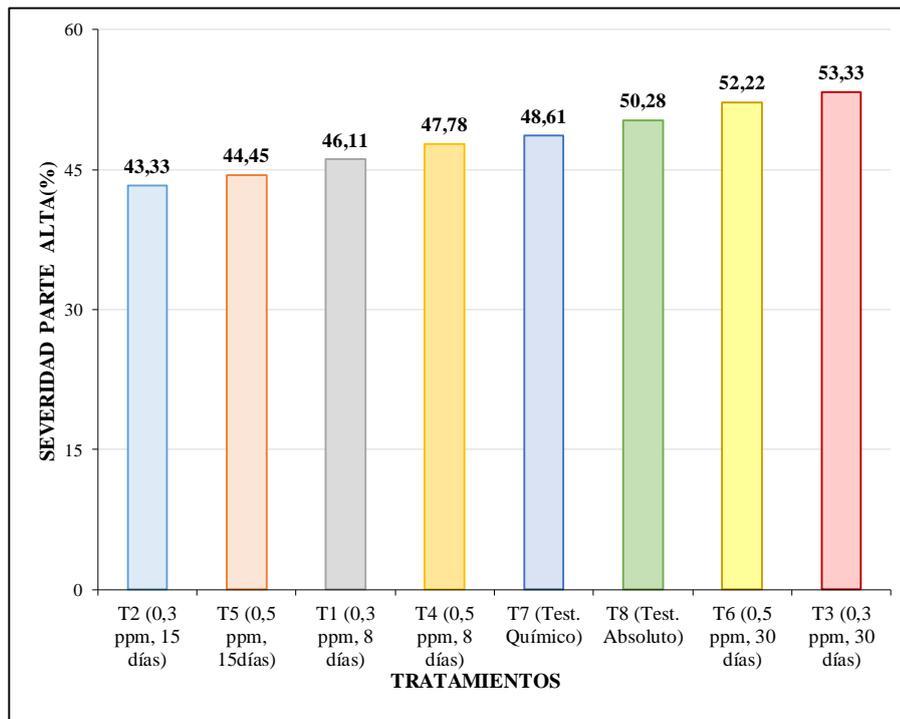
Tabla 32: Prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días)

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T2 (0,3 ppm cada 15 días)	43,33	A
T5 (0,5 ppm cada 15 días)	44,45	A B
T1 (0,3 ppm cada 8 días)	46,11	B C
T4 (0,5 ppm cada 8 días)	47,78	C D
T7 (Test. Relativo)	48,61	D E
T8 (Test. Absoluto)	50,28	E
T6 (0,5 ppm cada 30 días)	52,22	F
T3 (0,3 ppm cada 30 días)	53,33	F

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5% para tratamientos en la variable severidad de mildiu en la parte alta de la planta en la tabla 32, se establece como mejor tratamiento al T2 (0,3 ppm cada 15 días) con una media de 43,33 % y compartiendo el mismo rango el T5 (0,5 ppm cada 15 días) con 44,45 %. El T3 (0,3 ppm cada 30 días) es el que mayor severidad presenta para esta variable con una media de 53,33 %. El ozono en la primera aplicación actuó sutilmente en los tratamientos teniendo como resultado unos datos con uniformidad como lo manifiesta (Yarleque, 2016) demostrando que la infección de *Peronospora variabilis* llega a alcanzar un 54 a 56 % de daño en este tercio de la planta indicando que el agua ozonificada actuó levemente en la severidad del patógeno.

Gráfico 21: Medias para Tratamientos en la variable Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días)



Elaborado por: (Moreta 2022)

10.9. Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

Tabla 33: ADEVA para la variable Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio de la maduración Fisiológica (144 días)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Tratamiento	8688,45	7	1241,21	215,57	0,0001	**
Repetición	16,8	2	8,4	1,46	0,2658	ns
Factor A	0,97	1	0,97	0,21	0,6539	ns
Factor B	5414,37	2	2707,18	592,39	0,0001	**
Factor A x Factor B	16,34	2	8,17	1,79	0,0291	**
Factores vs Testigos	68,04	1	68,04	11,18	0,0041	**
Error	80,61	14	5,76			
Total	14204,97	23				
CV (%)	10,87					

ns: no significativo *: Significativo (P < 0.05) **: Altamente significativo (P < 0.01)

Elaborado por: (Moreta 2022)

El análisis de varianza tabla 33, establece una significancia estadística para Tratamiento, Factor B, Factor A x Factor B, Factores vs Testigos, para el resto de fuentes de variación no presenta significancia. El coeficiente de variación fue de 10,87 % lo que indica una heterogeneidad debido a que este dato se tomó de la severidad del mildiu en hojas altas al inicio de la madurez fisiológica (144 días), este dato fue expresado en porcentaje.

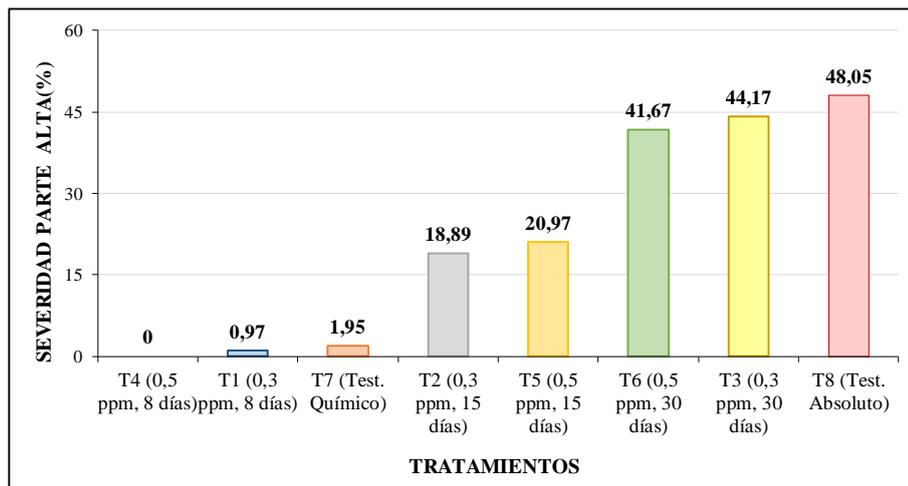
Tabla 34: Prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T4 (0,5 ppm cada 8 días)	0	A
T1 (0,3 ppm cada 8 días)	0,97	A
T7 (Test. Químico)	1,95	A
T2 (0,3 ppm cada 15 días)	18,89	B
T5 (0,5 ppm cada 15 días)	20,97	B
T6 (0,5 ppm cada 30 días)	41,67	C
T3 (0,3 ppm cada 30 días)	44,17	C
T8 (Test. Absoluto)	48,05	C

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5% para tratamientos en la variable severidad de mildiu en la parte alta de la planta en la tabla 34, se establece como mejor tratamiento al T4 (0,5 ppm cada 8 días) con una media de 0% y compartiendo el mismo rango el T1 (0,3 ppm cada 8 días) con 0,97 %, seguido por el T7 (Test. Químico) con 1,95 %. El T8 (Test. Absoluto) es el que mayor severidad presento para esta variable con una media de 48,05 %, los resultados nos muestran que en los mejores tratamientos se obtuvo un control frente al patógeno como lo describe (Faytong, 2017), se reitera que a mayor concentración y frecuencia el patógeno pierde la susceptibilidad, esto debido a que el ozono gracias a su ataque a la membrana de los fosfolípidos, los materiales genómicos y las enzimas intracelulares, ocasionan daños celulares y la muerte del patógeno.

Gráfico 22: Medias para Tratamientos en la variable Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)



Elaborado por: (Moreta 2022)

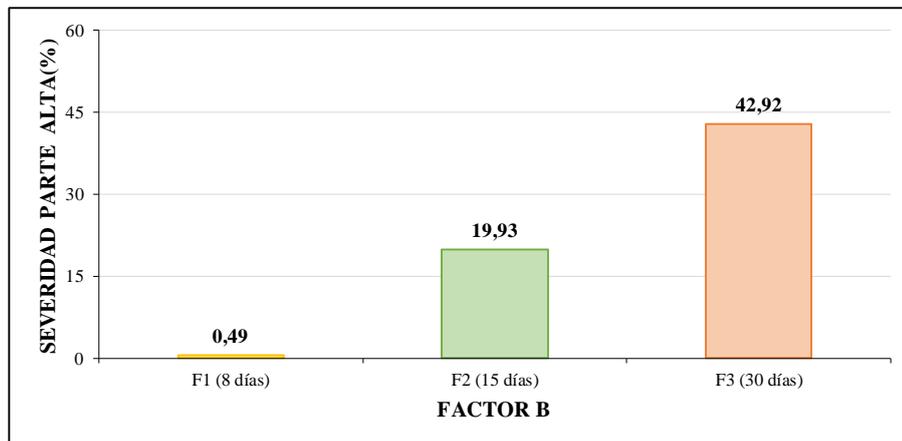
Tabla 35: Prueba Tukey al 5% para Factor B en la variable Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

FACTOR B	MEDIAS	RANGOS
F1 (8 días)	0,49	A
F2 (15 días)	19,93	B
F3 (30 días)	42,92	C

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5% para Factor B en la variable severidad de mildiu en la parte alta de la planta en la tabla 35, se establece como mejor factor B a la F1 (8 días) con una media de 0,49 %, la F3 (30 días) es el que mayor severidad presento para esta variable con una media de 42,92%. El ozono tiene un efecto oxidativo hacia el patógeno llegando a reducir desde un 28 % hacia adelante como lo ratifica (Faytong, 2017) en su investigación, el patógeno debido a que se concentra más en la humedad, no es tan concentrada en las hojas altas es por eso que el ozono tienen un mayor control en la F1 (8 días) por tener más número de aplicaciones tiene una baja severidad comparada con la F3 (30 días).

Gráfico 23: Medias para Factor B en la variable Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio de la maduración Fisiológica (144 días)



Elaborado por: (Moreta 2022)

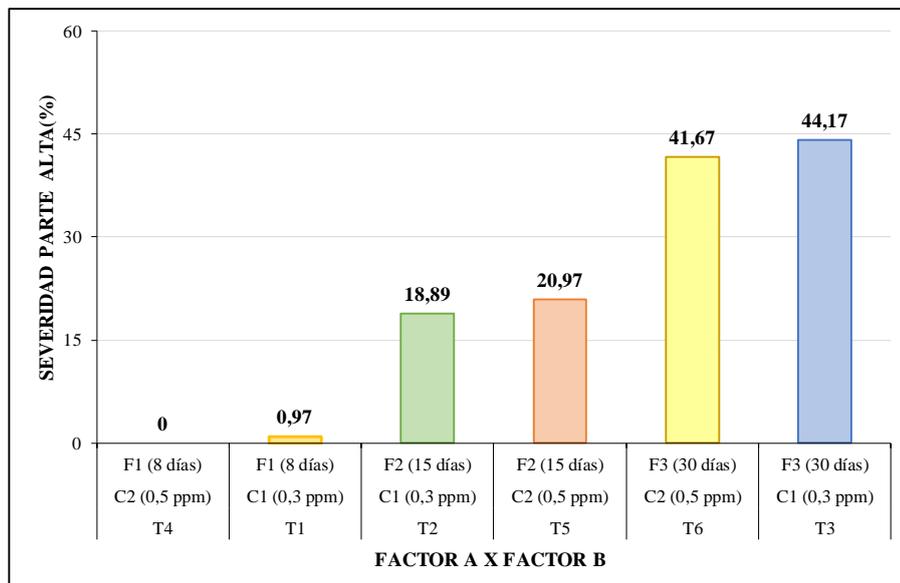
Tabla 36: Prueba Tukey al 5% para Factor A x Factor B en la variable Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio de la maduración Fisiológica (144 días)

FACTOR A	FACTOR B	MEDIAS	RANGO
C2 (0,5 ppm)	F1 (8 días)	0	A
C1 (0,3 ppm)	F1 (8 días)	0,97	A
C1 (0,3 ppm)	F2 (15 días)	18,89	B
C2 (0,5 ppm)	F2 (15 días)	20,97	B
C2 (0,5 ppm)	F3 (30 días)	41,67	C
C1 (0,3 ppm)	F3 (30 días)	44,17	C

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5% para Factor A x Factor B en la variable severidad de mildiu en la parte alta de la planta en la tabla 36, se establece como mejor factor a la C2 (0,5 ppm) x F1 (8 días) con una media de 0,97 % y compartiendo el mismo rango la C1 (0,3 ppm) x F1 (8 días) con 0,97 %. La C1 (0,3 ppm) x F3 (30 días) es la que mayor severidad presenta para esta variable con una media de 44,17%, esto resultado se debe a que la interacción de los factores concentración x frecuencia de ozono el patógeno inhibe el crecimiento de micelio del hongo que va de un rango de disminución desde el 15 al 78 % de su crecimiento, esto gracias a la aplicación del agua ozonificada, correlacionando con lo que manifiesta (Piedrahita, 2018).

Gráfico 24: Medias para Factor A x Factor B en la variable Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio de la maduración Fisiológica (144 días)



Elaborado por: (Moreta 2022)

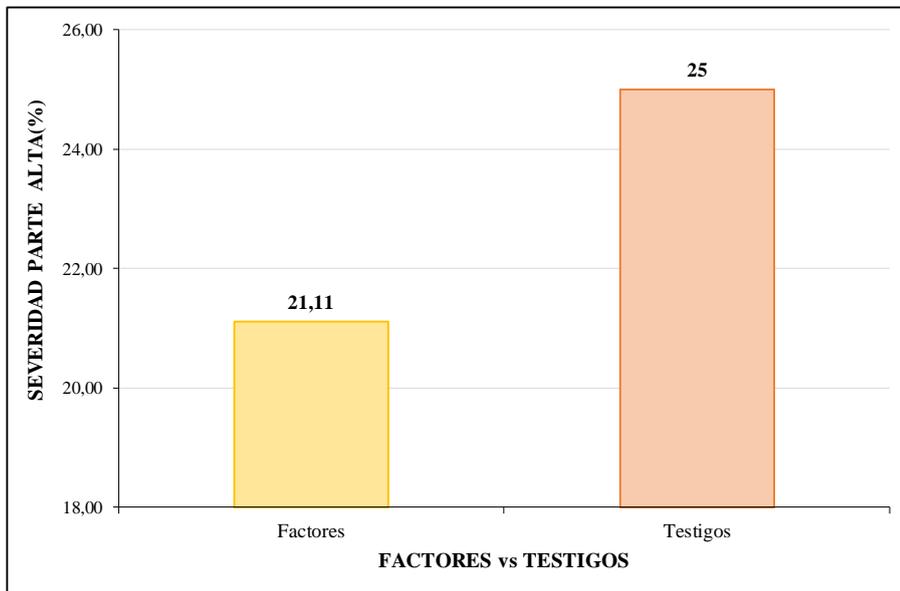
Tabla 37: Prueba Tukey al 5% para Factores vs Testigos en la variable Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio de la maduración Fisiológica (144 días)

Factores vs Testigos	MEDIAS	RANGOS
Factores	21,11	A
Testigos	25	B

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5% para Factores vs Testigos en la variable severidad de mildiu en la parte alta de la planta en la tabla 37, se establece como mejor a los factores con una media de 21,11%, los testigos obtuvieron una mayor severidad con una media de 25 %. La aplicación de ozono dependiendo la concentración y frecuencia ayuda a que el patógeno no intervenga en el desarrollo de la planta y en la absorción de nutrientes como lo describe (Faytong, 2017), mientras que en los testigos se utilizó un producto químico que se colocó en un periodo sutilmente extenso provocando que el mildiu se propague ligeramente.

Gráfico 25: Medias para Factores vs Testigos en la variable Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio de la maduración Fisiológica (144 días)



Elaborado por: (Moreta 2022)

10.10. Incidencia del Mildiu en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

Tabla 38: ADEVA para la variable Incidencia de Mildiu en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

<i>F.V.</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>	
<i>Tratamiento</i>	10460,3	7	1494,33	25,64	0,0001	**
<i>Repetición</i>	109,98	2	54,99	0,94	0,4127	ns
<i>Factor A</i>	1115,02	1	1115,02	22,23	0,0005	**
<i>Factor B</i>	7230,13	2	3615,06	72,08	0,0001	**
<i>Factor A x Factor B</i>	1257,79	2	628,9	12,54	0,0011	**
<i>Factores vs Testigos</i>	116,76	1	116,76	2,02	0,1747	ns
<i>Error</i>	815,93	14	58,28			
<i>Total</i>	20289,98	23				
<i>CV (%)</i>	8,97					

ns: no significativo *: Significativo ($P < 0.05$) **: Altamente significativo ($P < 0.01$)

Elaborado por: (Moreta 2022)

El análisis de varianza tabla 38, establece una significancia estadística para Tratamiento, Factor A, Factor B, Factor A x Factor B, para el resto de fuentes de variación no presenta significancia. El coeficiente de variación fue de 8,97 % lo que indica una heterogeneidad debido a que este dato se tomó dependiendo la presencia de síntomas foliares de las plantas con la fórmula de incidencia que presenta (Gomez, 2014), este dato fue expresado en porcentaje.

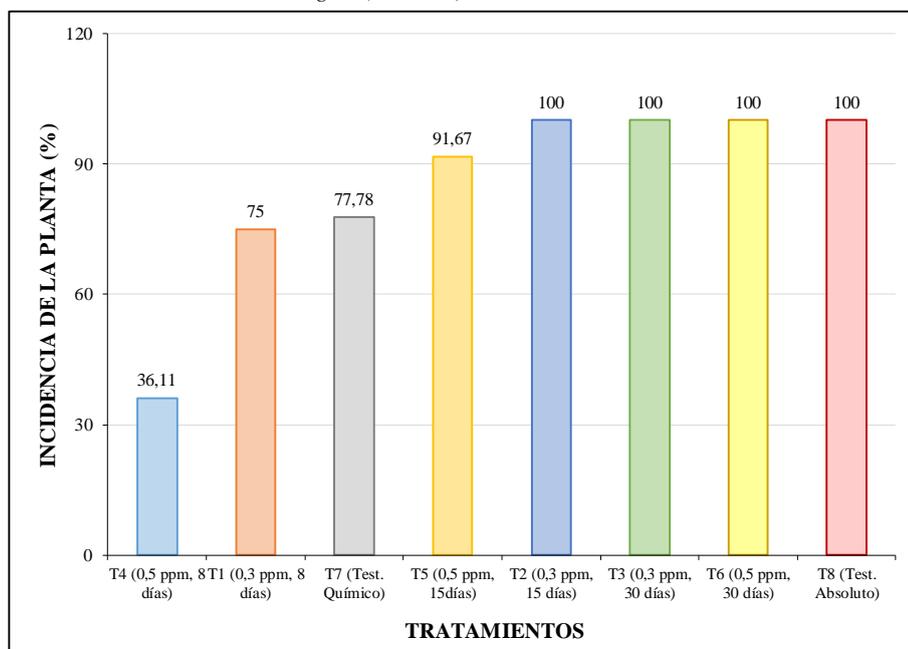
Tabla 39: Prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable Incidencia del Mildiu en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T4 (0,5 ppm cada 8 días)	36,11	A
T7 (Test. Químico)	75	B
T1 (0,3 ppm cada 8 días)	77,78	B
T5 (0,5 ppm cada 15 días)	91,67	B C
T2 (0,3 ppm cada 15 días)	100	C
T3 (0,3 ppm cada 30 días)	100	C
T6 (0,5 ppm cada 30 días)	100	C
T8 (Test. Absoluto)	100	C

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable incidencia del mildiu en la planta (%) en la tabla 39, se establece como el mejor tratamiento al T4 (0,5 ppm cada 8 días) con una media de 36,11 %, el T8 (Test. Absoluto) es el que mayor incidencia presento con una media del 100 %, estos resultados se deben a que el ozono sobre la incidencia de la enfermedad podría estar asociada con un efecto directo del oxidante sobre los microorganismos de todos modos como manifiesta (Massuh, 2018), los tratamientos trabajan de diferente forma dependiendo las concentraciones y frecuencias provocando un incremento en la acumulación de fenoles con reconocida antimicrobiana.

Gráfico 26: Medias para Tratamientos en la variable Incidencia de Mildiu en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)



Elaborado por: (Moreta 2022)

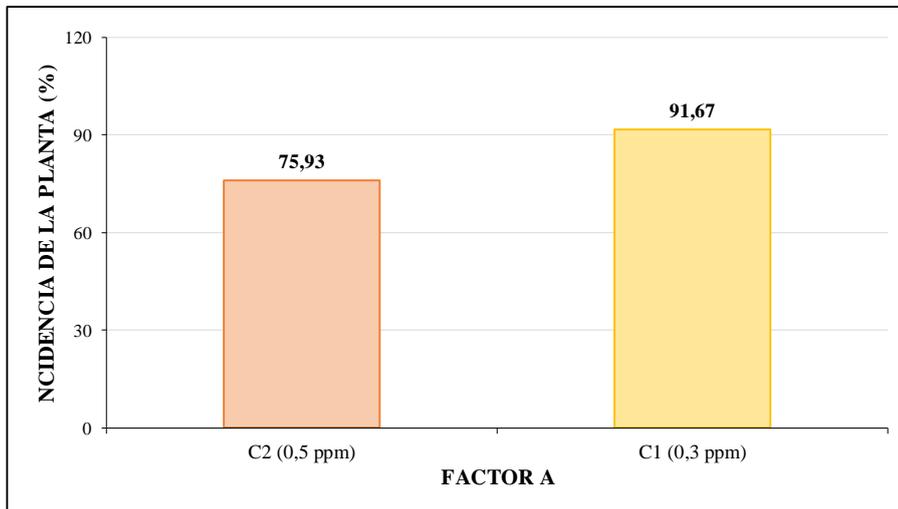
Tabla 40: Prueba Tukey al 5% para Factor A en la variable Incidencia del Mildiu en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

FACTOR A	MEDIAS	RANGOS
C2 (0,5 ppm)	75,93	A
C1 (0,3 ppm)	91,67	B

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5% para Factor A en la variable incidencia del mildiu en la planta (%) en la tabla 40, se establece que el mejor factor A, es la C2 (0,5 ppm) con una media de 75,93 %, la C1 (0,3 ppm) es la que mayor incidencia presento para esta variable con una media de 91,67 %, en las dos concentraciones se puede demostrar que existe una incidencia entre los 16 % una más alta que la otra como manifiesta (Massuh, 2018) esto se debe a que las plantas no fueron totalmente curadas en ciertas partes, la concentración que nos presenta mejor resultados fue la que se manejó con 0,5 ppm ya que el ozono a una alta concentración sobre el patógeno los destruye impidiendo continuar con el proceso de infección en la planta hospedera.

Gráfico 27: Medias para Factor A en la variable Incidencia de Mildiu en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)



Elaborado por: (Moreta 2022)

Tabla 41: Prueba Tukey al 5% para Factor B en la variable Incidencia del Mildiu en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

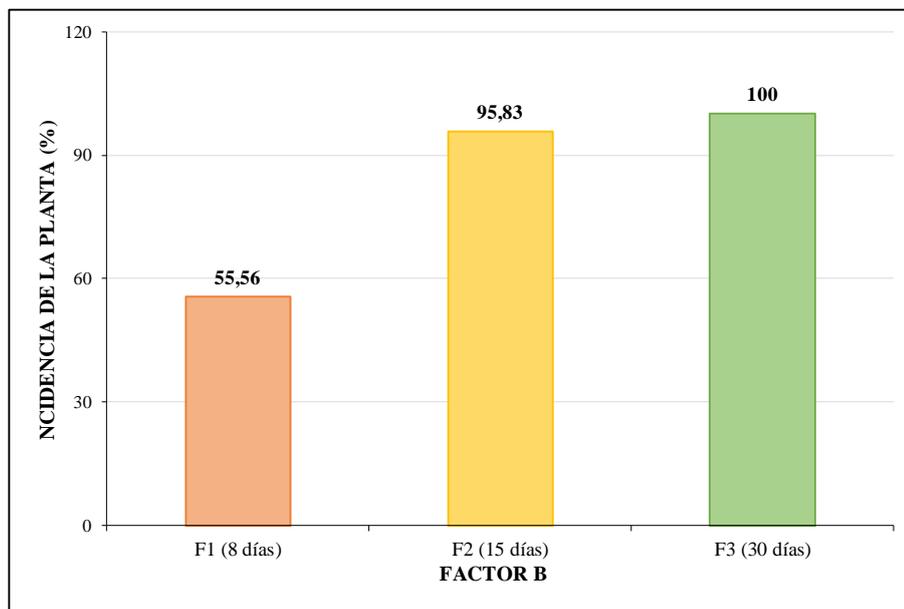
FACTOR B	MEDIAS	RANGOS
F1 (8 días)	55,56	A
F2 (15 días)	95,83	B
F3 (30 días)	100	C

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5% para Factor B en la variable incidencia del mildiu en la planta (%) en la tabla 41, se establece que el mejor factor B es la F1 (8 días) con una media de 55,56

%, la F3 (30 días) es la que mayor incidencia presentó para esta variable con una media del 100 %, estos resultados se deben a que las frecuencias que presentan mejores efectos fue la de cada 8 días ya que las aplicaciones fueron más constantes para eliminar al patógeno concertando con el mismo análisis de (Massuh, 2018) que se analizó en el factor A.

Gráfico 28: Medias para Factor B en la variable Incidencia de Mildiu en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)



Elaborado por: (Moreta 2022)

Tabla 42: Prueba Tukey al 5% para Factor A x Factor B en la variable Incidencia del Mildiu en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

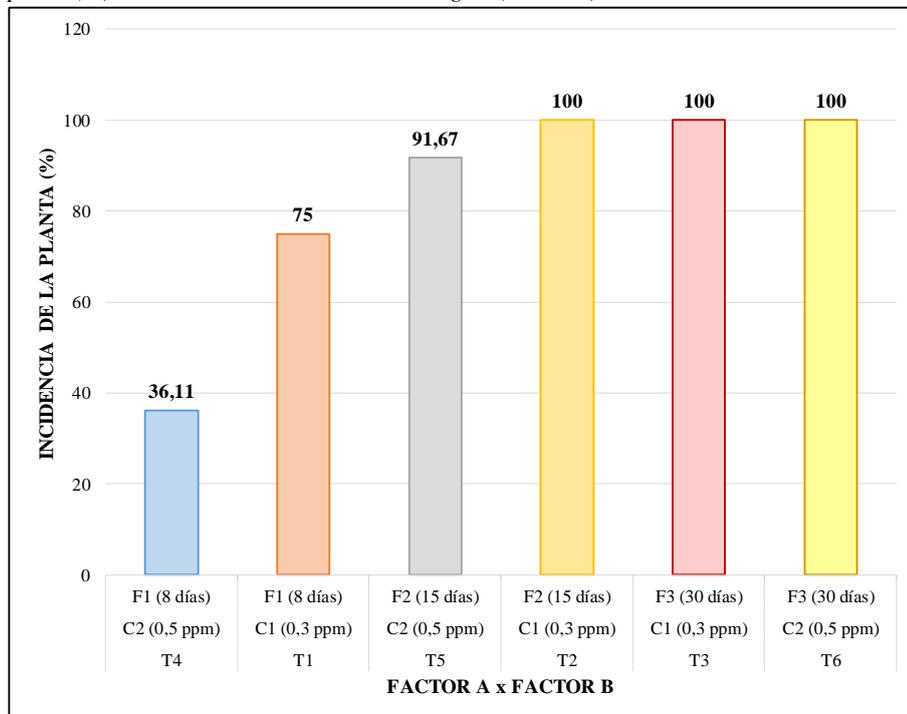
FACTOR A	FACTOR B	MEDIAS	RANGO
C2 (0,5 ppm)	F1 (8 días)	36,11	A
C1 (0,3 ppm)	F1 (8 días)	75	B
C2 (0,5 ppm)	F2 (15 días)	91,67	B C
C1 (0,3 ppm)	F2 (15 días)	100	C
C1 (0,3 ppm)	F3 (30 días)	100	C
C2 (0,5 ppm)	F3 (30 días)	100	C

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5% para Factor A x Factor B en la variable incidencia del mildiu en la planta (%) en la tabla 42, se establece que el mejor factor es la C2 (0,5 ppm) x F1 (8 días)

con una media de 36,11 %, la C2 (0,5 ppm) x F3 (30 días) es la que mayor incidencia presenta para esta variable con una media de 100 %, la interacción de los factores concentración x frecuencia demuestra que el ozono al trabajar con (10 uL-1, 10 minutos) en adelante como describe (Ariel, 2008), reduciendo la incidencia de hongos en un 26 % o más, resulta de utilidad ya que el patógeno disminuye su carga viral y las esporas siguen desapareciendo, correlacionando con nuestros resultados.

Gráfico 29: Medias para Factor A x Factor B en la variable Incidencia de Mildiu en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

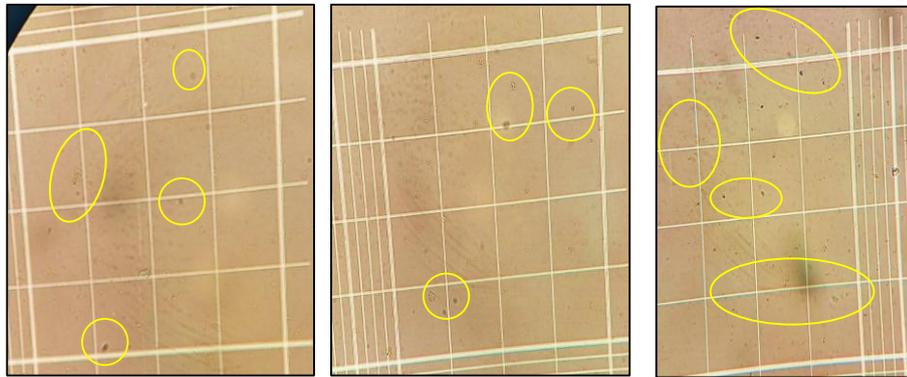


Elaborado por: (Moreta 2022)

10.11. Grado de esporulación en la planta al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

En el gráfico 30, se puede observar el grado de esporulación que se realizó en laboratorio, los que se ven a simple vista se denominan esporangióforos agrupados, mientras que los que están dispersos y escasamente visibles se denominan esporangióforos simples. En los cultivares susceptibles la esporulación es abundante, mientras que en los cultivares resistentes la esporulación es mínima o no se produce.

Gráfico 30: Grado de esporulación en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)



Elaborado por: (Moreta 2022)

Tabla 43: ADEVA para la variable Grado de esporulación en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Tratamiento	9326,59	7	1332,37	847,53	0,0001	**
Repetición	11,17	2	5,58	3,55	0,0665	ns
Factor A	91,67	1	91,67	80,22	0,0001	**
Factor B	6112,88	2	3056,44	2674,74	0,0001	**
Factor A x Factor B	279,87	2	139,93	122,46	0,0001	**
Factores vs Testigos	13,03	1	3,03	5,64	0,0601	ns
Error	22,01	14	1,57			
Total	18686,37	23				
CV (%)	2,49					

ns: no significativo *: Significativo ($P < 0.05$) **: Altamente significativo ($P < 0.01$)

Elaborado por: (Moreta 2022)

El análisis de varianza (ADEVA) tabla 43, establece una significancia estadística para Tratamiento, Factor A, Factor B, Factor A x Factor B, Factores vs Testigos, para el resto de fuentes de variación no presenta significancia. El coeficiente de variación fue de 2,49 % lo que indica una homogeneidad debido a que este dato se tomó cuando la esporulación esta visible, clorosis/necrosis, este dato fue expresado en porcentaje.

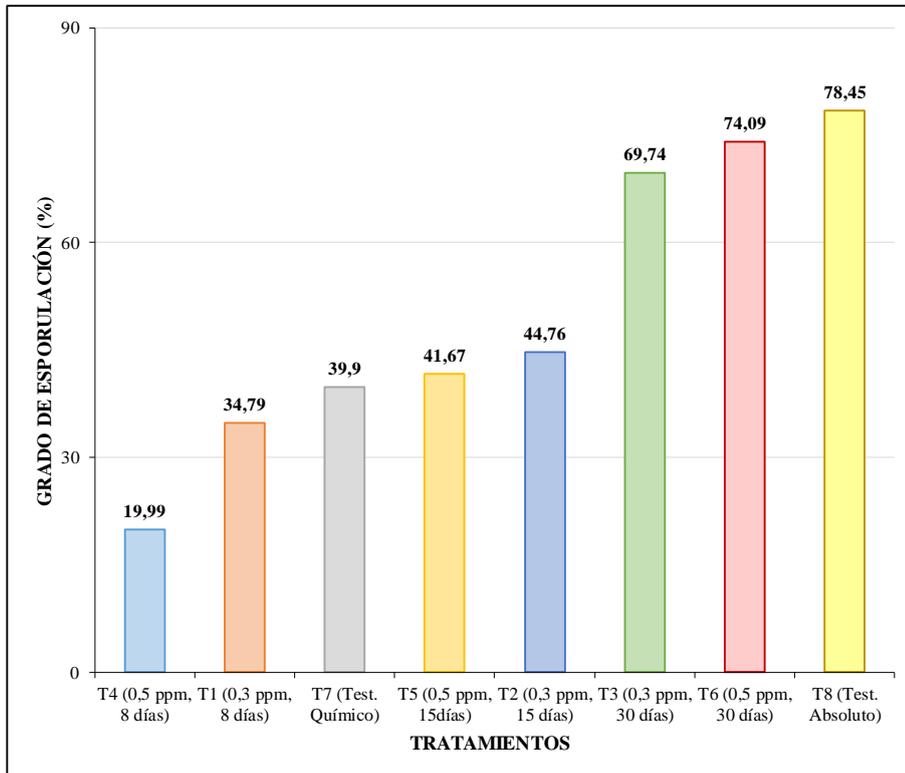
Tabla 44: Prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable Grado de esporulación en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

TRATAMIENTOS	MEDIAS	ESCALA	RANGO
T4 (0,5 ppm cada 8 días)	19,99	(1) Esporangióforos simples	A
T1 (0,3 ppm cada 8 días)	34,79	(2) Esporangióforos diseminados	A
T7 (Test. Químico)	39,9	(2) Esporangióforos diseminados	B
T5 (0,5 ppm cada 15 días)	41,67	(3) Esporulación difusa	C
T2 (0,3 ppm cada 15 días)	44,76	(3) Esporulación difusa	C
T3 (0,3 ppm cada 30 días)	69,74	(4) Esporulación densa	D
T6 (0,5 ppm cada 30 días)	74,09	(4) Esporulación densa	D
T8 (Test. Absoluto)	78,45	(4) Esporulación densa	D

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable grado de esporulación en la planta, se establece como mejor tratamiento al T4 (0,5 ppm cada 8 días) con una media de 19,99 % con escala de esporulación (1) Esporangióforos simples y compartiendo el mismo rango el T1 (0,3 ppm cada 8 días) con una media de 34,79 % con escala de esporulación (2) Esporangióforos diseminados. El T8 (Test. Absoluto) es el que mayor esporulación presento con una media de 78,45 % con escalas de esporulación de (4) Esporulación densa. El grado de esporulación es una respuesta inequívoca del hospedante y virulencia del patógeno ante el ozono como manifiesta (Smilanick et al., 1999), en la quinua la *Peronospora variabilis* es abundante y sus esporas se reproducen a nivel denso y dañino, con la aplicación del ozono se ha observado que puede afectar al patógeno en su resistencia dependiendo del tiempo de contacto y su concentración por encima de (1mg L^{-1}) de O_3 , la germinación de esporas se reduce al 50 % en 30 seg.

Tabla 45: Medias para Tratamientos en la variable Grado de esporulación en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)



Elaborado por: (Moreta 2022)

Tabla 46: Prueba Tukey al 5% para Factor A en la variable Grado de esporulación en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

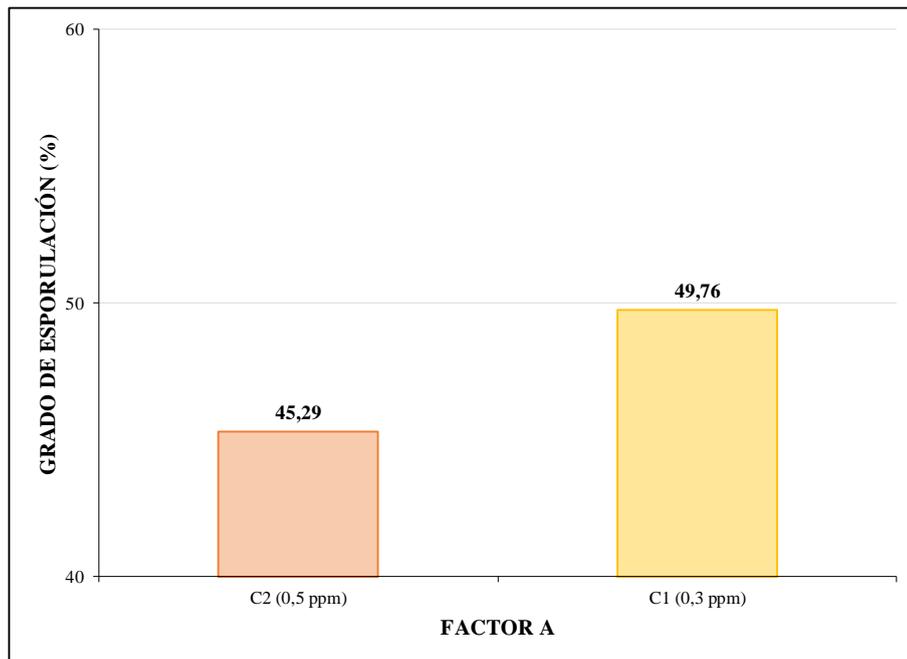
FACTOR A	MEDIAS	RANGOS
C2 (0,5 ppm)	45,29	A
C1 (0,3 ppm)	49,76	B

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5% para Factor A en la variable grado de esporulación en la planta (%), se establece como el mejor factor A la C2 (0,5 ppm) con una media de 45,29 %, la C1 (0,3 ppm) es el que mayor grado de esporulación presento con una media de 49,76 %. Se demuestra en los resultados una vez más que a mayor concentración de ozono presenta un mejor

control del patógeno como lo describe (Smilanick et al., 1999) puesto que tiene una concentración alta la enfermedad se reduce.

Gráfico 31: Medias para Factor A en la variable Grado de esporulación en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)



Elaborado por: (Moreta 2022)

Tabla 47: Prueba Tukey al 5% para Factor B en la variable Grado de esporulación en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

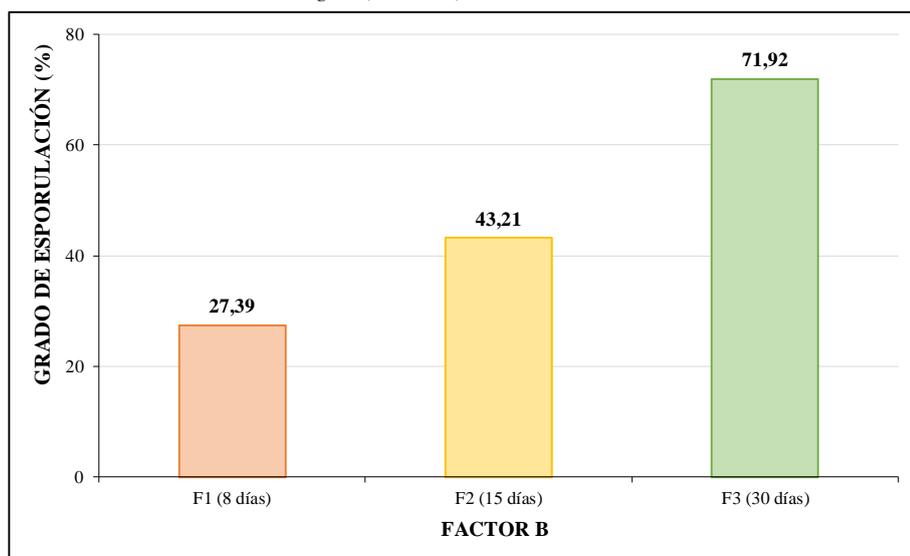
FACTOR B	MEDIAS	RANGO
F1 (8 días)	27,39	A
F2 (15 días)	43,21	B
F3 (30 días)	71,92	C

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5% para Factor B en la variable grado de esporulación en la planta (%), se establece como mejor factor B la F1 (8 días) con una media de 27,39 %, la F3 (30 días) es la que mayor grado de esporulación presento con una media de 71,92 %. La frecuencia del ozono cumple una funcionalidad principal en la desaparición del patógeno a

medida que esta es más constante la enfermedad desvanecerá, tomando en cuenta el análisis ya establecido por (Smilanick et al., 1999) en los tratamientos.

Gráfico 32: Medias para Factor B en la variable Grado de esporulación en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)



Elaborado por: (Moreta 2022)

Tabla 48: Prueba Tukey al 5% para Factor A x Factor B en la variable Grado de esporulación en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)

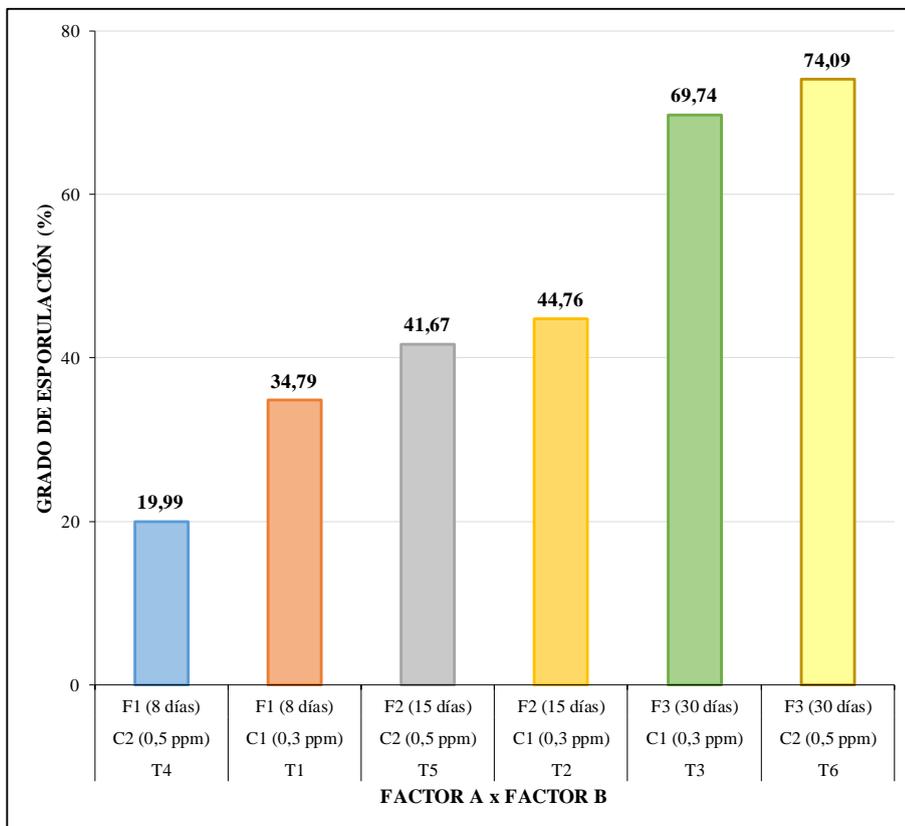
FACTOR A	FACTOR B	MEDIAS	ESCALA	RANGO
C2 (0,5 ppm)	F1 (8 días)	19,99	(1) Esporangióforos simples	A
C1 (0,3 ppm)	F1 (8 días)	34,79	(2) Esporangióforos diseminados	B
C2 (0,5 ppm)	F2 (15 días)	41,67	(3) Esporulaci3n difusa	C
C1 (0,3 ppm)	F2 (15 días)	44,76	(3) Esporulaci3n difusa	D
C1 (0,3 ppm)	F3 (30 días)	69,74	(4) Esporulaci3n densa	E
C2 (0,5 ppm)	F3 (30 días)	74,09	(4) Esporulaci3n densa	F

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5% para Factor A x Factor B en la variable grado de esporulaci3n en la planta (%), se establece que el mejor factor es la C2 (0,5 ppm) x F1 (8 días) con una media de 19,99 % con una escala de esporulaci3n de (1) Esporangióforos simples, la C2 (0,5 ppm) x F3 (30 días) es la que mayor esporulaci3n presento con una media de 74,09 % con una escala de esporulaci3n de (4) Esporulaci3n densa, estos resultados se deben a que la producci3n de

esporas en el medio de temperatura tiene una mayor colonización como manifiesta (Smilanick et al., 1999), la interacción de los factores concentración x frecuencia con la aplicación de ozono provoca la disminución del patógeno por su acción oxidante que afecta directamente a la pared celular del mildiu.

Gráfico 33: Medias para Factor A x Factor B en la variable Grado de esporulación en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días)



Elaborado por: (Moreta 2022)

10.12. Días a la cosecha

Tabla 49: ADEVA para la variable Días a la cosecha

<i>F.V.</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>	
<i>Tratamiento</i>	271,29	7	38,76	82,42	0,0001	**
<i>Repetición</i>	4,75	2	2,38	5,05	0,0623	ns
<i>Factor A</i>	0,06	1	0,06	0,11	0,7446	ns
<i>Factor B</i>	5,44	2	3,22	5,44	0,0632	ns
<i>Factor A x Factor B</i>	5,78	2	2,89	5,78	0,0175	**
<i>Factores vs Testigos</i>	17,01	1	17,01	24,02	0,0002	**
<i>Error</i>	6,58	14	0,47			
<i>Total</i>	334,33	23				
<i>CV (%)</i>	0,63					

ns: no significativo *: Significativo ($P < 0.05$) **: Altamente significativo ($P < 0.01$)

Elaborado por: (Moreta 2022)

El análisis de varianza (ADEVA) tabla 49, realizado a los días a la cosecha establece una significación estadística para Tratamientos, Factor A x Factor B y Factores vs Testigos, para el resto de fuentes de variación no presenta significación. El coeficiente de variación fue de 0,63 %, lo que indica una homogeneidad debido a que este dato se tomó desde los 180 a 191 días cuando la quinua es anaranjada o blanca y las semillas presenten una maduración fisiológica totalmente completa estas se pueden ver en diferentes proporciones, este dato fue expresado en días.

Tabla 50: Prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable Días a la cosecha

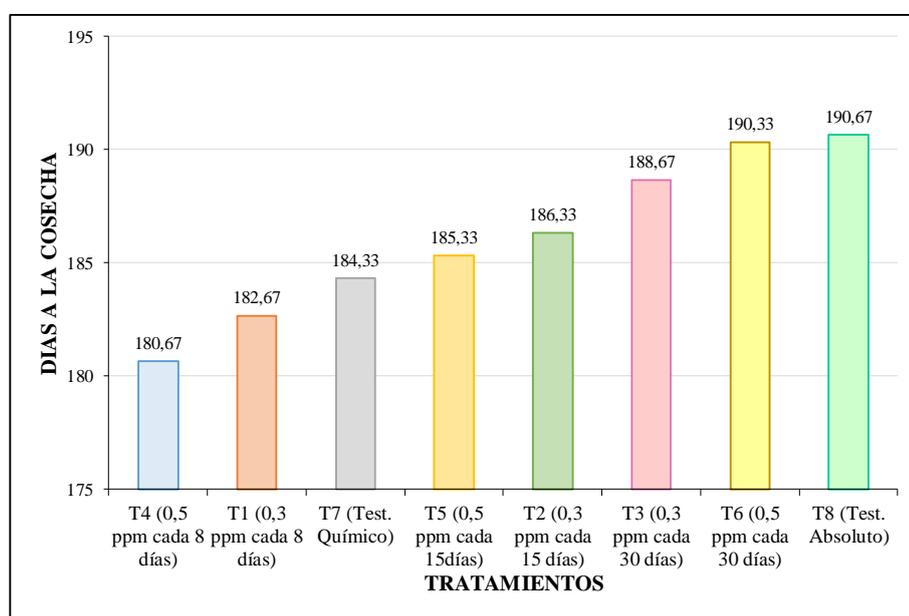
TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T4 (0,5 ppm cada 8 días)	180,67	A
T1 (0,3 ppm cada 8 días)	182,67	B
T7 (Test. Químico)	184,33	B C
T5 (0,5 ppm cada 15 días)	185,33	C D
T2 (0,3 ppm cada 15 días)	186,33	D
T3 (0,3 ppm cada 30 días)	188,67	E
T6 (0,5 ppm cada 30 días)	190,33	E F
T8 (Test. Absoluto)	190,67	F

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable días a la cosecha, se establece que el mejor tratamiento es el T4 (0,5 ppm cada 8 días) con una media de 180,67 días,

seguido por el T1 (0,3 ppm cada 8 días) con 182,67 días, continuando con el T7 (Test. Químico) con 184,33 %. El T8 (Test. Absoluto) es el que mayor valor presenta con una media de 190,67 días, estos resultados demuestran que el ozono provoca incrementos significativos en el área foliar, maduración fisiológica, el grosor del tallo, estimula al crecimiento y aumenta la productividad como describe (García et al., 2021) el ozono aumenta la oxigenación en la planta y vigorizará su estructura, provocando la degradación del patógeno.

Gráfico 34: Medias para Tratamientos en la variable Días a la cosecha



Elaborado por: (Moreta 2022)

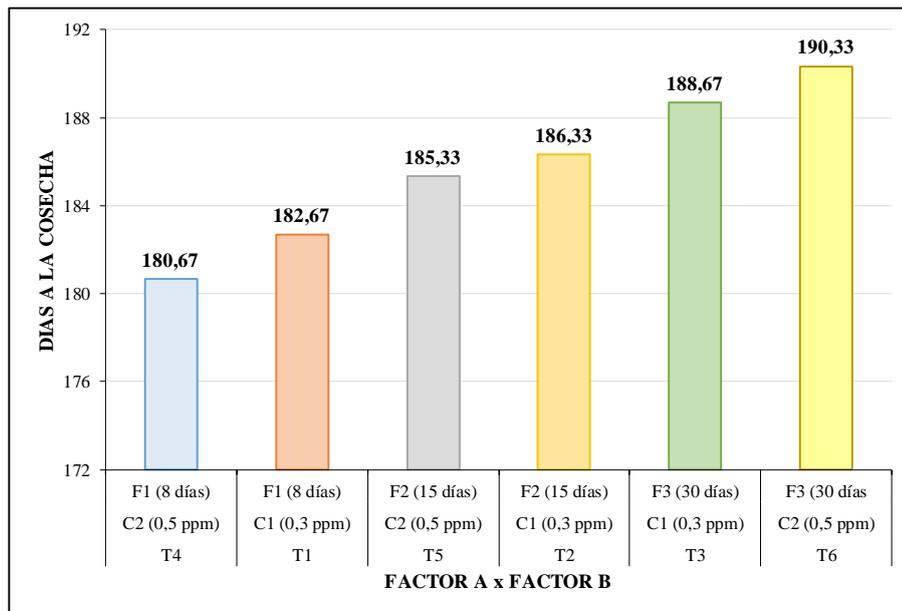
Tabla 51: Prueba Tukey al 5% para Factor A x Factor B en la variable Días a la cosecha

FACTOR A	FACTOR B	MEDIAS	RANGO
C2 (0,5 ppm)	F1 (8 días)	180,67	A
C1 (0,3 ppm)	F1 (8 días)	182,67	A B
C2 (0,5 ppm)	F2 (15 días)	185,33	B C
C1 (0,3 ppm)	F2 (15 días)	186,33	C
C1 (0,3 ppm)	F3 (30 días)	188,67	D
C2 (0,5 ppm)	F3 (30 días)	190,33	D

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5% para Factor A x Factor B en la variable días a la cosecha, se establece como mejor factor a la C2 (0,5 ppm) x F1 (8 días) con una media de 180,67 días y compartiendo el mismo rango la C1 (0,3 ppm) x F1 (8 días) con 182,67 días. La C2 (0,5 ppm) x F3 (30 días) es la que mayor día presenta para esta variable con una media de 190,33 días. La interacción de los factores concentración x frecuencia generan un desarrollo uniforme y provocan un adelanto en el desarrollo fisiológico en la planta por que entra en cosecha más temprano, igual datos proporciona (García et al., 2021), donde manifiesta que el ozono entra por los estomas de las plantas intercambiando gases que son perjudiciales al patógeno, la planta frente a esto desarrolla un adelanto leve en su fisiología provocando defensas naturales en el organismo de la planta.

Gráfico 35: Medias para Factor A x Factor B en la variable Días a la cosecha



Elaborado: Moreta K. (2022)

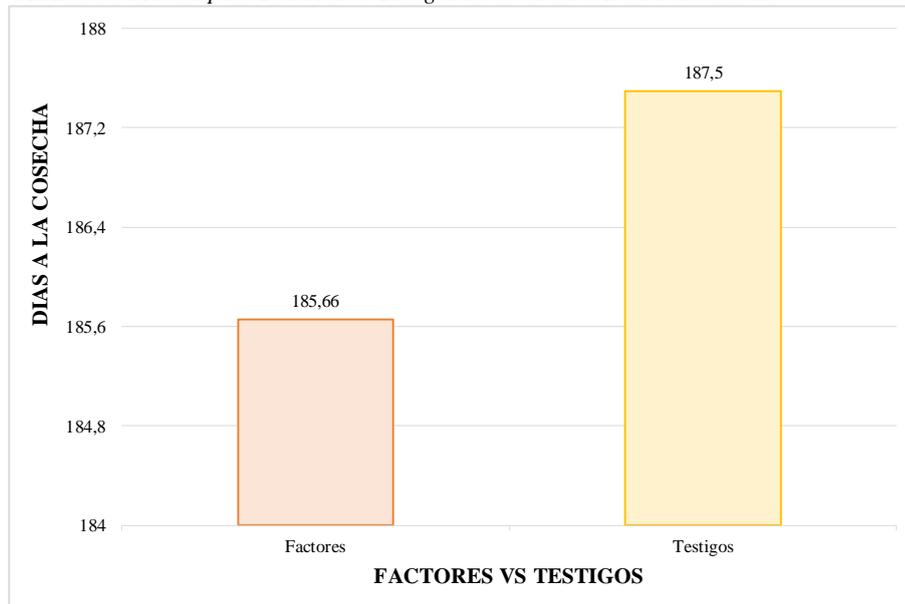
Tabla 52: Prueba Tukey al 5% para Factores vs Testigos en la variable Días a la cosecha

Factores vs Testigos	MEDIAS	RANGO
Factores	185,66	A
Testigos	187,50	B

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5% para Factores vs Testigos en la variable días a la cosecha, se establece que los mejores fueron los factores con una media de 186,66 días, los testigos son los que mayor valor presentaron para esta variable con 187,50 días. El ozono trabaja con diferentes dosis y frecuencias teniendo un control sobre el patógeno y así mejorando las condiciones de la planta logrando un crecimiento más rápido con un buen desarrollo como lo ratifica (Massuh, 2018) en su investigación, mientras que en los testigos utilizamos el producto químico que ayudo sutilmente a los días a la cosecha ya que su aplicación no era tan frecuente, pero aun así se obtuvo un desarrollo de la planta eficaz concordando con lo que manifiesta (SYNGENTA, 2020).

Gráfico 36: Medias para Factores vs Testigos en la variable Días a la cosecha



Elaborado por: (Moreta 2022)

10.13. Rendimiento por tratamiento

Tabla 53: ADEVA para la variable Rendimiento por tratamiento

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Tratamiento	22,64	7	3,23	12,65	0,0001	**
Repetición	2,94	2	1,47	5,75	0,115	ns
Factor A	0,21	1	0,21	0,47	0,5043	ns
Factor B	16,26	2	8,13	18,24	0,062	ns
Factor A x Factor B	0,3	2	0,15	0,34	0,7201	ns
Factores vs Testigos	1,45	1	1,45	3,55	0,078	ns
Error	3,58	14	0,26			
Total	43,8	23				
CV (%)	11,07					

ns: no significativo * : Significativo ($P < 0.05$) ** : Altamente significativo ($P < 0.01$)

Elaborado por: (Moreta 2022)

El análisis de varianza (ADEVA) tabla 53, realizado al rendimiento por tratamiento establece una significación estadística para Tratamientos, para el resto de fuentes de variación no presenta significación. El coeficiente de variación fue de 11,07 %, lo que indica una heterogeneidad debido a que este dato se tomó del grano cosechado de los tratamientos en una humedad de 12%, este dato fue expresado en kg.

Tabla 54: Prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable Rendimiento por tratamiento

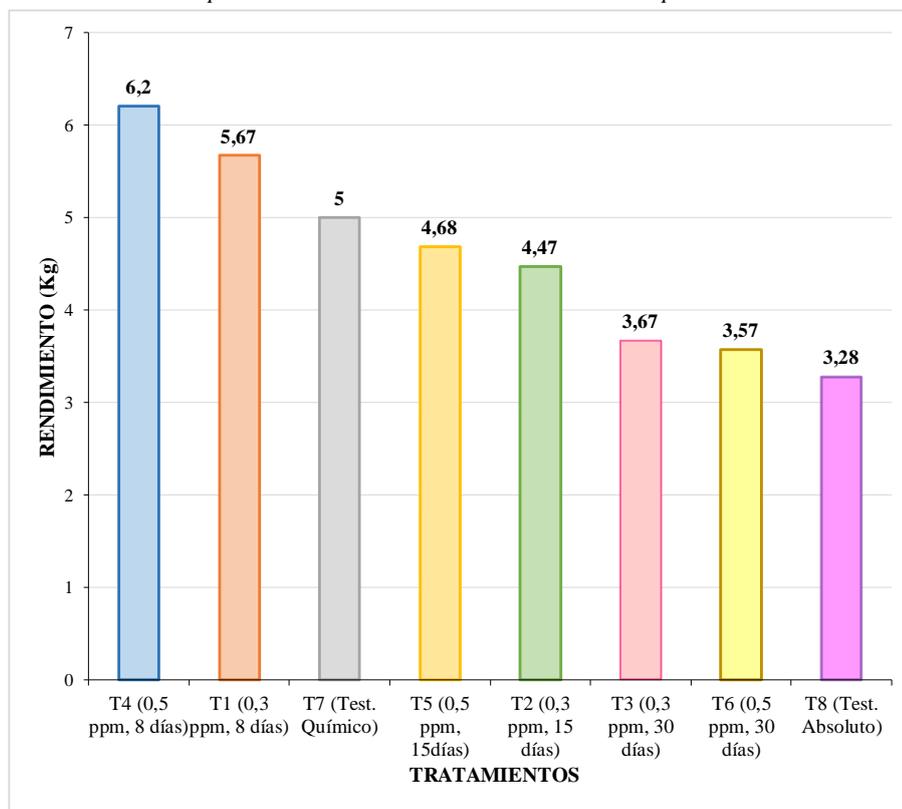
TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGO
T4 (0,5 ppm cada 8 días)	6,2	A
T1 (0,3 ppm cada 8 días)	5,67	A B
T7 (Test. Químico)	5	A B
T5 (0,5 ppm cada 15 días)	4,68	B C
T2 (0,3 ppm cada 15 días)	4,47	B C
T3 (0,3 ppm cada mes)	3,67	B C D
T6 (0,5 ppm cada mes)	3,57	C D
T8 (Test. Absoluto)	3,28	D

Elaborado por: (Moreta 2022)

Al realizar la prueba Tukey al 5% para Tratamientos en la variable rendimiento por tratamiento, se establece como mejor tratamiento al T4 (0,5 ppm cada 8 días) con una media de 6,2 kg y compartiendo el mismo rango con el T1 (0,3 ppm cada 8 días) con 5,67 kg, seguido por el T7

(Test. Químico) con 5 kg. El T8 (Test. Absoluto) es el que menor valor presento para esta variable con una media de 3,28 kg. El ozono es un desinfectante con acción biocida actuando sobre el patógeno y beneficiando a la planta (INTAGRA, 2019), en ensayos realizados se observa que al trabajar con dosis y frecuencias altas y bajas presenta diferente rendimiento, en el caso de cultivos hortícolas no presenta significancia en rendimiento con la aplicación de ozono, mientras que en las gramíneas su aportación fue exuberante teniendo un rendimiento de 2 % más de los habitual que esto motiva a los agricultores al ejecutar esta tecnología, esto al trabajar con 0,1; 0,2; 0,3 y 0,4 ppm, concordando con la investigación.

Gráfico 37: Medias para Tratamientos en la variable Rendimiento por tratamiento



Elaborado por: (Moreta 2022)

10.14. Costo beneficio

En la tabla 55, se observa el costo beneficio de la investigación desglosado por los ocho tratamientos; tomando en cuenta que los costos están expresados en relación con los valores generados en el manejo de cada tratamiento y proyectados el costo beneficio a hectáreas de producción.

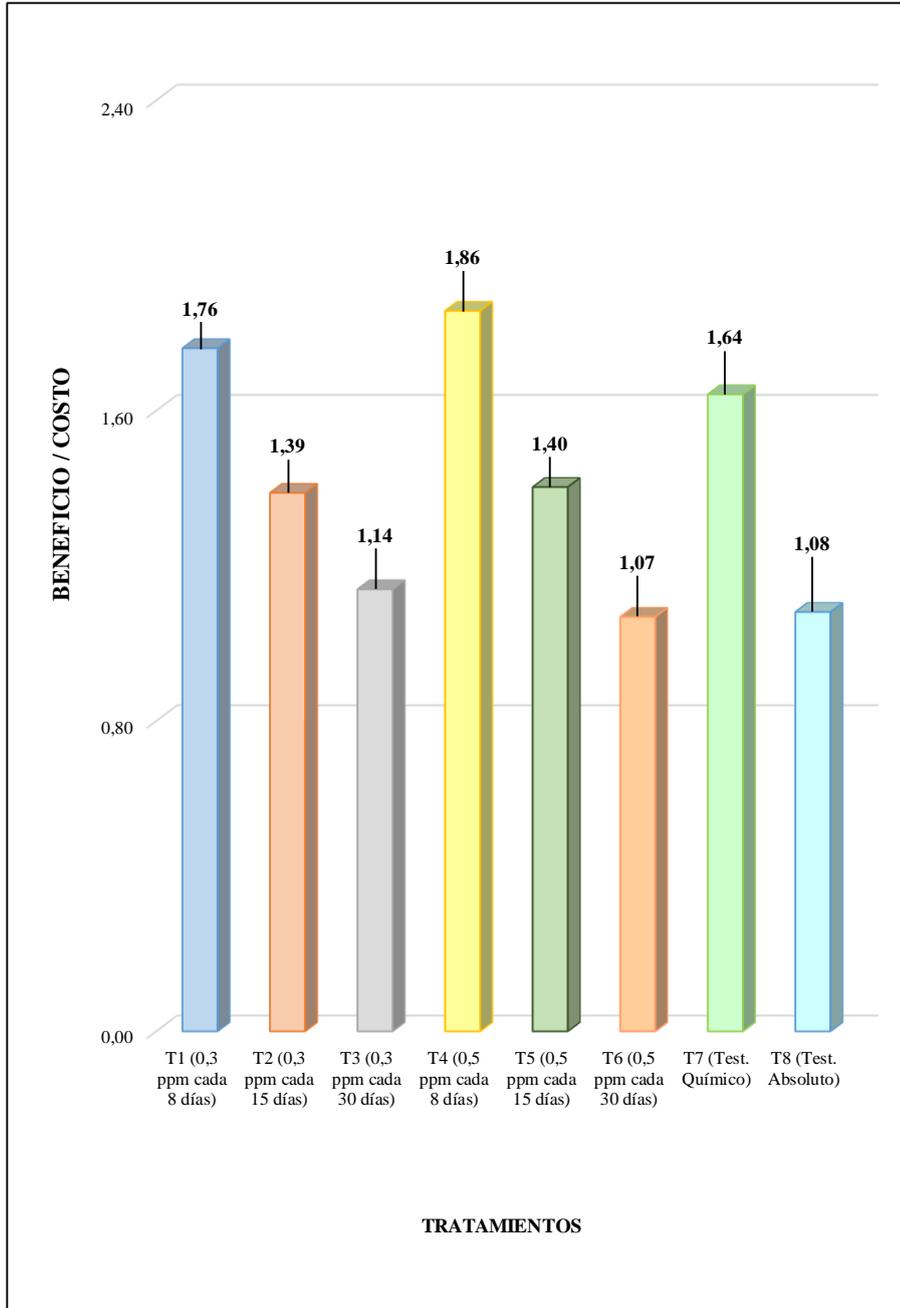
Tabla 55: Costo Beneficio de la investigación implementada.

Tratamientos	Descripción	Rendimiento por Tratamiento	Costo de cada Tratamiento	Costo UDS/ha	Producción Kg/ha	PVP USD/Kg	Beneficio UDS/ha	B/C
T1	0,3 ppm cada 8 días	5,67	4,29	2145,07	2833,33	45KG - 60 \$	3777,78	1,76
T2	0,3 ppm cada 15 días	4,47	4,29	2145,07	2233,33		2977,78	1,39
T3	0,3 ppm cada 30 días	3,67	4,29	2145,07	1833,33		2444,44	1,14
T4	0,5 ppm cada 8 días	6,20	4,45	2225,22	3100,00		4133,33	1,86
T5	0,5 ppm cada 15 días	4,68	4,45	2225,22	2341,67		3122,22	1,40
T6	0,5 ppm cada 30 días	3,57	4,45	2225,22	1783,33		2377,78	1,07
T7	Test. Químico	5,00	4,06	2029,88	2500,00		3333,33	1,64
T8	Test. Absoluto	3,28	4,05	2024,83	1641,67		2188,89	1,08

Elaborado por: (Moreta 2022)

Dentro de la variable costo beneficio se establece que el T4 (0,5 ppm cada 8 días) obtuvo el beneficio más alto con un valor de 1,86 \$, seguido por el T1 (0,5 ppm cada 8 días) con un valor de 1,76 \$ y el valor más bajo que se presenta es del T8 (Test. Absoluto) con 1,08 \$. Esto se corresponde a que la tecnología de agua ozonificada tiene además un amplio espectro de acción, por lo que su aplicación puede servir para controlar diversas especies con la ventaja de ser usado en el momento que sea necesario favoreciendo la oxigenación de las raíces, beneficiando el crecimiento de la planta, al mismo tiempo la calidad del producto, beneficiando al agricultor y representando ganancias (Ávila, 2020).

Gráfico 38: Costo Beneficio de la investigación implementada



Elaborado por: (Moreta 2022)

11. CONCLUSIONES

- Se determinó que el mejor tratamiento en base a la concentración y frecuencia de la aplicación del ozono para el control del mildiú (*Peronospora variabilis*), en la variable días al panojamiento (69,33 días), altura de la planta (1,69 m), longitud de la panoja (49,7 cm), severidad hojas bajas (0,97 %), severidad hojas intermedias (1,11%) y severidad hojas altas (0 %), incidencia de la enfermedad (36,11 %), días a la cosecha (190,67 días) y rendimiento (6,2 kg) es el T4 (0,5 ppm cada 8 días).
- De acuerdo con el grado de esporulación en base a los tratamientos planteados en el cultivo de quinua, el mejor tratamiento es el T4 (0.5 ppm cada 8 días) presentando menor grado de esporulación con 19,99 % con una escala de esporulación de (1) Esporangióforo simple y el T8 (Test. Absoluto) es el que mayor grado de esporulación presento con el 78,45 % con una escala de esporulación de (4) Esporulacion densa.
- Conforme con el costo beneficio el T4 (0,5 ppm cada 8 días) presento un valor de \$ 1,86 valor que representa que por cada dólar invertido se gana \$ 1,86 por hectárea.

12. RECOMENDACIONES

- La eficiencia que obtuvo en la investigación el agua ozonificada como fungicida natural abre puertas para más investigaciones, se recomienda realizar otros proyectos con otras concentraciones más altas de ozono y diferentes frecuencias como una alternativa de control natural.
- Promover las investigaciones con el agua ozonificada como sistema de riego para determinar si afecta al crecimiento, desarrollo de la planta y si es eficaz para control de otros patógenos que afectan a los diferentes cultivos.
- Capacitar a los grandes y pequeños agricultores para que se motiven a la utilización de la tecnología del agua ozonificada, con la finalidad de disminuir el uso excesivo de los insumos químicos agrícolas que son perjudiciales para el mismo.

13. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- AgroEs. (2016). *Desinfección de suelos con Ozono en Agricultura con Agrozono*.
<https://www.agroes.es/agricultura/agrozono>
- Aguayo, E., Gomez, P., Hernandez, F., & Artes, F. (2017). *Tratamientos químicos desinfectantes de hortalizas de IV gama: ozono, agua electrolizada y ácido peracético*.
http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2301-15482017000100007&lng=pt&nrm=iso
- Alandía, G., Rodriguez, J. P., Jacobsen, S. E., Bazile, D., & Condori, B. (2020). Global expansion of quinoa and challenges for the Andean region. *Global Food Security*, 26, 100429. <https://doi.org/10.1016/J.GFS.2020.100429>
- Alvarez, E. T. M. (2021). "EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS ALTERNATIVAS ECOLÓGICAS EN LA MORTALIDAD DE INSECTOS BENÉFICOS, ABEJAS (*Apis mellifera*) Y MARIQUITAS (*Coccinellidae*) EN EL CULTIVO DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*), CANTÓN SALCEDO PROVINCIA DE COTOPAXI, 2021."
- Ariel, R. V. (2008). "EFECTO DE TRATAMIENTOS CON OZONO SOBRE MADURACION Y CALIDAD DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*)" Y FRUTILLA (*Fragaria x ananassa*)'.
- Bernejo, V., Alonso del Amo, R., Elvira, C. S., Rábago, I., & García, V. M. (2009). *El ozono troposférico y sus efectos en la vegetación*.
https://www.researchgate.net/publication/264081824_El_ozono_troposferico_y_sus_efectos_en_la_vegetacion
- Bioversity, I., FAO, PROINPA, INIAF, & FIDA. (2013). *Descriptorios para quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres*.
https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/user_upload/online_library/publications/pdfs/1630.pdf
- Bucio, V. C. M., Díaz, S. F. R., Martínez, J. O. A., & Torres, M. J. J. (2016). *EFECTO DEL OZONO SOBRE LA POBLACIÓN MICROBIANA DEL SUELO Y EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE FRESA*.
- Catalogue of Life. (2018). *Catalogue of Life: Chenopodium quinoa Willd.*

<http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2019/details/species/id/a4c81df06c37bdb5e640a2fac52ba215>

- Choi, Y. J., Danielsen, S., Lübeck, M., Hong, S. B., Delhey, R., & Shin, H. D. (2010). Morphological and molecular characterization of the causal agent of downy mildew on quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Mycopathologia*, 169(5), 403–412. <https://doi.org/10.1007/s11046-010-9272-y>
- Danielsen, D. (2004). *PROYECTO DE RESISTENCIA DURADERA PARA LA ZONA ANDINA, "PREDUZA."* 149.
- Danielsen, S., & Ames, T. (2007). El mildiu de la quinua en la zona andina. *Manual Práctico Para El Estudio de La Enfermedad y Del Patógeno*, 1(1), 38. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1962.9686>
- Danielsen, S., & Ames, T. (2014). *EL MILDIU DE LA QUINUA EN LA ZONA ANDINA*. 31; 32.
- Danielsen, S., Bonifacio, A., & Ames, T. (2006). Diseases of Quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Http://Dx.Doi.Org/10.1081/FRI-120018867*, 19(1–2), 43–59. <https://doi.org/10.1081/FRI-120018867>
- ECUTICIAS. (2015). *El uso del ozono en la agricultura incrementa hasta un 40% la productividad.* <https://www.ecoticias.com/alimentos-ecologicos/105262/ozono-agricultura-incrementa-productividad>
- El Comercio. (2020). *La Semana de la Quinua.* <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/semana-quinua-celebrara-octubre-agricultura.html>
- El Universo. (2020, October 19). *La quinua se diversifica en snacks, cereales, apanadura y bebidas para abrirse mercados.* <https://www.eluniverso.com/noticias/2020/10/12/nota/8011669/ecuador-quinua-pequenos-productores-agricolas-necesidades/>
- FAO. (2014). Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013. In *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013*. <https://doi.org/I4042>
- FAO. (2015). *Recopilación de experiencias con pequeños productores Consideraciones sobre el manejo agronómico del cultivo de quinua en el departamento de Nariño.*

https://agroavances.com/img/publicacion_documentos/publicacion-consideraciones-manejo-cultivo-quinua.pdf

- Faytong, S. W. E. (2017). *Evaluación del efecto inhibitor del ozono sobre Moniliophthora roreri en condiciones in vitro*. <http://201.159.223.180/bitstream/3317/9116/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-128.pdf>
- Galindo, L. (2006). Ozonoterapia, una opción para el sector agropecuario. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, VII(10), 1–16. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617167005.pdf>
- García, G. M. D., Barrios, D. J. M., Hernández, D. C., González, M. R., Moreales, F. S. D., & Alfonso, R. Ó. I. (2021). *EFECTO DEL RIEGO OZONIZADO EN DESARROLLO VEGETATIVO Y CONTROL DE Cladosporium sp. EN EL CULTIVO DE PEPINO*. 1–14.
- Global, B. I. F. (1978). *Chenopodium quinoa Willd*. <https://www.gbif.org/species/3083935>
- Global, B. I. F. (2021). *Peronospora variabilis Gäum*. <https://doi.org/10.15468/39omei>
- Gomez, M. T. (2014). *INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE LAS PLANTAS*. <https://prezi.com/xr47kza4awoh/incidencia-y-severidad-de-las-plantas/>
- Gómez, P. L., & Aguilar, C. E. (2016). Guía del cultivo de la quinua. In *Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015* (Vol. 1). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Huaraca, H. (2011). *Manejo Integrado de los Cultivos de Quinua Amaranto y Ataco. Módulos de Capacitación para Capacitadores*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. <https://books.google.com.ec/books?id=cJUzAQAAMAAJ&pg=PP13&dq=quinua+tunkahuan&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiqu6G3t8T1AhUYQTABHYtSBLYQ6AF6BAgDEAI#v=onepage&q=quinua+tunkahuan&f=false>
- INIAP. (2014). *Quinua*. <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mgranos/rquinua>
- INTAGRA. (2019). *Investigación sobre los efectos de la aplicación de ozono en el ecosistema agrario (suelo, planta, agua)*.
- Llerena, H. Á., Castaño, O. R., & Aguirre, C. J. (2016). Relación de la concentración y frecuencia de aplicación de ozono con el nivel de daño de la Sigatoka Negra en banano. *Alternativas*, 16(2), 66. <https://doi.org/10.23878/alternativas.v16i2.69>

- Lobos, P. L., Zurita, S. A., Veas, E., Alfaro, C., Matus, I., Ruf, K., Pinto, M., Carrasco, J., Riquelme, J., Felmer, S., Pedreros, A., Molina, L., & Quiroz, C. (2015). *BOLETÍN INIA / N° 362 El cultivo de la quínoa en Chile*. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/6727/NR41416.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MAG. (2020). *Quinua, el súper alimento que ofrece oportunidades alimenticias y de exportación – Ministerio de Agricultura y Ganadería*. <https://www.agricultura.gob.ec/quinua-el-super-alimento-que-ofrece-oportunidades-alimenticias-y-de-exportacion/>
- Martínez. (2021). *Utilización del ozono en agricultura*. <https://www.campogalego.es/uso-de-ozono-en-agricultura-ventajas-e-inconvenientes/>
- Martínez, S., & Souza, V. (2012). “SEGURIDAD ALIMENTARIA NUTRICIONAL EN MUNICIPIOS DE TARIJA Y CHUQUISACA”-pROYECTO QUINUA (pp. 4-5 pg.).
- Massuh, C. R. A. (2018). *Evaluación del efecto del ozono sobre la incidencia de la enfermedad de la mancha anillada (Papaya ringspot virus-P, PRSV-P) en papaya (Carica papaya L.) en condiciones de invernadero*.
- MONCAYO, J. (2010). *UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE: ECONOMISTA TEMA: "PROYECTO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA EXPORTACIÓN DE QUINOA HACIA ESTADOS UNIDOS*. 11.
- Montes, R. C., Burbano, C. G. A., Muñoz, C. E. F., & Calderón, Y. Y. (2018). DESCRIPCIÓN DEL CICLO FENOLOGICO DE CUATRO ECOTIPOS DE(Chenopodium quinua Willd.), EN PURACE - CAUCA, COLOMBIA. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 16(2), 26–37. <https://doi.org/10.18684/BSAA.V16N2.1163>
- Morillo, A., Manjares, E., Coronado, Y., & González, L. (2021). *Una mirada al cultivo de la quinua en el departamento de Boyacá*. Google Libros. <https://books.google.com.ec/books?id=HIQ5EAAAQBAJ&pg=PT71&dq=quinua+tunkahuan&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiqu6G3t8T1AhUYQTABHYtSBLyQ6AF6BAgIEAI#v=onepage&q=quinua+tunkahuan&f=false>
- Mujica, A., Izquierdo, J., & Marathe, J. P. (2001). Origen y Descripción de la Quinua. *Quinua*

(*Chenopodium Quinoa Willd.*) *Ancestral Cultivo Andino, Alimento Del Presente y Futuro.*, 1–19.

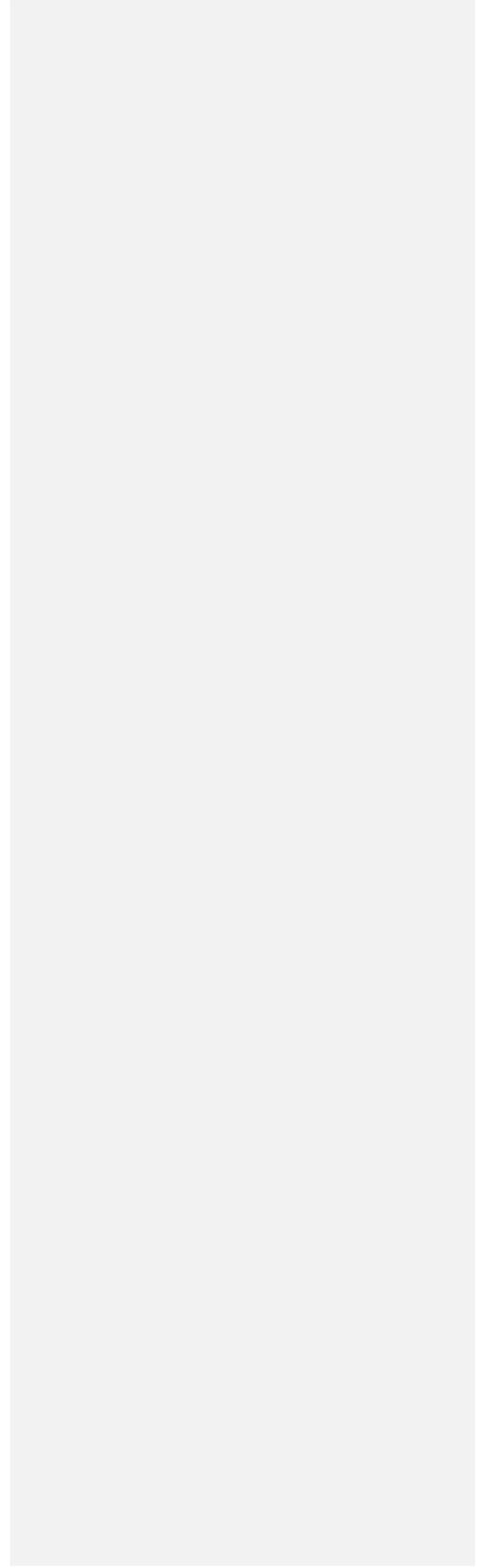
http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodv eg/cdrom/contenido/libro03/home03.htm

- Mujica, A., Jacobsen, S. E., Izquierdo, J., & Marathe, J. P. (2001). *Orígenes e historia- International Year of Quinoa 2013*. https://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/origin-and-history/es/?no_mobile=1
- Nieto, C., Vimos, C., Monteros, C., Caicedo, C., & Rivera, M. (2009). “*INIAP-INGAPIRCA E INIAP-TUNKAHUAN DOS VARIEDADES DE QUINUA DE BAJO CONTENIDO DE SAPONINA.*”
- Peralta, E. (2010a). *INIAP TUNKAHUAN VARIEDAD MEJORADA DE QUINUA DE BAJO CONTENIDO DE SAPONINA*. https://balcon.mag.gob.ec/mag01/magapaldia/Quinoa/pdf publicaciones/6.quinoa_INIAP_TUNKAHUAN_2010.pdf
- Peralta, E. (2010b). PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE SEMILLAS DE BUENA CALIDAD CON PEQUEÑOS AGRICULTORES DE GRANOS ANDINOS, CHOCHO, QUINUA, AMARANTO. *Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP., Publicació, 12 pg.*
- Peralta, E., Manzón, N., Murillo, Á., & Rodríguez, D. (2014). *MANUAL AGRÍCOLA DE GRANOS ANDINOS: CHOCHO, QUINUA, AMARANTO Y ATACO*. 72 p.
- Peralta, E., & Mazón, N. (2014). Estado del arte de la quinua en el Ecuador 2013. *Estado Del Arte de La Quinoa En El Mundo En 2013*, 462–476. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2433/1/iniapscCD13.pdf>
- Piedrahita, S. Y. R. (2018). *Análisis de concentración de ozono para el control del crecimiento de la Moniliophthora roreri (Monilia) en laboratorio*. <http://201.159.223.180/bitstream/3317/10211/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-136.pdf>
- PROINPA. (2011). *La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2009.03.010>
- Rodríguez, W. (2017). *MANUAL DEL CULTIVO DE QUINUA* (p. 5 pg.). <http://www2.ugelsanpablo.gob.pe/sites/default/files/boletines/documentos/Manual de Quinoa 2017 OK.pdf>

- Sánchez, S., Porcuna, C., Gutiérrez, J., Lima, M., Badenes, C., López, J., Roselló, C., & Loriente, C. (1998). Efecto del Ozono sobre el crecimiento y los niveles de infección vírica en Melón tipo Galia (var. "Yuppi"). *Actas Del III Congreso de La Sociedad Española de Agricultura Ecológica*, 521–526. <http://orgprints.org/29747/1/actas-valencia-va.pdf>
- Smilanick, J. L., Crisosto, C., & Mlikota, F. (1999). Postharvest use of ozone on fresh fruit. *Perishables Handling Quarterly*, 99, 10–14.
- SYNGENTA. (2020). *TOPAS 100 ® EC*. https://www.tqc.com.pe/wp-content/uploads/2020/09/PE_FICHA-TECNICA-TOPAS-100-EC_MAR-17.pdf
- Taco, R. P., Pando, L. G., & Otiniano, A. J. (2017). Caracterización de los sistemas de producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en el distrito de Chiara, Ayacucho. *Aporte Santiaguino*, 10(2), ág. 351-364. <https://doi.org/10.32911/AS.2017.V10.N2.176>
- Torres, R., & Bravo, L. (2021). ESTUDIO DE UN PLAN ESTRATÉGICO PARA LA INTEGRACIÓN DE PRODUCTORES DE QUINUA EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 2013–2015.
- Trópicos. (1995). *Trópicos | Nombre - Chenopodium quinoa*. <https://www.tropicos.org/name/7200325>
- Valdivielso, A. (2022). *¿Qué es el agua ozonizada? | iAgua*. <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-agua-ozonizada>
- Vázquez, Y. J., Peña, V. C., Trejo, C., Villegas, B. A., & Benedicto, V. S. (2015). *Promoción del crecimiento de plantas de lechuga (Lactuca sativa L.) con dosis subletales de ozono aplicadas al medio de cultivo*. Scielo. <https://doi.org/0187-7380>
- Veas, E., & Cortés, H. (2018). Manual del cultivo de la Quinoa. Cultivo ancestral como una alternativa eficiente para la adaptación de la agricultura al cambio climático. *Ceaza; Inia*, 48.
- Villacrés, E., Silva, E., Cuadrado, L., Álvarez, J., & Quela, M. B. (2014). *LA RIQUEZA OCULTA DE LAS HOJAS DE QUINUA (Chenopodium quinoa Willd)*. 11 pg. <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
- Yarleque, M. M. M. (2016). *DETECCIÓN DEL INÓCULO PRIMARIO, SINTOMATOLOGÍA Y CONTROL DEL MILDIU*.

14. ANEXOS

Anexo 1: Aval de Inglés



Anexo 2: Reconocimiento de lugar, preparación de suelo, implementación de DBCA



Anexo 3: Diseño del ensayo en campo

Repetición 1	101-T1	CAMINOS (0.50 cm)	102-T2	103-T3	104-T4
	105-T5		106-T6	107-T7	108-T8
	CAMINOS (0.50 cm)				
Repetición 2	201-T3		202-T5	203-T8	204-T9
	205-T6		206-T2	207-T4	208-T7
Repetición 3	301-T8		302-T7	303-T6	304-T5
	305-T4		306-T3	307-T2	308-T1

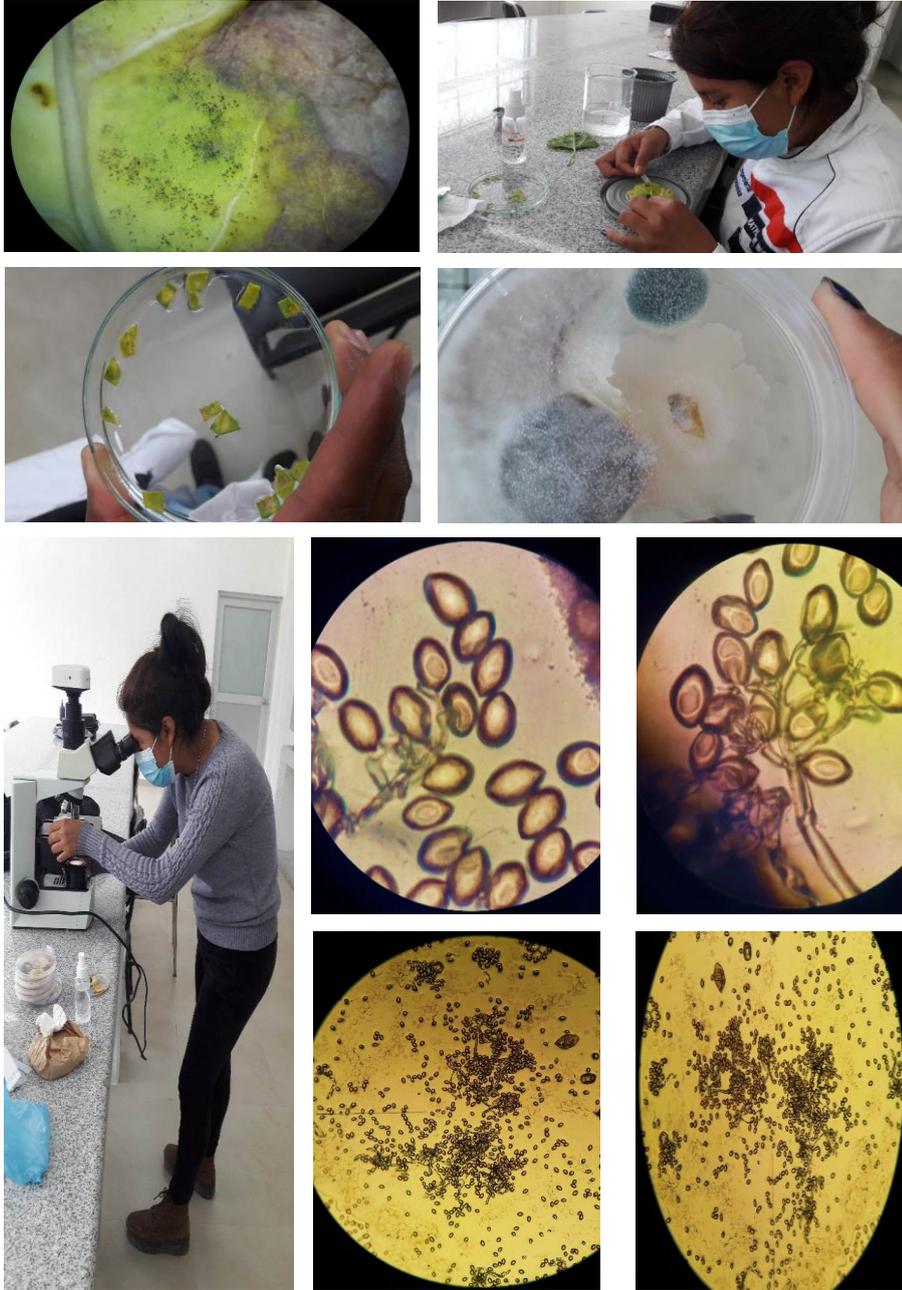
Anexo 4: Siembra, Labores culturales (Deshierbe - Aporque)



Anexo 5: Identificación de Mildiu (*Peronospora variabilis*) en campo



Anexo 6: Identificación de Mildiu (*Peronospora variabilis*) en laboratorio



Anexo 7: Prueba de calibración para la concentración de Ozono (O_3)**Anexo 8: Aplicación del Ozono en campo y Testigo Químico (Topas ® 100 EC 1ml/l)**

Anexo 9. Recopilación de datos

			
<p>Días al panojamiento</p>		<p>Altura de la planta</p>	
			
<p>Longitud de la panoja</p>		<p>Severidad del mildiu en la planta</p>	
			
<p>Incidencia del mildiu en la planta</p>			

Anexo 10: Grado de esporulación en laboratorio



Anexo 11: Cosecha, trilla y ventilado de quinua



Anexo 12: Datos para días a panojamiento en campo

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	FACTOR A	FACTOR B	DIAS AL PANOJAMIENTO
T1	1	1	1	67
T2	1	1	2	69
T3	1	1	3	69
T4	1	2	1	66
T5	1	2	2	67
T6	1	2	3	72
T1	2	1	1	68
T2	2	1	2	68
T3	2	1	3	70
T4	2	2	1	66
T5	2	2	2	66
T6	2	2	3	71
T1	3	1	1	67
T2	3	1	2	67
T3	3	1	3	69
T4	3	2	1	66
T5	3	2	2	66
T6	3	2	3	72
T7	1			66
T7	2			65
T7	3			65
T8	1			69
T8	2			69
T8	3			68

Anexo 13: Datos para altura de la planta (m) al Inicio de la Madurez Fisiológica (144 días) en campo

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	FACTOR A	FACTOR B	ALTURA DE LA PLANTA (m)
T1	1	1	1	1,65
T2	1	1	2	1,62
T3	1	1	3	1,67
T4	1	2	1	1,79
T5	1	2	2	1,75
T6	1	2	3	1,69
T1	2	1	1	1,72
T2	2	1	2	1,75
T3	2	1	3	1,6
T4	2	2	1	1,66
T5	2	2	2	1,69
T6	2	2	3	1,57
T1	3	1	1	1,58
T2	3	1	2	1,54
T3	3	1	3	1,58
T4	3	2	1	1,63
T5	3	2	2	1,53
T6	3	2	3	1,53
T7	1			1,81
T7	2			1,75
T7	3			1,75
T8	1			1,65
T8	2			1,62
T8	3			1,61

Anexo 14: Datos para longitud de la panoja (cm) al Inicio de la Madurez Fisiológica (144 días) en campo

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	FACTOR A	FACTOR B	LARGO DE LA PANOJA (cm)
T1	1	1	1	47,33
T2	1	1	2	45,42
T3	1	1	3	44,33
T4	1	2	1	49,17
T5	1	2	2	46,08
T6	1	2	3	43,42
T1	2	1	1	47,42
T2	2	1	2	46,50
T3	2	1	3	45,67
T4	2	2	1	47,67
T5	2	2	2	47,17
T6	2	2	3	45,17
T1	3	1	1	52,25
T2	3	1	2	51,33
T3	3	1	3	50,67
T4	3	2	1	52,25
T5	3	2	2	51,58
T6	3	2	3	49,67
T7	1			49,42
T7	2			48,58
T7	3			54,33
T8	1			44,33
T8	2			45,83
T8	3			50,83

Anexo 15: Datos para Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días) en campo

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	FACTOR A	FACTOR B.	% HOJAS BAJERAS
T1	1	1	1	66,67
T2	1	1	2	69,17
T3	1	1	3	70,00
T4	1	2	1	69,17
T5	1	2	2	70,00
T6	1	2	3	68,33
T1	2	1	1	68,33
T2	2	1	2	63,33
T3	2	1	3	69,17
T4	2	2	1	66,67
T5	2	2	2	70,83
T6	2	2	3	65,00
T1	3	1	1	69,17
T2	3	1	2	61,67
T3	3	1	3	71,67
T4	3	2	1	61,67
T5	3	2	2	67,50
T6	3	2	3	68,33
T7	1			70,00
T7	2			70,83
T7	3			65,83
T8	1			68,33
T8	2			69,17
T8	3			70,83

Anexo 16: Datos para Severidad de Mildiu en la parte baja de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días) en campo

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	FACTOR A	FACTOR B	% HOJAS BAJERAS
T1	1	1	1	5,00
T2	1	1	2	50,00
T3	1	1	3	67,50
T4	1	2	1	1,25
T5	1	2	2	46,67
T6	1	2	3	74,17
T1	2	1	1	14,17
T2	2	1	2	54,17
T3	2	1	3	56,67
T4	2	2	1	0,83
T5	2	2	2	45,00
T6	2	2	3	66,67
T1	3	1	1	12,50
T2	3	1	2	51,67
T3	3	1	3	64,17
T4	3	2	1	0,83
T5	3	2	2	47,50
T6	3	2	3	65,00
T7	1			1,75
T7	2			1,33
T7	3			1,33
T8	1			81,67
T8	2			78,33
T8	3			74,17

Anexo 17: Datos para Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días) en campo

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	FACTOR A	FACTOR B	% HOJAS INTERMEDIAS
T1	1	1	1	61,67
T2	1	1	2	56,67
T3	1	1	3	70,00
T4	1	2	1	54,17
T5	1	2	2	67,50
T6	1	2	3	63,33
T1	2	1	1	70,00
T2	2	1	2	68,33
T3	2	1	3	72,50
T4	2	2	1	65,83
T5	2	2	2	71,67
T6	2	2	3	71,67
T1	3	1	1	70,00
T2	3	1	2	67,50
T3	3	1	3	72,50
T4	3	2	1	65,83
T5	3	2	2	71,67
T6	3	2	3	71,67
T7	1			53,33
T7	2			65,00
T7	3			65,00
T8	1			61,67
T8	2			70,00
T8	3			70,83

Anexo 18: Datos para Severidad de Mildiu en la parte intermedia de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días) en campo

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	FACTOR A	FACTOR B	% HOJAS INTEREDIAS
T1	1	1	1	2,08
T2	1	1	2	50,83
T3	1	1	3	65,00
T4	1	2	1	1,67
T5	1	2	2	60,00
T6	1	2	3	68,33
T1	2	1	1	1,25
T2	2	1	2	42,50
T3	2	1	3	60,83
T4	2	2	1	0,83
T5	2	2	2	45,83
T6	2	2	3	67,50
T1	3	1	1	1,67
T2	3	1	2	40,00
T3	3	1	3	63,33
T4	3	2	1	0,83
T5	3	2	2	50,83
T6	3	2	3	71,67
T7	1			2,50
T7	2			1,42
T7	3			3,33
T8	1			66,67
T8	2			65,83
T8	3			70,83

Anexo 19: Datos para Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio del Panojamiento (72 días) en campo

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	FACTOR A	FACTOR B	% HOJAS ALTAS
T1	1	1	1	48,33
T2	1	1	2	45,83
T3	1	1	3	55,00
T4	1	2	1	49,17
T5	1	2	2	47,50
T6	1	2	3	54,17
T1	2	1	1	45,83
T2	2	1	2	43,33
T3	2	1	3	53,33
T4	2	2	1	48,33
T5	2	2	2	44,17
T6	2	2	3	52,50
T1	3	1	1	44,17
T2	3	1	2	40,83
T3	3	1	3	51,67
T4	3	2	1	45,83
T5	3	2	2	41,67
T6	3	2	3	50,00
T7	1			50,00
T7	2			49,17
T7	3			46,67
T8	1			53,33
T8	2			50,00
T8	3			47,50

Anexo 20: Datos para Severidad de Mildiu en la parte alta de la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días) en campo

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	FACTOR A	FACTOR B	% HOJAS ALTAS
T1	1	1	1	0,42
T2	1	1	2	20,83
T3	1	1	3	44,17
T4	1	2	1	0,00
T5	1	2	2	25,83
T6	1	2	3	39,17
T1	2	1	1	1,67
T2	2	1	2	18,33
T3	2	1	3	44,17
T4	2	2	1	0,00
T5	2	2	2	18,75
T6	2	2	3	44,17
T1	3	1	1	0,83
T2	3	1	2	17,50
T3	3	1	3	44,17
T4	3	2	1	0,00
T5	3	2	2	18,33
T6	3	2	3	41,67
T7	1			1,67
T7	2			2,50
T7	3			1,67
T8	1			53,33
T8	2			45,83
T8	3			45,00

Anexo 21: Datos para Incidencia del Mildiu en la planta (%) al Inicio de la Maduración Fisiológica (144 días) en campo

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	FACTOR A	FACTOR B	INCIDENCIA (%)
T1	1	1	1	66,67
T2	1	1	2	100,00
T3	1	1	3	100,00
T4	1	2	1	41,67
T5	1	2	2	100,00
T6	1	2	3	100,00
T1	2	1	1	75,00
T2	2	1	2	100,00
T3	2	1	3	100,00
T4	2	2	1	33,33
T5	2	2	2	100,00
T6	2	2	3	100,00
T1	3	1	1	83,33
T2	3	1	2	100,00
T3	3	1	3	100,00
T4	3	2	1	33,33
T5	3	2	2	75,00
T6	3	2	3	100,00
T7	1			75,00
T7	2			91,67
T7	3			66,67
T8	1			100,00
T8	2			100,00
T8	3			100,00

Anexo 22: Datos para Grado de esporulación en la planta a la Maduración Fisiológica (144 días) en laboratorio

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	FACTOR A	FACTOR B	GRADO DE ESPORULACIÓN
T1	1	1	1	33,48
T2	1	1	2	43,08
T3	1	1	3	68,71
T4	1	2	1	19,13
T5	1	2	2	40,89
T6	1	2	3	73,55
T1	2	1	1	35,95
T2	2	1	2	45,79
T3	2	1	3	70,25
T4	2	2	1	20,04
T5	2	2	2	41,09
T6	2	2	3	74,62
T1	3	1	1	34,95
T2	3	1	2	45,41
T3	3	1	3	70,25
T4	3	2	1	20,8
T5	3	2	2	43,02
T6	3	2	3	74,11
T7	1			38,98
T7	2			39,78
T7	3			40,95
T8	1			78,2
T8	2			81,53
T8	3			75,63

Anexo 23: Datos para días a la cosecha en campo

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	FACTOR A	FACTOR B	DIAS A LA COSECHA
T1	1	1	1	191
T2	1	1	2	186
T3	1	1	3	185
T4	1	2	1	191
T5	1	2	2	187
T6	1	2	3	184
T1	2	1	1	190
T2	2	1	2	185
T3	2	1	3	184
T4	2	2	1	190
T5	2	2	2	186
T6	2	2	3	182
T1	3	1	1	190
T2	3	1	2	185
T3	3	1	3	184
T4	3	2	1	191
T5	3	2	2	186
T6	3	2	3	182
T7	1			190
T7	2			188
T7	3			188
T8	1			180
T8	2			182
T8	3			180

Anexo 24: Datos para rendimiento (kg) en campo

TRATAMIENTO	REPETICIONES	FACTOR A	FACTOR B	RENDIMIENTO (kg)
T1	1	1	1	5,25
T2	1	1	2	4,45
T3	1	1	3	2,9
T4	1	2	1	5,25
T5	1	2	2	4,55
T6	1	2	3	2,7
T1	2	1	1	5,3
T2	2	1	2	4,6
T3	2	1	3	4,45
T4	2	2	1	6,25
T5	2	2	2	4,8
T6	2	2	3	4,4
T1	3	1	1	6,45
T2	3	1	2	4,35
T3	3	1	3	3,65
T4	3	2	1	7,1
T5	3	2	2	4,7
T6	3	2	3	3,6
T7	1			4,9
T7	2			5
T7	3			5,1
T8	1			2,6
T8	2			4,1
T8	3			3,15

Anexo 25: Costo de producción de cada tratamiento del ensayo implementado

Tratamientos	Descripción	Rendimiento por tratamiento Kg	Costo de Producción		\$
T1	0.3 ppm cada 8 días	5,67	Arriendo por ciclo	$20 \times 300 / 10000 =$	0,60
			Arada	$0,6 \times 100 / 300 =$	0,20
			Surcada	$0,24 \times 40 / 120 =$	0,08
			Riego (depreciación)	$20 / 24 =$ ciclo	0,63
			Semilla	$1,40 / 24 =$	0,06
			Fertilizante (Urea)	$40 \times 20 / 10000 =$	0,08
			Siembra	$0,01 \times 15 / 5 =$	0,03
			Fertilizante	$0,004 \times 15 / 2 =$	0,03
			Aplicación de Ozono	$((15,15 \times 57,14) / 3600) =$	0,24
			Deshierbe	$0,03 \times 15 / 1 =$	0,45
			Aporque	$0,03 \times 15 / 1 =$	0,45
			Cosecha	$0,03 \times 15 / 1 =$	0,45
			Trilla	$5,67 \times 3 / 45 =$	0,38
			Costales	$4,80 / 24 =$	0,20
			Transporte	$10 / 24 =$	0,42
TOTAL					4,29
T2	0.3 ppm cada 15 días	4,47	Arriendo por ciclo	$20 \times 300 / 10000 =$	0,60
			Arada	$0,6 \times 100 / 300 =$	0,20
			Surcada	$0,24 \times 40 / 120 =$	0,08
			Riego (depreciación)	$20 / 24 =$ ciclo	0,63
			Semilla	$1,40 / 24 =$	0,06
			Fertilizante (Urea)	$40 \times 20 / 10000 =$	0,08
			Siembra	$0,01 \times 15 / 5 =$	0,03
			Fertilizante	$0,004 \times 15 / 2 =$	0,03
			Aplicación de Ozono	$((15,15 \times 57,14) / 3600) =$	0,24
			Deshierbe	$0,03 \times 15 / 1 =$	0,45
			Aporque	$0,03 \times 15 / 1 =$	0,45
			Cosecha	$0,03 \times 15 / 1 =$	0,45
			Trilla	$5,67 \times 3 / 45 =$	0,38
			Costales	$4,80 / 24 =$	0,20
			Transporte	$10 / 24 =$	0,42

			TOTAL	4,29	
T3	0.3 ppm cada mes	3,67	Arriendo por ciclo	$20*300/10000=$	0,60
			Arada	$0,6*100/300=$	0,20
			Surcada	$0,24*40/120=$	0,08
			Riego (depreciación)	$20/24=$ ciclo	0,63
			Semilla	$1,40/24=$	0,06
			Fertilizante (Urea)	$40*20/10000=$	0,08
			Siembra	$0,01*15/5=$	0,03
			Fertilizante	$0,004*15/2=$	0,03
			Aplicación de Ozono	$((15,15*57,14)/3600)=$	0,24
			Deshierbe	$0,03*15/1=$	0,45
			Aporque	$0,03*15/1=$	0,45
			Cosecha	$0,03*15/1=$	0,45
			Trilla	$5,67*3/45=$	0,38
			Costales	$4,80/24=$	0,20
			Transporte	$10/24=$	0,42
			TOTAL	4,29	
T4	0.5 ppm cada 8 días	6,20	Arriendo por ciclo	$20*300/10000=$	0,60
			Arada	$0,6*100/300=$	0,20
			Surcada	$0,24*40/120=$	0,08
			Riego (depreciación)	$20/24=$ ciclo	0,63
			Semilla	$1,40/24=$	0,06
			Fertilizante (Urea)	$40*20/10000=$	0,08
			Siembra	$0,01*15/5=$	0,03
			Fertilizante	$0,004*15/2=$	0,03
			Aplicación de Ozono	$((25,25*57,14)/3600)=$	0,40
			Deshierbe	$0,03*15/1=$	0,45
			Aporque	$0,03*15/1=$	0,45
			Cosecha	$0,03*15/1=$	0,45
			Trilla	$5,67*3/45=$	0,38
			Costales	$4,80/24=$	0,20
			Transporte	$10/24=$	0,42
			TOTAL	4,45	
T5	0.5 ppm cada 15 días	4,68	Arriendo por ciclo	$20*300/10000=$	0,60
			Arada	$0,6*100/300=$	0,20
			Surcada	$0,24*40/120=$	0,08
			Riego (depreciación)	$20/24=$ ciclo	0,63
			Semilla	$1,40/24=$	0,06
			Fertilizante (Urea)	$40*20/10000=$	0,08
			Siembra	$0,01*15/5=$	0,03
			Fertilizante	$0,004*15/2=$	0,03
			Aplicación de Ozono	$((25,25*57,14)/3600)=$	0,40
			Deshierbe	$0,03*15/1=$	0,45
			Aporque	$0,03*15/1=$	0,45
			Cosecha	$0,03*15/1=$	0,45
			Trilla	$5,67*3/45=$	0,38
			Costales	$4,80/24=$	0,20
			Transporte	$10/24=$	0,42
			TOTAL	4,45	
T6	0.5 ppm cada 15 días	3,57	Arriendo por ciclo	$20*300/10000=$	0,60
			Arada	$0,6*100/300=$	0,20
			Surcada	$0,24*40/120=$	0,08
			Riego (depreciación)	$20/24=$ ciclo	0,63
			Semilla	$1,40/24=$	0,06
			Fertilizante (Urea)	$40*20/10000=$	0,08
			Siembra	$0,01*15/5=$	0,03
			Fertilizante	$0,004*15/2=$	0,03
			Aplicación de Ozono	$((25,25*57,14)/3600)=$	0,40
			Deshierbe	$0,03*15/1=$	0,45
			Aporque	$0,03*15/1=$	0,45
			Cosecha	$0,03*15/1=$	0,45
			Trilla	$5,67*3/45=$	0,38
			Costales	$4,80/24=$	0,20
			Transporte	$10/24=$	0,42
			TOTAL	4,45	
T7	Testigo Químico / Topas 100 EC	5,00	Arriendo por ciclo	$20*300/10000=$	0,60
			Arada	$0,6*100/300=$	0,20
			Surcada	$0,24*40/120=$	0,08
			Riego (depreciación)	$20/24=$ ciclo	0,63
			Semilla	$1,40/24=$	0,06
			Fertilizante (Urea)	$40*20/10000=$	0,08

