

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Efecto de la aplicación foliar de Diatomeas (SiO_2) en el comportamiento agronómico del cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) en el Centro Experimental San Francisco - UPEC”

Trabajo de titulación previa la obtención del
título de Ingeniera en Agropecuaria

AUTORA: Ayala Villarreal Pamela Yesenia

TUTOR: Ing. Carlos David Herrera Ramírez. MSc

Tulcán, 2022

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que la estudiante Ayala Villarreal Pamela Yesenia con el número de cédula 0401826409 ha elaborado el trabajo de titulación: “Efecto de la aplicación foliar de Diatomeas (SiO₂) en el comportamiento agronómico del cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) en el Centro Experimental san Francisco - UPEC”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.


f.....
Ing. David Herrera. MSc
TUTOR

Tulcán, septiembre de 2022

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de **Ingeniera** en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Ayala Villarreal pamea Yesenia con cédula de identidad número 0401826409 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

f. .....

Ayala Villarreal pamea Yesenia

AUTORA

Tulcán, septiembre de 2022

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Ayala Villarreal Pamela Yesenia declaro ser autora de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: "Efecto de la aplicación foliar de Diatomeas (SiO₂) en el comportamiento agronómico del cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) en el Centro Experimental San Francisco - UPEC" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

f. 

Ayala Villarreal Pamela Yesenia
AUTORA

Tulcán, septiembre de 2022

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Jehová Dios, por guiarme, iluminarme, ser luz en mi vida y acompañarme en estos años de estudio.

A mi padre, Polivio Ayala, por su gran apoyo que ha permitido el estudiar esta carrera para mi formación profesional.

Al amor de mi vida, Braulio Andrés, quien estuvo presente en mi vida desde que lo conocí y me brindo su apoyo en cada una de las actividades de este trabajo de investigación.

Agradecer a mi tutor, MSc David Herrera por haberme brindado las debidas instrucciones y tenerme paciencia para el desarrollo de la tesis.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, por haberme abierto las puertas y darme la oportunidad de estudiar la Carrera de Agropecuaria.

A mis profesores, quienes me compartieron su conocimiento, experiencias y esfuerzo para darme la mejor de sus enseñanzas para mi formación profesional.

Pamela Yesenia Ayala Villarreal

DEDICATORIA

Dedicado a Dios, mi todo y mi Padre, pues Él es mi sustento y mi socorro, es mi fortaleza y mi amparo, que cada día acompaña mis pasos.

Dedico este presente trabajo con mucho amor también a mi papá y mi hermano Johann Ayala por estar siempre a mi lado.

A la memoria de mi querida madre Irene Villarreal, que con sus valores y principios supo brindarme buenos consejos para ser una persona de bien.

A los hombres y mujeres trabajadores del campo, de la tierra de mi querida Provincia del Carchi, para que este trabajo de investigación sea una guía para ellos.

En vano se cansan los agricultores si Dios no da la vida a su cultivo, en vano se cansan los estudiantes, si Dios no pone la sabiduría.

Dios es el principio de todo el bien.

Pamela Yesenia Ayala Villarreal

ÍNDICE

RESUMEN	13
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	13
I. PROBLEMA	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	16
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	16
1.4.1. Objetivo General	16
1.4.2. Objetivos Específicos	16
1.4.3. Preguntas de Investigación	17
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	18
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	18
2.2. MARCO TEÓRICO	20
2.2.1. Generalidades	20
2.2.2. Clasificación Taxonómica del Trigo Harinero (<i>Triticum Aestivum L</i>)	21
2.2.4. Variedades de Trigo harinero en Ecuador.....	21
2.2.5. Descripción Botánica del Trigo.....	22
2.2.6. Etapas fenológicas del trigo	24
2.2.7. Escala del desarrollo de trigo	27
2.2.7. Importancia del Comportamiento Agronómico para el cultivo de Trigo	28
2.2.8. Requerimientos Edafoclimáticos del Trigo (<i>Triticum aestivum L</i>).....	28
2.2.10. Plagas y Enfermedades del Cultivo de Trigo de mayor incidencia en la Finca Experimental San Francisco – UPEC.....	33
2.2.11. Diatomeas (SiO ₂).....	38
2.2.12. Ficha técnica de Diatomeas	41

2.2.13. Ficha técnica de Wayra.....	42
III. METODOLOGÍA.....	44
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	44
3.1.1. Enfoque.....	44
3.1.2. Tipo de Investigación	44
3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER.....	44
3.2.1 Hipótesis alternativa	44
3.2.2 Hipótesis nula.....	44
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	45
3.4. Implementación del ensayo a campo abierto.....	48
3.4.1. Características del sector y lugar de ubicación	48
3.4.2. Localización del experimento	48
3.4.3. Diseño experimental.....	49
3.4.4. Diseño Gráfico de la parcela neta	50
3.4.5 Tratamientos	51
3.4.6. Variables en estudio.....	52
3.5. Materiales empleados durante el ensayo	56
3.5.1. Materiales y Equipos	56
3.5.2. Manejo del Ensayo y Procedimiento	56
3.6. Análisis Estadístico	60
3.6.1. Población y muestra.....	60
3.6.2 Esquema del análisis estadístico	61
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62
4.1. RESULTADOS.....	62
4.1.1. Emergencia	62
4.1.2. Altura de planta	63
4.1.3. Diámetro del tallo	66

4.1. 4. Número de macollos	68
4.1.5. Número de hojas	68
4.1.6. Longitud de espiga	69
4.1.7. Granos por espiga.....	70
4.1.8. Plagas y Enfermedades	71
4.1.9. Materia seca.....	77
4.1.10. Rendimiento	77
4.1.11. Porcentaje de silicio	78
4.1.12. Relación costo beneficio	81
4.2. DISCUSIÓN	82
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
5.1. CONCLUSIONES.....	86
5.2. RECOMENDACIONES	87
IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
V. ANEXOS	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Histología de la epidermis vegetal; células silíceas	23
Figura 2. Ciclo biológico del pulgón verde (<i>Schizaphis graminum</i>)	34
Figura 3. Ciclo biológico de la roya amarilla de la hoja (<i>Puccinia striiformis</i>)	37
Figura 4. Metabolismo del silicio en la planta	41
Figura 5. Presentación oficial del fertilizante orgánico de Diatomeas.....	42
Figura 6. Presentación oficial del fertilizante inorgánico Wayra.....	43
Figura 7. Geolocalización de la ubicación del ensayo	48
Figura 8. Croquis del ensayo experimental	49
Figura 9. Diseño de la parcela neta.....	50
Figura 10. Diseño de distribución de los tratamientos	51
Figura 11. Cobertura del suelo en tres cultivos en 25%, 45% y 90%	52
Figura 12. Escala diagramática del porcentaje de severidad en la roya amarilla	54
Figura 13. Preparación del suelo.....	57
Figura 14. Delimitación de unidades experimentales	57
Figura 15. Entrega de muestras de suelo al laboratorio edáfico.....	58
Figura 16. Conteo de semillas por cada m ² para la siembra de cada unidad experimental.....	58
Figura 17. Abonado previo a la siembra.....	59
Figura 18. Labores culturales- deshierbe y limpieza de caminos	59
Figura 19. Control fitosanitario - Fúngico.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación Taxonómica del trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.)	21
Tabla 2. Variedades de semilla de trigo harinero disponibles para siembra en Ecuador	22
Tabla 3: Escala de Zadoks; fases fenológicas.....	27
Tabla 4. Necesidades nutricionales para el cultivo de trigo	30
Tabla 5. Ficha técnica de la variedad de trigo INIAP-Imbabura 2014	31
Tabla 6. Clasificación taxonómica del Pulgón verde.....	33
Tabla 7. Clasificación taxonómica de la Roya amarilla	36
Tabla 8. Descripción de los beneficios de la aplicación foliar con silicio (SiO_2).....	40
Tabla 9. Cuadro de definición y operacionalización de variables.....	45
Tabla 10. Descripción de las características del lugar	48
Tabla 11. Diseño experimental del ensayo	50
Tabla 12. Tratamientos con sus respectivas dosis de aplicación foliar.....	51
Tabla 13. Implementos utilizados en el ensayo	56
Tabla 14. Calculo para la población de muestra	60
Tabla 15. Esquema de ANOVA	61
Tabla 16. Análisis de varianza para la variable de emergencia	62
Tabla 17. Prueba de Tukey para la variable de emergencia a los 30 dds	63
Tabla 18. Análisis de varianza para la variable de altura de planta	64
Tabla 19. Prueba de Tukey para la variable de altura de planta a los 55, 77 y 180 dds	64
Tabla 20. Análisis de varianza para la variable de diámetro del tallo.....	66
Tabla 21. Prueba de Tukey para la variable de diámetro de tallo a los 80 dds.....	67
Tabla 22. Análisis de varianza para la variable de número de macollos.....	68
Tabla 23. Análisis de varianza para la variable de número de hojas	68
Tabla 24. Prueba de Tukey para la variable de número de hojas.....	69
Tabla 25. Análisis de varianza para la variable de longitud de espiga.....	70
Tabla 26. Análisis de varianza para la variable de granos por espiga	70
Tabla 27. Prueba de Tukey para la variable de granos por espiga.....	71
Tabla 28. Análisis de varianza para la Incidencia del Pulgón verde	72
Tabla 29. Prueba de Tukey para la incidencia de pulgón verde	73
Tabla 30. Análisis de varianza para la incidencia de roya amarilla	76
Tabla 31. Prueba de Tukey para la incidencia de roya amarilla.....	76

Tabla 32. Análisis de varianza para la variable de la materia seca.....	77
Tabla 33. Análisis de varianza para la variable de rendimiento	77
Tabla 34. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de silicio	79
Tabla 35. Prueba de Tukey para la variable de porcentaje de silicio	79
Tabla 36. Cuadro del costo/beneficio de los tratamientos en estudio	81

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Certificado o Acta del Perfil de Investigación	93
Anexo 2: Certificado del abstract por parte de idiomas	94
Anexo 3:	96

RESUMEN

Esta investigación tuvo la finalidad de estudiar los beneficios de la aplicación de silicio foliar para mejorar el comportamiento agronómico del trigo. Mediante la implementación de un ensayo a campo abierto bajo la modalidad estadística de DBCA, con 5 tratamientos, 4 repeticiones donde se aplicó silicio orgánico llamado Diatomeas al 73,60% con dosis de 1, 2 y 3 kg/ha-1 y una fuente de silicio químico Wayra al 98% con dosis de 2kg/ha-1 frente a un tratamiento absoluto, se evidenció que las dosis de SiO₂ con mayor concentración logran un gran progreso en la resistencia vegetal frente al estrés ambiental y el ataque del pulgón verde o la roya amarilla de la hoja. Debido a que el metabolismo del SiO₂ ayuda a que este elemento se fije en el tejido parenquimático en las células del idioblasto como gel sílice, la mecánica de sostén mejora, así como también incrementa la protección de la planta. Por lo tanto, el tratamiento 4 con Wayra al 98% con dosis de 2kg/ha-1 presentó resultados favorables al ser aplicado, influye en el comportamiento agronómico del trigo principalmente en la altura de la planta, mayor vigorosidad del talluelo de las plántulas del trigo al día 30, mayor resistencia al ataque del pulgón verde y de roya amarilla de la hoja disminuyendo a niveles leves su incidencia y aumentando el rendimiento del cultivo de trigo en alta montaña alcanzando la producción de 7 toneladas por hectárea para esta región seguido por el tratamiento 3 con la dosis orgánica de Diatomeas al 73,6% con aplicación de 3kg/ha-1 que arrojó valores semejantes.

Palabras clave: Comportamiento agronómico, SiO₂, resistencia vegetal.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the benefits of foliar silicon application to improve wheat agronomic performance through the implementation of an open field trial under the DBCA statistical modality; with five treatments, and four repetitions where organic silicon called Diatoms was applied at 73.6% with doses of 1, 2 and 3 kg/ha-1, and Wayra chemical silicon source at 98% with one dose of 2kg/ha-1 compared to an absolute treatment. As a result, it was evidenced that the doses of SiO₂ with higher concentration achieve great progress in plant resistance against environmental stress and the attack of the green aphid, or yellow rust in the leaf. As the metabolism of SiO₂ helps this element to be fixed in the parenchymal tissue in the idioblast cells in the form of silica gel, the support mechanics improve, just like plant protection increases; therefore, treatment 4 with Wayra at 98% with a dose of 2kg/ha-1 showed favorable results when it was applied which influences the agronomic performance of wheat mainly on plant height giving greater vigor to the stem of the wheat seedlings on 30th day; greater resistance to the attack of the green aphid and yellow rust of the leaf. It reduces its incidence to slight levels and increases wheat crop yield in high mountains, followed by treatment 3 with the organic dose of Diatoms at 73.6% with application of 3kg/ha-1 which produced similar values.

Keywords: Agronomic performance, SiO₂, plant resistance.

INTRODUCCIÓN

Según la FAO (2022) “la producción de trigo alcanzó 2,799 toneladas métricas en el año 2021 con un 8% de aumento en comparación al 2020” donde una de las principales demanda de compra proviene de los países latinoamericanos que no cuentan con una producción a gran escala viéndose afectados por la contienda armada entre Rusia y Ucrania que ha afectado la producción y el precio de trigo lo que genera un alza considerable de costos en la importación de cereales y productos básicos relacionados con la harina de trigo, encareciendo de esta manera la canasta básica de las familias latinas, viéndose afectado entre ellos Ecuador que busca generar proyectos de producción nacional en las provincias de la sierra Ecuatoriana donde cada vez hay mayor acogida incluyendo la provincia del Carchi que ha empezado a retomar esta alternativa de siembra en su territorio principalmente en el cantón Bolívar, cantón Espejo y la comunidad Canchaguano del cantón Montúfar sin embargo hay zonas donde la incidencia del cultivo de trigo es mínima o inexistente sobre todo en las zonas agrícolas de Tulcán y Huaca debido a los factores de estrés vegetal que puede poner en riesgo el desarrollo de este cultivo por su vulnerabilidad frene a condiciones ambientales extremas como fuertes y prolongadas lluvias, heladas, déficit de minerales en el suelo, alta humedad entre otras presentes en esta ubicación geográfica que pueden atentar contra el desarrollo productivo de trigo poniendo en peligro su rentabilidad en la zona.

Por lo que fue necesario evaluar un mecanismo de fertilización que haga hincapié en fortalecer el desarrollo estimulando el sistema de resistencia, por lo que, se propuso implementar el SiO₂ para este fin mediante el uso de las Diatomeas (SiO₂) cuyo origen son algas lacustres fosilizadas de manera mineral que al ser empleadas a bajo costo en la agricultura donde no presentan toxicidad con el suelo y son biodegradables, lo que representa un punto favorable con el ecosistema y la planta ya que promueve el alargamiento celular, aumenta la protección del tallo con una capa de gel sílice y da mayor consistencia a las hojas generando una mayor actividad fotosintética y protegiéndola de la salinidad de suelos, estrés hídrico en exceso o en deficiencia, previene el acame del cultivo y estimula la rápida recuperación de lesiones vegetales ocasionadas por plagas y hongos, entre otros beneficios.

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El trigo harinero (*Triticum aestivum L.*) según FAO (2021) está entre los tres productos con mayor demanda a nivel mundial lo que ha llevado que su producción del año 2020 al 2021 suba en un 8% alcanzando los 2799 millones de toneladas métricas de las cuales la mayor parte son consumidas en países de Latinoamérica exceptuando a Chile, Argentina, Paraguay y Uruguay que son principales exportadores de este producto en la región, en Ecuador según registros de FAOSTAT (2021) “apenas produce el 1,23% de la demanda total que requiere de trigo, importando en 2020 una aproximación de 1'260,266 toneladas métricas con un precio de \$ 333.00 por tonelada métrica”.

Por tanto, el MAG desde el año (2019) ha venido implementando programas de abastecimiento de semilla certificada con la variedad INIAP – IMBABURA 2014 destinada a zonas de alta montaña y clima frío – lluvioso para promover la diversificación de productos agrícolas con la necesidad de aumentar la producción de trigo para la demanda nacional, lo cual ha tenido acogida solo en zonas muy específicas como la comunidad de Canchaguano en el cantón Montúfar y en los cantones de Espejo y en Bolívar.

Sin embargo en Huaca y Tulcán no hay mayor incidencia de este proyecto debido a que la variedad de semilla INIAP Imbabura 2014 que es la más resistente para el cultivo en zonas andinas de alta montaña presenta complicaciones frente a los factores climáticos como la lluvia prolongada en temporadas de invierno, heladas, fuertes vientos, entre otros que provocan un comportamiento agronómico inadecuado como baja supervivencia o debilitamiento de plántulas emergidas, reducido macollaje, reducción del número de hojas verdes, vulnerabilidad a plagas y enfermedades, inadecuado número de granos por espiga \leq a 15, entre otros que conduce a un promedio de rendimiento de 1 a 2 toneladas en estos cantones, lo que representa un rendimiento inadecuado con pérdidas para el agricultor.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La fertilización foliar con Diatomeas (SiO₂) mejorará el comportamiento agronómico del cultivo de trigo en el Centro Experimental San Francisco – UPEC?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Incluir el fertilizante foliar de Diatomeas (SiO_2) mejorará la tolerancia vegetal ante factores ambientales de estrés que están presentes en los meses de invierno (septiembre a mayo aprox.) donde el clima caracterizado por fuertes y continuas lluvias junto con heladas o bajas temperaturas provocan en la planta mayor estrés y vulnerabilidad en sus diferentes etapas de desarrollo, por lo que este producto de algas fosilizadas también contribuirá a que la semilla de trigo (*Triticum aestivum* L.) de la variedad INIAP Imbabura-2014 distribuida por el MAG e INIAP tenga mayor aclimatación en la zona de Huaca donde se presencia un cierto nivel de desinterés en este cultivo por el temor a la baja resistencia del trigo y sus posibles pérdidas.

Las Diatomeas ayudarán a su vez a incrementar la resistencia ante el estrés ambiental debido a que protege a la planta a través de la acumulación de silicio en las células silícicas formando órganos más fuertes con una capa de gel sílice que fomenta mayor rigidez en el tallo y hoja ocasionando un mejor desarrollo de la fotosíntesis lo que resulta en una respuesta favorable en adaptabilidad y rendimiento proveyendo una producción de semillas certificada para posteriores proyectos, mostrando así que si es posible sembrar trigo en este espacio geográfico con estas condiciones (Epstein, 1994)

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar la efectividad de la aplicación foliar de Diatomeas (SiO_2) en el comportamiento agronómico del cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) en el Centro Experimental San Francisco-UPEC.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Medir la eficacia de las diferentes dosis de Diatomeas (SiO_2) en el desarrollo de las características agronómicas del trigo.
- Determinar la mejor dosis de (SiO_2) según los resultados obtenidos en el comportamiento agronómico del cultivo de trigo.
- Comparar el costo-beneficio de las dosis en estudio.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cómo influyen las diferentes dosis de (SiO_2) en las características agronómicas del cultivo de trigo?
- ¿Cuál es la dosis más eficaz de dióxido de silicio para mejorar el comportamiento agronómico?
- ¿Cuál es el mejor tratamiento de mayor conveniencia para el agricultor según su costo-beneficio?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En la provincia de los Ríos, cantón Babahoyo Botto (2017) estudió “Influencia del uso de la tierra de diatomeas en el cultivo de arroz (*Oryza Sativa* L.) ante el ataque de (*Spodopdera frugiperda*)” para lo cual utilizó 5 tratamientos, donde tres de ellos eran Diatomeas al 70% de SiO₂ con dosis de 1kg/Ha-1/200lt, 2kg/Ha-1/200lt y 2.5 kg/ha-1/200lt en comparación con un tratamiento químico basado en Clorófitos y un testigo usando un diseño estadístico de DBCA a campo abierto, determinó que las Diatomeas al 70% de SiO₂ con dosis de 2.5 kg/ha-1 disueltas en 200 litros de agua obtuvieron mayor significancia en el manejo de la plaga *Spodopdera frugiperda* reduciendo la aparición de larvas hasta en un 45% menos en comparación con el absoluto y 9% frente al Testigo químico con Clorófitos, sin embargo en el número de macollos por planta, granos por espiga y rendimiento de grano de arroz cosechado sobre hectárea, el testigo químico fue superior a los demás tratamientos. (Botto, 2017)

También cabe recalcar que un estudio de doctorado en ciencias agrícolas y bioquímicas titulado “Efecto de la fertilización con silicio sobre el crecimiento, el rendimiento y la absorción de nutrientes del arroz”, Mitani & Jian, (2005) identificaron la disolución de 200 lt con una concentración al 90%/ Ha-1 de nanopartículas de SiO₂ con aplicación foliar aumentó la concentración y absorción de Si en los órganos foliares del arroz (tallo y hojas) debido a que incremento la anchura de la cutícula en la epidermis de las hojas en un 2% a diferencia del tratamiento edáfico de 9kg/ ha-1 donde el contenido bromatológico foliar no fue diferente en el índice de silicio del tratamiento absoluto y al tratamiento convencional. Por lo que se concluye que la dosis foliar con SiO₂ al 90%, disuelto en 200 litros de agua estimula el metabolismo del SiO₂ en las células epidérmicas del arroz.

En la Universidad de Idaho de los Estados Unidos se investigó el tema de “Potencial de la enmienda de silicio para mejorar la producción de trigo”, donde se evaluó el efecto del Si sobre la altura de la planta de trigo, la producción de grano/ha-1 y el índice de proteína con minerales esenciales, para lo que se implementó el experimento en dos temporadas de cultivo consecutivas en Idaho, con un manejo estadístico experimental de parcelas divididas con tres tasas de fertilización con Si procedente de sílice de diatomita (3,5; 7 y 11 kg/ha -1) en dos momentos de aplicación:

en la siembra y el macollamiento cuyos resultados indicaron que el Silicio Mineral de diatomita no tuvo un efecto diferente en las variables medidas y su efecto fue menor que los tratamientos convencionales con Tecnosílice al 30% foliar, que si mostró una mejora en el rendimiento de grano/ha-1 llegando a producir 7 ton/ha-1 (Shafian et al., 2018).

Según Oliva et al.,(2021)en el artículo científico titulado “Fertilizante a base de sílice amorfo en el aumento diámetro de tallos, el rendimiento de azúcar y la resistencia al barrenador del tallo en la caña de azúcar” indica que en el experimento que se realizó mediante un diseño experimental DBCA con cuatro repeticiones y 5 dosis de TD (*tierra de diatomeas*) con valores de 0; 1,25; 2,5; 5 y 7,5 Kg/h, repartidas en un cultivo de caña de azúcar una vez por mes durante 12 meses reflejó que la mejor dosis foliar fue de 7,5 Kg/ha/ 200lt de agua redujo significativamente el daño ocasionado por el insecto barrenador del tallo con una severidad por metro cuadrado menor al 20%, donde dos de cada 10 plantas fueron afectadas levemente a diferencia de los tratamientos.

Así mismo Carmona & Solórzano (2018) al hacer la investigación de la “Aplicación de Silicio en el desarrollo y rendimiento del arroz variedad DICTA Playitas” usando cuatro diferentes dosis de silicio foliar de MANVERT ORTOSIL al 36% de SiO₂ con dosis desde los 0.5kg/ha-1, 1kg/ha-1, 2kg/ha-1, 3kg/ha-1 y 4kg/ha-1, más el testigo absoluto, dónde se observó que el SiO₂ con dosis de 2 kg/ha-1 al ser aplicado en el periodo de macollamiento mediante la aspersion del producto desarrolló tallos menos quebradizos con hojas más verdes y mejores características en la turgencia vegetal del arroz, lo que tuvo un efecto positivo en el rendimiento por hectárea alcanzando a producir hasta 5 toneladas por hectárea producida mientras que en las dosis de 0.5 a 1 kg/ha-1 no se vio reflejado cambio alguno frente al testigo absoluto, obteniendo los resultados favorables.

En un estudio de Carré-Missio et al. (2009) en Rio de Janeiro de Brasil, se comprobó que al usar una concentración del 1% de SiO₂ bajo una disolución de agua normal con pH neutro de 7 se obtuvo ácido orto silícico que se aplicó vía foliar a las plantas de Soja con una aplicación de tres dosis diferentes de 50, 100 y 200 lt/ha-1 en comparación a los tratamientos convencionales de Silicatos de potasio y acibenzolar-S-metil (ASM) con dosis similares de 50 litros de agua con concentraciones del 1 y

5% respectivamente para combatir la roya amarilla y analizar el contenido de enzimas protectoras contra este agente patógeno, donde se llegó a demostrar después de varias repeticiones durante tres años que el mejor tratamiento para el control de Roya fue el tratamiento T3 de 200 lt/ha-1 que demostró una disminución en la severidad de roya amarilla en un 80% muy similar a lo obtenido con el tratamiento químico de acibenzolar -s- METIL (ASM), mientras que los silicatos de potasio tuvieron un rendimiento en enzimas bajo lo que provocó que la severidad de la roya en comparación con el testigo solo disminuyera en un 15% teniendo una tasa de severidad de 85%.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Generalidades

2.2.1.1. Origen del Cultivo del Trigo (*Triticum aestivum* L.)

El trigo pertenece a la familia botánica de las gramíneas y algunos estudios antropológicos sugieren que el trigo fue acogido por los primeros asentamientos humanos agrícolas hace 10,000 AC debido a que este cultivo podía desarrollarse en suelos pocos exigentes, sin embargo, al igual que otras gramíneas el trigo tuvo mayor éxito cuando se cultivó en las riberas de ríos como en Mesopotamia en los ríos Tigris y Éufrates o el Nilo en el antiguo Egipto, debido al contenido rico en limo proveniente de algas que al secarse y humedecerse aumentaban la fertilidad del suelo siendo superior al de tierras aledañas.

2.2.1.2. Historia del Cultivo de Trigo en el Ecuador.

En la quinta expedición de Pedro Alvarado hacia el Reino de Quito para la evangelización de la sierra ecuatoriana, el fraile Jodoco Rikie natural de Holanda trajo consigo semillas de trigo y avena para la elaboración de cerveza artesanal y pan, las cuales fueron sembradas para semilleros en los terrenos del convento de San Francisco de Quito donde existe un museo en el lugar original de las primeras moliendas y de la cervecería de los frailes franciscanos quienes se encargaron de enseñar a cultivar las gramíneas y proporcionar las semillas para su siembra a los indígenas de la región.

Para el año 1947 el Ministerio Agrario del Ecuador a cargo del ministro Mariano Suárez Veintimilla tuvo la iniciativa de promover la siembra de trigo a gran escala y en el año 1950 junto al Instituto Nacional de Investigación Agraria INIAP se crea la primera semilla certificada con el nombre de Atacazo INIAP con otras variedades.

Las semillas de trigo son en la actualidad fuente principal de carbohidratos para la dieta de la población, No obstante, debido a los tratados de libre comercio el Ecuador se ha visto obligado a importar más del 90% de las necesidades de este cultivo dependiendo totalmente de la importación, pero en los últimos 20 años gracias a las políticas de soberanía alimentaria existen reglamentos que obligan a las Asociaciones molineras del Ecuador a comprar el 5% de la demanda de Trigo a los productores nacionales lo que ha generado una reactivación del sector triguero en la sierra ecuatoriana.

2.2.2. Clasificación Taxonómica del Trigo Harinero

Tabla 1. Clasificación Taxonómica del trigo (*Triticum aestivum* L.)

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Género	Triticum
Especie	aestivum
Nombre científico	Triticum aestivum L.
Nombre común	Trigo harinero

Fuente: Guerrero (1999)

2.2.4. Variedades de Trigo harinero en Ecuador

La investigación titulada “Relación del sector agrícola del trigo en la producción de harina en la provincia de Pichincha – Ecuador” realizado por Pullas (2017) señala que las variedades de semilla disponibles para la venta destinada a la agricultura son: variedad CWRS más conocida como espiga de oro proveniente de Canadá, que representa el 52,09 % de la oferta de semillas de trigo disponibles para la venta

siguiéndole la variedad SRW que representa el 34,06 % y la variedad suave Brasileño con un 3,4 %, y el 10,45 % restante proviene del INIAP y la compañía de los Trigos y Cereales del Ecuador (Trigocer). Por otra parte, el INIAP ofrece hasta la fecha las siguientes variedades: Chimborazo 78, Cojitambo 92, Zhalao 2003, Vivar 2010, San Jacinto 2010, Mirador 2010 e Imbabura 2014 (Garófalo et al., 2015).

Tabla 2. Variedades de semilla de trigo harinero disponibles para siembra en Ecuador

Proveedores Extranjeros	Variedades	Proveedor Nacional	Variedades
Canadá	Espiga de Oro (variedad CWRS)	INIAP - Ecuador	Chimborazo 78 Cojitambo 92 Vivar 2010
Brasil	Grano duro Variedad SRW		San Jacinto 2010 Mirador 2010 Imbabura 2014

Fuente: Ponce& Abad, (2011)

2.2.5. Descripción Botánica del Trigo

2.2.5.1 Raíz

El trigo posee raíces fasciculadas, es decir tipo cabellera que pueden alcanzar hasta el metro de profundidad cuando la capa freática se encuentra profunda, pero si la siembra es en meses de invierno con lluvia sus raíces son más superficiales y alcanzan longitudes hasta de 25 cm (Guerrero, 1999).

Las raíces cuentan con dos periodos de desarrollo, el primero consiste con la aparición de raíces embrionarias que duran hasta el 10 y 15avo día y su función es nutrir al embrión del tallo los primeros días hasta su brote y formación del primer nudo de ahijamiento del cual brotarán las raíces permanentes del sistema radicular definitivo (Manangón, 2014).

Según Stern (1982) indica que en el trigo las raíces están diseñadas con un parénquima grueso con pocos espacios intercelulares aéreos lo que ocasiona que las raíces tengan un menor proceso de transpiración, pues este proceso se da en mayor medida según incrementen los espacios aéreos disponibles entre células que permiten una mayor movilidad de agua intercelular por osmosis.

2.2.5.2. Tallo

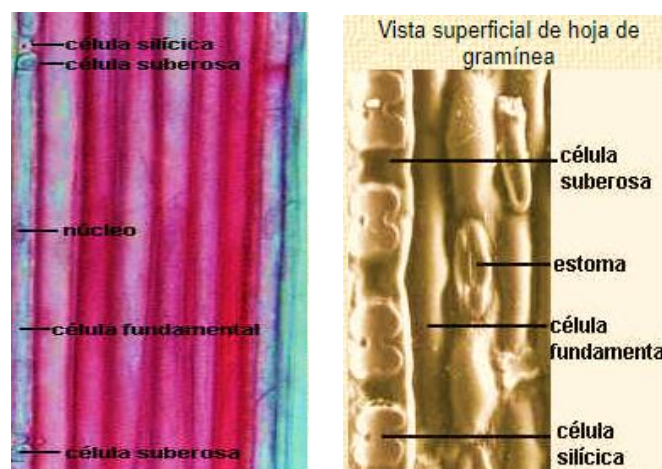
El tallo embrionario tiene su origen en el coleóptilo embrionario que recubre la plúmula que es el tallo embrionario que conforma la semilla alcance el 60% de su peso en humedad absorbida, la plúmula crecerá hacia arriba recubierta del coleóptilo hasta que este se rasga para dar paso a la primera hoja y conforme va creciendo la plúmula y va engrosando aparecerá la segunda hoja cada 5 a 9 días aproximadamente y a los 29 días ya contará con 3 a 4 hojas y se notará un ensanchamiento en la parte inicial del tallo que será el primer nudo de ahijamiento del cual saldrán nuevos tallos conocidos como macollos.(González, 2005)

Los tallos son macizos al principio de su crecimiento, pero conforme crecen presentan nudos macizos mientras que los entre nudos se vuelven huecos. La capacidad de ahijamiento da al trigo una alta capacidad de producción. (Manangón, 2014)

2.2.5.3. Hojas

Las hojas del trigo se caracterizan por retener el mayor porcentaje de silicio hasta el 10% debido a las características histológicas del tallo donde las células silíceas pertenecientes al grupo de células especializadas o Idioblasto del tejido parenquimático acumulan este elemento para cumplir la función de turgencia, sostén y protección de hojas y tallo principalmente en las paredes de los espacios intercelulares (Figura 1)

Figura 1. Histología de la epidermis vegetal; células silíceas



Fuente:(López, 2017)

Las hojas nacen de manera par de cada nudo del tallo y se reparten alternadamente a lo largo del mismo. En la fase de espigamiento se puede contabilizar entre 3 a 6 hojas por tallo que representa cada macollo de la planta. González (2005) indica que la morfología de las hojas cuenta únicamente con vaina y limbo, no presenta pecíolo, sus hojas son sésiles, envainantes con forma de lámina triangular, alargada, cintiformes, paralelinervias y terminadas en punta en el nudo terminal.

Las hojas juegan un rol crucial en la formación de los granos de trigo pues éstos se producen a partir de aminoácidos y carbohidratos formados durante la fotosíntesis, en ese momento. Un daño prematuro en las hojas obliga a que estos aminoácidos provengan del tallo lo que afecta significativamente el rendimiento. (Mengel & Kirkdy, 2000, p. 308)

2.2.5.4. Inflorescencia

En la variedad de trigo INIAP -Imbabura 2014 la inflorescencia se da en la espiga del trigo durante el 5 mes del cultivo donde aparecen entre 20 a 25 espiguillas que se distribuyen de forma alterna entre el lado derecho e izquierdo del raquis de la espiga. Estas espiguillas son las portadoras de 9 florcillas autógamias que se fecundan antes de su apertura debido a la estructura de la espiguilla que contiene glumas, glumillas y lodículos que hacen posible este proceso (Gostincar & Yuste, 2007, p. 413).

2.2.5.5. Fruto

La flor da lugar a un solo fruto que se denomina cariósipide o grano, en cual posee el embrión junto a las sustancias de reserva, en la fase de cosecha, las glumas se separan quedando de forma visible el grano del trigo y va desde el final del espigado hasta el momento de la recolección del grano. (Guerrero, 1999b, p. 26).

2.2.6. Etapas fenológicas del trigo

2.2.6.1. Germinación.

En esta etapa es importante la humedad del suelo, la temperatura y profundidad de siembra, por lo general el trigo germina en 12 o 15 días. Para pasar de estado latente a estado activo, el grano de trigo debe de absorber el 25% de su peso en agua, además la temperatura óptima debe ser de 20-25 °C, sin embargo, en variedades de invierno la temperatura óptima es de 3-4 °C, estos factores son

indispensables, debido a que permiten disolver los elementos nutritivos de la semilla (Gostincar & Yuste, 2007, p. 414).

2.2.6.2. Ahijamiento.

Es esta fase la nutrición es necesaria en la planta por lo cual el suelo debe de contar con abundante nitrógeno y fósforo, además es importante tener en cuenta las condiciones climáticas. Al momento que aparece la cuarta hoja, el nudo del ahijamiento se engruesa, en los 4 y 5 nudos juntos le corresponde una hoja. En la axila de cada una de esas hojas surge una yema axilar que da nacimiento a un tallo secundario (Guerrero, 1999b, p. 25).

2.2.6.3. Macollaje.

En los subnudos del eje principal se encuentran las yemas axilares, donde se producirán brotes secundarios llamados macollos, esta fase inicia cuando la planta presenta entre dos a tres hojas. El número de macollos puede ser de 1 a 5, dependiendo de la variedad, fertilidad del suelo, fecha de siembra, densidad de población y del abastecimiento hídrico. Los macollos, aunque forman parte de la misma planta, comenzarán a independizarse progresivamente de esta para ser una planta individual (Guerrero, 1999b, p. 24).

2.2.6.4. Encañado.

En esta fase un determinado número de tallos herbáceos se transforman en tallos rematados por espigas. La producción de tallos portadores de espigas estará determinada por la temperatura donde las épocas de calor ocasionarán el secado de los tallos herbáceos o el exceso de lluvias pueden hacerlos propensos al ataque de enfermedades fúngicas que puede generar perdidas de tallos jóvenes por pudrición. habrá menos espigas mientras que en temperaturas frescas favorecerá a la formación de tallos que llevan espiga (Guerrero, 1999b, p. 25).

2.2.6.5. Espigado.

Es importante factores como la temperatura y la evapotranspiración. Si la temperatura es elevada y la evapotranspiración es alta habrá un deterioro en la elaboración de la materia seca o si la temperatura es baja puede afectar en la caída de las espigas o debilitamiento del raquis. A su vez la evapotranspiración influye en el número de flores

que serán fértiles, debido a que las espiguillas pueden contener de 2 a 6 flores y de ellos llegar a ser fértiles de 2 a 5 flores (Guerrero, 1999b, p. 25).

2.2.6.6. Maduración.

Es el proceso que corresponde a la acumulación de almidón en el grano. La formación del almidón procede de la fotosíntesis que continua en las últimas hojas y la espiga. Por tanto, es importante que haya una adecuada temperatura para el movimiento de los glúcidos y proteínas hacia la espiga, porque en el caso de que las temperaturas sean altas, los vientos sean fuertes y secos perjudicarán la emigración de glúcidos y próticos haciendo que los granos se arruguen, debido a que no pueden acumular sus reservas (Guerrero, 1999b, p. 26).

2.2.7. Escala del desarrollo de trigo

Tabla 3: Escala de Zadoks; fases fenológicas

Escala de Zadoks			
0	Germinación	5	Emergencia de la inflorescencia
07	Emergencia del coleóptilo	51	Primeras espiguillas visibles
09	Hoja en el extremo del coleóptilo	55	Mitad de la inflorescencia emergida
1	Crecimiento de la plántula	59	Emergencia completa de la inflorescencia
11-19	1-9 hojas expandidas	6	Antesis
2	Macollaje	61	Comienzo de antesis
21-29	Un tallo principal y 1 a 9 macollos	65	Mitad de antesis
		69	Antesis completa
3	Estiramiento del tallo	7	Grano lechoso
30	1 cm de largo en espiga + cañas	71	Grano acuoso
31-35	1 a 5 nudos detectables	73	Comienzo de grano lechoso
		75	Grano lechoso intermedio
		77	Grano lechoso avanzado
37	Hoja bandera visible	8	Grano pastoso
39	Lígula de la hoja bandera visible	83	Comienzo de grano pastoso
4	Preemergencia floral	85	Grano pastoso intermedio
41	Comienzo del engrosamiento de la vaina de la hoja bandera	87	Pastoso duro
		9	Madurez
45	Inflorescencia en mitad de la vaina de la hoja bandera	91	Grano duro
49	Primeras aristas visibles	92	Grano duro

Fuente: Carrasco et al. (2009)

2.2.7. Importancia del Comportamiento Agronómico para el cultivo de Trigo

El comportamiento Agronómico se encarga de estudiar la respuesta frente a estímulos externos de un cultivo determinado bajo condiciones de siembra específicas por lo que se vuelve prioridad para el sector triguero estudiar el comportamiento de una variedad de trigo en condiciones singulares de siembra para analizar la viabilidad de proyectos relacionados con la producción de trigo en una localidad específica, donde las características físicas, geográficas o biológicas como la fertilidad de suelo, clima, temperaturas, incidencia de plagas y enfermedades entre otras son factores determinantes para el rendimiento de este cultivo.

2.2.8. Requerimientos Edafoclimáticos del Trigo (*Triticum aestivum* L.)

2.2.8.1 Suelos

Abadía et al., (2017) afirma que los mejores suelos para un crecimiento óptimo del trigo son aquellos que tienen texturas franco-arcillosas o franco-arenosas a 30 cm de profundidad con un pH entre 6 a 7, debido a que estos suelos tienen buena porosidad que facilitan la ramificación de las raíces y permiten una correcta filtración del agua a la planta sobre todo en su fase inicial de germinación y a su vez el pH neutro es ideal para que no se pierda fósforo o nitrógeno por el fenómeno de fijación.

2.2.8.2. Temperatura

El Trigo se adapta de mejor manera a climas templados y semifríos con temperaturas que van desde los 9 a 20 °C. Las hojas, el tallo y espigas son muy vulnerables a temperaturas muy elevadas porque no llegan a desarrollarse de buena manera debido a que sus raíces pueden perderse fácilmente y además las heladas puede ocasionar fragilidad en los tallos y hojas haciéndoles vulnerables al ataque de plagas o a el fenómeno de acame o doblado de tallo que imposibilita una correcta fotosíntesis. (Abadía et al., 2017).

2.2.8.3. Precipitación

Abadía et al., (2017) indica que la precipitación media a principios de la siembra y durante el cultivo debe ser como un máximo de 750 mm para que el suelo contenga suficiente humedad para la germinación. No obstante, una mayor precipitación

durante la siembra puede ser perjudicial porque incrementa el riesgo de enfermedades fúngicas por el exceso de humedad o putrefacción de las raíces.

2.2.8.4. Luminosidad

Abadía et al., (2017) hace referencia a que el grano es el producto final de aminoácidos, grasas y azúcares vegetales que se producen de mejor manera con una mayor exposición solar por lo que el clima semi soleado entre 4 a 6 horas de sol es suficiente para que la planta desarrolle una correcta fotosíntesis.

2.2.8.5. Altitud

Abadía et al., (2017) menciona que el trigo puede cultivarse en un amplio rango de altitudes que pueden oscilar entre los 2.500 a 3.000 msnm.

2.2.9. Labores Culturales Agrícolas

2.2.9.1 Selección del lote

Para un buen desarrollo del cultivo de trigo se requiere disponer de suelos preferentemente bien drenados, profundos de texturas medias, y con características químicas que permitan su adaptación. Al momento de seleccionar el lote se debe considerar aspectos como: el de no haberse cultivado anteriormente ningún cereal, contar con una pendiente que no supere el 5%, el lote seleccionado deberá anteriormente haberse cultivado papa, habas u otra leguminosa para que garanticen un buen suministro de nitrógeno y fósforo para la siembra del cultivo (Garófalo, 2018).

2.2.9.2 Análisis Físico-Químico del Suelo

El análisis químico del suelo es de vital importancia para hacer planes de fertilización que permitan el óptimo desarrollo del cultivo y a su vez realizar correcciones al suelo como corrección de acidez o alcalinidad que son factores que impiden una correcta nutrición vegetal, pues está comprobado que por ejemplo en suelos ácidos existe una alta concentración de cationes de aluminio o Hierro que fijan nutrientes como el fósforo, nitrógeno, calcio o magnesio lo que impide su aprovechamiento por parte del cultivo y ocasiona una pérdida importante del abono aplicado si no se realiza la previa corrección del pH o no se regula una correcta combinación de nutrientes para evitar bloqueos de fertilizantes (INTAGRI, 2016).

2.2.9.2. Preparación del suelo.

Se debe preparar con un mes de anticipación a la siembra, con un pase de arado y dos de rastra para que reduzca de mejor manera la compactación del suelo y ayude a la germinación (Garófalo, 2018) .

2.2.9.3. Abonado previo a la siembra

El abonado anterior a la siembra se lleva a cabo a partir del análisis de suelo para determinar el suministro disponible de los elementos que requiere el cultivo como el nivel de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio, entre otros disponibles para contrastar con las necesidades nutritivas de la planta que van a depender de acuerdo al rendimiento esperado en Tonelada / Hectárea. Generalmente la fertilización previa a la siembra se lo hace cuando los agricultores se disponen a nuevamente rastrillar las parcelas agrícolas para una mayor soltura de los suelos, de esta manera el fertilizante queda integrado con el suelo que está listo para recibir la semilla que después es taponada con una delgada capa de tierra que permite el mayor aprovechamiento del fertilizante.

2.2.9.3.1 Cuadro de Necesidades Nutricionales del trigo

Tabla 4. Necesidades nutricionales para el cultivo de trigo

Nutriente	Requerimiento	Índice cosecha	de Rendimiento de necesidad	5000 kg/ha extracción
	Kg/ton grano		Kg/ha	Kg/ha
Nitrógeno	30	0.66	150	99
Fósforo	5	0.75	25	19
Potasio	19	0.17	95	16
Calcio	3	0.14	15	2
Magnesio	3	0.50	15	8
Azufre	4.5	0.25	23	6
Boro	0.025		0.125	
Cobre	0.010	0.75	0.050	0.038
Hierro	0.137		0.685	
Manganeso	0.070	0.36	0.350	0.126
Zinc	0.052	0.44	0.260	0.114

Fuente: YARA (2020)

2.2.9.3 Selección de semilla

Para garantizar el éxito de la producción de trigo es necesario contar con semillas certificadas que estén diseñadas exclusivamente para zonas en específico similares al lugar donde se hará el cultivo, el caso de climas fríos y de alta montaña la recomendación del INIAP es utilizar su semilla certificada Imbabura – INIAP 2014 (Tabla 5) que presenta las siguientes características (Falconi et al., 2014) .

Tabla 5. Ficha técnica de la variedad de trigo INIAP-Imbabura 2014

INIAP- Imbabura 2014	
Es una variedad de trigo harinero que fue desarrollado en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), fue introducida en Ecuador en el año 1999 siendo evaluada en ensayos desde el año 2000 hasta el 2004 en la Estación Experimental Santa Catalina. Además, desde el año 2009 esta variedad ha sido evaluada por algunas localidades de la sierra ecuatoriana. Falconi et al. (2014)	
Características morfológicas	
Número de espigas por m ²	300
Número de granos por espiga	45
Tipo de espiga	Compacta
Tipo de grano	Oblongo
Color de grano	Rojo
Tipo de tallo	Resistente al acame
Altura de planta	105 cm
Longitud de espiga	11 cm
Características Agronómicas	
Ciclo del cultivo	160-180 días
Días al espigamiento	85
Rendimiento	4.0 t/ha
Peso de 1000 granos	45
Reacción a enfermedades	
Roya amarilla (<i>Puccinias triiformis</i>)	Resistencia parcial
Roya a la hoja (<i>Puccinia triticina</i>)	Resistencia parcial
Fusarium (<i>Fusarium spp</i>)	Resistencia parcial
Características de Calidad	
Peso hectolítrico	79,5 kg/ Hl
Rendimiento harinero	Bueno (72%)
Extracto libre de nitrógeno	80,2 %

2.2.9.4. Fertilización

Rawson (2001) indica que para llevar un correcto plan de fertilización es necesario realizar un análisis del suelo previo a la siembra, para de esta manera colocar las dosis correspondientes de los nutrientes necesarios. Por otra parte, en el caso de que no se cuente con este análisis de suelo la recomendación media por hectárea es con 80Kg de Nitrógeno, 60Kg de Fósforo, 40Kg de Potasio y 20 Kg de Azufre que se logra al aplicar 18-46-0, más dos sacos de Sulpomag a la siembra (Rawson, 2001).

2.2.9.5. Control de malezas.

Según Garófalo (2018) menciona que el control de malezas se puede hacer manualmente o con la utilización de productos químicos con herbicidas como el Metsulfuron metil a los 30 días después de la siembra.

2.2.9.6. Control de enfermedades.

Ponce & Abad (2011) afirman que la variedad INIAP-Imbabura 2014, tiene una resistencia parcial ante enfermedades como la roya, sin embargo, antes de la siembra es necesario desinfectar la semilla un día antes con Vitavax y se recomienda una aplicación de Tilt que tiene el componente activo de Propiconazole que inhibe la proliferación bacteriana de la roya en el trigo. Su aplicación debe ser antes del espigado. Su dosificación recomendada por la casa comercial Syngenta es de 500 ml/ha. Las repeticiones máximas serían de dos veces con intervalo de un mes entre aplicación a partir del día 60 del desarrollo del cultivo (SYNGENTA, 2018).

2.2.9.7. Cosecha.

Se debe realizar en época seca, cuando la humedad del grano sea inferior al 16%, se recomienda secar el grano por debajo del 135 antes de almacenarlo (Rawson, 2001).

2.2.9.8. Almacenamiento.

Se debe almacenar en un lugar seco, libre de animales roedores y que tenga una humedad del 13% con una buena ventilación donde los sacos no estén en contacto con el suelo ni las paredes para que los granos no absorban la humedad (Ponce & Abad, 2011).

2.2.10. Plagas y Enfermedades del Cultivo de Trigo de mayor incidencia en la Finca Experimental San Francisco – UPEC

2.2.10.1 Pulgones

2.2.10.1.1. Taxonomía del Pulgón Verde

Tabla 6. Clasificación taxonómica del Pulgón verde

Reino	Animalia
Filo	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Hemíptera
Suborden	Sternorrhyncha
Familia	Aphididae
Especie	Áfidos
Nombre científico	Schizaphis graminum
Nombre común	Pulgón Verde

Fuente: SENASICA (2020)

2.2.10.1.2. Biología del Pulgón Verde

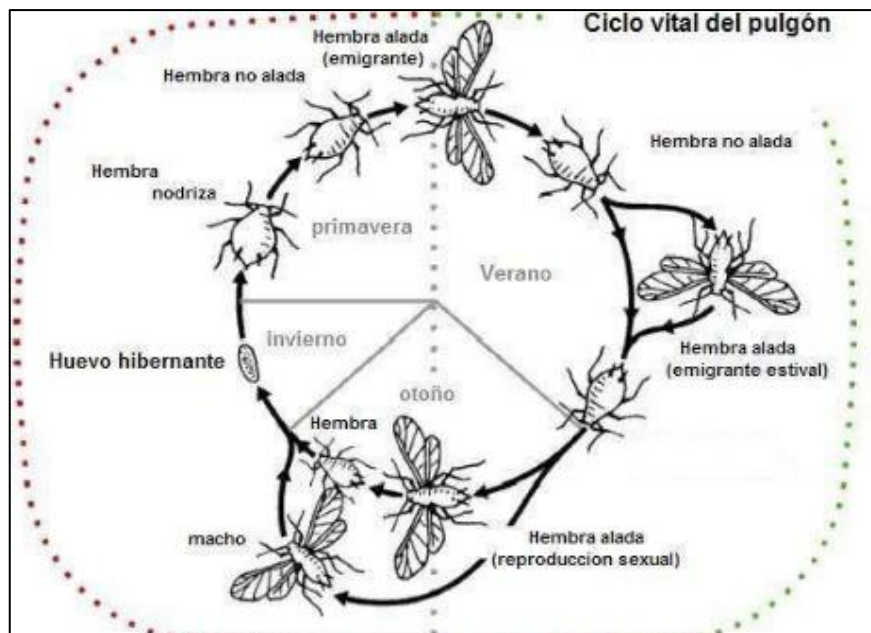
De cuerpo blando y forma de pera o periformes, su cuerpo está constituido por una cabeza, tórax y abdomen. Su tórax presenta dos pares de minúsculas alas translúcidas y el tamaño de cada pulgón no llega a superar el milímetro, y viven en colonias de cientos a miles de individuos, por lo que por algunos autores son considerados como una parasitaria ya que principalmente se alimentan de almidones y aminoácidos del floema de la planta hospedera mediante succión (Prescott, 1986, p. 71).

Según Prescott (1986) señala que la reproducción del pulgón se da de manera asexual o sexual indistintamente y se reproducen en verano para propagarse principalmente en invierno, por lo que son una plaga estacionaria. El problema de los pulgones no es tanto su población, sino que son vectores portadores de importantes virus que al llegar a la savia de la planta ocasionan daños importantes a nivel fisiológico de la misma.

2.2.10.1.3 Ciclo del Pulgón Verde

Los pulgones se caracterizan por una reproducción de partenogénesis por lo que cada individuo tiene la capacidad de producir los gametos femeninos y masculinos y dar como resultado los huevos que pasaran a ser ninfas y de ninfas a adultos. Su evolución es muy rápida y generalmente dependerá de las estaciones como el invierno donde las especies de pulgones invernan mientras desarrollan los huevos para en el verano migrar mediante las corrientes de viento a nuevas plantas (Figura 2), lo cual les beneficia ya que los pulgones se alimentan principalmente de la trasportación de aminoácidos en la sabia vegetal que ocurre en periodos de crecimiento de la planta o de maduración (Prescott, 1986, p. 72).

Figura 2. Ciclo biológico del pulgón verde (*Schizaphis graminum*)



Fuente: Castro (2020)

2.2.10.1.4 Sintomatología Causada por el Pulgón Verde

Prescott (1986) indica que los pulgones verdes (*Schizaphis graminum*), al succionar los aminoácidos de la planta ocasionan un debilitamiento celular al verse interrumpido la administración de estas moléculas tan necesarias para importantes metabolismos en la planta como el Ciclo de Krebs, la fotosíntesis entre otros. Los principales síntomas de debilitamiento celular a nivel foliar pueden variar de acuerdo a la severidad del daño que va desde leve hasta severa.

Cuando el daño es leve, generalmente se ven los pulgones, pero no se ven mayores repercusiones en la hoja una vez que sea limpiada de la infestación. Esto ocurre cuando apenas están instalándose el agente parasitario en el hospedero, pero después de esto la siguiente fase es la moderada cuando se empieza a ver decoloraciones de la planta o “Diminutas manchas chamuscadas en la hoja”, sin embargo ya cuando la infestación es severa ocurre una ya una muerte celular en la hoja que se ven síntomas como de enrollamiento de la hoja, secado o pérdida de vitalidad o turgencia total de la planta; es decir las hojas están totalmente decaídas y por tanto son incapaces de hacer la fotosíntesis lo que se evidencia con su cambio de tonalidad de verde vivo a un verde más opaco que al final termina con una tinción negruzca debido a la necrosis total de las células vegetales (Prescott, 1986, p. 72).

2.2.10.1.5. Medidas de control

2.2.10.1.5.1. Control biológico

Para realizar un control con enemigos naturales contra las poblaciones de los pulgones verdes es importante revisar el cultivo desde su emergencia hasta la fase de macollaje para verificar si se encuentran presentes y proceder a controlar con parásitos himenópteros de las familias *Aphelinidae* y *Braconidae* (SENASICA, 2020, pp. 10 –11).

Sin embargo, si el cultivo no se lo monitorea a tiempo del pulgón verde, la rápida acumulación de este puede perjudicar a las plantas y será imposible utilizar este tipo de control.

2.2.10.1.5.2. Control cultural

Es importante tener cuidado en las dosis de nitrógeno que se coloca al cultivo debido a que los pulgones responden positivamente ante el aumento de este nutriente(SENASICA, 2020, p. 11).

2.2.10.1.5.3. Control químico

Se utiliza insecticidas selectivos que van aplicados a vía foliar (SENASICA, 2020, p. 12).

2.2.10.2. Enfermedades

2.2.10.2.1. Roya amarilla (*Puccinia striiformis*)

2.2.10.2.1.1. Taxonomía de la Roya amarilla

Tabla 7. Clasificación taxonómica de la Roya amarilla

Reino	Fungi
Filo	Basidiomycota
Clase	Pucciniomycetes
Orden	Pucciniales
Familia	Pucciniaceae
Genero	Puccinia
Especie	P. striiformis
Nombre común	Roya amarilla

Fuente: Prescott (1986)

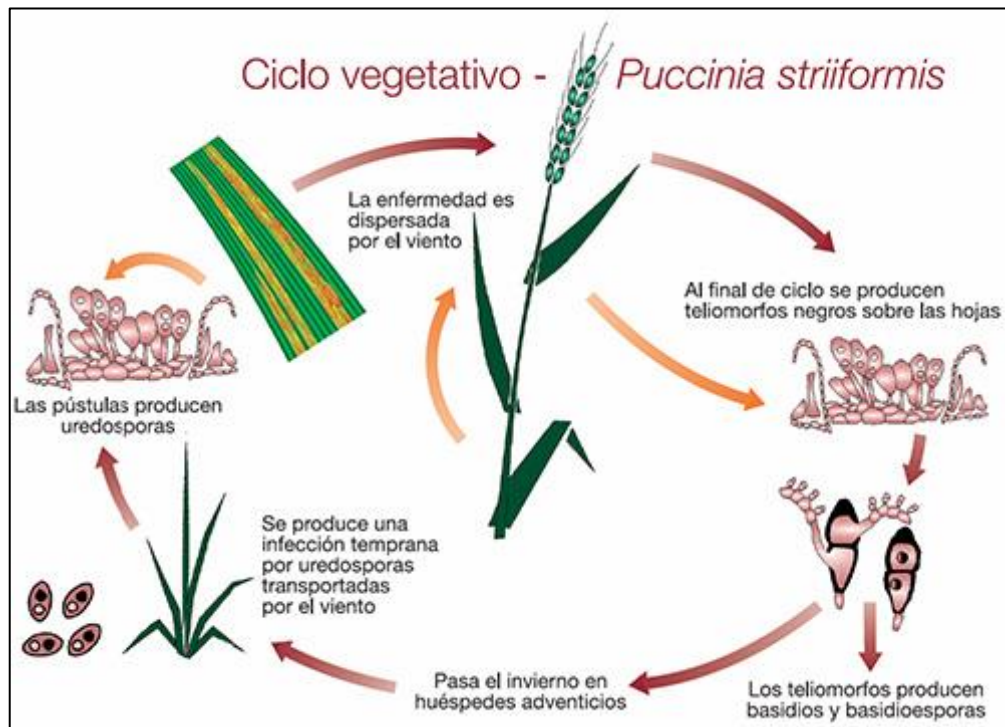
2.2.10.2.1.2. Biología de la Roya amarilla

Es producida por el hongo (*Puccinia striiformis*), se manifiesta en los 70 a 90 días después de la siembra debido a una elevada humedad ocasionada por la lluvia y con temperatura de 10 a 15°C, en la cual las urediniosporas son elipsoidales de color amarillo naranja que germinan rápidamente, cuando hay humedad en la superficie de las hojas (Ponce & Abad, 2011, p. 12).

2.2.10.2.1.3. Ciclo de vida de la Roya amarilla

Las infecciones que se producen en la planta por esta enfermedad son por las uredosporas que son transportadas a través del viento, al final del ciclo de las uredosporas se producirán telioformos negros sobre la hoja que a su vez producen basidios y basidiosporas y pasaran en huéspedes adventicios cuando haya invierno, (Figura 3), (Ramírez, 2014).

Figura 3. Ciclo biológico de la roya amarilla de la hoja (*Puccinia striiformis*)



Fuente: Ramírez (2014)

2.2.10.2.1.4. Sintomatología de la Roya amarilla

Según Prescott (1986) indica que aparecen pustulas de color pardo anaranjado que avanzan a los nervios de las hojas en dirección a la punta, llegando a producir una clorosis en la hoja, posteriormente se necrosa y terminan secas. Estas pustulas se pueden encontrar también en el tallo, cuello y glumas del trigo.

2.2.10.2.1.5. Medidas de control

2.2.10.2.1.5.1. Control biológico

El hongo *Simplicillium obclavatum* es un hiperparásito que ha demostrado según ensayos en hojas de trigo inoculadas con roya amarilla y tratadas con este hongo, reducen la germinación de las uredosporas, siendo así que es un agente biológico potencial (Ramírez, 2014, p. 12).

2.2.10.2.1.5.1. Control cultural

Uno de los métodos para prevenir la aparición de esta enfermedad en los cultivos, es la utilización de variedades mejoradas genéticamente, que sean resistentes ante este hongo (Ramírez, 2014).

2.2.10.2.1.5.1. Control químico

En cultivos de grandes extensiones, cuando la enfermedad tiene un rápido avance es necesario aplicar fungicidas como propiconazol y colocar la dosis adecuada según las indicaciones del producto.

2.2.11. Diatomeas (SiO₂)

2.2.11.1. Diatomeas como fertilizante foliar

Las diatomeas son minerales de algas fosilizadas ricas en Dióxido de Silicio (SiO₂) siendo éste su componente activo por lo que tienen propiedades como fertilizante ya que aporta nutrientes como el silicio orgánico esencial para el suelo y plantas en el intercambio catiónico ayudando a una mejor absorción de los nutrientes. Estas algas fosilizadas provienen del Jurásico temprano que formaban parte del fitoplancton de las aguas donde se encargaban de procesar el silicio insoluble para adherirlo a su constitución celular, por lo que a día de hoy sus esqueletos brindan un silicio que al mezclarse con agua crea del Ácido Ortosilícico que puede ser asimilado a nivel foliar o edáfico por las plantas.

2.2.11.2. Movilidad del silicio a nivel foliar

El contenido de silicio en las plantas es muy variable, pero en el caso de las monocotiledóneas como el trigo y el arroz, acumulan entre 5% a 10% de silicio en sus tejidos. El trigo es una planta intermedia que acumula niveles moderados de silicio, entre 0,5 y 1,5% de silicio (Leónides Castellanos et al., 2015).

“El Silicio es absorbido en forma de óxido de Silicio y transportado a los tallos y luego de la pérdida de agua por transpiración, es polimerizado en gel sílice en estructuras denominadas phytolitos en la superficie de las hojas y los tallos. Reportes de literatura demuestran que hay un mejoramiento de la resistencia mecánica de los tejidos de las plantas de arroz por engrosamiento de las paredes de los ases vasculares como resultado de aplicaciones de Silicio” (Mengel & Kirkdy, 2000)

No obstante, otras especies de gramíneas como el arroz cuentan con raíces especializadas para climas con frecuentes inundaciones por lo que tienen un parénquima especializado con mayores cavidades intercelulares que permite a la planta una mayor transpiración a nivel de la raíz, por lo que elementos como el calcio

o silicio edáfico tienen mayor eficacia en el arroz pero baja eficiencia para el trigo porque en el caso del trigo el metabolismo del silicio se da a nivel foliar donde existe mayor actividad de transpiración que en sus raíces por lo que tanto las hojas como el tallo presentan mayor porcentaje de retención que en las raíces, lo que conduce a muchos autores a recomendar la nutrición foliar para el fortalecimiento inmediato de los órganos aéreos en momentos críticos de crecimiento como el periodo de macollaje, ahijamiento hasta la fase de maduración de la espiga para prolongar un poco más la vida útil de las hojas (Mengel & Kirkby, 2000, p. 508).

2.2.11.4. Metabolismo del SiO₂ a nivel foliar.

Trejo (2016, p. 7) indica que la reacción química entre el agua y el Silicio produce Ácido ortosilícico el cual es aprovechable para las plantas donde se genera una reacción de deshidratación o reacción de hidrogenese de Zimmer al entrar en contacto con el Na (Sodio) y pierde agua para convertirse en gel sílice, el cuál es un polímero vegetal que se metaboliza gracias a proteínas especializadas en esta polimerización llamadas enzimas de silicoteína alfa y beta que se encuentran en las células especializadas del Idioblasto que reciben el nombre de células silícicas especialmente propias de las gramíneas. Este compuesto está relacionado con el endurecimiento de la pared celular, regulación osmótica, incitador de metabolitos antimicóticos, agente vigorizante de la estructura celular de la cutícula, entre otros.

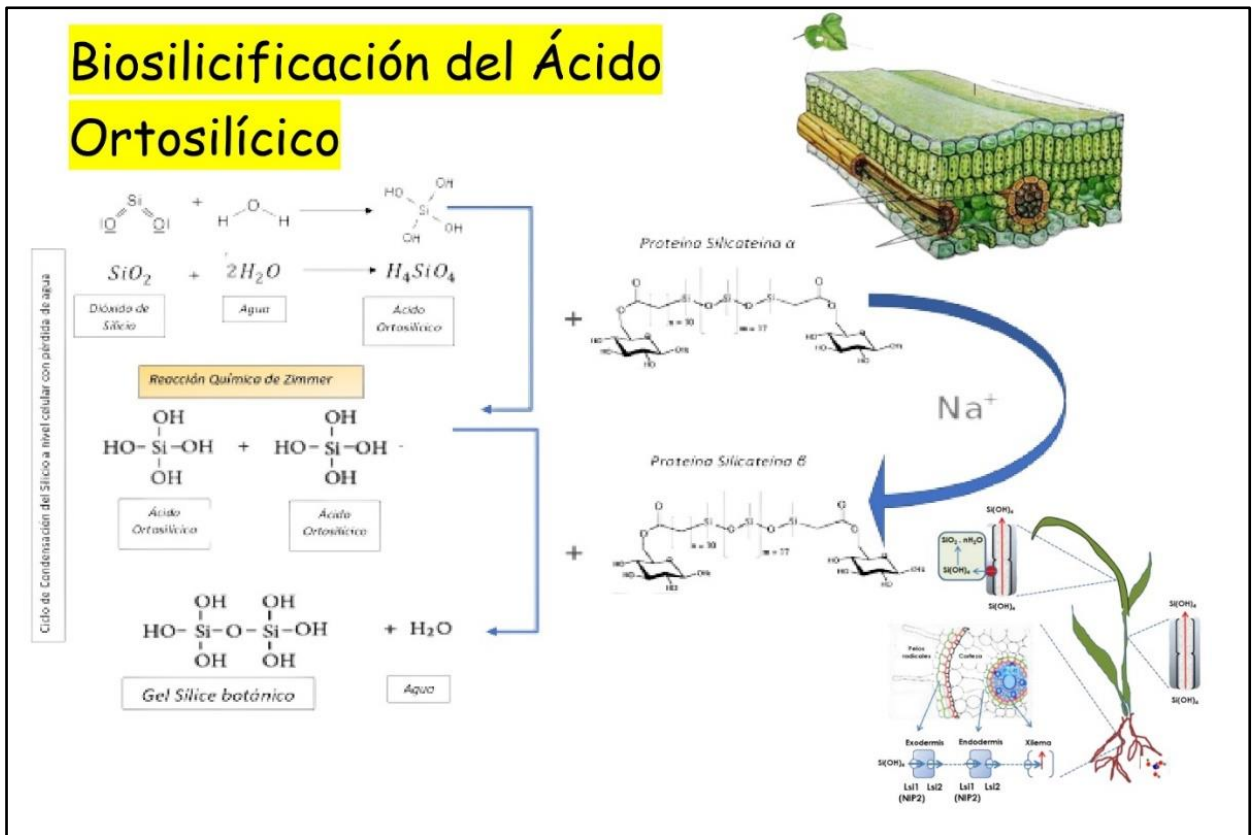
Tabla 8. Descripción de los beneficios de la aplicación foliar con silicio (SiO₂)

Beneficios de la aplicación foliar de silicio en el cultivo trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.)		
En la emergencia	El silicio foliar ayuda a conservar el porcentaje de plántulas emergidas mediante el engrosamiento del talluelo de las plántulas hasta que logren alcanzar la robustez necesaria para el macollaje y evitar su mortalidad prematura en los primeros 15 días de vida post siembra.	En la altura de la planta
En el tallo	Incrementa el parénquima de la epidermis ocasionando su fortalecimiento contra plagas y enfermedades e induce a la formación de enzimas protectoras y mayor resistencia en las células empalizadas del parénquima mediante su engrose nanométrico reflejado en el diámetro del tallo.	En los granos por espiga
En las hojas	El silicio foliar ayuda al engrosamiento de la epidermis de las hojas haciéndolas más fuertes y aumenta la capacidad fotosintética de las hojas. También a su vez aumenta el tiempo de vida de las hojas, permitiendo un mayor número de hojas funcionales durante el espigamiento.	Plagas y Enfermedades
		El engrosamiento de la epidermis y de las células parenquimáticas regulan la pérdida de agua y estimulan la absorción de nutrientes por la osmosis intracelular ayudando a ganar tamaño y turgencia a la planta.
		Al mejorar la capacidad receptora de luz en las hojas, el silicio a nivel foliar permite una mayor actividad fotosintética generando mayor cantidad de aminoácidos y proteínas para el grano.
		El ácido ortosilícico pasa por un metabolismo de deshidratación o pérdida de agua en contacto con el sodio para formar gel sílice que se acumula en las paredes celulares de la planta haciendo una barrera protectora de tejidos sensibles a la contaminación fúngica y endureciendo la epidermis contra el ataque por mordeduras de los insectos.

Fuente: Mengel & Kirkdy (2000)

2.2.11.5. Biosíntesis y Metabolismo del H₄SiO₄

Figura 4. Metabolismo del silicio en la planta



Fuente: Trejo (2016)

2.2.12. Ficha técnica de Diatomeas

Descripción: Diatomeas al 73.6% es un fertilizante orgánico de categoría coadyuvante constituido por la molienda del mineral diatomita proveniente de las canteras de Santa Elena - Ecuador, dónde este mineral tiene una concentración elevada de silicio orgánico o sílice que al mezclarse con agua genera el ácido ortosilícico que es la forma absorbible y aprovechable del silicio para la planta. (PODAGRO, 2020).

Ingrediente activo valores: Dióxido de silicio (SiO₂) 73.60% p/p.

Presentación: en polvo con minerales de diatomeas granulados en empaques de 500 gramos.

Categoría toxicológica: no tóxica.

Dosificación Foliar: Mezclar 1 a 2 kg en 200 litros de agua por hectárea y cubrir uniformemente toda la hoja (haz y envés) (PODAGRO, 2020).

Contraindicaciones: Ninguna Almacenamiento: Conservar en lugar fresco, seco y protegido de la luz.

Figura 5. Presentación oficial del fertilizante orgánico de Diatomeas



Fuente: PODAGRO (2020)

2.2.13. Ficha técnica de Wayra

Descripción: Es un fertilizante inorgánico foliar, micro pulverizado, con algas microscópicas fosilizadas que contiene 30 micro elementos minerales asimilables, ayudando a las plantas a tener una mejor fotosíntesis, reduciendo la evaporación de agua, etc., para que las plantas logren sobreponerse a efectos de estrés biótico y abiótico (LA COLINA, 2019).

Ingrediente activo valores: Dióxido de silicio (SiO₂) 98% p/p

Presentación: polvo fino de color blanco en empaques de 1 kg.

Categoría toxicológica: Ligeramente peligroso

Características: cubre las células de la epidermis de la hoja, teniendo un mecanismo de repeler y combatir agentes bióticos como, plagas, enfermedades que atacan a las plantas, mejora la formación de biomasa y obtención de las cosechas.

Dosificación Foliar: Mezclar 1 a 2 kg en 200 litros de agua por hectárea.

Contraindicaciones: incompatibilidad con agentes oxidantes, bromo, trifluoruro y ácidos fuertes.

Almacenamiento: Conservar en lugar fresco, seco y protegido de la luz.

Figura 6. Presentación oficial del fertilizante inorgánico Wayra



Fuente: LA COLINA (2019)

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

El enfoque de la presente investigación es cuantitativo debido a que su estudio está basado en el análisis de comparación y relación entre variables de clasificación numérica para más adelante establecer un estudio estadístico paramétrico para obtener resultados en la presente investigación.

3.1.2. Tipo de Investigación

- **Explicativa**

En este estudio se pretende determinar las relaciones causales entre la manipulación de la variable independiente (dosis de Diatomeas) y la variable dependiente (fertilización), para determinar la eficacia en el desarrollo del cultivo de trigo.

- **Experimental**

La parte de la investigación correspondiente al diseño experimental se llevará a cabo en una parcela agraria del Centro Experimental San Francisco, donde se recogerán las muestras para su posterior análisis de las características agronómicas, a lo cual hay que agregar que el experimento se realizará al aire libre, para simularlo a las condiciones naturales de los cultivos agrícolas de la zona.

3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER

3.2.1 Hipótesis alternativa

Las diatomeas (SiO_2) mejoran el comportamiento agronómico del cultivo de trigo.

3.2.2 Hipótesis nula

Las diatomeas (SiO_2) no mejoran el comportamiento agronómico del cultivo de trigo.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 9. Cuadro de definición y operacionalización de variables

Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumento
Diatomeas al 73,60%	Diferentes dosis de diatomeas (SiO ₂)	Se realizó dos aplicaciones en cada mes	Aplicación foliar	Mochila de fumigación
Variable dependiente				
Evaluación del nivel de estrés en las características agronómicas en el cultivo de trigo	Emergencia / m ²	Se realizó el conteo de plantas emergidas y el resultado se expresó en porcentaje.	Observación y registro	Libreta de campo Cuadrante de piola
	Altura de la planta	Se tomó 20 plantas al azar y se registró los centímetros de cada una, desde el nivel del suelo hasta la hoja bandera. Se midió a los 55 y 77 días de siembra.	Observación/ medición y registro	Flexómetro, libreta de campo

Diámetro del tallo	Se midió el diámetro de 20 plantas al azar y se registró los milímetros de cada tallo de la planta en los días 15, 40 y 80 después de la siembra	Observación/ medición y registro	Pie de rey, libreta de campo
Número de macollos	Se contó los macollos de las 20 plantas al azar los cuales se promediaron.	Observación/ Conteo/ Registros	Libreta de campo
Número de hojas	Se hizo el conteo de las hojas de los macollos de las 20 plantas al azar y se sacó el promedio.	Observación/ Conteo/ Registros	Libreta de campo
Longitud de espiga	En las 20 plantas elegidas al azar se midió la longitud de la espiga de cada macollo desde la base hasta la punta apical de las mismas, las cuales se promediaron.	Observación/ medición y registro	Libreta de campo/ cinta métrica
Granos por espiga	Se hizo el conteo de granos de la espiga de cada macollo de las 20	Observación/ Análisis de varianza	Libreta de campo

	plantas elegidas al azar.		
Plagas y Enfermedades	Se realizo la evaluación de 20 plantas elegidas al azar para determinar la incidencia o afectación	Observación y registro	Libreta de campo
Producción materia seca	Se procedió a pesar toda unidad experimental	Observación/ medición y registro	Libreta de campo
Rendimiento en Kg/ hectárea	Se procedió a pesar toda unidad experimental para realizar la conversión a hectárea	Observación y registro	Libreta de campo Balanza electrónica
Porcentaje de Sílice	Se tomó una muestra de 250 gr de tallos y hojas secos de cada parcela para evaluar el contenido de sílice.	Laboratorio	Colimétrico
Análisis económico de los tratamientos	Se realizó la relación costo beneficio	Registros	Libreta de campo, calculadora, Excel

3.4. Implementación del ensayo a campo abierto

3.4.1. Características del sector y lugar de ubicación

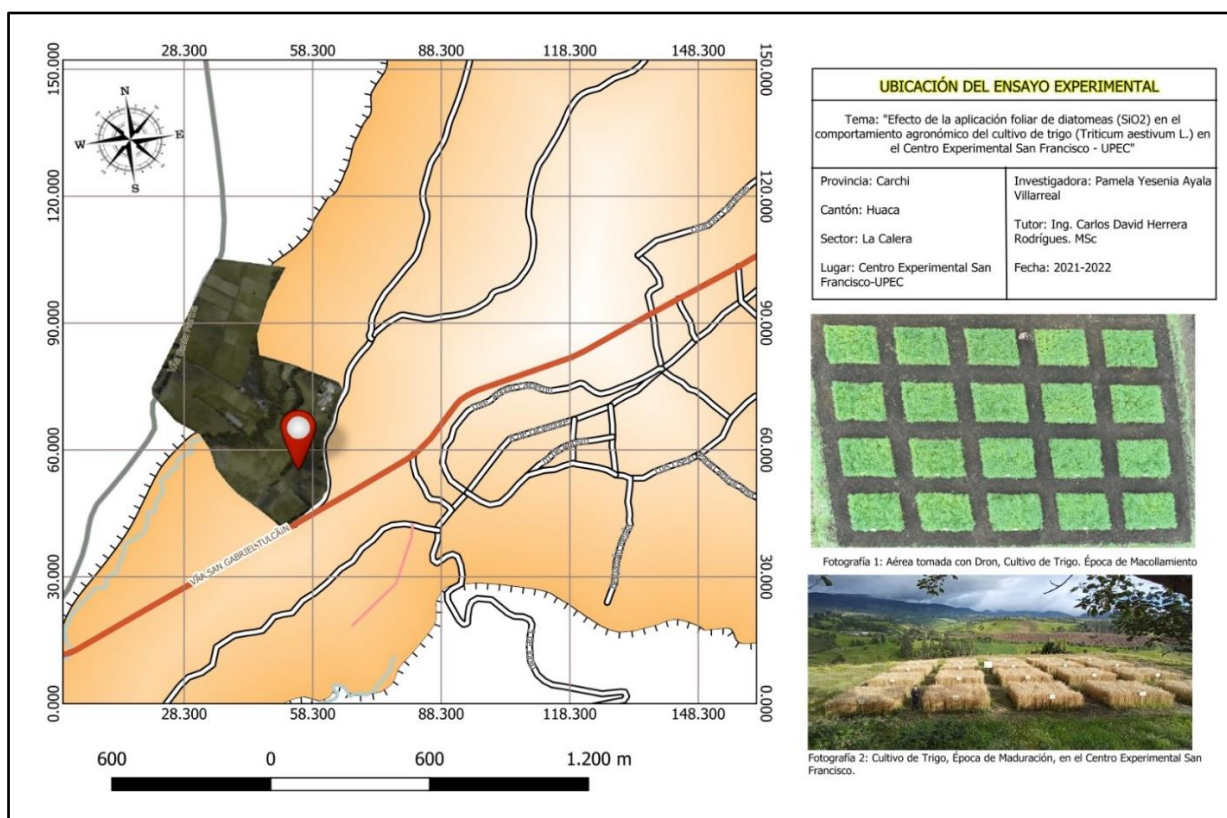
A continuación, en la tabla 10 se detalla las características que se presentan en el Centro Experimental San Francisco donde se implanto el experimento de campo para la presente investigación.

Tabla 10. Descripción de las características del lugar

CARACTERÍSTICAS	
Temperatura	12°C
Precipitación	1200 milímetros anuales
Altitud	2834 msnm
Humedad	80%
Longitud	77-43°-35'
Latitud	00-38'-29"
Pendiente del Lote	5%

3.4.2. Localización del experimento

Figura 7. Geolocalización de la ubicación del ensayo



El ensayo se inició el 13 de septiembre del 2021 en el Centro Experimental San Francisco, ubicado en el sector de la Calera, cantón Huaca, Provincia del Carchi. Se destino un área de 1000 m² por parte de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en el Centro Experimental San Francisco (figura 4), en esta área se asentó el ensayo, realizando la división para las 20 unidades experimentales, siendo así que el área propia del experimento fue de 565,5 m², cada unidad experimental tuvo 12 m² y el área neta de cada una fue de 6m², los caminos fueron de 1.50 m, el espacio sobrante conforme las zonas aledañas para evitar el contacto de otros trabajos de investigación de otros tesis.

3.4.3. Diseño experimental

En la presente investigación se empleó un Diseño de Bloques Completamente al azar que consta de cinco tratamientos con cuatro repeticiones, con un total de 20 unidades experimentales con una población de plantas de 3,600 en cada parcela. En la tabla 11 se indica el diseño experimental que se llevó a cabo con la distribución de tratamientos y repeticiones. Además, en la figura 8 se presenta la gráfica del croquis del ensayo total del experimento, en el cual se presentan todas las dimensiones del área total, con sus respectivas parcelas y caminos.

Figura 8. Croquis del ensayo experimental

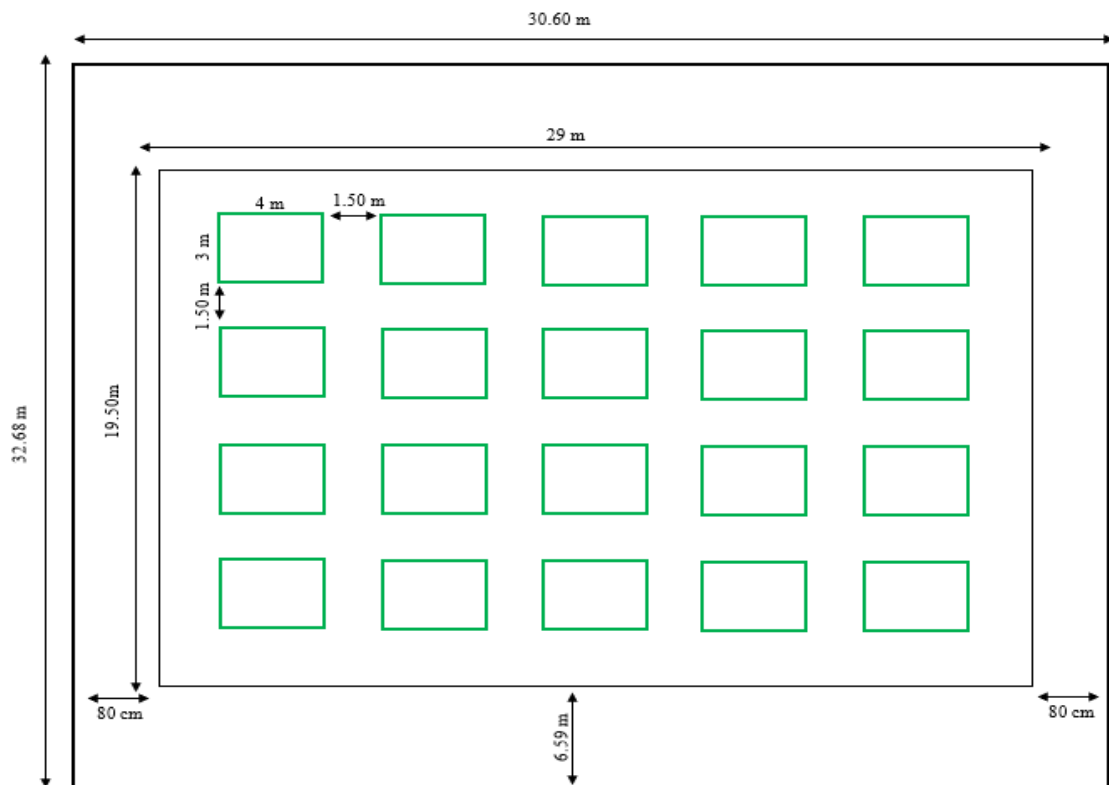


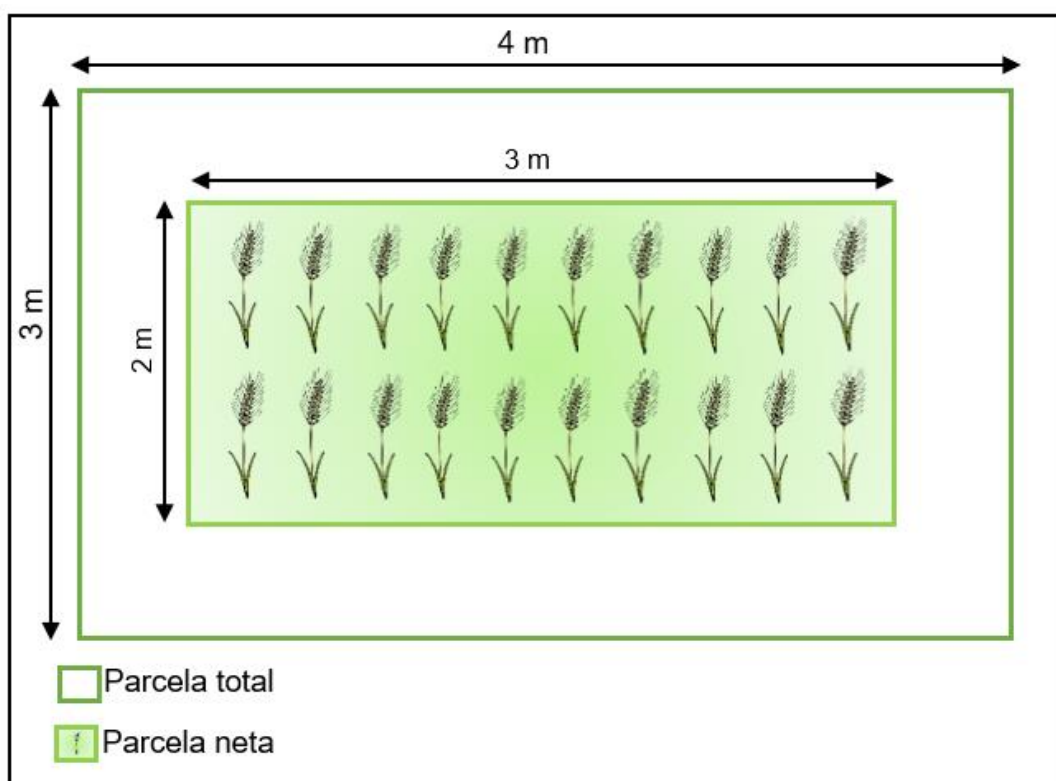
Tabla 11. Diseño experimental del ensayo

Diseño de bloques completo al azar	Dimensiones
Número de tratamientos	5
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	20
Área parcela neta	6m ² (3 m x 2 m)
Área parcela total	12 m ²
Área destinada del experimento	565,5 m ²
Área total del experimento	1000 m ²
Distancia entre caminos	1,50 cm

3.4.4. Diseño Gráfico de la parcela neta

En la figura 9 se presente la gráfica de la parcela total y la parcela neta del experimento, con sus respectivas dimensiones.

Figura 9. Diseño de la parcela neta



3.4.5 Tratamientos

En cuanto a los tratamientos colocados en cada repetición, en la tabla 12, se indica las dosis aplicadas por vía foliar, siendo así que para el tratamiento 1, se aplicó 1 Kg/ha de Diatomeas, para el tratamiento 2, se aplicó 2 Kg/ha de Diatomeas, en el tratamiento 3, se colocó 3 Kg/ha de Diatomeas, para el tratamiento 4 que fue de aplicación química con silicio inorgánico de producto Wayra aplicando 1kg/ha-1 y el tratamiento 5 no se hizo ninguna aplicación por ser el testigo.

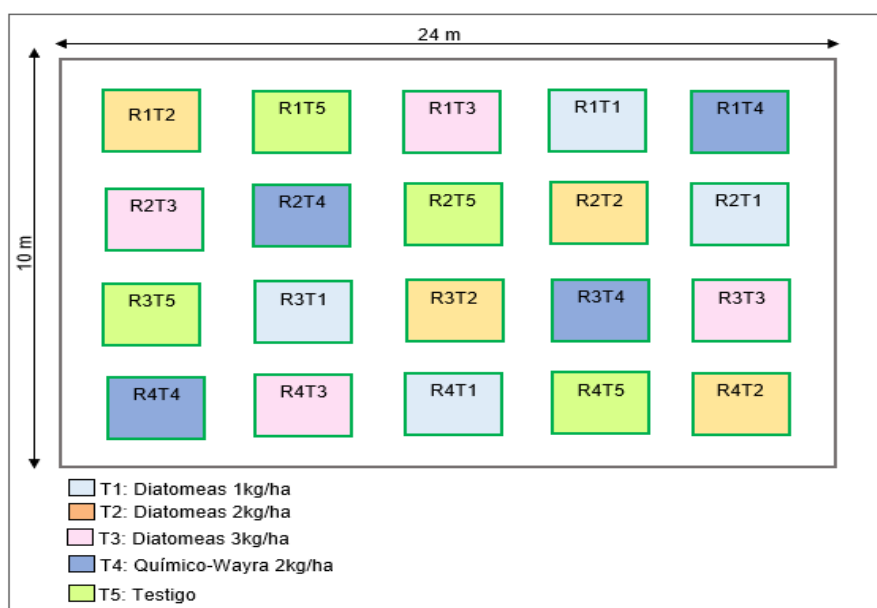
Tabla 12. Tratamientos con sus respectivas dosis de aplicación foliar

Tratamientos			
Aplicación Foliar			
N°	Producto	Dosis / ha	Aplicaciones
T1	Diatomeas	1 kg	2 veces al mes
T2	Diatomeas	2 kg	2 veces al mes
T3	Diatomeas	3 kg	2 veces al mes
T4	Químico - Wayra	2 kg	2 veces al mes
T5	Testigo	0	Sin aplicación

3.4.5.1. Esquema de los tratamientos del experimento

En la figura 10 se indica la distribución del diseño de bloques completamente al azar, con las respectivas repeticiones y tratamientos.

Figura 10. Diseño de distribución de los tratamientos



3.4.6. Variables en estudio

3.4.6.1. Variable Independiente

3.4.6.1.1. Diatomeas

Se aplicó el dióxido de silicio (SiO_2) vía foliar en 1Kg, 2 Kg y 3Kg en dosis de Diatomeas y 2kg/ha-1 en dosis de Wayra, siendo estos los tratamientos con sus respectivas repeticiones con una frecuencia de 2 veces mensuales durante todo el ciclo del cultivo.

3.4.6.2. Variables dependientes

3.4.6.2.1. Emergencia

Esta variable fue el resultado del conteo de las plántulas de un metro cuadrado del área neta a los 15 y 30 días después de la siembra para contrastar los conteos y ver posibles aumentos o disminución en la población de plántulas emergidas, ya que, según Molina et al., (2019) la implantación del cultivo de trigo, dependerá de la supervivencia durante el primer mes de vida de las plántulas, pues no todas las plántulas germinadas serán capaces de sobrevivir si su talluelo es de consistencia delicada y frágil (Figura 11). Los resultados del porcentaje de emergencia del ensayo fueron comparados con la escala propuesta por la guía del manejo tecnificado de Trigo de la Fao.

Figura 11. Cobertura del suelo en tres cultivos en 25%, 45% y 90%



Fuente: Ponce & Abad (2011)

3.4.6.2.2. Altura

Para los parámetros de características morfológicas de la planta como la altura se procedió a escoger 20 plantas completamente al azar de cada unidad experimental para señalarlas con un lazo distintivo color rojo. Las tomas de las muestras de altura

se las realizaron con la ayuda de un flexómetro en cm y se llevaron a cabo en los días 55, 90 y 180 días después de la siembra para dar cobertura a todo el periodo de crecimiento del trigo.

3.4.6.2.3. Diámetro del tallo

Se hizo la medición de esta variable con el pie de rey en las 20 plantas señaladas que se tomó al azar para registrar en la libreta de campo la medida de cada tallo en milímetros en los días 15, 40 y 80 después de la siembra.

3.4.6.2.4. Número de macollos

Se procedió a realizar el conteo de macollos de las 20 plantas señaladas previamente con el lazo rojo, cuando el cultivo entro en la etapa de Macollaje entre los días 35 a 45 en el área neta de cada parcela.

3.4.6.2.5. Número de hojas por macollo

La cantidad de hojas por planta se registró por conteo de hojas en cada macollo de las 20 plantas señaladas previamente con el lazo rojo, este conteo se lo realizó al empezar el periodo de espigamiento conforme lo recomendado por (Molina et al., 2019)

3.4.6.2.6. Longitud de la espiga

De las 20 plantas elegidas al azar de cada unidad experimental con el lazo rojo se midió con la cinta métrica la longitud de cada espiga de cada macollo para luego sacar promedios de cada unidad experimental. Este proceso se dio cuando el cultivo entró en la fase de madurez fisiológica. Esta medida se hizo desde el inicio del raquis hasta la espiguilla terminal.

3.4.6.2.7. Granos por espiga

Se cortó las espigas de cada macollo por planta seleccionada con la cinta roja de cada unidad experimental cuando el cultivo entró en la fase de madurez cercana a la cosecha, realizando una trilla manual para contabilizar el número de granos.

3.4.6.2.8. Control de Plagas

El control de plagas se procedió a hacerlo de manera física – manual, usando una lupa casera para determinar poblaciones de insectos en la planta, el control se lo hizo por metro cuadrado del área neta de cada unidad experimental, donde se encontró la presencia de pulgones (*Schizaphis graminum*), a lo cual se hizo un registro de plantas infectadas con presencia de plagas para contrastar los efectos del producto a largo plazo en la disminución de plantas infestadas. La revisión de las plagas se hizo a partir del día 30 donde se mostró mayor incidencia de las plagas hasta el día 90 del ensayo, con cuatro mediciones cada 15 días.

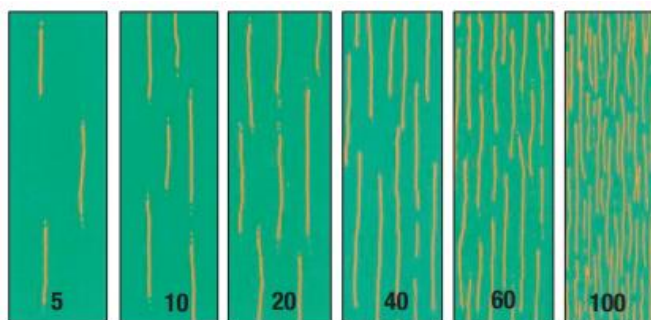
3.4.6.2.9. Control de Enfermedades

A nivel foliar se detectó la presencia de Roya Amarilla propia de la zona, para lo cual se ubicaron 20 plantas con la presencia de roya a nivel de toda la unidad experimental en cada una de las parcelas para anotar su nivel de infestación con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{Número de hojas enfermas}}{\text{Total de hojas}} \cdot 100$$

Para lo cual se procedió al conteo de hojas enfermas de cada macollo por planta y las hojas sanas para una sumatoria total de hojas de toda la planta y ver su nivel de infestación, este control se lo realizó dos veces durante todo el cultivo; en los días 60 y 120 respectivamente. Para la severidad del daño tisular dejado por la Roya amarilla solo se hizo una comparación visual con la escala de daño (Figura 12) otorgada por la guía de manejo del trigo de la FAO.

Figura 12. Escala diagramática del porcentaje de severidad en la roya amarilla



Fuente: Molina et al., (2019)

3.4.6.2.10. Producción de materia seca

En cada unidad experimental después del corte de cosecha se procedió a empacar en costales todas las plantas de la unidad experimental para pesar el contenido de materia seca en la báscula romana después de que las plantas hayan perdido el agua y se hallan secado al sol para su respectiva cosecha.

3.4.6.2.11. Rendimiento

Se procedió a trillar el trigo de forma manual y mecánica de cada una de las unidades experimentales para pesar en la báscula romana el grano obtenido, y a través de una fórmula matemática (regla de tres simple directa) se calculó el rendimiento de cada tratamiento por hectárea.

3.4.6.2.12. Análisis de laboratorio de porcentaje de silicio

Para el análisis de silicio en la materia seca se procedió a extraer muestras de cada unidad experimental de los tallos y hojas de la materia seca equivalentes a 250 gramos de muestra en fundas selladas con la respectiva etiqueta de ubicación, tratamiento y repetición, para su clara identificación. Estas muestras fueron enviadas 24 horas después que su respectiva toma a los laboratorios de la Facultad de Química y Farmacéutica de la Universidad Central del Ecuador donde el % de contenido de silicio foliar fue analizado por el método de extracción y colorimétrico. Sus resultados se demoraron en ser entregados dos meses y llegaron en forma de promedio de cada tratamiento.

3.4.6.2.13. Relación Costo Beneficio

El análisis económico se lo realizó en función de comparar los costos de producción de cada tratamiento versus al rendimiento en libras de grano producido por unidad experimental y su precio de venta al público. Para determinar la ganancia o pérdida por cada dólar invertido se procedió a la resta del precio de venta al público de las libras producidas por unidad experimental, el precio del costo de producción de cada libra, dejando como residuo la ganancia, que se procedió a proyectarla en forma de porcentaje en base al costo de producción.

3.5. Materiales empleados durante el ensayo

3.5.1. Materiales y Equipos

a. *Materiales de Campo*

Tabla 13. Implementos utilizados en el ensayo

Materiales e instrumentos de campo	
Semilla de trigo variedad INIAP- Imbabura 2014	Mochila de fumigar de 16 L
Letreros	Libreta de campo
Estacas	Esfero
Piolas	Cinta métrica
Azadón	Balanza eléctrica
Rastrillo	Báscula romana
Palancón	Sacos
Abonos (10-30-10, Triple 16, Nitrofoska Azul)	Hoz
Fertilizantes foliares (Diatomeas, Wayra)	Guantes
Fungicida (Tilt)	Overol y botas

b. *Materiales de Oficina*

Laptop Hp Core I5, Software Statistix, Qgis, Dron, calculadora científica, cámara de celular Xiaomi Redmi note 9.

3.5.2. Manejo del Ensayo y Procedimiento

a. Selección de Lote

Para escoger el lote para la implantación del ensayo se tomó en cuenta las directrices dadas por Ponce & Abad (2011) que indican que el terreno debe haber tenido un cultivo anterior de papa, con rico abonado y pendiente menor al 5%, con suelos no compactos y más bien sueltos, por lo que se procedió a dar dos manos de aradas y una de rastra a la extensión del ensayo en total.

Figura 13. Preparación del suelo



b. División de Parcelas o Unidades Experimentales

Tomando en cuenta lo descrito por el “Instructivo para la aprobación, ejecución y supervisión de ensayos de eficacia de plaguicidas y productos afines, de uso agrícola en Ecuador.” Se diseñó las parcelas para que tuvieran un área experimental de 12 metros cuadrados con caminos de separación de 50 centímetros siendo esto lo recomendado para ensayos a campo abierto. (Agrocalidad, 2017) A su vez cada parcela fue subdividida por metros cuadrados para una mejor siembra y control de resultados.

Figura 14. Delimitación de unidades experimentales



c. Análisis del suelo

Para el análisis de suelo se procedió a tomar de cada parcela un total de 50 gramos del centro de cada unidad a una profundidad de 30 centímetros, con un suelo húmedo a capacidad de campo, para enviar a hacer el análisis de suelo al laboratorio LABONORT ubicado en la avenida Jaime Roldós Aguilera a una cuadra del mercado mayorista de la ciudad de Ibarra. La muestra fue enviada de manera inmediata a la toma de la muestra.

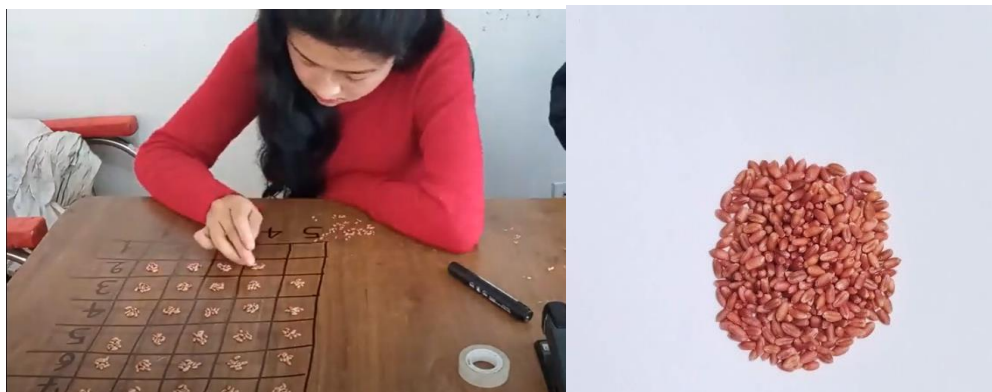
Figura 15. Entrega de muestras de suelo al laboratorio edáfico



d. Siembra

Para la siembra se contabilizó el número de granos necesarios por metro cuadrado, basándose en la recomendación de la ficha técnica de la variedad Imbabura- INIAP 2014, que recomienda aplicar 135 kg por hectárea que daría a un total de 299 aproximado a 300 semillas.

Figura 16. Conteo de semillas por cada m² para la siembra de cada unidad experimental



Para el abonamiento se tomó en cuenta que el rendimiento máximo de la zona del Carchi con 6 toneladas de grano por hectárea y las necesidades del cultivo mínimas que son de 30 kg de nitrógeno, 5 kg de óxido de fósforo, 19 Kilogramos de potasio, 3 kilogramos de calcio y 4 kilogramos de azufre por tonelada de grano producido por hectárea. Se hizo los cálculos para el abonado de suelo tomando en cuenta el suministro del suelo dado por el Análisis correspondiente a: 105 kg/ha-1 de Nitrógeno, 48,80 kg/ha-1 de óxido de fósforo (P₂O₅) y 32 kg/ha-1 de azufre para comparar con las necesidades del cultivo y realizar el plan de fertilización pertinente. Llevando a

cabo una fertilización de 2 sacos triple 16 y 2 de triple 15 más un saco de nitrofoska azul con presentación de 50 kg el saco para la hectárea como dosis de mantenimiento.

Figura 17. Abonado previo a la siembra



e. Labores Culturales

Las labores culturales de deshierbe se lo hizo de manera individual para evitar maltratar el cultivo e incidir en la emergencia de las plántulas de trigo. Esta labor se la realizó dos veces durante el segundo y tercer mes del cultivo de trigo.

Figura 18. Labores culturales- deshierbe y limpieza de caminos



f. Control fitosanitario

Se lo realizo durante todo el cultivo haciendo énfasis desde el día 30 después de la siembra hasta el día 90, tiempo en el cual hubo mayor incidencia de plagas y enfermedades fúngicas como la Roya amarilla y en cuanto a insectos se observaron colonias de pulgones y gusanos cortadores. Para el control final de roya se aplicó al finalizar los 90 días 200 ml de Tilt con componente activo de Propiconazole disueltos en 200 litros de agua por hectárea. Esta aplicación se la hizo al entrar en la fase de espigamiento para no afectar el estudio de la resistencia del trigo promovida por las Diatomeas que fueron el tema de estudio.

Figura 19. Control fitosanitario - Fúngico



g. Cosecha

La cosecha se realizó al día 190 del cultivo de trigo mediante un corte sobre los 10 centímetros del suelo de manera manual, y se procedió a empacar en costales con capacidad de 50 kg para luego hacer el pesaje de la materia seca y luego movilizar los costales hasta una máquina trilladora en Canchaguano, parroquia Montúfar para obtener el grano purificado y proceder de manera manual a su empacado y pesaje.

Figura 20. Cosecha del Trigo y empacado.



3.6. Análisis Estadístico

3.6.1. Población y muestra

Para elegir la muestra del presente trabajo experimental se tomó en cuenta los siguientes datos:

Tabla 14. Calculo para la población de muestra

Procedimiento para calcular la muestra del experimento para las características agronómicas (Número de macollos, Número de hojas, Altura, Longitud de espiga por macollos/ planta, Número de granos por espiga/planta)	
Nivel de confianza del experimento	95%
Porcentaje de Error permitido	5%
Población por Metro Cuadrado	300 plantas
Metros cuadrados de parcela neta	6 mts ²
Población total de parcela neta de las 20 Unidades experimentales	1800

Muestra arrojada por la fórmula estadística para selección de muestra sobre la población total de las parcelas netas de las 20 unidades experimentales	318 plantas
Número de plantas por Unidad experimental	16 plantas

Nota: Se procedió a tomar 4 plantas más para reducir error experimental, por lo que se trabajó con 20 plantas por parcela neta de cada unidad experimental.

3.6.2 Esquema del análisis estadístico

Se realizaron pruebas de análisis de varianza (ANOVA) y Tukey al 5% como se muestra en la tabla 15.

Tabla 15. Esquema de ANOVA

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	19
Tratamientos	4
Repeticiones	3
Error experimental	12

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

Para analizar los resultados de la presente investigación que cuenta con un modelo estadístico de DBCA, se empleó el análisis de la varianza para comparar los resultados obtenidos de cada tratamiento en sus diversas repeticiones. Estos resultados a su vez fueron sometidos a la prueba de significancia estadística para determinar posibles diferencias.

4.1.1. Emergencia

4.1.1.1 Porcentaje de emergencia 15 y 30 días después de la siembra.

En la tabla 16 indica el análisis de la varianza ANOVA para la variable de emergencia en la cual manifestó un p -valor mayor de 0,0914 mayor al nivel de significancia de prueba del p-valor de 0,05, lo que indica que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos para la emergencia en el día 15, y a su vez también el p-valor de 0,05 para el día 30 fue menor, con un valor de 0,0094 lo que indica que hubo diferencia significativa en el porcentaje de plántulas sobrevivientes al primer mes de germinación, lo que indica que si hubo un efecto de las dosis de Diatomeas en la conservación de las plántulas hasta la entrada el periodo de macollamiento.

Tabla 16. Análisis de varianza para la variable de emergencia

		15 dds	30dds
F. V	G. L	p-valor	p-valor
Bloques	3		
Tratamiento	4	0,0914 ns	0,0094*
Error	12		
Total	19		
Media (%)		76%	71%
C.V (%)		1,74	2,49

Al haber significancia para el día en 30 se aplicó la prueba de Tukey al 5% como se puede observar en la tabla 17, para categorizar los promedios de los porcentajes de plántulas sobrevivientes hasta principios de la etapa de macollamiento donde se encontraron tres grupos correspondientes a A, AB Y B donde A representa los mejores

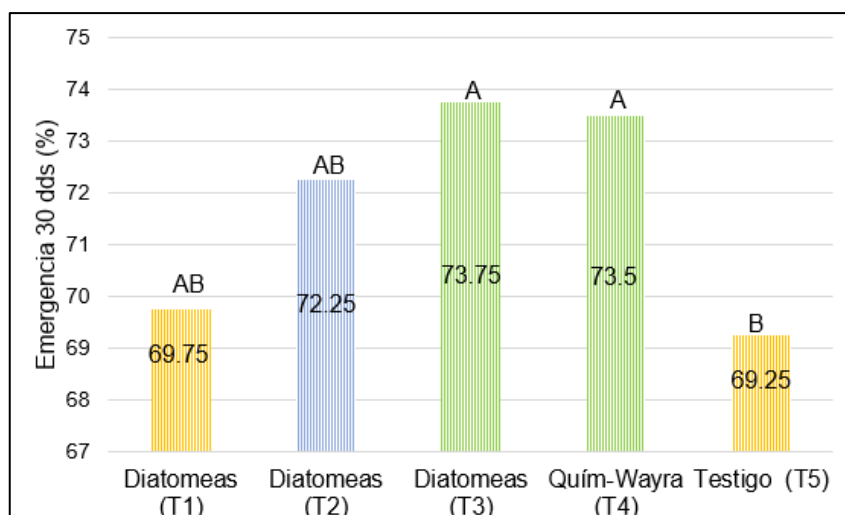
resultados con mayor número de plántulas emergidas, mientras que la categoría B representa a los tratamientos que tuvieron mayor pérdida de plántulas en el primer mes del cultivo.

Tabla 17. Prueba de Tukey para la variable de emergencia a los 30 dds

Tratamientos	Medias	Rangos
T3: Químico-Wayra	73,75%	A
T4: Diatomeas-3kg/ha	73,50%	A
T2: Diatomeas-2kg/ha	72,25%	AB
T1: Diatomeas-1kg/ha	69,75%	AB
T5: Testigo	69,25%	B

Por tanto, se procedió a realizar una gráfica de barras de la figura 21 para la interpretación de la prueba Tukey donde se indica que los mejores tratamientos para la supervivencia de plántulas en el primer mes del cultivo corresponden a los Tratamientos T3 y T4 con un porcentaje promedio de emergencia del 73,75% y del 73,50% respectivamente.

Figura 21. Porcentaje post- emergencia a los 30 días



4.1.2. Altura de planta

Para la variable altura se procedió a tomar las medidas en los días 55, 77 y 180 después de la siembra ya que según la escala de Zadoks es cuando el cultivo experimenta un incremento de su longitud. Estas medidas fueron tomadas de 20 plantas seleccionadas al azar de cada unidad experimental para su posterior análisis

estadístico con ANOVA (Tabla 18) el cual arrojó diferencias significativas con un p-valor mayor a 0,05 para todos los días de medición con un p-valor de 0,0208 para el día 55, un p-valor de 0,0059 para el día 77 y un p-valor de 0,0037 para el día 180.

Tabla 18. Análisis de varianza para la variable de altura de planta

		55 dds	77 dds	180 dds
F. V	G. L	p-valor	p-valor	p-valor
Bloques	3			
Tratamiento	4	0,0208*	0,0059*	0,0037*
Error	12			
Total	19			
Media (cm)		50,40	89,50	104,15
C.V (%)		1,70	0,71	0,68

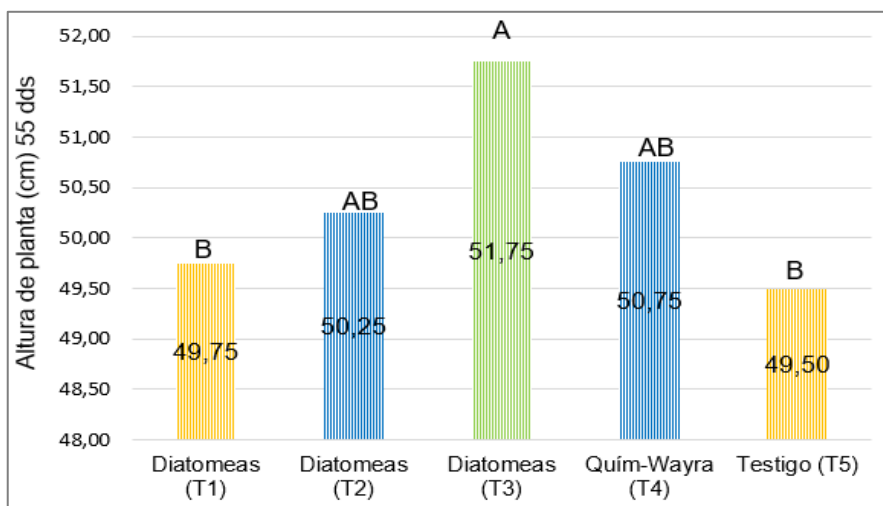
Al haber diferencias significativas para cada día de medición se llevó a cabo el análisis de comparación estadística de Tukey al 5% (Tabla 19) para cada una de las mediciones lo cual arrojó tres categorías donde los tratamientos T3 (Diatomeas 3kg/ha-1/200lt) obtuvo un mejor promedio en la altura en los días 55, 77 y 180, mientras que por debajo de ella se encuentran el T4 (Wayra 2kg/ha-1/200lt) y el T2 (Diatomeas de 2kg/ha-1/200 litros).

Tabla 19. Prueba de Tukey para la variable de altura de planta a los 55, 77 y 180 dds

Tratamientos	55 dds		77 dds		180 dds	
	Media (cm)	Rangos	Media (cm)	Rangos	Media (cm)	Rangos
T1: Diatomeas-1kg/ha	49,75	B	89,00	B	103,25	B
T2: Diatomeas-2kg/ha	50,25	AB	89,25	B	104,00	AB
T3: Diatomeas-3kg/ha	51,75	A	90,75	A	105,25	A
T4: Químico-Wayra	50,75	AB	89,75	AB	105,00	A
T5: Testigo	49,50	B	88,75	B	103,25	B

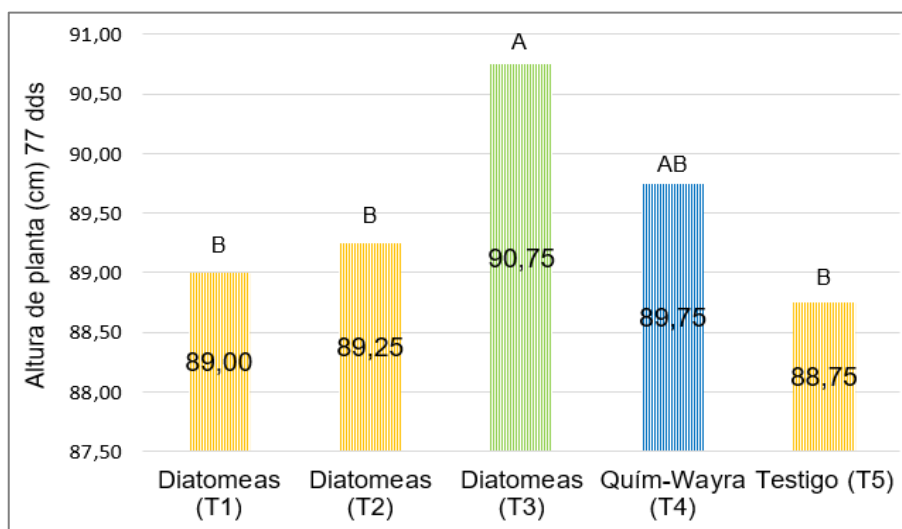
Para una mejor visualización del crecimiento del tallo de la planta se realizó las siguientes gráficas de barras comparativas donde se puede apreciar en la figura 22 donde se puede apreciar que en el día 55, el tratamiento con resultado favorable es el T3 que muestra el mejor promedio de altura, mientras que el T1 muestra una altura de una media de 49,75, casi igual al tratamiento absoluto T5 con una media de 49,50 cm, con resultados desfavorables.

Figura 22. Altura de la planta a los 55 días



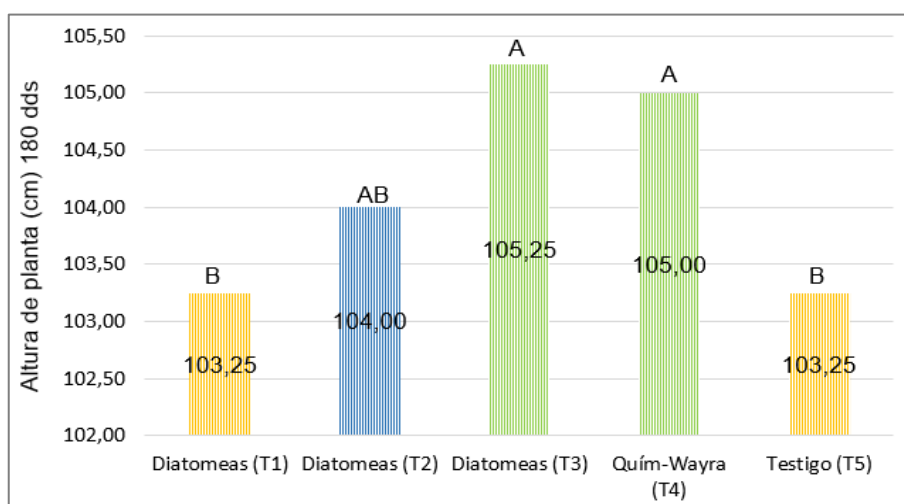
Para las mediciones del día 77, se obtuvo la siguiente gráfica, donde se observa en la figura 23 que el mejor tratamiento es el T3 con una media de 90,75 cm, mientras que los tratamientos T1 con una media de 89 cm, T2 con una media de 89,25 cm y T5 media de 88,75 cm teniendo resultados desfavorables de una menor altura.

Figura 23. Altura de la planta a los 77 días



Para la altura del trigo al final (figura 24) del desarrollo se presentó tres categorías A, AB y B donde la mejor categoría es la A y corresponden al tratamiento T3 con dosis de 3 kg/ha-1/200lt de Diatomeas y al tratamiento químico T4 con dosis de 2kg/ha-1/200lt de Wayra. Los tratamientos con un promedio bajo en altura fueron el T1 con dosis de 1kg/ha-1/200lt y el absoluto con un promedio igual de alturas entre ellos.

Figura 24. Altura de la planta a los 180 días



4.1.3. Diámetro del tallo

En el análisis de varianza ANOVA, en la tabla 20 se puede observar que para la variable de diámetro de tallo en la planta el p -valor 0,2407 y 0,1279 es mayor en los días 15 y 40 después de la siembra con una media de 0,6508 mm, 3,2091 mm, mientras que para el día 80 el p-valor es menor con 0,0002 al nivel de significancia de 0,05, lo que indica que hay una diferencia significativa con una media de 5,0104 mm.

Tabla 20. Análisis de varianza para la variable de diámetro del tallo

		15 dds	40 dds	80 dds
F. V	G. L	p-valor	p-valor	p-valor
Bloques	3			
Tratamiento	4	0,2407 ns	0,1279 ns	0,0002*
Error	12			
Total	19			
Media (mm)		0,6508	3,2091	5,0104
C.V (%)		2,84	2,78	1,06

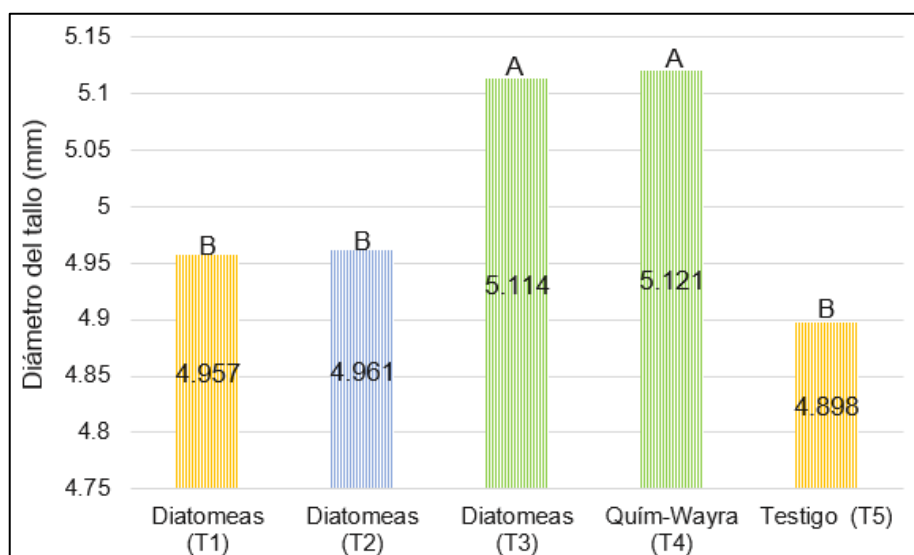
Se hizo una prueba de Tukey al 5% para el día 80 después de la siembra, en la tabla 21 se muestra las diferencias significativas, donde se tiene dos rangos, de los cuales el T4 y el T3 con una media de 5,121 mm y 5,114 mm, obtuvieron los mejores resultados para el diámetro de tallo en las plantas de trigo, por otra parte, en los tratamientos T2, T1 y T5 se tienen resultados desfavorables con medias de 4,961 mm, 4,957 y 4,898 mm.

Tabla 21. Prueba de Tukey para la variable de diámetro de tallo a los 80 dds

Tratamientos	Medias (mm)	Rangos
T4: Químico-Wayra	5,121	A
T3: Diatomeas-3kg/ha	5,114	A
T2: Diatomeas-2kg/ha	4,961	B
T1: Diatomeas-1kg/ha	4,957	B
T5: Testigo	4,898	B

En la siguiente gráfica de barras (figura 25) se puede observar los tratamientos que tuvieron medidas superiores de acuerdo al diámetro de tallo como el T4 y T3, así también se indican los tratamientos como el T2, T1 y T5 que obtuvieron menor diámetro de tallo.

Figura 25. Diámetro del tallo al día 80 dds



4.1. 4. Número de macollos

En la tabla 22 se puede observar el análisis de varianza ANOVA para la variable de macollos por planta, en el cual, el p -valor tiene un valor de 0,6420 mayor al p-valor de 0,05, lo que indica que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos. El promedio de macollos por planta fue de 3 con un rango de macollos de 2 a 4 macollos por planta para cada tratamiento sin distinción entre ellos.

Tabla 22. Análisis de varianza para la variable de número de macollos

Fuentes	GL	SC	CM	F	P
Bloques	3	0,00108	0,00036		
Tratamiento	4	0,02228	0,00557	0,64	0,6420 ns
Error	12	0,10392	0,00866		
Total	19	0,12728			
Media		3			
C.V (%)		3,05			

4.1.5. Número de hojas

En el análisis de varianza para la variable de número de hojas verdes, en la tabla 23 se puede determinar que existe diferencias significativas del valor de $p < 0,0000$ es menor al nivel de significación de la prueba ($\alpha = 0,05$) entre tratamientos, con un coeficiente de variación de 11,68%, indicando que el ensayo se hizo adecuadamente con una media de 13 hojas en cada macollo por planta.

Tabla 23. Análisis de varianza para la variable de número de hojas

Fuentes	GL	SC	CM	F	P
Bloques	3	3,400	1,1333		
Tratamiento	4	172,300	43,0750	18,40	0,0000*
Error	12	28,100	2,3417		
Total	19	203,800			
Media		13,10			
C.V (%)		11,68			

A continuación, en la tabla 24 se observa que se obtuvo diferencias significativas en los resultados obtenidos, en la cual se realizó una prueba de Tukey al 5%, donde se

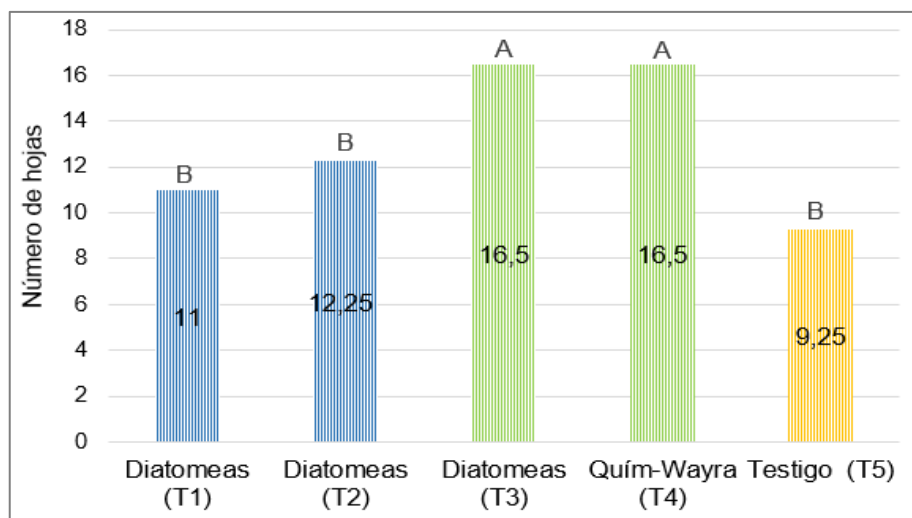
tiene como mejores tratamientos para la variable de número de hojas verdes en, T3 y T4 con una media de 16 hojas, siendo así que los tratamientos con resultados poco favorables fueron T1, T2 y T5.

Tabla 24. Prueba de Tukey para la variable de número de hojas

Tratamientos	Medias	Rangos
T3: Diatomeas-3kg/ha	16,50	A
T4: Químico-Wayra	16,50	A
T2: Diatomeas-2kg/ha	12,25	B
T1: Diatomeas-1kg/ha	11,00	B
T5: Testigo	9,25	B

En la gráfica de barras que se presenta a continuación, en la figura 26 para la variable de número de hojas verdes, se indica como mejores tratamientos al T3 y T4 con mayor número de hojas, mientras que los tratamientos T1, T2 y T5 produjeron menor número de hojas.

Figura 26. Conteo del número de hojas, día 80 dds



4.1.6. Longitud de espiga

En el análisis de varianza correspondiente a la variable de longitud de espiga en la tabla 25, se observa que el valor de $p > 0,6833$ es mayor al nivel de significancia de la prueba ($\alpha = 0,05$) entre tratamientos, por lo tanto, se demuestra que no hay diferencias significativas entre tratamientos, el coeficiente de variación (CV) para esta variable es de 6,25% con una media de 11,10 cm.

Tabla 25. Análisis de varianza para la variable de longitud de espiga

Fuentes	GL	SC	CM	F	P
Bloques	3	0,25200	0,08400		
Tratamiento	4	1,11500	0,27875	0,58	0,6833 ns
Error	12	5,77300	0,48108		
Total	19	7,14000			
Media		11,10			
C.V (%)		6,25			

4.1.7. Granos por espiga

En la tabla 26, se puede apreciar que existen diferencias significativas debido a que el valor $p < 0,0273$ es menor al nivel de significación de la prueba ($\alpha=0,05$) entre los tratamientos aplicados del experimento en campo, con un coeficiente de variación de 7,89% y una media de 58,45 granos por espiga.

Tabla 26. Análisis de varianza para la variable de granos por espiga

Fuentes	GL	SC	CM	F	P
Bloques	3	389,866	129,955		
Tratamiento	4	341,035	85,259	4,01	0,0273*
Error	12	255,209	21,267		
Total	19	986,110			
Media		58,45			
C.V (%)		7,89			

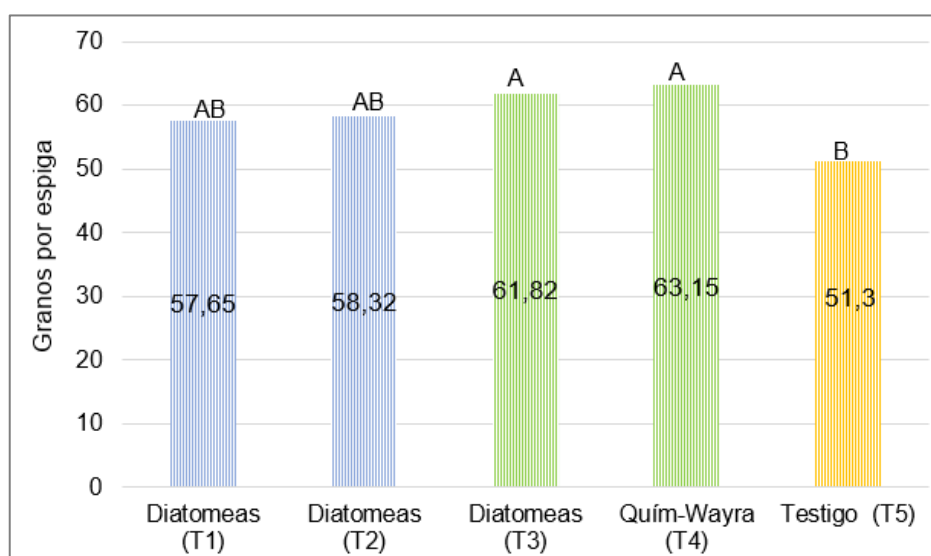
Al obtener diferencias significativas se aplicó la prueba de Tukey para la variable de granos por espiga, como se observa en la tabla 27, en la cual se indica que el T4 con 63,15 y T3 con 61,15, obtuvieron mejores resultados. Por otra parte, el tratamiento que tuvo resultados por debajo de los demás tratamientos fue el T5 con 51,30.

Tabla 27. Prueba de Tukey para la variable de granos por espiga

Tratamientos	Medias	Rangos
T4: Químico-Wayra	63,15	A
T3: Diatomeas-3kg/ha	61,82	A
T2: Diatomeas-2kg/ha	58,32	AB
T1: Diatomeas-1kg/ha	57,65	AB
T5: Testigo	51,30	B

Se realizó una gráfica de barras para la variable de granos por espiga (figura 27) en la cual se puede apreciar como mejores tratamientos al T4 con 63,15 y T3 con 61,82, en cuanto a T2 y T1 se muestra que tienen valores similares de una media de 58,32 y 57,65 sin presentar diferencia significativa, mientras que el tratamiento desfavorable fue T5 con una media de 51,3.

Figura 27. Granos por espiga.



4.1.8. Plagas y Enfermedades

4.1.8.1. Infestación del Pulgón verde (*Schizaphis graminum*)

Para la variable de incidencia del pulgón verde se observa en la tabla 28, que en el análisis estadístico del ANOVA existe un p-valor menor de 0,0360, 0,0062, 0,0000, 0,0009, 0,0000 para los días 30, 45, 60, 75 y 90 después de la siembra, lo que indica que durante todo el proceso de crecimiento del cultivo existieron plantas con presencia

de pequeñas colonias de pulgones verdes en sus hojas, obteniendo los siguientes resultados del análisis de los promedios de las plantas afectadas.

Tabla 28. Análisis de varianza para la Incidencia del Pulgón verde (*Schizaphis graminum*)

		30 dds	45 dds	60 dds	75 dds	90 dds
F.V	G.L	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor
Bloques	3					
Tratamiento	4	0,0360*	0,0062*	0,0000*	0,0009*	0,0000*
Error	12					
Total	19					
Media		16,00	14,20	11,80	10,10	8,35
C.V (%)		23,49	18,58	16,54	19,72	24,91

A continuación, se presenta en la tabla 29 la prueba de Tukey al 5% para la incidencia en el pulgón verde, para el día 30 donde se indican tres rangos, de los cuales el T4 tiene una media de 10,75 de las plantas afectadas, mientras que el T5 presenta resultados desfavorables con una media de 19,50 de plantas afectadas por esta plaga. Así también para el día 45 se tienen resultados positivos en el T3 y T4 con medias de 11,00 y 11,25, por otra parte, el T5 y T1 son los más afectados por el pulgón verde con una media de 17,75 y 17,50. Para el día 60 los tratamientos menos afectados fueron T4 y T3 con una media de 6,75 y 7,50, siendo así que los resultados desfavorables se lo obtuvieron en el tratamiento T1 con una media de 18,75.

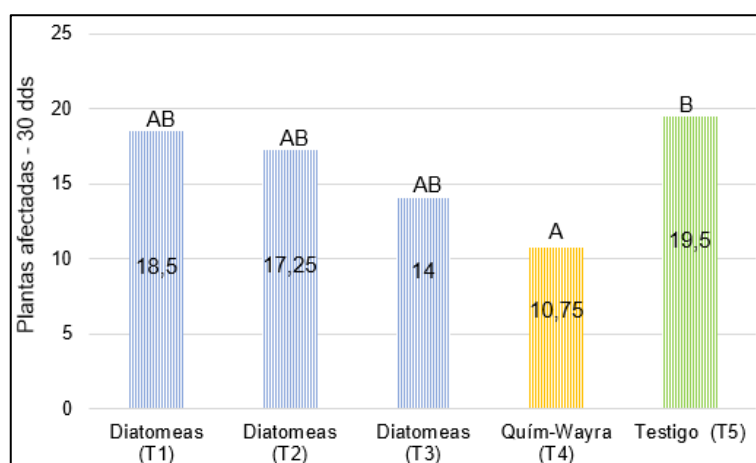
En el día 75 después de la siembra se obtuvieron 4 rangos de significancia, de los cuales se puede observar que los mejores tratamientos fueron T3 y T4 con una media de 3,75 y 5,50 de plantas libres de pulgón verde, por otro lado, el tratamiento con resultado desfavorable fue T5 con una media de 17,25 plantas afectadas. En cuanto al día 90 se tienen 2 rangos de significancia, donde se muestra que los tratamientos menos afectados fueron el T4, T3, T2 con una media de 1,00, 1,00, 5,50, mientras que los tratamientos más afectados para este día fueron T5 y T1 con una media de 19,25 y 15,00 de plantas afectadas.

Tabla 29. Prueba de Tukey para la incidencia de pulgón verde (*Schizaphis graminum*)

Tratamientos	30	45	60	75	90
	Media				
T1: Diatomeas- 1kg/ha	18,50AB	17,50B	18,75BC	16,50BC	15,00B
T2: Diatomeas- 2kg/ha	17,25AB	13,50AB	11,00AB	7,50AB	5,50A
T3: Diatomeas- 3kg/ha	14,00AB	11,00A	7,50A	3,75A	1,00A
T4: Químico-Wayra	10,75A	11,25A	6,75A	5,50A	1,00A
T5: Testigo	19,50B	17,75B	15,00C	17,25C	19,25B

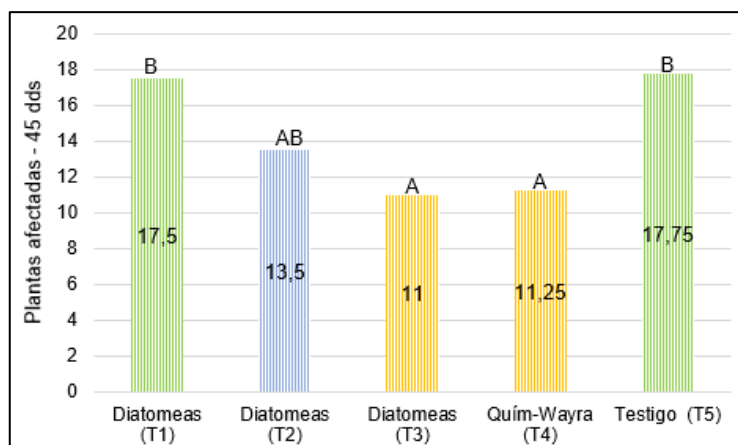
Se realizó una gráfica de barras (figura 28), en la cual se representa el mejor tratamiento que fue el T4 menos afectado para el día 30, así también el tratamiento más afectado fue el testigo.

Figura 28. Plantas afectadas con pulgón verde (*Schizaphis graminum*) a los 30 días



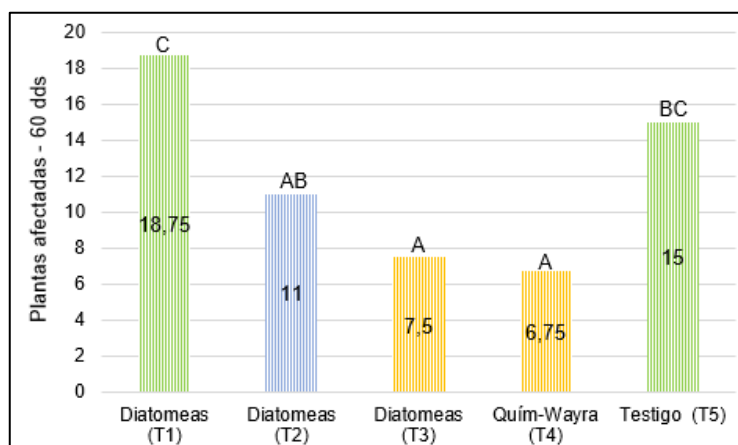
Para el día 45, como se puede ver en la gráfica de barras (figura 29) los tratamientos con menor número de plantas afectadas fueron T3 y T4, mientras que el T5 y T1 tuvieron más afectación en las plantas.

Figura 29. Plantas afectadas con pulgón verde (*Schizaphis graminum*) a los 45 días



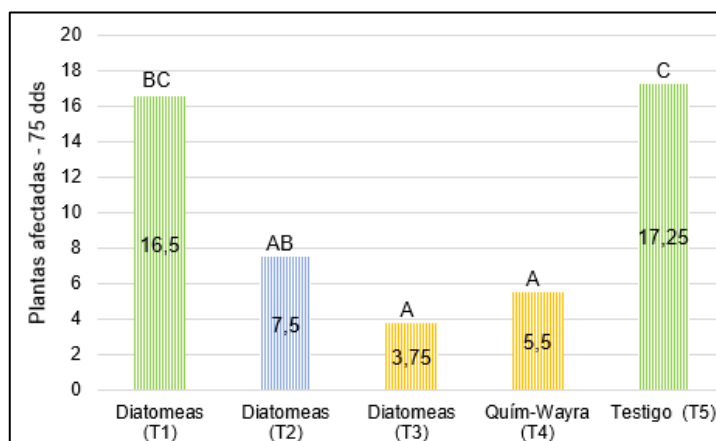
En el día 60 en la figura 30 se puede apreciar los tratamientos menos afectados como el T4 y T3, así también los resultados desfavorables lo obtuvieron el tratamiento T1.

Figura 30. Plantas afectadas con pulgón verde (*Schizaphis graminum*) a los 60 dds



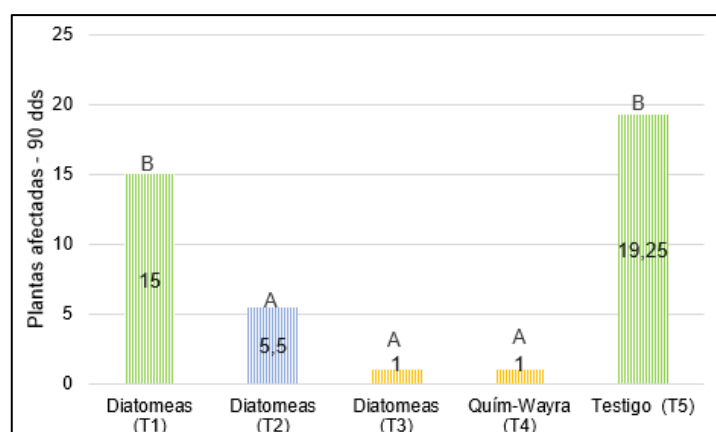
En la siguiente gráfica de barras (figura 31), se puede observar que en los tratamientos T4 y T3 tienen menos plantas afectadas que en el Testigo que fue el tratamiento más afectado.

Figura 31. Plantas afectadas con pulgón verde (*Schizaphis graminum*) a los 75 días.



En la gráfica de barras de la figura 32 se muestra los tratamientos con resultados favorables que fueron el T4, T3, T2, mientras que los tratamientos con plantas más afectadas fueron T5 y T1.

Figura 32. Plantas afectadas con pulgón verde (*Schizaphis graminum*) a los 90 días.



4.1.8.2. Incidencia de Roya amarilla (*Puccinia striiformis*)

En el análisis de varianza ANOVA para la incidencia de roya amarilla (*Puccinia striiformis*) en hojas afectadas por planta, en la tabla 30 se observa diferencias significativas, debido a que el valor $p < 0,0009$ menor al nivel de significación de la prueba ($\alpha=0,05$), se tiene una media de 56,40 % de Incidencia en roya amarilla y su coeficiente de varianza es 13,22%.

En cuanto a la severidad de la roya amarilla en el último día de medición estuvo en la escala de leve a moderado en todas las unidades experimentales por lo que se procedió a un control de roya preventivo con Tilt.

Tabla 30. Análisis de varianza para la incidencia de roya amarilla (*Puccinia striiformis*)

Fuentes	GL	SC	CM	F	P
Bloques	3	0,01800	0,00600		
Tratamiento	4	0,21998	0,05500	9,89	0,0009*
Error	12	0,06670	0,00556		
Total	19	0,30468			
Media (%)		56,40			
C.V (%)		13,22			

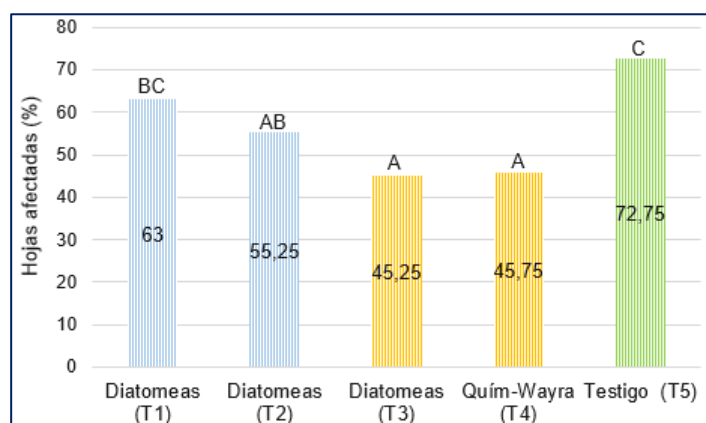
En la tabla 31 se muestra la prueba de Tukey al 5% realizada para la variable de incidencia de roya amarilla, donde se indica cuatro rangos, de los cuales, los mejores tratamientos con menor afectación son T3 y T4 con medias de, 45,25% y 45,75%, por otra parte, el tratamiento con mayor afectación fue el T5 con una media de 72,75.

Tabla 31. Prueba de Tukey para la incidencia de roya amarilla (*Puccinia striiformis*)

Tratamiento	Media (%)	Rangos
T3: Diatomeas-3Kg/ha	45,25	A
T4: Químico-Wayra	45,75	A
T2: Diatomeas-2kg/ha	55,25	AB
T1: Diatomeas-1Kg/ha	63,00	BC
T5: Testigo	72,75	C

Se puede observar en la gráfica de barras (figura 33), que los tratamientos T3 y T4 tienen resultados favorables debido a que presentaron una menor afectación de la enfermedad, mientras que el T5 tuvo mayor afectación.

Figura 33. Hojas afectadas por la Roja amarilla (*Puccinia striiformis* f).



4.1.9. Materia seca

En la tabla 32 se puede observar el análisis de varianza de la variable de materia seca, en la cual, el valor de $p > 0,5925$ es mayor al nivel de significancia de la prueba ($\alpha=0,05$) entre tratamientos, por lo tanto, se demuestra que no hay diferencias significativas entre tratamientos, el coeficiente de variación (CV) para esta variable es de 14,00% con una media de 21,22 en Kg.

Tabla 32. Análisis de varianza para la variable de la materia seca

Fuentes	GL	SC	CM	F	P
Bloques	3	17,237	5,74583		
Tratamiento	4	25,550	6,38750	0,72	0,5925 ns
Error	12	105,950	8,822917		
Total	19	148,737			
Media (kg)		21,22			
C.V (%)		14,00			

4.1.10. Rendimiento por hectárea

En el análisis de la varianza ANOVA de la tabla 33, para la variable de rendimiento (Tabla 33), el p -valor tiene un valor de 0,0096 menor al p-valor ($\alpha=0,05$) del nivel de significancia, lo que indica que hay diferencia significativa entre los tratamientos. Por lo cual la media es de 5458,3 Kg, mientras que el coeficiente de variación es de 18,26%

Tabla 33. Análisis de varianza para la variable de rendimiento

Fuentes	GL	SC	CM	F	P
Bloques	3	7256936	2418979		
Tratamiento	4	7135356	5438365	5,47	0,0096*
Error	12	7056928	993924		
Total	19	7046920			
Media (%)		5458,3			
C.V (%)		18,26			

En la tabla 34 se puede observar la prueba de Tukey al 5% realizada para la variable de rendimiento por hectárea, donde se indica cuatro rangos, de los cuales, el mejor tratamiento con un buen rendimiento por hectárea es el T4 con una media de 7083,3

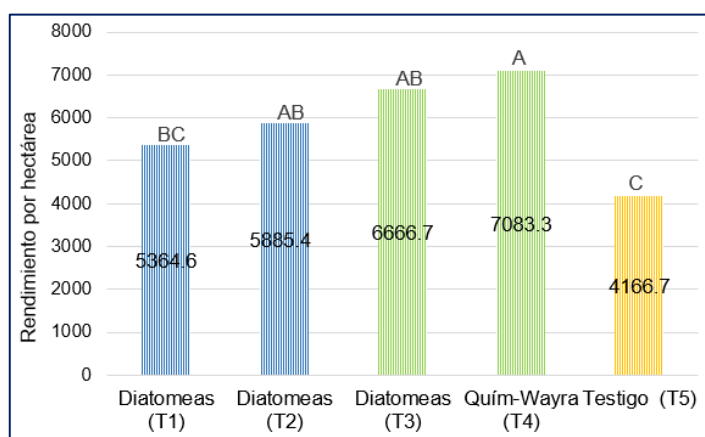
Kg, mientras que el tratamiento con bajo rendimiento es el T5 con una media de 4166,7 Kg.

Tabla 34. Prueba de Tukey para la variable de rendimiento por hectárea

Tratamientos	Medias (Kg)	Rangos
T4: Químico-Wayra	7083,3	A
T3: Diatomeas-3kg/ha	6666,7	AB
T2: Diatomeas-2kg/ha	5885,4	AB
T1: Diatomeas-1kg/ha	5364,6	BC
T5: Testigo	4166,7	C

En el gráfico de barras de la figura 34, se puede observar que el mejor tratamiento en rendimiento por hectárea es el T4, mientras que el Testigo tiene un rendimiento bajo por hectárea.

Figura 34. Porcentaje de silicio foliar



4.1.11. Porcentaje de silicio

En la tabla 34, se puede visualizar el análisis de varianza para la variable de porcentaje de silicio en las plantas, donde hubo una diferencia significativa con una media de 0,13 % y con un coeficiente de variación del 18,295.

Tabla 35. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de silicio

Fuentes	GL	SC	CM	F	P
Bloques	3	0,00117	0,00039		
Tratamiento	4	0,06176	0,01544	26,84	0,0000*
Error	12	0,00690	0,00058		
Total	19	0,06984			
Media (%)		0,13			
C.V (%)		18,29			

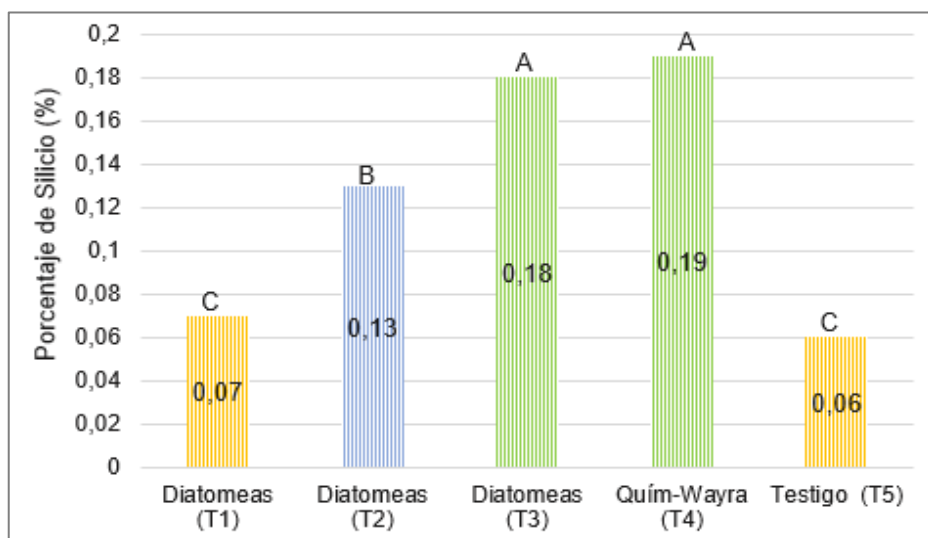
Se realizó una prueba de Tukey al 5%, en la cual indica que los tratamientos con alto porcentaje de silicio como se aprecia en la tabla 35 que fueron el T4 y T3 con medias de 0,19% y 0,18%, debido a las dosis aplicadas que en el caso del tratamiento químico con Wayra de 2kg/ha-1, la concentración de silicio fue de 98%, y para el T3 con Diatomeas fue con silicio al 73,60% con aplicación de 3 kg/ha, mientras que los tratamientos con menor porcentaje de silicio fueron el T1 y T5, con una media de 0,076% y 0,062%.

Tabla 36. Prueba de Tukey para la variable de porcentaje de silicio

Tratamientos	Medias (%)	Rangos
T4: Químico-Wayra	0,196	A
T3: Diatomeas-3kg/ha	0,189	A
T2: Diatomeas-2kg/ha	0,132	B
T1: Diatomeas-1kg/ha	0,076	C
T5: Testigo	0,062	C

En la siguiente gráfica de barras (figura 35), se muestra los tratamientos con mejores resultados en cuanto a la variable de porcentaje de silicio, como son el T4 y T3, así también los tratamientos con resultados favorables fueron el T1 y T5.

Figura 35. Porcentaje de silicio foliar



4.1.12. Relación costo beneficio

En la tabla 38, se observa el rendimiento de los cinco tratamientos, los kilogramos en 48 m² de cada uno de los tratamientos de las cuatro repeticiones, así también se muestra la perspectiva para la hectárea en kilos con su respectivo costo de los diferentes tratamientos. Por ello, el tratamiento más rentable es el T4 con aplicación de SiO₂ de Wayra con una concentración al 98%, en el cual se tiene un precio de producción por hectárea de \$3,329.17y una ganancia de \$2,117.18, siendo así que el costo beneficio es de 1,75, que indica que por cada dólar invertido se recupera 1,75 USD. Así también en segundo lugar en cuanto a rentabilidad se tiene el tratamiento 3 con aplicación de SiO₂ de Diatomeas con concentración al 73,60% en el cual se tiene un precio de producción por hectárea de \$3,133.33 y una ganancia de \$1,796.86, siendo así que el costo beneficio es de 1,34, que indica que por cada dólar invertido se recupera 1,34 USD.

Tabla 37. Cuadro del costo/beneficio de los tratamientos en estudio

Tratamiento	Total en 48 m ² sumatoria 4 repeticiones (Kg)	Costo dólares (USD) de tratamiento por hectárea	Kilos producidos por hectárea	Precio de venta público al Kilo por en dólares (USD)	Precio de la Producción por hectárea en dólares (USD)	Ganancia por hectárea en dólares (USD)	Costo - Beneficio
T1: Diatomeas-baja 1kg/ha	25.75	\$1,169.72	5364.58	\$0.47	\$2,521.35	\$1,351.63	1.16
T2: Diatomeas-media 2kg/ha	28.25	\$1,214.06	5885.42	\$0.47	\$2,766.15	\$1,552.09	1.28
T3: Diatomeas-alta 3kg/ha	32	\$1,336.47	6666.67	\$0.47	\$3,133.33	\$1,796.86	1.34
T4: Químico-Wayra 2kg/ha	34	\$1,211.99	7083.33	\$0.47	\$3,329.17	\$2,117.18	1.75
T5: Testigo	20	\$922.77	4166.67	\$0.47	\$1,958.33	\$1,035.56	1.12

4.2. DISCUSIÓN

Este estudio tenía el propósito de mejorar el comportamiento agronómico, entendiéndose como comportamiento al mejoramiento de los componentes agrónomos de la planta como la resistencia de las plántulas emergidas después de 30 días post siembra, engrosamiento del tallo durante todo el periodo de vida del cultivo, alturas alcanzadas en diferentes fases de crecimiento, sobrevivencia de hojas en edad de espigamiento, longitud de espiga, número de granos por espiga, tasa de incidencia del pulgón verde en las plantas, porcentaje de incidencia y severidad de la roya en las hojas y rendimiento del cultivo del trigo a corto plazo con el uso de diferentes dosis de Silicio procedente del fertilizante Diatomeas con concentración del 73,6% de origen orgánico y el fertilizante Wayra con concentración de SiO₂ al 98% de origen químico.

Esta evaluación se realizó usando la referencia de varias Guías certificadas de estudio sobre el trigo, y a su vez se hizo utilizando los parámetros del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP para la evaluación de cereales, por lo que durante todo el proceso del cultivo se procedió a tomar datos de cada uno de las variables aquí expuestas y se procedió a cuantificarlas mediante los análisis estadísticos de ANOVA Factorial aplicado sobre un DBCA.

Para la variable post emergencia se tomó la medida inicial a los 15 días después de la siembra, porque, para Carrasco et al.,(2009) indica que en este periodo es donde las semillas han alcanzado su mayor emergencia y se pueden visualizar las plántulas que se desarrollaran durante todo el tiempo del cultivo mismas que durante el primer mes dependerán de la calidad de semilla pues su nutrición inicial dependerá de la reserva energética del almidón contenido en la semilla por lo que los talluelos de la plántula son en esta época frágiles ante los factores bióticos o abióticos que le pueden generar estrés y por tanto ocasionar muerte de la plántula.

No obstante al aplicar las dosis de Silicio foliar al día 15 se evidenció que el porcentaje de emergencia varió de manera decreciente para el día 30 después de la siembra, donde la reducción afectó a cada tratamiento pero fue menor para las aplicaciones foliares del Tratamiento 3 de Diatomeas al 73,6% con dosis de 3 kg/ha-1/200Lt y del

Tratamiento 4 con dosis foliar de Wayra al 98% con una dosis de 2kg/ha-1/200Lt con resultados equivalentes a una pérdida inferior al 10% del total de plántulas emergidas. Lo cual concuerda con lo expuesto por (Carmona & Solórzano, 2018) en su estudio titulado “Aplicación de Silicio en el desarrollo y rendimiento de arroz variedad DICTA Playitas” usando tres diferentes dosis de silicio foliar” donde indica que la aplicación foliar con Silicio en dosis superiores a los 2kg/ha-1/200Lt promueven mayor robustez en los talluelos de la plántula permitiendo una mayor resistencia de los mismos a factores de estrés que comprometan su estructura anatómica vegetal.

De igual manera para las variables de diámetro del tallo y la altura se evidenció que durante todo el crecimiento del cultivo, la planta de trigo fue desarrollando un diámetro de mayor calibre y una altura superior a el tratamiento absoluto de referencia cuando se le aplicaba dosis altas de silicio correspondiente al tratamiento 3 y 4. Vale recalcar que este efecto fue independiente a la fertilización o tipo de suelos porque el ensayo fue manejado en condiciones igualitarias tanto en dosis de fertilización como tipo de suelo basado en el análisis del suelo y un plan de fertilización homogéneo para cada parcela. Por tanto, se puede afirmar que la resistencia del tallo se debió a un engrose en su estructura anatómica y fisiológica concordando con los estudios de (Nascimento, 2020) quien afirma que las plantas de la familia gramínea tienden a ser acumuladoras de silicio sobre todo en el parénquima de la epidermis foliar en el Idioblasto conformado por las células empalizadas y las células silíceas lo que forma órganos foliares más macizos. Esta acumulación de silicio a su vez fue corroborada por el análisis de silicio foliar en tallos y hojas que arrojaron resultados equivalentes al 0,2% del contenido de silicio en comparación al tratamiento Absoluto con un contenido de silicio menor al 0,1%.

Sin embargo, los resultados obtenidos discrepan con Carmona & Solórzano (2018) y Oliva et al.,(2021) quienes afirman que se pueden ver resultados con aplicaciones de silicio con dosis inferiores a 3 kg y concentraciones menores a 50%, puesto que en este experimento se evidenció que la dosis de 1kg/ha-1 tuvo efectos con resultados con mínima diferencia frente al absoluto, mientras que el cambio se lo observó en las dosis más altas con 3kg en el caso del Tratamiento 3 con dosis de Diatomeas al 73,6% y dosis de 2 kg para Wayra en concentración del 98% , por lo que a su vez se puede agregar que el efecto del silicio tiene una correlación directa con la concentración del

SiO₂ en el producto aplicado, cuando mayor sea la concentración de este componente activo mayores serán los resultados con dosis superiores a los 2 kg/ha-1.

A si mismo para el número de hojas, la presente investigación arrojó que el número de hojas verdes, hábiles para la fotosíntesis en tiempo del espigado fue mayor bajo presencia de silicio en dosis altas que al aplicar silicio en dosis inferiores a 2kg/ha-1 lo cual comprueba que el silicio al ser metabolizado en mayor parte a nivel foliar y ser acumulado en el parénquima hace que su composición histológica sea más duradera, llevando a las hojas del trigo a que permanezcan vigorosas, incluso posterior al inicio del espigamiento donde las hojas empiezan a sufrir apoptosis debido a una pérdida de nutrientes que se concentran en mayor cantidad en la formación del grano. El alargamiento de vida útil de las hojas contribuye a una continuidad en el procesamiento de la fotosíntesis lo que se traduce con mayor producción de aminoácidos y proteínas que darán paso a mayor contenido de granos por espiga siendo esta información aceptable debido a resultados semejantes en otros estudios como los proporcionados por Mitani & Jian (2005) donde se encontró una relación entre el silicio y la durabilidad de las hojas debido a las reservas de gel sílice que incrementan el poder de transpiración en la hoja aumentando su funcionalidad y vitalidad.

Para la variable de la incidencia del Pulgón verde como plaga analizada en las plantas con colonias de pulgones se notó que los insectos herbívoros, tienen una tendencia a repelerse posiblemente al engrosamiento de la epidermis de tanto tallo como hojas lo que impide la facilidad de llegar a los aminoácidos y proteínas de la planta, por lo que el silicio juega el papel de repelente de insectos herbívoros.

En cuanto a la roya, la incidencia de esta se vio reducida significativamente con el tratamiento 3 y 4 posiblemente debido a que el silicio aunque no evita que la roya se impregne en e cultivo su rol se vio relacionado con la capacidad de retrasar la propagación de la misma con una incidencia de 15 al 20% lo que se traduce que por cada 10 hojas, 2 se vieron afectadas por roya con una severidad leve, mientras que para los tratamientos 1 y 2 la incidencia aumento hasta el 30% y en el caso del testigo absoluto esta incidencia fue mucho mayor con un rango del 45 al 60% de incidencia de roya de la hoja. Estos datos son contradictorios con lo expuesto por Carré-Missio et al., (2009) quien afirma que el silicio genera cadenas de polipéptidos y enzimas que

evitan la fijación de roya en los cultivos, ya que, aunque si es verdad que la incidencia es mínima no se evitó con el uso del silicio foliar la aparición de esta enfermedad fúngica.

Finalmente con lo que respecta al rendimiento y el costo beneficio de los tratamientos de este estudio se observó un incremento de la producción de grano debido principalmente al buen desarrollo del trigo alcanzando un rendimiento superior a las 5 toneladas por hectárea para los tratamientos 3 y 4. No obstante en cuanto al costo beneficio del abono orgánico de Diatomeas con concentración al 73,6% fue el más elevado con un costo de producción de \$ 1336,47 USD por hectárea con una producción de 6875 kilogramos equivalente a 6,8 Toneladas de grano/ha-1 con una utilidad de \$ 1894,78 USD con una tasa de costo/beneficio de 1.42 donde por un dólar invertido se recuperan 1.42 USD. Mientras que el tratamiento T4 tuvo un costo de producción de \$ 1211,99 USD arrojó una producción de 7291,67 Kilogramos equivalentes a 7,3 Toneladas por cada hectárea con una utilidad de \$ 2215,09 USD de por la cantidad de la dosis con resultados iguales al tratamiento con Wayra con concentración al 98%, por lo que su tasa de costo/beneficio fue de 1.83 que indica que por cada dólar invertido se recupera 1,83 USD; siendo esta la mejor tasa de costo beneficio y rendimiento de los tratamientos estudiados.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Los resultados en índice de silicio están directamente relacionados con las concentraciones del producto y sus dosis, siendo el Silicio (SiO_2) más efectivo cuando más altas sean sus dosis o más altas sean sus concentraciones.
- El tratamiento T3 (Diatomeas) en una dosis de 3kg /ha-1 y el tratamiento 4 (químico) con dosis de 2 kg/ha-1 se destacan en el engrosamiento del tallo y la altura de planta.
- Se concluye que el tratamiento químico a base de silicio al 98% mejora la resistencia para generar tallos de mayor grosor.
- El tratamiento 4 (Químico-Wayra) obtuvo el mejor índice costo beneficio en el experimento que fue de 1.75 que indica que por cada dólar invertido se recupera \$1,75 centavos; siendo esta la mejor tasa de costo beneficio y rendimiento de los tratamientos estudiados.

5.2. RECOMENDACIONES

- En base al análisis de esta investigación con la aplicación foliar de diatomeas (SiO_2) se hace las siguientes recomendaciones para estudios posteriores:
- Se recomienda la aplicación de silicio en dosis altas de 2kg/ha^{-1} con aplicación de 2 veces al mes para mejorar la adaptabilidad de la variedad de Trigo INIAP–Imbabura 2014 en las zonas de clima frío con temperaturas medias inferiores a los 15°C .
- Es aconsejable que los fertilizantes en base a silicio se apliquen vía foliar en el trigo debido a su absorción vegetal inmediata que puede variar entre especies vegetales.
- Se sugiere ampliar la investigación de los efectos de fertilizantes de silicio con concentraciones altas de SiO_2 en nuevas especies de plantas para extender sus efectos sobre la adaptabilidad de nuevos cultivos.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abadía, B., Abbate, P., Álvarez, C., Aramburu, F., Barraco, M., Bartosik, R., Bujan, J., Campaña, L., & Cardenal, M. (2017). *Manual del cultivo de trigo* (G. A. Divito & F. O. García, Eds.; 1st ed.). [http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/9f61f86f928f631e0325830e006c3082/\\$FILE/Manual%20de%20Trigo%20Cap%202.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/9f61f86f928f631e0325830e006c3082/$FILE/Manual%20de%20Trigo%20Cap%202.pdf)
- Agrocalidad. (2017). *Instructivo para la aprobación, ejecución y supervisión de ensayos de eficacia de plaguicidas y productos afines, de uso agrícola en Ecuador*. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/07/Inst.-Ensay-Eficacia-Res-117-borrador.pdf>
- Botto, A. (2017). *Influencia del uso de la tierra de diatomeas en el cultivo de arroz (Oryza Sativa L.) ante el ataque de (Spodoptera frugiperda)*. Universidad Técnica de Babahoyo.
- Carmona, F., & Solórzano, S. A. (2018). *Evaluación de diferentes dosis y épocas de aplicación de silicio en el desarrollo y producción del cultivo de arroz variedad DICTA Playitas* [Universidad de Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/8445cf4b-1173-4eda-ace3-90e8561e69ba/content>
- Carrasco, N., Báez, A., & Belmonte, M. (2009). *Trigo: Manual de campo*. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual_trigo_rian.pdf
- Carré-Missio, V., Pereira, S., Oliveira, M., Rodriguez, F., & Zambolim, L. (2009). Scopus - Document details - Effect of foliar application of silicon on soybean resistance against soybean rust and on the activity of defense enzymes. *Scopus - Patología En Plantas Tropicales*, 34(3), 164–170. https://bvirtual.epn.edu.ec:2056/record/display.uri?eid=2-s2.0-77955589145&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=foliar+silicon+against+rust&sid=8108186a4443ceec36c6f977951671e3&sot=b&sdt=b&sl=42&s=TITLE-ABS-KEY%28foliar+silicon+against+rust%29&relpos=1&citeCnt=24&searchTerm=&featureToggles=FEATURE_NEW_DOC_DETAILS_EXPORT:1,FEATURE_EXPORT_REDESIGN:0

- Castro, J. (2020). *Estrategia de protección vegetal contra el pulgón del melocotonero resistente a insecticidas* [Universidad Politécnica de Cartagena]. <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/8344/tfg-cas-est.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Epstein, E. (1994). Scopus - Document details - The anomaly of silicon in plant biology. *Actas de La Academia Nacional de Ciencias de Los Estados Unidos de América*, 91(1), 11–17. https://bvirtual.epn.edu.ec:2056/record/display.uri?eid=2-s2.0-0028014522&origin=reflist&sort=plf-f&src=s&st1=Foliar+Silica+Fertilizer&sid=17990f0686af270c46f0a30f5661b2c9&sot=b&sdt=b&sl=39&s=TITLE-ABS-KEY%28Foliar+Silica+Fertilizer%29&featureToggles=FEATURE_NEW_DOC_DETAILS_EXPORT:1
- Falconi, E., Garófalo, J., Ponce, L., Coronel, J., & Abad, S. (2014). *INIAP-IMBABURA 2014*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3293/1/iniapscpl412.pdf>
- FAO. (2022). *Nota informativa de la FAO sobre la oferta y la demanda de cereales | Situación Alimentaria Mundial | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/>
- Garófalo, J. (2018). *EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA OMISIÓN DE NUTRIENTES Y DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA AGRONÓMICA DEL NITRÓGENO EN EL CULTIVO DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) EN LA PROVINCIA DE IMBABURA* [Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15047/1/T-UCE-0004-ISIP0001-2018.pdf>
- Garófalo, J., Ponce, L., & Abad, S. (2015). Variedades de Trigo. *Boletín Divulgativo Del Cultivo de Trigo*, 411.
- González, J. (2005). *Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería* (P. R. F. Casado, Ed.; José A. Vi).
- Gostincar, J., & Yuste, P. (2007). *Biblioteca de la Agricultura*.
- Guerrero, A. (1999a). *CULTIVOS HERBÁCEOS EXTENSIVOS* (6th ed.). Ediciones Mundi-Prensa. https://books.google.com.ec/books?id=lmilbpnsKr0C&printsec=frontcover&dq=el+cultivo+de+trigo+libro&hl=en&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=el%20cultivo%20de%20trigo%20libro&f=false

- Guerrero, A. (1999b). *CULTIVOS HERBÁCEOS EXTENSIVOS* (Sexta). Ediciones Mundi-Prensa.
- INTAGRI. (2016). *Sinergismo y Antagonismo de Nutrientes*. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/sinergismos-y-antagonismos-entre-nutrientes>
- LACOLINA. (2019). *Ficha Técnica de Wayra*. <https://lacolina.com.ec/fichas/agricola/WAYRA%20aGRI%20.pdf>
- López, J. (2017). *ANATOMÍA DE PLANTAS CULTIVADA*. <https://core.ac.uk/download/pdf/55525643.pdf>
- MAG. (2019, January 15). *En Carchi se impulsará el cultivo de trigo para reemplazar importaciones del grano – Ministerio de Agricultura y Ganadería*. <https://www.agricultura.gob.ec/en-carchi-se-impulsara-el-cultivo-de-trigo-para-reemplazar-importaciones-del-grano/>
- Manangón, P. (2014). *EVALUACIÓN DE SIETE VARIEDADES DE TRIGO (Triticum aestivum L.) CON TRES TIPOS DE MANEJO NUTRICIONAL*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Mengel, K., & Kirkdy, E. (2000). *PRINCIPIOS DE NUTRICIÓN VEGETAL* (4th ed.). https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/66737/mod_resource/content/2/PRINCIPIOS%20DE%20NUTRICI%C3%93N%20VEGETAL.pdf
- Mitani, N., & Jian, F. M. (2005). Scopus - Detalles del documento - Sistema de absorción de silicio en diferentes especies vegetales. *Revista de Botánica Experimental*, 56(414), 1255–1259. https://bvirtual.epn.edu.ec:2056/record/display.uri?eid=2-s2.0-17144403488&origin=reflist&sort=plf-f&src=s&st1=Foliar+Silica+Fertilizer&sid=17990f0686af270c46f0a30f5661b2c9&sot=b&sdt=b&sl=39&s=TITLE-ABS-KEY%28Foliar+Silica+Fertilizer%29&featureToggles=FEATURE_NEW_DOC_DETAILS_EXPORT:1
- Molina, L., Garófalo, J., Campaña, D., & Noroña, P. (2019). *Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5391>
- Nascimento, K. (2020). *Influencia del silicio en la respuesta a estreses abióticos y bióticos en plantas leñosas* [Universidad de Córdoba]. <https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/21213/2021000002204.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Oliva, K. M. E., da Silva, F. B. V., Araújo, P. R. M., de Oliveira, E. C. A., & do Nascimento, C. W. A. (2021). Scopus - Document details - Amorphous Silica-Based Fertilizer Increases Stalks and Sugar Yield and Resistance to Stalk Borer in Sugarcane Grown Under Field Conditions. *Revista de Ciencia Del Suelo y Nutrición Vegetal*, 21(3), 2518–2609. https://bvirtual.epn.edu.ec:2056/record/display.uri?eid=2-s2.0-85109714380&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=evaluation+of+silicon+in+crop+resistance&sid=d20bd6f88cd1b8a60fb7d41b39ede15c&sot=b&sdt=b&sl=55&s=TITLE-ABS-KEY%28evaluation+of+silicon+in+crop+resistance%29&relpos=1&citeCnt=2&searchTerm=&featureToggles=FEATURE_NEW_DOC_DETAILS_EXPORT:1
- PODAGRO. (2020). *Ficha técnica de Diatomeas*. <https://podagro.com/wp-content/uploads/2021/05/Diatomeas.pdf?x82071>
- Ponce, L., & Abad, S. (2011). *Guía del Cultivo de Trigo*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/381/4/iniapscbd411.pdf>
- Prescott, J. M.; B. P. A.; S. E. E.; R. J., B. J.; de M. W.; S. R. P.; B. G. (1986). *Enfermedades y plagas del trigo: una guía para su identificación en el campo*. <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1110/13397.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pullas, E. (2017). *RELACIÓN DEL SECTOR AGRÍCOLA DEL TRIGO EN LA PRODUCCIÓN DE HARINA EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA - ECUADOR*. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.
- Ramírez, F. (2014). *Roya amarilla del trigo*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/600886/Roya_amarilla_del_trigo.pdf
- Rawson, H. G. H. (2001). *TRIGO REGADO: Manejo del Cultivo*. <https://www.fao.org/3/x8234s/x8234s00.htm#Contents>
- SENASICA. (2020). *Pulgón verde de los cereales*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/600885/Pulg_n_verde_de_los_cereales.pdf
- Shafian, S., McClintick-Chess, J., Belmont, K., & Blanscet, S. (2018). Potential of silicon amendment for improved wheat production. *Plantas*, 7(2), 26.
- Stern, K. (1982). *Introductory Plant Biology: A Laboratory Manual*. (2nd ed.). <https://www.uprm.edu/labs3417/wp->

content/uploads/sites/176/2018/08/Crecimiento-primario-de-ra%C3%ADz-y-tallo.pdf

SYNGENTA. (2018). *TILT*.

https://www.syngenta.com.ec/sites/g/files/zhg486/f/ec_ficha_tecnica_tilt_250_ec_mar17.pdf?token=1535986738

Trejo, A. (2016). *Expresión recombinante de una enzima capaz de recombinar óxidos de silicio en Leishmania Tarentolae* [Universidad Nacional Autónoma de México]. <http://132.248.9.195/ptd2016/mayo/0744304/0744304.pdf>

YARA. (2020). *Nutrición vegetal y el rendimiento de trigo*. <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/trigo/rendimiento-de-trigo/#:~:text=Nutrici%C3%B3n%20vegetal%20y%20el%20rendimiento%20de%20trigo&text=Nitr%C3%B3geno%20y%20potasio%20son%20los,lugar%20durante%20el%20crecimiento%20activo>.

V. ANEXOS

Anexo 1: Certificado o Acta del Perfil de Investigación



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE AGROPECUARIA



ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR:

NOMBRE: AYALA VILLARREAL PAMELA YESENIA CÉDULA DE IDENTIDAD: 0401826409
NIVEL/PARALELO: EGRESADO PERIODO ACADÉMICO: 2022A

TEMA DEL TIC: "Efecto de la aplicación foliar de Diatomeas (SiO₂) en el comportamiento agronómico del cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) en el Centro Experimental San Francisco - UPEC"

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:
PRESIDENTE: MSC. MORA QUILISMAL SEGUNDO RAMIRO
DOCENTE TUTOR: MSC. HERRERA RAMÍREZ CARLOS DAVID
DOCENTE: MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO

De acuerdo al artículo 32: Una vez entregados los documentos; y, cumplidos los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director/a de Carrera designará el Tribunal, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

EDIFICIO DE AULAS: 4 AULA: 2
FECHA: lunes, 12 de septiembre de 2022
HORA: 15H00

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa:	5,60
2) Trabajo escrito	2,40
Nota final de PRE DEFENSA	8,00

Por lo tanto: APRUEBA CON OBSERVACIONES ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el lunes, 12 de septiembre de 2022


MSC. MORA QUILISMAL SEGUNDO RAMIRO
PRESIDENTE


MSC. HERRERA RAMÍREZ CARLOS DAVID
DOCENTE TUTOR


MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO
DOCENTE

Adj.: Observaciones y recomendaciones

Anexo 2: Certificado del abstract por parte de idiomas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER**

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Ayala Villarreal Yesenia Pamela				
DATE: 13 de septiembre de 2022				
TOPIC: "Efecto de la aplicación foliar de Diatomeas(SiO ₂) en el comportamiento agronómico del cultivo de trigo(<i>Triticum aestivum</i> L.) en el Centro Experimental San Francisco-UPEC"				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1 Vera Játiva Edwin Andrés,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED		TOTAL 9	



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Ayala Villarreal Yesenia Pamela

Fecha de recepción del abstract: 13 de septiembre de 2022

Fecha de entrega del informe: 13 de septiembre de 2022

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



Firmado electrónicamente por:
EDISON BOANERGES
PEÑAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3: Análisis de suelo – Laboratorio Labonort



L A B O N O R T

LABORATORIOS NORTE

Juan Hernández y Jaime Roldós (Entrada Mercado Mayorista) Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS										
DATOS DE PROPIETARIO					DATOS DE LA PROPIEDAD					
Nombre: PAMELA AYALA					Provincia: Carchi					
Ciudad: Tulcán					Cantón:					
Teléfono: 0969752478					Parroquia:					
Fax:					Sitio:					
DATOS DEL LOTE					DATOS DE LABORATORIO					
Sitio:					Nro Reporte.: 10488					
Superficie:					Tipo de Análisis: Completo textura yNa					
Número de Campo: Lote 1					Muestra: Suelo, lote 1					
Cultivo Actual:					Fecha de Ingreso: 2021-08-18					
A Cultivar: Trigo					Fecha de Reporte: 2021-08-25					
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION							
N	35.0	ppm								
P	7.10	ppm								
S	5.75	ppm								
K	0.48	meq/100 ml								
Ca	9.52	meq/100 ml								
Mg	1.41	meq/100 ml								
Zn	1.71	ppm								
Cu	1.27	ppm								
Fe	173.08	ppm								
Mn	2.21	ppm								
B	0.12	ppm								
pH	5.94		<p>0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0</p> <p>Acido Lig. Acido Pract. Neutro Lig. Alcalino Alcalino</p>							
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml								
Al		meq/100 ml								
Na	0.010	meq/100 ml								
Ce	0.080	mS/cm								
MO	16.17	%								
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)					Clase Textural
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla		
6.75	2.94	22.77	11.42			68.40	24.00	7.60	Franco Arenoso	
Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio										

Anexo 4. Promedios de contenido de silicio foliar



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

ÁREA DE QUÍMICA FARMACEÚTICA INFORME DE RESULTADOS

INF. No.2022-0172-1-1

SOLICITADO POR: ³	AYALA VILLAREAL PAMELA YESENIA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: ³	CENTRO EXPERIMENTAL SAN FRANCISCO
MUESTRA DE: ³	FOLIARES
DESCRIPCIÓN: ³	TRATAMIENTO 1
LOTE: ³	-----
FECHA DE ELABORACIÓN: ³	-----
FECHA DE VENCIMIENTO: ³	-----
FECHA DE RECEPCIÓN:	26/05//2022
HORA DE RECEPCIÓN:	9:54
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 28/05AL 08-07/2022
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	12/07/2022
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	SÓLIDO
CONTENIDO:	200 g
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
SILICE	%	0.076	EXTRACCIÓN Y COLIMÉTRICO

³: DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD.



DARWIN
CRISTOBAL
ROLDAN ROBLES

B.F. DARWIN ROLDÁN ROBLES – MSc.
RESPONSABLE AREA QUÍMICA FARMACEÚTICA



1 1/1

R-GO-01-17

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral- Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
Teléfono: 3216740 - E-mail: fcq.osp@uce.edu.ec



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

ÁREA DE QUÍMICA FARMACEÚTICA
INFORME DE RESULTADOS

INF. No.2022-0172-1-2

SOLICITADO POR: ³	AYALA VILLAREAL PAMELA YESENIA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: ³	CENTRO EXPERIMENTAL SAN FRANCISCO
MUESTRA DE: ³	FOLIARES
DESCRIPCIÓN: ³	TRATAMIENTO 2
LOTE: ³	-----
FECHA DE ELABORACIÓN: ³	-----
FECHA DE VENCIMIENTO: ³	-----
FECHA DE RECEPCIÓN:	26/05/2022
HORA DE RECEPCIÓN:	9:54
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 28/05AL 08-07/2022
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	12/07/2022
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	SÓLIDO
CONTENIDO:	200 g
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
SILICE	%	0.132	EXTRACCIÓN Y COLIMETRICO

³: DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD.



DARWIN
CRISTOBAL
ROLDAN ROBLES

B.F. DARWIN ROLDÁN ROBLES – MSc.
RESPONSABLE AREA QUÍMICA FARMACEÚTICA



1 / 1

R-GO-01-17

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral- Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
Teléfono: 3216740 - E-mail: fcq.osp@uce.edu.ec



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

ÁREA DE QUÍMICA FARMACEÚTICA
INFORME DE RESULTADOS

INF. No.2022-0172-1-3

SOLICITADO POR: ³	AYALA VILLAREAL PAMELA YESENIA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: ³	CENTRO EXPERIMENTAL SAN FRANCISCO
MUESTRA DE: ³	FOLIARES
DESCRIPCIÓN: ³	TRATAMIENTO 3
LOTE: ³	-----
FECHA DE ELABORACIÓN: ³	-----
FECHA DE VENCIMIENTO: ³	-----
FECHA DE RECEPCIÓN:	26/05//2022
HORA DE RECEPCIÓN:	9:54
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 28/05AL 08-07/2022
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME	12/07/2022
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	SÓLIDO
CONTENIDO:	200 g
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
SILICE	%	0.189	EXTRACCIÓN Y COLIMETRICO

3: DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD.



DARWIN
CRISTOBAL
ROLDAN ROBLES

B.F. DARWIN ROLDÁN ROBLES – MSc.
RESPONSABLE AREA QUÍMICA FARMACEÚTICA



1 / 1

R-GO-01-17

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral- Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
Teléfono: 3216740 - E-mail: fcq.osp@uce.edu.ec



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

ÁREA DE QUÍMICA FARMACEÚTICA
INFORME DE RESULTADOS

INF. No.2022-0172-1-4

SOLICITADO POR: ³	AYALA VILLAREAL PAMELA YESENIA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: ³	CENTRO EXPERIMENTAL SAN FRANCISCO
MUESTRA DE: ³	FOLIARES
DESCRIPCIÓN: ³	TRATAMIENTO 4
LOTE: ³	-----
FECHA DE ELABORACIÓN: ³	-----
FECHA DE VENCIMIENTO: ³	-----
FECHA DE RECEPCIÓN:	26/05//2022
HORA DE RECEPCIÓN:	9:54
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 28/05AL 08-07/2022
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME	12/07/2022
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	SÓLIDO
CONTENIDO:	200 g
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
SILICE	%	0.196	EXTRACCIÓN Y COLIMETRICO

3: DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD.



DARWIN
CRISTOBAL
ROLDAN ROBLES

B.F. DARWIN ROLDÁN ROBLES – MSc.
RESPONSABLE AREA QUÍMICA FARMACEÚTICA



1 / 1

R-GO-01-17

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral- Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
Teléfono: 3216740 - E-mail: fcq.osp@uce.edu.ec



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

ÁREA DE QUÍMICA FARMACEÚTICA
INFORME DE RESULTADOS

INF. No.2022-0172-1-5

SOLICITADO POR: ³	AYALA VILLAREAL PAMELA YESENIA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: ³	CENTRO EXPERIMENTAL SAN FRANCISCO
MUESTRA DE: ³	FOLIARES
DESCRIPCIÓN: ³	TRATAMIENTO 5
LOTE: ³	-----
FECHA DE ELABORACIÓN: ³	-----
FECHA DE VENCIMIENTO: ³	-----
FECHA DE RECEPCIÓN:	26/05/2022
HORA DE RECEPCIÓN:	9:54
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 28/05AL 08-07/2022
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	12/07/2022
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	SÓLIDO
CONTENIDO:	200 g
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
SILICE	%	0.062	EXTRACCIÓN Y COLIMETRICO

3: DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD.



DARWIN
CRISTOBAL
ROLDAN ROBLES

B.F. DARWIN ROLDÁN ROBLES – MSc.
RESPONSABLE AREA QUÍMICA FARMACEÚTICA



1 1/1

R-GO-01-17

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral- Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
Teléfono: 3216740 - E-mail: fcq.osp@uce.edu.ec

Anexo 5. Costos de producción del tratamiento 3; Diatomeas 3kg/ha

Costo de producción del tratamiento 3-Diatomeas 3kg/ha para la hectárea				
Cultivo: Trigo	Responsable: Pamela Ayala			
Provincia: Carchi				
Cantón: Huaca	Lugar: Centro Experimental San Francisco			
Concepto	Cantidad	Unidad de Medida	Precio Unitario	Precio por hectárea
1.Preparación de Lote				
Arado y Rastra	1	días	140.00	140.00
Análisis del Suelo	1	Unidad	48	48
2.- Mano de Obra durante el Cultivo				
Abonado y siembra	2	jornal	12	24
Aplicación de Herbicida	2	jornal	12	24
Abonado de Macollamiento	2	jornal	12	24
Aplicación Foliar de Diatomeas	12	jornal	12	144
Control de plagas y enfermedades	1	jornal	12	12
3.- Cosecha y Postcosecha				
Trilla Mecanizada y ensacado	1	hora	50	50
Limpieza de trigo	3	horas	20	60.00
4.- Insumos Agrícolas				
Semilla Certificada Imbabura 2014 - INIAP	135	Kilos	0.750	101.25
4.1 Abonos presiembra				
10-30-10	100	kilos	0.85000	85.00
16-16-16	100	kilos	0.71000	71.00
Nitrofoska Azul	50	kilos	1.24000	62.00
4.2 Fitosanitarios				
Funguicida TILT	500	Mililitros	0.01800	9.00
4.3 Abonos Macollamiento				
Urea	50	kilos	1.4000	70.00
5.- Tratamiento Foliar Diatomeas (3kg/ha-1)				
Diatomeas al 73,60%	36	kg	8.50	306.00
6.- Movilización				
				80
7.- Insumos varios				
Costales	138	unidad	0.19	26.22
Total				1336.47

Anexo 6. Costo de producción del tratamiento 4; Wayra 2kg/ha

Costo de producción del tratamiento 4 - Wayra 2kg/ha para la hectárea				
Cultivo: Trigo	Responsable: Pamela Ayala			
Provincia: Carchi				
Cantón: Huaca	Lugar: Centro Experimental San Francisco			
Concepto	Cantidad	Unidad de Medida	Precio Unitario	Precio por hectárea
1.Preparación de Lote				
Arado y Rastra	1	días	140.00	140.00
Análisis del Suelo	1	Unidad	48	48
2.- Mano de Obra durante el Cultivo				
Abonado y siembra	2	jornal	12	24
Aplicación de Herbicida	2	jornal	12	24
Abonado de Macollamiento	2	jornal	12	24
Aplicación Foliar de Wayra	12	jornal	12	144
Control de plagas y enfermedades	1	jornal	12	12
3.- Cosecha y Postcosecha				
Trilla Mecanizada y ensacado	1	hora	50	50
limpieza de trigo	3	horas	20	60.00
4.- Insumos Agrícolas				
Semilla Certificada Imbabura 2014 - INIAP	135	Kilos	0.750	101.25
4.1 Abonos presiembra				
10-30-10	100	kilos	0.85000	85.00
16-16-16	100	kilos	0.71000	71.00
Nitrofoska Azul	50	kilos	1.24000	62.00
4.2 Fitosanitarios				
Funguicida TILT	500	Mililitros	0.01800	9.00
4.3 Abonos Macollamiento				
Urea	50	kilos	1.4000	70.00
5.- Tratamiento Foliar Wayra (2kg/ha-1)				
Wayra al 98%	24	kg	7.50	180.00
6.- Movilización				
				80
7.- Insumos varios				
Costales	146	unidad	0.19	27.74
Total				1211.99

ANEXOS DE EVIDENCIA FOTOGRÁFICA



Figura 36. Delimitación, preparación del terreno y unidades experimentales



Figura 37. Siembra y aplicación de abonos



Figura 38. Aplicación de tratamientos



Figura 39. Registro de datos de las plantas señaladas al azar

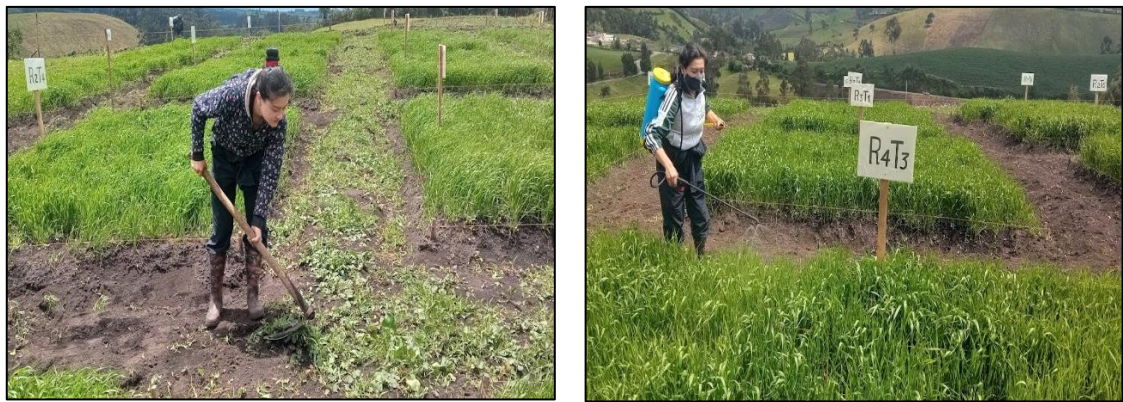


Figura 40. Labores culturales y control fitosanitario



Figura 41. Cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) en fase de maduración



Figura 42. Cosecha del cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.)



Figura 43. Evaluación del rendimiento a través del pesaje en Kg



Figura 44. Entrega de muestras de tallos y hojas para el análisis del % de Silicio en el laboratorio de la UCE