



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS

NATURALES

CARRERA DE AGRONOMIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“EVALUACIÓN DEL DAÑO CAUSADO POR PLAGAS Y ENFERMEDADES
MEDIANTE IMÁGENES MULTIESPECTRALES EN EL CULTIVO DE CHOCHO
(*Lupinus mutabilis*) EN LA PARROQUIA DE SAN JUAN DE PASTOCALLE”

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniero Agrónomo

Autor:

Ugsha Cuyo Frank Alex

Tutor:

Carrera Molina David Santiago

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Frank Alex Ugsha Cuyo, con cédula de ciudadanía No. 1751259944, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “Evaluación del daño causado por plagas y enfermedades mediante imágenes multiespectrales en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis*) en la parroquia de San Juan de Pastocalle”, siendo el Ingeniero David Carrera Molina, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 17 de agosto del 2023



Frank Alex Ugsha Cuyo

Estudiante

C.C. 1751259944



Ing. David Carrera Molina, Mg.

Docente Tutor

CC: 0502663180

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **UGSHA CUYO FRANK ALEX**, identificado con cédula de ciudadanía **1751259944** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación del daño causado por plagas y enfermedades mediante imágenes multiespectrales en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis*) en la parroquia de San Juan de Pastocalle”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2019 - Marzo 2020

Finalización de la carrera: Abril 2023 – Agosto 2023

Aprobación en Consejo Directivo: 25 de mayo del 2023

Tutor: Ingeniero David Carrera Molina, Mg.

Tema: “Evaluación del daño causado por plagas y enfermedades mediante imágenes multiespectrales en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis*) en la parroquia de San Juan de Pastocalle”

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

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

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

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.

- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 17 días del mes de agosto del 2023.

Frank Alex Ugsha Cuyo

EL CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema


LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

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

“Evaluación del daño causado por plagas y enfermedades mediante imágenes multiespectrales en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis*) en la parroquia de San Juan de Pastocalle”, de Ugsha Cuyo Frank Alex, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 17 de agosto del 2023



Ing. David Carrera Molina, Mg.

DOCENTE TUTOR


CC: 0502663180

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Ugsha Cuyo Frank Alex, con el título del Proyecto de Investigación: “Evaluación del daño causado por plagas y enfermedades mediante imágenes multiespectrales en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis*) en la parroquia de San Juan de Pastocalle“ ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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


Latacunga, 17 de agosto del 2023



Lector 1 (Presidente)

Mg. Marcela Jenne Morillo Acosta.


CC: 0302574479



Lector 2

Ing. Emerson Jacome Mogro, Ph.D.

CC: 0286495527



Lector 3

Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg.

CC: 0502672934

AGRADECIMIENTO

Quiero dar las gracias a Dios, a mis padres y demás familia que han estado ahí, apoyándome en todo el camino, me han dado la fuerza, el coraje y la motivación para seguir estudiando, de todo corazón, muchas gracias. También agradezco a todas las personas que han contribuido en mi carácter de una manera personal, diferentes circunstancias que han logrado desarrollar en mí, el crecimiento constante para un progreso profesional. Finalmente, a la Universidad Técnica de Cotopaxi y demás entidades que me han abierto sus puertas dándome la oportunidad de salir adelante.

Frank Alex Ugsha Cuyo

DEDICATORIA

Esta investigación va dedicada con mucho cariño y respeto a mis padres que son la base y el motor en mi formación para alcanzar el éxito anhelado. También dedico esta investigación a todos los productores de la provincia de Cotopaxi, productores que en base a su esfuerzo han luchado por sacar adelante a sus familias a través de la agricultura.

Frank Alex Ugsha Cuyo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL DAÑO CAUSADO POR PLAGAS Y ENFERMEDADES MEDIANTE IMÁGENES MULTIESPECTRALES EN EL CULTIVO DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) EN LA PARROQUIA DE SAN JUAN DE PASTOCALLE”

AUTOR: Ugsha Cuyo Frank Alex

RESUMEN

La investigación se realizó en la Hacienda Ordoño, en la parroquia San Juan de Pastocalle la misma que tuvo como objetivo la evaluación del índice de daño de las plagas y enfermedades en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis*) mediante programas de sistemas de información geográfica con el fin de combatir la principal problemática en la agricultura, el efecto de los productos químicos y las plagas mitigando así el problema ambiental. En la investigación se hizo uso de la agricultura 4.0 misma que cumple con el manejo de equipo tecnológico y softwares, como es el caso del dron, las cámaras multiespectrales, y los programas SIG como el ArcGIS y el R para su interpretación. Para ello se hizo la toma de las imágenes del cultivo con la ayuda del dron desde diferentes puntos de visión, con el fin de obtener el NDVI (Índice diferencial de vegetación normalizada), que mediante valores cuantitativos nos ayudó a diferenciar la vegetación sana de la vegetación enferma, para la toma de una mejor decisión en cuanto a aplicaciones de productos químicos, eliminando así algunas posibles fisiopatías en el cultivo de chocho. Los resultados nos dan a conocer que el manejo de la tecnología en la agricultura es eficiente, y puede ser destacada en otros ámbitos, además del efecto de plagas, puede ser eficiente en problemáticas como el agua, o las posibles deficiencias nutricionales de los cultivos. El proyecto de investigación tiene fuertes impactos en la producción, aspectos sociales, económicos, tecnológicos y ambientales en beneficio al productor. Se espera que los resultados obtenidos en la investigación contribuyan o sean fuente de incentivo para incorporar la agricultura 4.0 como un nuevo modelo de agricultura en la región.

Palabras clave: NDVI, SIG, cámaras multiespectrales, fisiopatías.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

THEME: “EVALUATION OF DAMAGE CAUSED BY PESTS AND DISEASES THROUGH MULTISPECTRAL IMAGES IN THE CULTIVATION OF CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) IN THE PARISH OF SAN JUAN DE PASTOCALLE”

AUTHOR: Ugsha Cuyo Frank Alex

ABSTRACT

The investigation it was made in the Ordoño’s estate, in the parish San Juan de Pastocalle same that had an objective the evaluation of the damage index of pests and diseases in the cultivation of chocho (*Lupinus mutabilis*) by means of geographic information system programs in order to combat the main problem in agriculture, the effect of the chemical products and pests thus mitigating the environmental problem. In the investigation agriculture 4.0 was used, which complies with the management of technological equipment and software, such as the drone, multispectral cameras, and SIG programs like that the ArcGIS and R for the interpretation. To do this, images of the crop were taken with the help of the drone from different points of view, in order to obtain the NDVI (normalized differential vegetation Index), that trough quantitative values helped us ti differentiate the healthy vegetation from the diseased vegetation, for making a better decision regarding the applications of chemical products, thus eliminating some possible physiopathies in lupine cultivation. The results show us that the management of technology in agriculture is efficient, and he can be highlighted in other areas, in addition to the effect of pests, it can be efficient in problem such as water, or possible nutritional deficiencies of crops. The research project has strong impacts on production, social, economic, technological and environmental aspects for the benefit of the producer. It is expected that the results obtained in the research contribute or be a source of incentive to incorporate agriculture 4.0 as a new agricultural model in the region.

Keywords: NDVI, SIG, Multispectral cameras, physiopathies.

INDICE GENERAL

| | |
|--|------|
| PORTADA..... | i |
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA | ii |
| CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR | iii |
| CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR..... | iv |
| AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION | v |
| AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN..... | vi |
| AGRADECIMIENTO | vii |
| DEDICATORIA..... | viii |
| RESUMEN..... | ix |
| ABSTRACT | x |
| 1. INFORMACIÓN GENERAL | 1 |
| 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO | 3 |
| 3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO | 3 |
| 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO..... | 5 |
| 4.1 Beneficiarios directos..... | 5 |
| 4.2 Beneficiarios indirectos..... | 5 |
| 5. PROBLEMÁTICA | 5 |
| 6. OBJETIVOS..... | 7 |
| 6.1 Objetivo general | 7 |
| 6.2 Objetivos específicos | 7 |

| | |
|---|----|
| 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLATEADOS..... | 7 |
| 8. FUNDAMENTACION CIENTIFICO TECNICA..... | 9 |
| 8.1 Cultivo de chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>)..... | 9 |
| 8.2 Taxonomía..... | 10 |
| 8.3 Composición Nutricional | 10 |
| 8.4 Descripción botánica..... | 11 |
| 8.5 Fenología del cultivo | 11 |
| 8.6 Variedad cultivada | 12 |
| 8.7 Labores preculturales | 13 |
| 8.8 Labores culturales | 13 |
| 8.9 Plagas y enfermedades | 14 |
| 8.9.1 Plagas | 14 |
| 8.9.2 Enfermedades | 15 |
| 8.10 Aplicaciones Químicas | 16 |
| 8.11 Uso del dron | 17 |
| 8.12 Cámaras multiespectrales..... | 18 |

| | |
|---|----|
| 8.13 Sistemas de información geográfica | 18 |
| 8.14 NDVI..... | 19 |
| 9. INVESTIGACIONES ANTERIORES | 19 |
| 10. PREGUNTA CIENTÍFICA | 20 |
| 11. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION..... | 20 |
| 11.1 Localización del experimento..... | 21 |
| 11.2 Materiales y Equipos..... | 21 |
| 11.2.1 Dron..... | 21 |
| 11.2.2 Cámara multiespectral..... | 21 |
| 11.2.3 SIG | 22 |
| 11.3 Tipo de investigación | 22 |
| 11.3.1 Descriptiva..... | 22 |
| 11.3.2 De campo..... | 22 |
| 11.3.3 Analítica | 22 |
| 11.4 Manejo de la investigación..... | 23 |
| 11.4.1 Dimensiones del cultivo | 23 |
| 11.4.2 Cultivo seleccionado | 23 |
| 11.4.3 Registro de imágenes | 23 |

| | |
|---|----|
| 12. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 23 |
| 12.1 Imágenes multiespectrales..... | 24 |
| 12.2 Resultados SIG..... | 26 |
| 13. IMPACTOS (TECNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS). 36 | |
| 13.1 Técnico..... | 36 |
| 13.2 Social..... | 36 |
| 13.3 Ambiental..... | 36 |
| 13.4 Económicos..... | 37 |
| 14. PRESUPUESTO..... | 37 |
| 15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 38 |
| 15.1 CONCLUSIONES..... | 38 |
| 15.2 RECOMENDACIONES..... | 38 |
| 16. BIBLIOGRAFIA..... | 40 |
| 17. ANEXOS..... | 46 |
| Anexo 1. Hoja de vida del tutor..... | 46 |
| Anexo 2. Hoja de vida del autor..... | 49 |
| Anexo 3. Aval de traducción..... | 50 |
| Anexo 4. Fotos de la investigación..... | 51 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Actividades a realizar según objetivos planteados. | 7 |
| Tabla 2. Clasificación taxonómica del chocho (<i>Lupinus mutabilis sweet</i>) | 10 |
| Tabla 3. Principales plagas y enfermedades en el cultivo de chocho..... | 14 |
| Tabla 4. Enfermedades del cultivo de chocho | 15 |
| Tabla 5. Aplicación por dosis..... | 34 |
| Tabla 6. Aplicación por deficiencia..... | 35 |
| Tabla 7. Presupuesto del proyecto..... | 37 |

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título

“EVALUACIÓN DEL DAÑO CAUSADO POR PLAGAS Y ENFERMEDADES MEDIANTE IMÁGENES MULTIESPECTRALES EN EL CULTIVO DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) EN LA PARROQUIA DE SAN JUAN DE PASTOCALLE”

Fecha de inicio:

Abril del 2023

Fecha de finalización:

Agosto del 2023

Lugar de ejecución:

Pastocalle (Hacienda Ordoño)

Unidad Académica que auspicia:

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Carrera de Ingeniería Agronómica Proyecto de Investigación vinculado: Sustentabilidad de la Producción Agrícola

Equipo de Trabajo:

Tutor: Ing. David Carrera Molina Santiago, Mg.

Autor: Ugsha Cuyo Frank Alex

Lector 1: Mg. Marcela Jenne Morillo Acosta.

Lector 2: Ing. Emerson Jácome Mogro, Ph.D.

Lector 3: Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg.

Área de Conocimiento:

Agricultura- Agricultura, Silvicultura y Pesca – Agricultura

Servicios- Servicios de Seguridad- Seguridad Civil.

Línea de investigación:

Desarrollo y Seguridad Alimentaria

Se entiende por seguridad alimentaria cuando se dispone de la alimentación requerida para mantener una vida saludable. El objetivo de esta línea es la investigación sobre producto, factores y procesos que facilitan el acceso de la comunidad a alimentos nutritivos e inocuos y supongan una mejora de la economía local.

Se enmarca en esta línea debido a que busca la eliminación de la inocuidad de las plagas para el control o la minimización de productos químicos en los cultivos.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Producción agrícola sostenible.

Línea de vinculación:

Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y gestión para el desarrollo humano y social.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La siguiente investigación se desarrolla debido a la problemática en cuantos al efecto de plaga y enfermedades en los cultivos se trata, y especialmente al mal uso de los agroquímicos. Los principales aportes de la investigación se basan en el factor económico debido a que una vez culminada la investigación se verificaran beneficios económicos en el sector agronómico, siendo dirigida para la gran cantidad de agro productores que puedan contar con el servicio de investigación.

El uso de equipo tecnológico, como softwares, cámaras multiespectrales y drones en la agricultura ha sido en los últimos años de gran realce, debido a la facilidad dentro en el sistema productivo para la detección de problemas en los cultivos, y de esta manera tomar una rápida decisión para resarcir el daño.

La investigación consiste en la utilización del equipo tecnológico para monitorear problemas en el cultivo de chocho en la parroquia San Juan de Pastocalle en 3 hectáreas determinando así los beneficios de la agricultura 4.0.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Durante los últimos años el crecimiento de la población ha traído consigo una alta demanda por la necesidad alimenticia, con esto un fuerte desencadenamiento en la base de la producción, lo que nos trae a la actualidad donde se ve una fuerte mejora en tecnologías para el sector productivo.

La aplicación de tecnologías para resolver problemas ha sido últimamente más utilizada en países que son industrializados, siendo capaces de corregir los problemas más básicos en los cultivos como, el agua, la temperatura, plagas y enfermedades.

En el sector agrícola se esfuerzan por aumentar la cantidad en sus cosechas, debido a esto recurren principalmente al uso de agroquímicos, tanto fertilizantes como pesticidas; sin embargo, estas prácticas se han tornado insostenibles debido al uso excesivo de estos químicos, impactando la salud humana, la economía, pero sobre todo al ambiente. (Serna Montenegro & Vélez, s. f.). Como consecuencia, el uso de agentes químicos para combatir estas problemáticas ha dado como respuesta en ocasiones en las que se determina que la cura a resultado peor que la enfermedad.

El control de las enfermedades y plagas en la siembra por métodos de control químico sigue siendo imprescindible en ámbitos de economía y rentabilidad y cosecha. En el caso de la agricultura intensiva es necesario recalcar que el uso del agente químico es primordial siempre y cuando este sea usado de manera responsable.

La agricultura se ha convertido en la base del sustento humano, la producción mundial ha sufrido un sin número de cambios en los últimos años influidos por el constante uso de agroquímicos y fertilizantes. (Sobalvarro et al., s. f.). Para ello es necesario implementar un tipo de control en el que si bien, no se elimina el problema, se lo pueda controlar.

Dentro de las tecnologías en el sector productivo y rodeándonos en la agricultura 4.0 se depende fuertemente de drones, y software (SIG). Se evidencia que a partir de los drones, vistos como una herramienta tecnológica innovadora, es posible resolver las problemáticas expuestas en campos de cultivos de gran extensión, ya que con cámaras de alta definición e información geográfica pueden recorrer más de mil hectáreas en menos de una hora, gracias a esto ya no es necesario monitorear los cultivos de forma manual (González et al., 2016). Así, estos dispositivos serán utilizados para observación y como fuente de evaluación en la toma de decisiones del agricultor.

Así, el proyecto incluye una solución, no solo a problemas en relación a los cultivos, sino a problemas ambientales, económicos, de salud, y claro es una fuente para satisfacer y solventar las necesidades demandadas por el productor.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1 Beneficiarios directos

Como beneficiarios directos tenemos a los estudiantes y docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, específicamente a los ya que mediante este proyecto se establecerán las bases para el estudio dentro del campo de la tecnología en la agricultura.

4.2 Beneficiarios indirectos

Como beneficiarios indirectos tenemos a los trabajadores de la hacienda Ordoño quienes indirectamente pudieron conocer la investigación de la tecnología en la agricultura siendo capaces de constatar los resultados en campo.

5. PROBLEMÁTICA

Las plagas como una de las problemáticas más remotas en el sector agronómico, durante años se ha buscado la manera de resarcir el daño ocasionado por las plagas.

La detección adecuada de plagas en el transcurso de la producción del cultivo es fundamental para aumentar la producción agrícola de manera sostenible. Es por esta razón, que se incorpora el término Agricultura 4.0, la cual integra un conjunto de tecnologías, dispositivos, protocolos y paradigmas computacionales para mejorar los procesos agrícolas. (Gómez-Camperos et al., 2022).

Otro aspecto son las enfermedades que el cultivo puede tener, estas pueden ser ocasionadas por herramientas agrícolas, por las mismas plagas o por condiciones meteorológicas desfavorables.

Un mal uso de los agroquímicos permite diferentes criterios con respecto a sus aplicaciones. En el aspecto ambiental, los agroquímicos se purifican en el aire contaminándolo al igual que al mismo suelo y el agua, en el aspecto cultural las personas tienden a cuestionarse con respecto al uso debido a ciertas informaciones en cuanto a lo perjudicial que puede ser el producto, en el aspecto legal, es cierto que el uso de agroquímicos es fuertemente demandada por el cumplimiento de normas y reglamentos para su uso. (Jelnicki, 2021).

La agricultura tradicional tiene fuertes desventajas, en base a eso se emplea el desarrollo de nuevas estrategias tecnológicas, un cambio radical en lo que ya conocemos y dar paso al futuro, sin embargo, este proceso no se puede realizar de la noche a la mañana por lo que el problema está generado en la sociedad, pues se tiene miedo a lo que no se conoce.

Los cambios tecnológicos específicamente en el área de la agricultura genera cambios sociales, como la necesidad de tener personal experimentado y altamente eficaz en este tipo de métodos, lo que conlleva a elevar el nivel de producción, menores empleos en mano de obra reduciendo costos de producción y generando mayor rendimiento, en cierto modo se engloba el término de “ricos y pobres”, se desarrolla un salto de la producción desde un manejo convencional hasta un manejo un tanto tecnológico, y claro se disminuye la contaminación ambiental dando como consecuencia así, una mejor vida en el campo. (Gligo et al., 2020).

Finalmente, la falta de capacitación adecuada y el personal representa una barrera para la adopción de los drones en países en desarrollo como el nuestro. Para romper esta barrera los agricultores necesitan ser capacitados en su idioma local y contar con apoyo técnico para involucrarse con la tecnología dándole una mejor facilidad para la ejecución de equipos tecnológicos como el dron. (Realpe et al., 2019).

Gran parte de la provincia de Cotopaxi está vinculada al sector agropecuario siendo este casi la única fuente económica para la población, la estrategia de incentivar a los productores a utilizar fuentes tecnológicas parecería difícil mas no imposible, debido a la falta de conocimiento que se tiene con respecto al tema, sin contar con que gran parte de la población no tiene una capacitación adecuada en este tipo de manejo.

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

- Evaluar el daño de plagas y enfermedades en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis*) mediante programas de sistemas de información geográfica para determinar la veracidad del método en la agricultura.

6.2 Objetivos específicos

- Recopilar fotografías de la zona de evaluación.
- Explicar la toma de imágenes multiespectrales mediante programas SIG.
- Determinar el índice de daño por fisiopatías en el cultivo de chocho.
- Generar un plan de manejo químico mediante los programas de información geográfica (SIG).

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS

PLATEADOS.

Tabla 1. Actividades a realizar según objetivos planteados.

| OBJETIVOS | ACTIVIDADES/TAREAS | RESULTADOS | MEDIOS DE VERIFICACION |
|--|---|---|------------------------|
| <p>Recopilar fotografías de la zona de evaluación.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Zonificación • Toma de imágenes multiespectrales. | <p>Obtener imágenes del cultivo.</p> | <p>Fotografías</p> |
| <p>Explicar la toma de imágenes multiespectrales mediante programas SIG.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Interpretación de NDVI. • Análisis de imágenes multiespectrales. | <p>Generar resultados en los (SIG) para combatir plagas y enfermedades.</p> | <p>Imágenes SIG.</p> |
| <p>Determinar el índice de daño por fisiopatías en el cultivo de chocho.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Constatación en campo. | <p>Detectar principales fisiopatías en el cultivo</p> | <p>Fotografías</p> |

| | | | |
|--|--|--|------------------------|
| <p>Generar un plan de manejo químico mediante los programas de información geográfica (SIG).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Análisis y tabulación de datos obtenidos mediante el programa SIG. • Tablas de incidencia y severidad de plagas y enfermedades. • Selección de métodos y tiempo de control | <p>Minimizar dosis de insecticidas generando mayor rentabilidad y menor contaminación.</p> | <p>Tabla de manejo</p> |
|--|--|--|------------------------|

Elaborado por: Ugsha F. (2023)

8. FUNDAMENTACION CIENTIFICO TECNICA

8.1 Cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis*)

El chocho o tarwi es una especie de leguminosa cultivada originaria de los Andes (Gutierrez et al., 2016). En el Ecuador el cultivo de chocho se localiza mayoritariamente en la región interandina en las provincias de Cotopaxi, Chimborazo, Pichincha, Tungurahua, Carchi e Imbabura. (Valencia Yaguana, 2022).

Esta entre uno de los cultivos andinos más importantes del país, además de su importancia el ámbito nutricional ya que posee un elevado contenido de grasas y proteínas, tiene relevancia

en los aspectos económicos, sociales, y ecológicos; siendo también el sustento de más de 150 mil familias campesinas en la región andina. (Basantes Vizcaíno et al., 2022).

Desde la perspectiva ecológica cabe mencionar que esta leguminosa contribuye a la captación y fijación de nitrógeno atmosférico en el suelo. (Basantes Vizcaíno et al., 2022).

8.2 Taxonomía

Tabla 2. Clasificación taxonómica del chocho (*Lupinus mutabilis sweet*)

| Taxonomía | |
|--------------|--|
| Reino | Plantae |
| División | Magnoliophyta |
| Clase | Magnoliopsida |
| Orden | Fabales |
| Familia | Fabaceae |
| Género | Lupinus |
| Especie | <i>Lupinus mutabilis</i> <i>sweet</i> |
| Nombre común | Tarwi, chocho, lupino |

Fuente: (Sánchez Paredes, 2023)

8.3 Composición Nutricional

El chocho posee alto contenido de proteína y grasas (Basantes Vizcaíno et al., 2022).

Encontramos en su composición proteínas ricas en globulinas y albuminas, además de compuestos lipídicos de alta calidad. (Sánchez Paredes, 2023). También es esencial por el contenido de lisina que juega un papel importante en la producción de carnitina responsable en

la conversión de ácidos grasos, en energía y ayuda a reducir el colesterol. (Ocaña Palacios, 2019).

8.4 Descripción botánica







El chocho (*Lupinus mutabilis*) presenta raíz pivotante y profundizadora, con nudos nitrificantes, que fijan el nitrógeno de la atmosfera al suelo. El tallo es semileñoso, cilíndrico, presenta un tejido esponjoso con abundante ramificación en su interior, su altura oscila entre 50 y 28 cm. (Chusin Ayala, 2020).

Las hojas son digitadas, compuestas, pecioladas de cinco o más folíolos. Las flores tienen la típica forma de papilionáceas, poseen una corola que está formada por 5 pétalos y una quilla que envuelve el pistilo y a los diez estambres. El chocho es una especie autógama y de polinización cruzada, puede alcanzar hasta el 40% de alogamia; según las condiciones ecológicas donde crece la planta. (Chusin Ayala, 2020).

El fruto es una vaina alargada de 5 a 12 cm, pubescente y contiene de 3 a 8 granos, los granos son ovalados, comprimidos en la superficie y con una amplia variabilidad en cuanto al color, estos pueden ser blanquecinos, grises y hasta negros. (Chusin Ayala, 2020).

8.5 Fenología del cultivo

Son las etapas del cultivo donde ocurren los diferentes cambios vegetativos desde el inicio del periodo de emergencia hasta el final de la senescencia. (Cuji Pilco, 2020).

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|
|  |  |  |  |  |  |
| EMERGENCIA | PRIMERA HOJA VERDADERA | RACIMO FLORAL | FLORACIÓN | FRUCTIFICACIÓN | MADURACIÓN |
| 0-10 días | 30 días | 31-60 días | 61-180 días | 120-210 días | 181-210 días |

Fuente: (Cuji Pilco, 2020)

Emergencia: Fase en la que las hojas aparecen emergiendo en el suelo.

Cotiledonar: Se determina por el desarrollo de los cotiledones y la aparición de las hojas verdaderas.

Desarrollo: Desde la aparición de las partes vegetativas (hojas verdaderas) hasta el inicio de la floración.

Floración. Inicio de la apertura de las primeras flores.

Reproductivo: Desde la floración al desarrollo de las vainas.

Envainamiento: Desarrollo de vainas.

Cosecha: Se genera la maduración hasta que las vainas estén listas para ser cosechadas.

8.6 Variedad cultivada

La variedad INIAP 450 Andino tiene un hábito de crecimiento herbáceo, precoz y tiene una cierta susceptibilidad a plagas y enfermedades foliares y radicales. (Valencia Yaguana, 2022).

8.7 Labores preculturales

Preparación del terreno: Para la preparación del suelo podemos usar los siguientes métodos. (Chusin Ayala, 2020).

Rastrado: con una o dos pasadas de rastra es suficiente, cuando el suelo es arenoso.

Arado, cruza y surcado: es necesario arar, cruzar y rastrar con tractor y el surcado con animales o máquina, cuando los suelos son más pesados. Es necesario dejar la misma distancia entre surcos para la siembra.

Labranza mínima o reducida: Es necesario remover un poco la tierra solo donde se van a sembrar las semillas.

8.8 Labores culturales

Siembra: Según (Cajo Vega, 2022) las épocas de siembra en el cultivo de chocho yacen entre las épocas de diciembre a marzo.

Distancia entre surcos: 60-80 cm

Distancia entre sitios: 30 cm

Numero de semillas por sitio: 3

Fertilización: El chocho tiene la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, debido a esto no es necesario la fertilización con bases de nitrógeno, así se recomienda aplicar fósforo de 60 a 80 kilogramos de superfosfato triple por hectárea. (Cuji Pilco, 2020).

Deshierbe: Se recomienda realizar la primera deshierba o rascadillo entre los 30 y 45 días y la segunda deshierba y aporque a los 60 días. (Chusin Ayala, 2020).





Aporque: Se recomienda aporcar entre los 45 a 60 días con el propósito de controlar malezas y proporcionar sostén a la planta. (Cuji Pilco, 2020).




8.9 Plagas y enfermedades

8.9.1 Plagas

Los plaguicidas se deben aplicar únicamente cuando se haya identificado la plaga o la enfermedad en el cultivo a nivel de causar un daño severo en las plantas. (Cajo Vega, 2022).

Tabla 3. Principales plagas y enfermedades en el cultivo de chocho.

| Nombre común | Especie | Daño | Imagen |
|-------------------------------|---------------------------|--|---|
| Cortadores <i>Feltia</i> spp. | <i>Feltia</i> spp. | Las larvas que cortan las plántulas. |  |
| | <i>Agrotis ipsilon</i> | |  |
| | <i>Copitarsia turbata</i> | | |
| Gusano peludo de la semilla | <i>Astylus</i> spp | Larva corta cotiledones y raíz, adulto se alimenta de polen. |  |
| Barrenadores | <i>Apion</i> spp | Produce galerías den la base del tallo. |  |


| | | | |
|--------------------|--------------------------|--|---|
| Minador de la hoja | <i>Liryomiza spp</i> | Minan las hojas. |  |
| Trips | <i>Frankliniella spp</i> | Perforan las hojas, cortan flores. |  |
| Chinches | <i>Rhinocloa sp</i> | Consumen la sabia, trasmitem virus. |  |

Fuente: (Cuji Pilco, 2020)

8.9.2 Enfermedades

Según (Narvaez Chuquiano, 2021) las principales enfermedades en el cultivo de chocho son :
antracnosis, cercospora y roya.

Tabla 4. Enfermedades del cultivo de chocho

| Enfermedad | Identificación | Control | Imagen |
|-------------|-----------------------------------|---------------------------------------|--|
| Antracnosis | Lesiones oscuras y hundidas | Benlate (Benomil): 250 g/ha |  |
| | | Derosal 500 SC | |

| | | | |
|------------|--|--|--|
| | | (Carbendazim) 240 cc/ha | |
| Cercospora | Numerosas manchas pequeñas necróticas de color marrón pálido | Kocide 101 (Hidróxido de cobre): 750 cc/ha |  |
| Roya | Coloración tomate visibles en el envés de la hoja | Benomil 250 gr/ha |  |
| Ascoquita | Causa lesiones en los tallos, hojas, vainas y semillas. | Propineb 600 gr/ha |  |

Fuente: (Cajo Vega, 2022)

8.10 Aplicaciones Químicas

El uso excesivo de fertilizantes químicos a lo largo del tiempo ha traído consigo consecuencias negativas al suelo y al medio ambiente. Asimismo, está demostrado que su uso intensivo ocasiona la contaminación en las aguas subterráneas (Su García & Arostegui Alfaro, 2020).

El nacimiento de la agricultura intensiva ha ocasionado una degradación acelerada del suelo, limitando tiempos de recuperación satisfactorios bajo condiciones naturales; la alta demanda por alimentos limita este tiempo natural de recuperación y requiere la aplicación de compuestos de tipo químico de fácil absorción que suplan las necesidades de minerales esenciales para el adecuado desarrollo y crecimiento de la planta (Serna Montenegro & Vélez, 2022).

Aun así, la aplicación química en los cultivos se torna netamente necesaria ya que son aplicados para subsanar las deficiencias de los nutrientes en el ámbito químico y para repeler a posibles plagas y enfermedades, son sumamente utilizados para el desarrollo vegetal. (GINES, 2023)

8.11 Uso del dron

La agricultura está en constante evolución gracias a investigaciones que cada vez resuelven problemas que no se creían conocer. La evolución nos lleva al uso de vehículos no tripulados o simplemente drones que pueden ser aéreos, terrestres o acuáticos. En cualquiera de los casos, estos equipos se encuentran en constante evolución y su aplicación se ha extendido a los diferentes campos del conocimiento humano, en las ciencias e ingenierías, especialmente, dentro del campo de la agricultura de precisión (Pino V., 2019).

En la agricultura se requiere información adecuada para cuantificar y decidir sobre el momento y el lugar del riego, siembra, fertilización y cosecha (Pino V., 2019)

Los drones son ahora utilizados como una tecnología que nos ayuda a realizar los múltiples procesos de la agricultura, a captar información importante y a evaluar las condiciones de los terrenos monitoreados, gracias a sus grandes ventajas para sobrevolar los campos y los cultivos. Ahora no es necesario recorrer personalmente todo el cultivo para detectar los problemas que sufre este, ya que con los drones el procedimiento de evaluar los cultivos se puede hacer de forma virtual, aplicando tecnologías de cámaras con alta definición e información

georreferenciada para su ubicación exacta. Lo más importante es el poder determinar de forma prematura y eficiente las enfermedades, las plagas, la maleza y los posibles efectos futuros de daños climáticos como las heladas o sequías. La eficiencia, tanto ambiental como económica, ayuda en los procesos de siembra, costos de riego, abono y fumigación. (González et al., 2016)

8.12 Cámaras multiespectrales

La información multiespectral es una de las principales herramientas en el área de la agricultura de precisión, ya que nos permite monitorizar una plantación y analizar las posibles enfermedades presentes a través de múltiples índices derivados de las combinaciones de imágenes multiespectrales. (López Ruiz et al., 2019).

Las cámaras multiespectrales tienen la facilidad de capturar simultáneamente bandas espectrales de colores como azul, verde, roja, e infrarrojo cercano. La información de las bandas es distinta ya que cada espectro de luz expone datos que provienen de estados heterogéneos de las plantas, lo cual genera una imagen multiespectral que registra información cuantitativa precisa sobre el vigor del cultivo. (Bonnaire Rivera et al., 2021).

8.13 Sistemas de información geográfica

Son programas que nos ayudan en el procesamiento de información dentro de un campo en específico.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas capaces de procesar la gran cantidad de datos existentes y proveer nueva información en base a lo que se necesite de un campo en específico. Un SIG, se define como la integración funcional de hardware, software y procedimientos para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis y representación de datos espacialmente georreferenciados. (Perez-Garcia et al., 2019).

Dentro del campo de la agricultura, los SIG juegan un papel primordial ya que posibilitan, entre otros: la clasificación, mapeo y cartografía de cultivos con información georreferenciada, la identificación de etapas fenológicas de las plantas, el monitoreo del riego y la predicción de rendimientos para la toma de decisiones en la agricultura. (Perez-Garcia et al., 2019).

8.14 NDVI

El índice de vegetación diferencial normalizada o NDVI debe tomar datos de valores entre -1 y 1, este se calcula a partir de la diferencia entre la absorción máxima en el espectro rojo (620 a 690 nm) y la reflectancia máxima del NIR infrarrojo cercano (760 a 900 nm) así nos permite obtener la vegetación sana en el cultivo. (Cruz et al., 2022).

9. INVESTIGACIONES ANTERIORES

Se investigó el procesamiento de imágenes multiespectrales captadas con drones para evaluar el índice de vegetación de diferencia normalizada en plantaciones de café variedad castillo. (Bonnaire Rivera et al., 2021).

El cultivo de café es usado aquí para su investigación puesto a que es un cultivo importante en cuanto a la economía en Colombia aportando altos ingresos a los agricultores. Se realizó un manejo un tanto tradicional en cuanto al cuidado del cultivo. Incluyen la agricultura de precisión más confiable ya que considera diferentes características agroclimáticas. Así se usan drones para la toma de imágenes multiespectrales en un terreno así se consolidó un sistema de información que permitió el procesamiento de imágenes por medio de un algoritmo que calcula el índice de vegetación normalizada (NDVI).

En dicha investigación el cultivo de café de la variedad castillo alcanzó valores NDVI superiores a 0,8 al contrastar los datos obtenidos por el dron y la cámara multiespectral. Se plantea también la investigación de la evaluación del uso de imágenes multiespectrales como

herramienta para la predicción del estado nutritivo y riesgo de floración natural en el cultivo de piña. (Gómez-Rodríguez, 2021).

Consecuente a esta, se correlacionan los valores NDVI para alcanzar un sistema predictor de niveles de N, P, K y determinar la funcionalidad del sistema, junto con muestreos de floración natural con el fin de determinar incidencia porcentual. En la investigación se lograron obtener elevados niveles de N, P, K altos y óptimos, a partir de análisis foliares de laboratorio, sin embargo, no se logró correlacionar dichos valores con los datos lanzados por las imágenes multiespectrales debido a la falta de resolución, imposibilitando así el sistema predictor para una toma de decisión en cuanto al manejo del cultivo.

Como ultima investigación tenemos la descripción del uso de cámaras multiespectrales en el diagnóstico de cultivos. (Montero Zapata, 2022).

En la presente investigación se resalta de forma teórica la importancia del manejo de drones y cámaras multiespectrales en los cultivos. Se diagnostica, sintetiza y analiza el proceso del uso de la tecnología en los campos de la agricultura con el fin de que el lector conozca sobre la relevancia de los resultados NDVI en el incremento de producción de las cosechas.

Fomentando así el uso del equipo tecnológico a pequeños, medianos y grandes productores del país.

10. PREGUNTA CIENTÍFICA

¿Se considera efectivo el método tecnológico dentro de las investigaciones en el cultivo de chocho?

11. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

11.1 Localización del experimento

El experimento se llevó a cabo en la Hacienda Ordoño perteneciente a San Juan de Pastocalle cerca de la parroquia de Lasso en la provincia de Cotopaxi.



Fuente: Google Earth

11.2 Materiales y Equipos

11.2.1 Dron

El dron que se usó en la investigación es el dron Agras MG-1S. Este dron posee batería suficiente para rociar un tanque, que consume de 8 a 12 minutos de vuelo.

Una batería puede llegar a cubrir de 6000 hasta 10000 m².

En cuanto a gestión de cultivos en la aplicación de insecticidas o fumigantes es 40 veces más efectiva que la fumigación manual.

11.2.2 Cámara multiespectral

La cámara multiespectral utilizada en la investigación es la mapir survey 2. Esta cámara es utilizada para captar la luz de color visible RGB similar a nuestros ojos. La mayoría de las veces esta cámara se usa como imagen de referencia para la comparación de fotografías de otras cámaras, también se usa en fotogrametría en 3D.

11.2.3 SIG

Un SIG se puede definir como aquel método o técnica de tratamiento de la información geográfica que nos permite combinar eficazmente información básica para obtener información derivada (Dominguez, 2000). Los SIG usados en esta investigación son ArcMap y Arc Gis.

11.3 Tipo de investigación

11.3.1 Descriptiva

Es una investigación de segundo nivel, inicial, cuyo objetivo principal es recopilar datos e informaciones sobre las características, propiedades, aspectos o dimensiones de las personas, agentes e instituciones de los procesos sociales (Esteban Nieto, 2018). La investigación se caracteriza descriptiva debido a que se obtendrán los datos por medio de fotografías multiespectrales dándonos así la información necesaria con respecto a lo que se necesita saber.

11.3.2 De campo

La de campo o investigación directa es la que se efectúa en el lugar y tiempo en que ocurren los fenómenos objeto de estudio (Esteban Nieto, 2018). La investigación es de campo debido a que la toma de datos y la obtención de información se la realiza en base al cultivo situado en Pastocalle.

11.3.3 Analítica

Es el análisis e interpretación de las operaciones de los sistemas de signos y símbolos en su propósito de comunicar la experiencia humana (González Gil & Cano Arana, 2010). Consiste también en el análisis de información de los datos obtenidos para una vez recopilados los resultados se pueda hacer una toma de decisiones.

11.4 Manejo de la investigación

11.4.1 Dimensiones del cultivo

Las dimensiones del cultivo son un gran factor en cuanto al uso de equipo tecnológico, debido a que, mientras más extensión tenga el cultivo más rentable es el uso del dron. En cuanto a economía es viable el uso del dron en cultivos intensivos, puesto a que en pequeñas parcelas el uso del dron para procesos de control ocasiona más pérdidas y gastos al productor.

Así se seleccionó un cultivo con una extensión de 3 hectáreas equivalente a 30000 metros cuadrados, la base para el uso de las cámaras multiespectrales en cuanto a extensión de cultivo es de 1 hectárea para generar beneficios.

11.4.2 Cultivo seleccionado

El cultivo que se ha elegido es el del chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) debido a su gran incidencia en el factor social, económico y ambiental.

En cuanto al efecto de plagas y enfermedades es propenso, mas no es inmune y por eso se le llevara un control en su etapa fenológica.

11.4.3 Registro de imágenes

Las imágenes se analizarán en el transcurso de su etapa fenológica para monitorear cualquier efecto de plagas y enfermedades.

Las imágenes serán registradas con la ayuda de la cámara adaptada al dron.

Una vez seleccionadas las mejores imágenes se subirán a un programa donde nos darán resultados del NDVI (Índice de vegetación de diferencia normalizada).

12. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

12.1 Imágenes multiespectrales

El resultado final de la cámara es servir de sensor para medir índices de vegetación en agricultura, así como los índices de vegetación que puedan ser calculados a partir de estas imágenes obtenidas en campo (Morales Carreño, 2019).

El sistema operativo elegido a continuación es Windows por el hecho de que tiene un mayor número de usuarios y el segmento que se enfoca el sistema usa este tipo de plataforma, se adapta fácilmente a programas de software libre. (Lebron Casas & Lumbreras Ruiz, 2016)

Como resultados se establecen las siguientes imágenes para la interpretación en ArcGIS se capturaron fotografías de manera simultánea haciendo uso solamente de las mejores.

En la producción de cualquier cultivo, ahora específicamente en la del chocho, más del 90% del peso seco de la planta está constituido por las sustancias orgánicas que se forman en procesos bioquímicos como la fotosíntesis, estos procesos fotosintéticos nos permiten capturar el espectro visible y así medir el índice de vegetación normalización diferenciada. (Meneses et al., 2015)

Así se realizó toma de las fotografías a distinta altura, a 1 metro, a 50 y 100 metros, para verificar los distintos campos de visión del cultivo.

Dentro de las imágenes se hacen presentes las 3 bandas de color azul, rojo, y verde.

A 1 metro

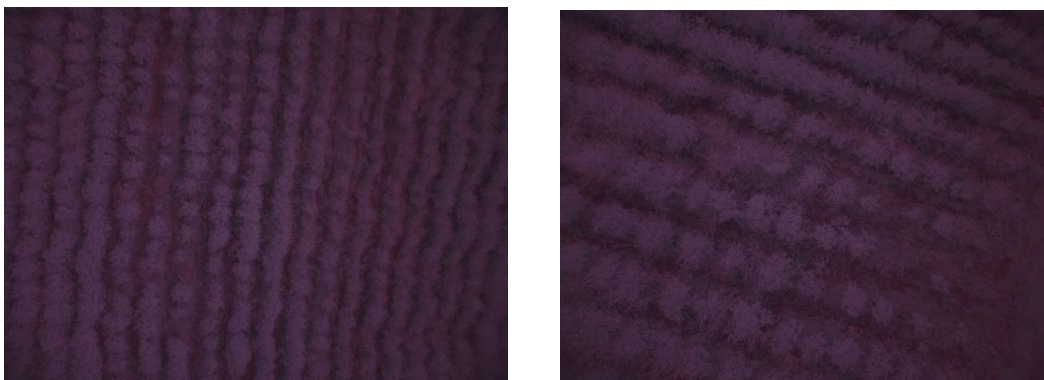
Se realizaron toma de fotografías a 1 metro para constatar el campo de visión, y verificar de mejor manera de una parte en específico, si cierta planta posee una fisiopatía. Así se evidenciará de mejor manera en el programa ArcGIS el método de monitoreo.

En estas capturas, no fue necesario el apoyo del dron, debido a que con la altura y la cámara manual fue suficiente para una toma panorámica del cultivo.



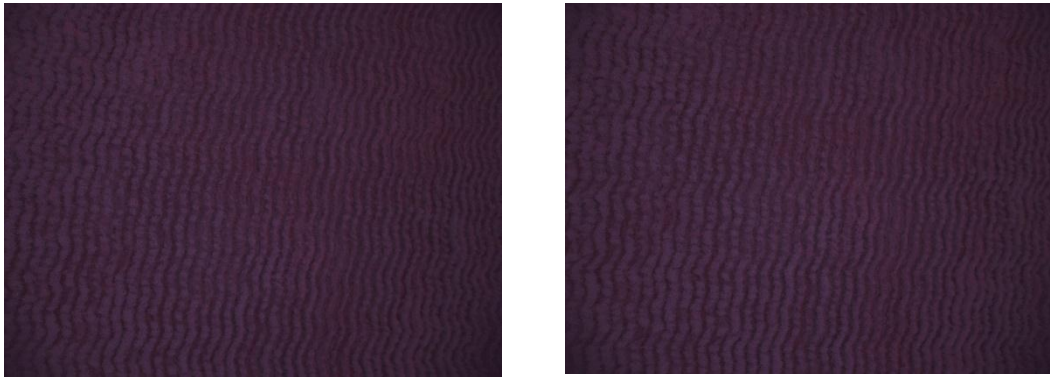
A 50 metros

A 50 metros nos dará una amplia visión de varias parcelas para la toma de decisiones en el cultivo, capturando las imágenes para guardarlas como fijas. Se tuvo en cuenta las dimensiones del cultivo, y el número de hileras que se representan en la imagen, para una vez tabulados los datos, verificar en campo.



A 100 metros

En última instancia se hace toma de las fotografías a 100 metros, esto debido a que la extensión del cultivo sobrepasa la hectárea, entonces tenemos la libertad de verificar que puntos de infección o que porcentaje del terreno posee fisiopatías.



12.2 Resultados SIG

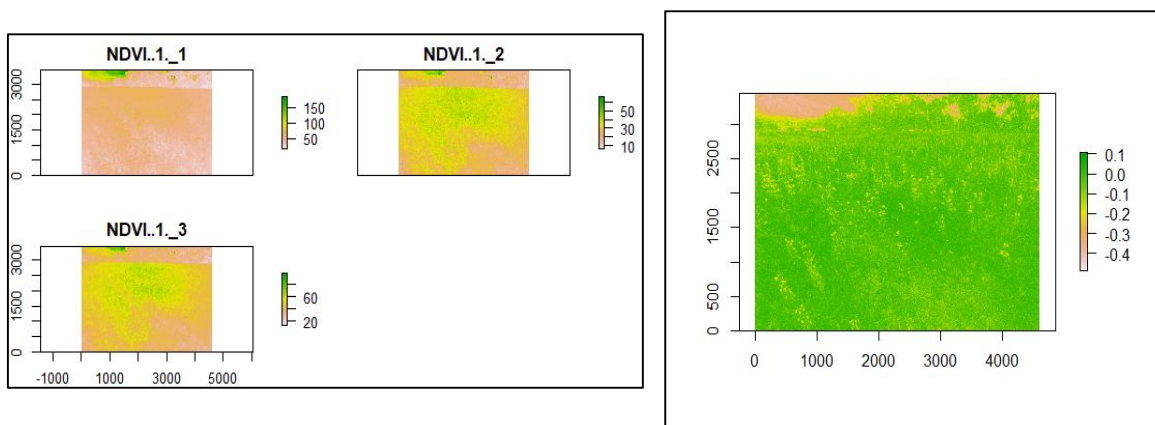
El principal resultado de este tipo de imágenes capturadas en campo es poder detectar ciertos componentes que solo se ven en ciertas bandas del espectro de luz o que tienen un mayor valor numérico en bandas concretas. (Lebron Casas & Lumbreras Ruiz, 2016)

Así se interpretan las imágenes para detectar los valores numéricos de las bandas.

Se suben las fotografías al programa ArcGIS y R para su interpretación.

Las imágenes nos darán como resultado 3 bandas de colores, el infrarrojo cercano, la banda verde y el azul.

Imagen 1.



Elaborado por: Ugsha F. (2023)

Elaborado por: Ugsha F. (2023)

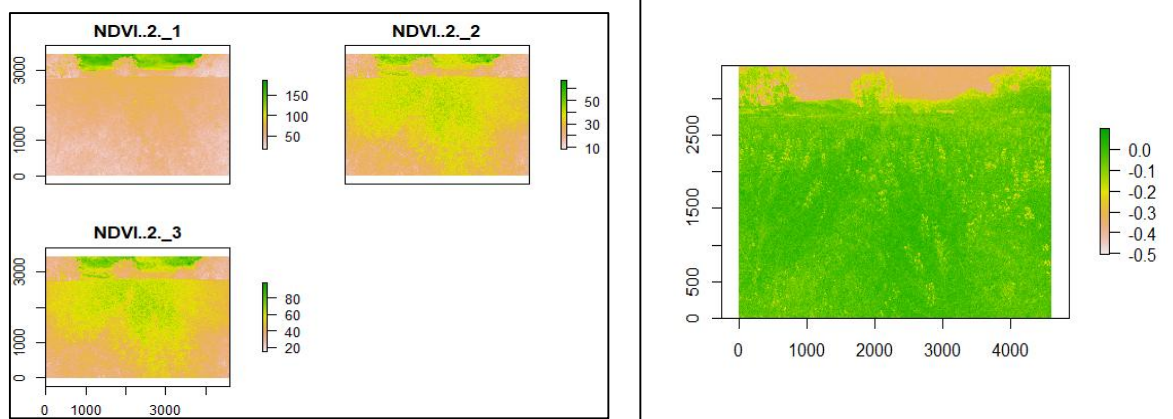
Una vez ya obtenidas las bandas, el programa R nos ayudara a calcular el (NDVI) para destacarlo en la banda azul.

El NDVI como métrica de elección para el monitoreo de la vegetación sana y enferma a lo largo del tiempo se ha utilizado debido a su sensibilidad en los parámetros físicos de interés, así como a una mayor consistencia en comparación de objetos inanimados con los que nosotros necesitamos cuantificar. (Fawcett et al., 2021)

La interpretación nos dará valores desde -0,4 hasta 0,1 siendo -0,4 representado por el color rojo y que este a su vez da respuesta a la vegetación enferma o a ciertos objetos inanimados como el suelo. Mientras que los valores desde -0,3 hasta -0,1 nos darán valores de plantas medianamente enfermas. Por último, los valores registrados de 0, 1 representaran a la vegetación sana y que este a su vez es representado por el color verde.

En los resultados podemos destacar que el verde pronunciado hace se relaciona con la vegetación en buen estado.

Imagen 2.



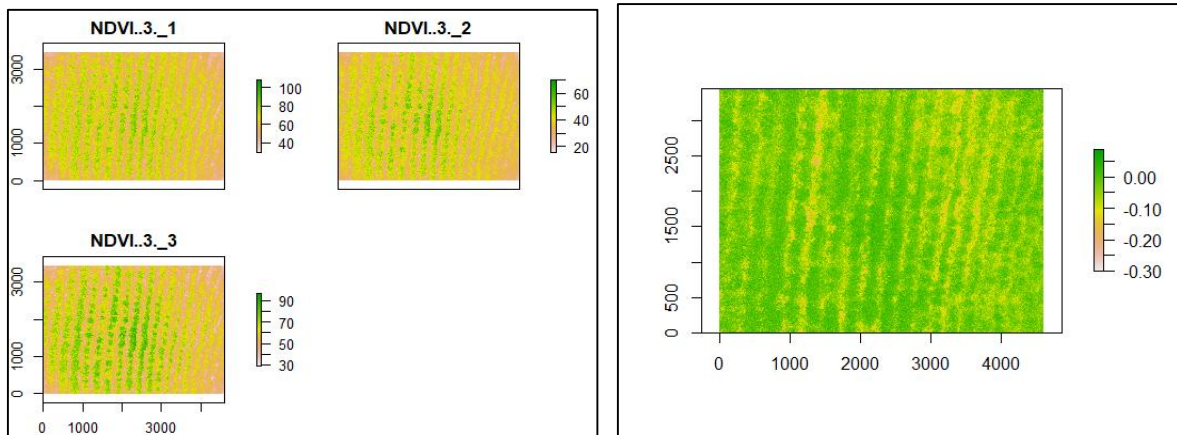
Elaborado por: Ugsha F. (2023)

Elaborado por: Ugsha F. (2023)

En la imagen 2 distinguimos el verde pronunciado en todo el cultivo, dando como resultado

que el cultivo en esa zona está en buen estado, con excepción del amarillo un poco pronunciado, que representa a plantas medianamente sanas.

Imagen 3.

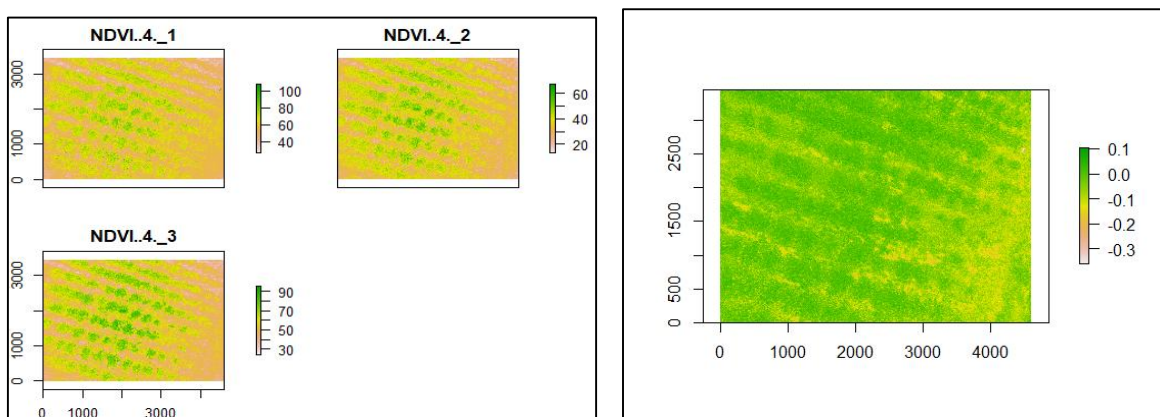


Elaborado por: Ugsha F. (2023)

Elaborado por: Ugsha F. (2023)

Se hizo una toma del terreno desde otro ángulo de visión los colores amarillos representan el suelo, como un objeto inanimado, con ciertas excepciones donde es indispensable realizar el monitoreo, pero tenemos como resultado que el cultivo está en perfecto estado.

Imagen 4.

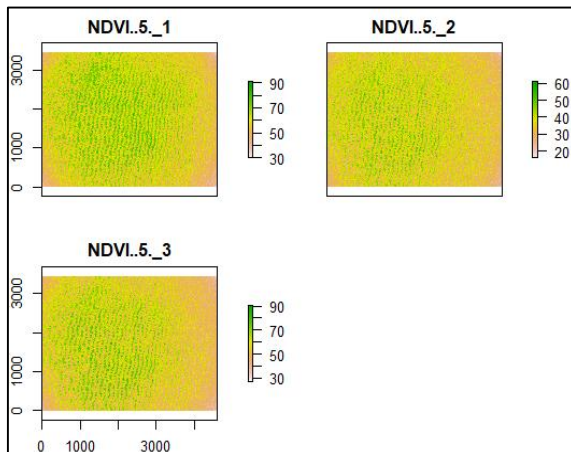


Elaborado por: Ugsha F. (2023)

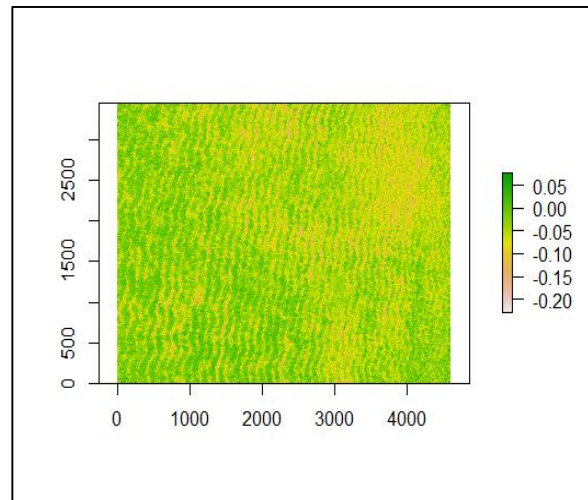
Elaborado por: Ugsha F. (2023)

En la imagen 4 podemos evidenciar que ciertos puntos del cultivo poseen un NDVI bajo pero aceptable, por lo que es también indispensable realizar el monitoreo en esa zona para evitar posibles fisiopatías.

Imagen 5.

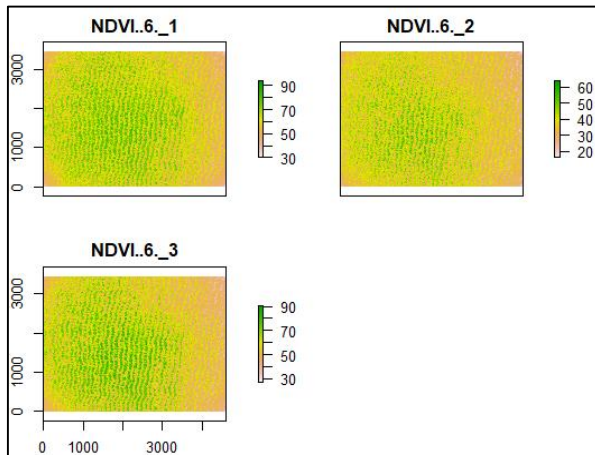


Elaborado por: Ugsha F. (2023)

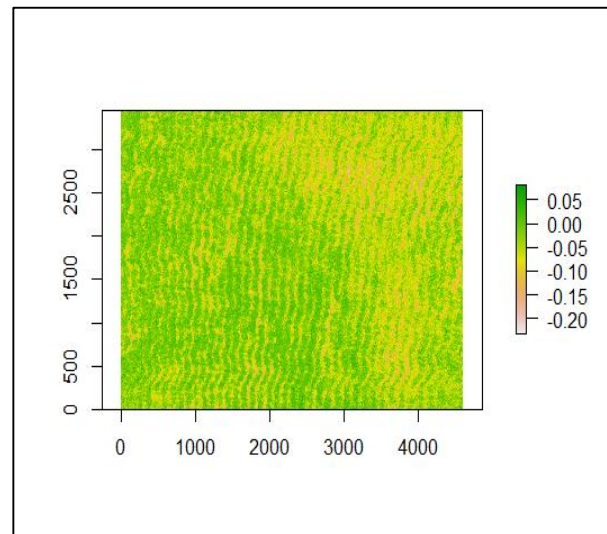


Elaborado por: Ugsha F. (2023)

En la siguiente imagen un teñido de rojo se enmarca por el suelo como objeto inanimado, pero hay que tener en cuenta el color verde claro que representan plantas en estado medianamente sanas, se debe tener muy en cuenta el monitoreo en ese sector para una posible prevención de plagas o enfermedades. La imagen realza las primeras hileras entorno a la hectárea estudiada, dependiendo del monitoreo es necesario una aplicación química para la eliminación de cualquier posible patógeno o enfermedad.

Imagen 6.

Elaborado por: Ugsha F. (2023)



Elaborado por: Ugsha F. (2023)

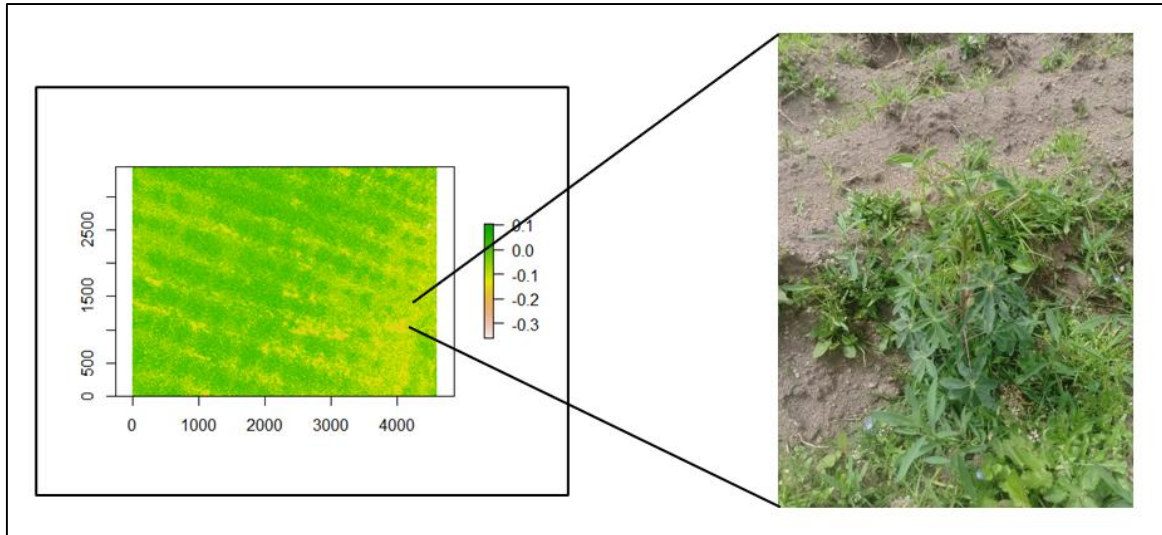
En la imagen podemos visualizar que un porcentaje de planas están sanas, mientras que las otras están medianamente sanas, por lo que se debería realizar un monitoreo para evitar la presencia de alguna fisiopatía en la parte izquierda del sector.

Para la verificación de las características que tiene el cultivo en los puntos de respuesta espectral definidos, se realizó una visita de campo en donde se puede observar los diferentes linderos del cultivo en un estado presuntamente saludable. (Ríos-Hernández, 2021).

El monitoreo es indispensable sobre todo en cultivos donde el periodo fenológico coincide con el efecto de mayor incidencia en plagas y enfermedades.

Se realizó el monitoreo de forma manual, y las principales plagas que se lograron detectar en los principales puntos de referencia NDVI fueron la siguientes.

Monitoreo manual



Elaborado por: Ugsha F. (2023)

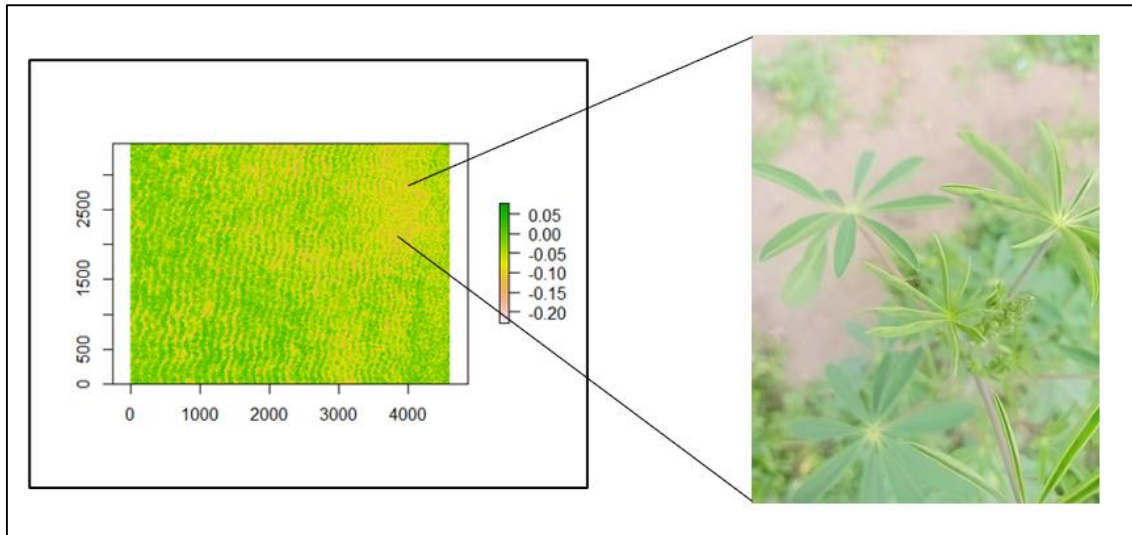
En la figura se observa la planta de chocho con la sintomatología causada por (*Rhinocloa sp.*).

O con su nombre vulgar “chinchas” que destacaban en una parte de la zona de la imagen 4.

El ciclo biológico es ninfa y adulto, cuyo aparato bucal es picador chupador, por lo que se producen daños severos en las hojas, pecíolos y flores, produciendo la defoliación y caída de las flores. El daño consiste en la succión del jugo de la hoja, la que se atrofia por un costado y además produce una decoloración. (Gómez Carranza, 2018).

Por lo que se requiere un manejo químico para su control, solo en la zona en específico; debido a que las demás zonas no presentan esta sintomatología.

El manejo químico puede ser sustituido de mano de obra a drones para fumigación, promoviendo la agricultura 4.0.



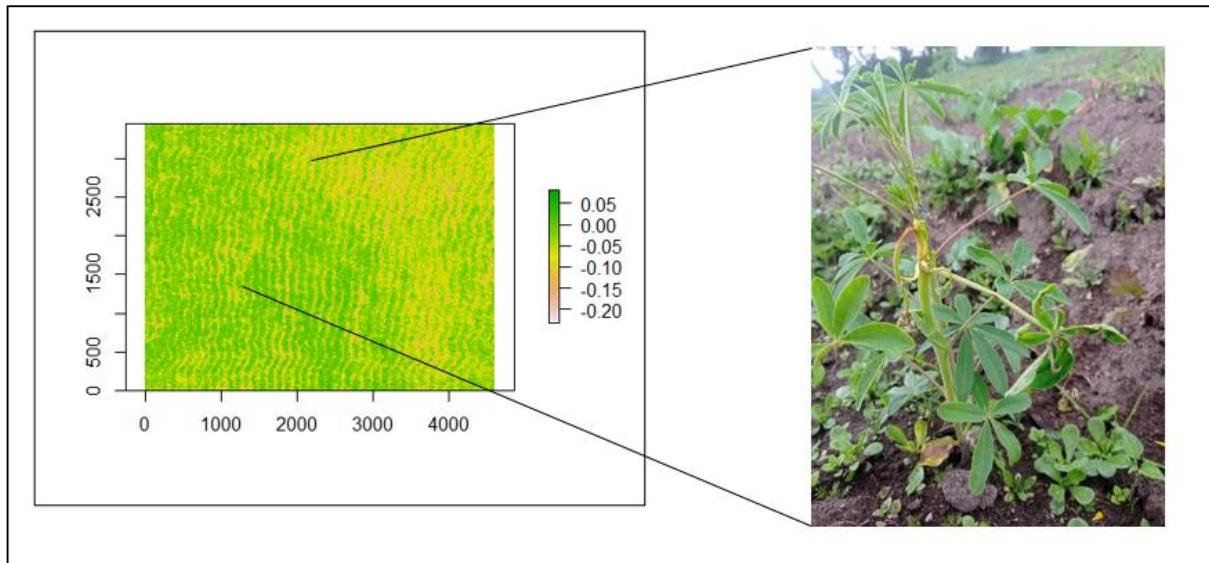
Elaborado por: Ugsha F. (2023)

En la siguiente imagen podemos ver la presencia de (*Apion spp*) o con su nombre vulgar “barrenador” tiene mayor incidencia en gran parte del cultivo.

Se manifiesta que las larvas producen galerías delgadas, helicoidales en la corteza. Además, que hembra deposita sus huevos en la corteza del tallo una pequeña perforación con su ovopositor. (Muñoz Buñay, 2019).

Se necesita una medida química en cuanto a su propagación, sobre todo en las zonas donde más incidencia tiene.

El manejo químico puede ser sustituido por equipo tecnológico, como drones para fumigación omitiendo mano de obra.



Elaborado por: Ugsha F. (2023)

En cuanto al monitoreo se pudo evidenciar ciertas deficiencias que el programa nos marca como platas medianamente enfermas, la siguiente imagen representa la deficiencia de potasio, que marca en las plantas ciertas manchas de color café oscuro (necróticas) deteniendo también su crecimiento.

En su estado de desarrollo presenta una clorosis muy pronunciada en las hojas viejas en una forma de V invertida, y a medida que avanza la deficiencia las manchas se pronuncian necróticas. Quienes afirman que el K se acumula en la superficie de los cloroplastos y durante el proceso de la fotosíntesis penetra en ellos, por lo cual una deficiencia de este elemento reduce la cantidad de clorofila que contiene las plantas. (Alfonso et al., 2017)

En esta instancia se necesita una aplicación de un abono potásico para evitar cualquier deficiencia del mismo en el cultivo.



Medidas de Aplicación

Para la aplicación de los productos es necesario revisar el daño ocasionado por plagas en el cultivo.

Al momento de la aplicación debe determinarse mediante un seguimiento adecuado del cultivo teniendo en cuenta varios factores. Se debe considerar la incidencia de la plaga, la etapa de desarrollo, la etapa del cultivo y las condiciones ambientales existentes para la toma de una mejor decisión en el cultivo sin ocasionar aplicaciones innecesarias. (Chiquin Lema, 2022).

Entre las posibles aplicaciones tenemos los siguientes productos a utilizar en cc/l de agua.

Tabla 5. Aplicación por dosis

| Nombre común | Especie | Daño | Imagen | Aplicacion |
|--------------|-------------------------|---|--|--|
| Barrenadores | <i>Apion spp</i> | Produce galerías den la base del tallo. |  | Deltametrina 100cc/200 Lt Clorpirifos+cipermetrina 100cc/200 Lt |
| Chinches | <i>Anthomyiidae spp</i> | Consumen la sabia, trasmiten virus. |  | Spinosad 150 cc/200 lt. agua Deltametrina 200cc/200 lt. agua Endosulfan 200 cc/ 200 lt. Agua |

Fuente: (Cuji Pilco, 2020)

Para la aplicación de un agente químico para el control de barrenadores y chinches se puede usar Deltametrina.

Deltametrina: (s)- α -cyano-3-phenoxybenzyl cis-(1R)-3-(2,2-dibromovinyl)- 2,2-dimethyl cyclopropane carboxylate. Tiene un 96,8 % de pureza y fue suministrada por Bayer, S. A. Central América, Costa Rica, y la presentación comercial K-Othrine® CE 0,27 % w/v (Deltametrina), producto formulado en Guatemala por Bayer, S. A (Cáceres, 2023)

En cuanto al otro agente combatiente de plagas encontramos el Spinosad.


Spinosad (Dow AgroSciences) es una mezcla de compuestos de macrólidos tetracíclicos

producidos por un actinomiceto del suelo y se ha clasificado como bioinsecticida. Spinosad es muy activo contra los lepidópteros, pero se informa que prácticamente no es tóxico para los insectos enemigos naturales. (Cisneros et al., 2002)

En cuanto a las aplicaciones por deficiencia podemos aplicar diversos fertilizantes que tengan en su estructura potasio, para fortalecer y prevenir las deficiencias en el cultivo.

El potasio resalta su aplicación, ya que, es requerido intensamente durante los estados fisiológicos de producción, tales como la iniciación y llenado del grano, también actúa principalmente como un activador en el metabolismo de las proteínas y carbohidratos, participa en la abertura y cierre de estomas y tiene funciones de regulación osmótica, manteniendo a la planta en un estado óptimo para su desarrollo. (Briones Falla, 2020)

Tabla 6. Aplicación por deficiencia.

| Deficiencia de Potasio | Daño | Imagen | Aplicación | Abonos |
|------------------------|--|--|--|--|
| Deficiencia de Potasio | Las plantas son pequeñas debido a que se detiene el crecimiento aparecen pequeñas manchas de color café oscuro (necróticas). |  | Puede ser aplicado al suelo o a través de sistemas de riego. | Cloruro de potasio · Nitrato de potasio · Sulfato de potasio |

Fuente: (Guzmán, et al 2015)

Las aplicaciones de productos se minimizan, ya que ya no se aplicará el producto en toda la hectárea y tampoco será necesario tanto gasto en la mano de obra, sin contar con que la

reducción de agroquímicos minimiza problemas ambientales, económicos, sociales y técnicos.

13. IMPACTOS (TECNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

13.1 Técnico

Las aplicaciones de las imágenes multispectrales se incluyen en prácticas increíblemente diversas, dentro del campo de la agricultura, nos ayuda en la toma de decisiones ya que sus principales valores nos dan resultados en biomasa vegetal. El proyecto tuvo énfasis dentro del campo técnico pues necesitamos dar un paso o un salto en la tecnología para el desarrollo del sistema productivo, el manejo de softwares es el primer paso dentro del sector agrícola para adaptarnos al avance tecnológico.

13.2 Social

El proyecto beneficia principalmente al sector agrícola, la idea es errónea si se piensa que solo beneficiara a grandes productores exportadores, pues en base a la extensión del proyecto queda demostrado que también se puede beneficiar a pequeños y medianos productores. Cabe a destacar que el uso de la tecnología genera gran impacto social pues en el Ecuador un gran porcentaje de agricultores no está listo para sus principales aplicaciones, sin embargo, se los puede motivar de manera técnica, ya que si se usa la tecnología de manera adecuada esta puede salir indiscutiblemente a nuestro favor.

13.3 Ambiental

En base al aspecto ambiental el principal factor que se tomó en cuenta es el uso de agroquímicos, el proyecto beneficia completamente al ambiente al minimizar las aplicaciones necesarias o innecesarias en los cultivos, ya que gran parte de los productores no controla la aplicación de estos agentes, ahora gracias a imágenes interpretadas por un software podemos controlar sus respectivas aplicaciones químicas, sin contar con que también podemos tomar decisiones en cuanto a la salud del cultivo debido a agentes ambientales.

13.4 Económicos

La aplicación de la tecnología en la agricultura nos brinda múltiples beneficios, entre ellos está la optimización de la producción, esto a su vez beneficia el campo económico, se minimiza el uso de agroquímicos, dándonos mayor rentabilidad en cuanto a economía.

14. PRESUPUESTO

El presupuesto para el proyecto fue cubierto en su totalidad por el investigador y se detalla a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 7. Presupuesto del proyecto

| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Precio Total |
|---------------------------------|--------|----------|-----------------|--------------|
| Alquiler /Dron | Unidad | 1 | 100 | 100 |
| Alquiler / Cámara multispectral | Unidad | 1 | 150 | 150 |
| Combustible | Litros | 30 | 0,65 | 19,5 |
| Libreta de campo | Unidad | 1 | 2,5 | 2,5 |
| Cinta | Unidad | 1 | 1,5 | 1,5 |
| Total | | | | 273,5 |

Elaborado por: Ugsha F. (2023)

15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

15.1 CONCLUSIONES

Una vez finalizado el siguiente proyecto se puede mencionar las siguientes conclusiones.

El recopilamiento de fotografías multiespectrales dentro del cultivo de chocho nos ayudó para el análisis de la toma de mejores decisiones dentro de campo, relacionándonos a los efectos de plagas y enfermedades, puesto a que se pudo determinar con fotografías y con monitoreo manual el impacto que tienen estas fisiopatías en el cultivo y su necesidad por tomar medidas de control.

El uso de programas de información geográfica fue de gran utilidad dentro del proyecto de investigación, pues así se logró determinar el índice del NDVI con el que a su vez nos mostraron los principales puntos de infección de las plagas y el requerimiento que el cultivo necesitaba para un mejor desarrollo y producción.

También se lograron determinar las principales fisiopatías que atacan al cultivo y la dimensión con la que estas se propagan, así se facilita el uso y aplicación de bioinsecticidas para su control.

Como conclusión final, se generó un plan de manejo químico en el que se minimiza el uso del insecticida, favoreciendo costos de producción, favoreciendo la producción, el medio ambiente y la rentabilidad del cultivo.

15.2 RECOMENDACIONES

Cabe a destacar que para el uso del dron necesitamos de un buen clima, debido a que la presencia de un mal clima, con fuertes precipitaciones y fuertes vientos podría alterar el movimiento del dron a tal punto de no capturar bien las fotografías o producir daños mecánicos en el equipo.

El uso de los programas SIG como el ArcGIS y el R fueron de gran ayuda en la interpretación de resultados, pero se solicita el uso de ambos para que la toma de datos de un resultado más preciso en cuanto a la toma de decisiones en aplicaciones químicas, pues un mal resultado podría perjudicar al cultivo.

Se recomienda, al momento de usar el dron y adaptarlo con la cámara multiespectral, mantener la cámara de una manera estática para la captura de las fotografías, puesto a que, si no se cuenta con un tiempo para su procesamiento, las fotografías tienden a presentar un ruido digital.

También se recomienda el uso de estas tecnologías en la agricultura, para la optimización de recursos, minimización de costos, y aumenta la productividad en campo.

16. BIBLIOGRAFIA

1. Alfonso, G., Alvarado Ochoa, S., & Cartagena, Y. (2017). Evaluación de deficiencias nutricionales en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo invernadero. *Siembra*, 4(1), 93-109. <https://doi.org/10.29166/siembra.v4i1.504>
2. Basantes Vizcaíno, T. F., Aragón Suárez, J. P., & Albuja Illescas, L. M. (2022). *Cultivos Andinos de importancia agro productiva y comercial en la Zona 1 del Ecuador*. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12828>
3. Bonnaire Rivera, L., Montoya Bonilla, B., & Obando-Vidal, F. (2021). Procesamiento de imágenes multiespectrales captadas con drones para evaluar el índice de vegetación de diferencia normalizada en plantaciones de café variedad Castillo. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 22(1). https://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num1_art:1578
4. Briones Falla, J. J. T. (2020). *Comparación de dos fertilizantes (Nitrato de potasio y Sulfato de potasio) y su influencia en el rendimiento del cultivo de arroz (Oryza sativa), variedad Tinajones en el valle de Zaña*. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8830>
5. Cajo Vega, J. P. (2022). *Evaluación de la dosis optima de nitrógeno en el cultivo de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) variedad INIAP-450-andino en la comunidad de Puculpala*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/18362>
6. Chiquin Lema, A. R. (2022). *Evaluación del macerado de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) para control de gusano cogollero (Spondoptera frugiperda) en el cultivo de maíz (Zea mays L.) en la localidad Plaza Arenas-Latacunga 2022*. [BachelorThesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9444>

7. Chusin Ayala, L. P. (2020). *Evaluación del extracto acuoso de semilla de higuierilla (Ricinus communis l.) Como herbicida presiembra para el control de malezas en el cultivo de chocho (Lupinus mutabilis sweet) en el Barrio Santan grande de la parroquia Ignacio Flores Del Cantón Latacunga*. [BachelorThesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6620>
8. Cisneros, J., Goulson, D., Derwent, L. C., Penagos, D. I., Hernández, O., & Williams, T. (2002). Toxic Effects of Spinosad on Predatory Insects. *Biological Control*, 23(2), 156-163. <https://doi.org/10.1006/bcon.2001.1000>
9. Cruz, R., Amador, J., & Falconí Saá, C. E. (s. f.). *Respuesta agronómica y espectral del chocho (Lupinus mutabilis Sweet) por efecto del pretratamiento*.
10. Cuji Pilco, A. P. (2020). *Determinación del periodo crítico del control Arvenses y su interacción con la entomofauna asociada con el cultivo de chocho (Lupinus mutabilis Sweet)*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17178>
11. Dominguez, J. (2000). *Breve Introducción a la Cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica (SIG)*.
12. Esteban Nieto, N. (2018). *Tipos de Investigación*.
13. Fawcett, D., Bennie, J., & Anderson, K. (2021). Monitoring spring phenology of individual tree crowns using drone-acquired NDVI data. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 7(2), 227-244. <https://doi.org/10.1002/rse2.184>
14. GINES, N. G. (2023). *Fertilizantes. Química y acción. 2ª edición*. Ediciones Mundi-Prensa.
15. Gliigo, N., Alonso, G., Barkin, D., Brailovsky, A., Brzovic, F., Carrizosa, J., Durán, H., Fernández, P., Gallopín, G. C., Leal, J., Marino de Botero, M., Morales, C., Ortiz

- Monasterio, F., Panario, D., Pengue, W., Rodríguez Becerra, M., Rofman, A. B., Saa, R., Sejenovich, H., ... Villamil, J. J. (2020). *La tragedia ambiental de América Latina y el Caribe* [Libros de la CEPAL]. Naciones Unidas Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
<https://econpapers.repec.org/bookchap/ecrcol015/46101.htm>
16. Gómez Carranza, A. S. (2018). *Evaluación de insecticidas biorracionales como estrategia mip para controlar plagas del Chocho (lupinus mutabilis), Parroquia Aláquez, Barrio Colayapamba, Cantón Latacunga, Cotopaxi. 2017-2018.* [BachelorThesis, Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)].
<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5709>
17. Gómez-Camperos, J., Jaramillo, H., & Guerrero-Gómez, G. (2022). Técnicas de procesamiento digital de imágenes para detección de plagas y enfermedades en cultivos: Una revisión. *INGENIERÍA Y COMPETITIVIDAD*, 24(1), Article 1.
<https://doi.org/10.25100/iyc.v24i1.10973>
18. Gómez-Rodríguez, A. J. (2021). *Evaluación del uso de imágenes multiespectrales como herramienta para la predicción del estado nutritivo y riesgo de floración natural en el cultivo de piña (Ananas comosus).*
<https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13323>
19. González, A., Amarillo, G., Amarillo, M., & Sarmiento, F. (2016). Drones Aplicados a la Agricultura de Precisión. *Publicaciones e Investigación*, 10, 23-37.
<https://doi.org/10.22490/25394088.1585>
20. González Gil, T., & Cano Arana, A. (2010). Introducción al análisis de datos en investigación cualitativa: Tipos de análisis y proceso de codificación (II). *NURE investigación: Revista Científica de enfermería*, 45, 9.

21. Gutierrez, A., Infantes, M., & Cruces, L. (2016). Evaluación del efecto insecticida de las aguas residuales de tarwi (*Lupinus mutabilis*) sobre larvas de *Spodoptera eridania* (Lep.: Noctuidae) bajo condiciones de laboratorio. *Agroindustrial Science*, 6(1), 151-153.
22. Jelnicki, V. E. (2021). *Informe de Higiene y Seguridad en Gestión de Uso de Agroquímicos* [BachelorThesis]. <https://repositorio.21.edu.ar/handle/ues21/22113>
23. Lebron Casas, L., & Lumbreras Ruiz, F. (2016). *Desarrollo de cámara multiespectral: Captura y análisis de sus imágenes*.
24. López Ruiz, A., Jurado, J. M., Ogayar, C., & Feito, F. (2019). *Multispectral Registration, Undistortion and Tree Detection for Precision Agriculture*. <https://doi.org/10.2312/ceig.20191209>
25. Meneses, V. A. B., Téllez, J. M., & Velasquez, D. F. A. (2015). USO DE DRONES PARA EL ANALISIS DE IMÁGENES MULTIESPECTRALES EN AGRICULTURA DE PRECISIÓN. @limentech, *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 13(1), Article 1. <https://doi.org/10.24054/16927125.v1.n1.2015.1647>
26. Montero Zapata, J. E. (2022). *Descripción del uso de cámaras multiespectrales en el diagnóstico de cultivos* [BachelorThesis, BABAHOYO: UTB, 2022]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11311>
27. Morales Carreño, A. (2019). *Implementación y metodología de calibración de Cámaras Multiespectrales para aplicaciones en agricultura de precisión*. <https://accedacris.ulpgc.es/jspui/handle/10553/77469>
28. Muñoz Buñay, D. A. (2019). *Evaluación de cinco controles alternativos para el manejo de barrenadores del chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) en la parroquia Palmira, cantón Guamate, provincia de Chimborazo* [BachelorThesis, Escuela Superior Politécnica de

- Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10742>
29. Narvaez Chuquiano, M. E. (2021). *Evaluación de seis densidades de siembra y su productividad en el cultivo de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) en la parroquia Chugchilán, cantón Sigchos, provincia Cotopaxi 2020*. [BachelorThesis, Ecuador : Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10168>
30. Ocaña Palacios, I. A. (2019). *Caracterización fisicoquímica, nutricional y reológica de cultivos andinos infrautilizados* [BachelorThesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Carrera de Ingeniería en Alimentos]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/30002>
31. Perez-Garcia, C. A., Pérez-Atray, J. J., Hernández -Santana, L., Gustabello-Cogle, R., Becerra-de Armas, E., Perez-Garcia, C. A., Pérez-Atray, J. J., Hernández -Santana, L., Gustabello-Cogle, R., & Becerra-de Armas, E. (2019). Sistema de Información Geográfica para la agricultura cañera en la provincia de Villa Clara. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 13(2), 30-46.
32. Pino V., E. (2019). Los drones una herramienta para una agricultura eficiente: Un futuro de alta tecnología. *Idesia (Arica)*, 37(1), 75-84. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292019005000402>
33. Realpe, M., Godoy, A., & Reyes, J. (2019). *Uso de software de código abierto para fusión de imágenes agrícolas multiespectrales adquiridas con drones*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.254>
34. Ríos-Hernández, D. C. R. (2021). *Uso de los Drones o Vehículos Aéreos no Tripulados en la Agricultura de Precisión*. 11(4).
35. Sánchez Paredes, D. A. (2023). *Determinación del perfil lipídico en harinas de chocho*

(Lupinus mutabilis sweet) y melloco blanco (*Ullucus tuberosus*) para establecer el contenido de ácidos grasos saturados e insaturados [BachelorThesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Carrera de Biotecnología].
<https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/37958>

36. Serna Montenegro, G. S., & Vélez, Y. F. (s. f.). *Propuesta pedagógica para minimizar la degradación de suelos por fertilizantes químicos en la vereda La Fortuna*. Recuperado 11 de julio de 2023, de <https://repository.libertadores.edu.co/handle/11371/5461>
37. Sobalvarro, K. K. H., Lina, M. C. A., & Garcia, E. A. P. A. P. C. (s. f.). La revolución verde. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 4(8), 1040-1052.
38. Su García, N. C., & Arostegui Alfaro, N. Z. (2020). Comparación de eficiencia de bioabono Bocashi (elaborado de restos de pescado y suelo) y fertilizante químico en el desarrollo de Allium cepa. *Universidad Peruana Unión*.
<https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3241>
39. Valencia Yaguana, D. D. (2022). *Identificación de insectos polinizadores, usando la aplicación iNaturalist en el cultivo de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) basada en el manejo orgánico para la producción, en 5 parroquias de la provincia de Cotopaxi 2021*. [BachelorThesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)].
<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9222>

17. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de vida del tutor

CURRICULUM VITAE



1.- DATOS PERSONALES

NOMBRES Y APELLIDOS: CARRERA MOLINA DAVID SANTIAGO
 FECHA DE NACIMIENTO: 15 DE JULIO DEL 1982
 CEDULA DE CIUDADANÍA: 050266318-0
 ESTADO CIVIL: CASADO
 NUMEROS TELÉFONICOS: 0981787776
 E-MAIL: davidely13@yahoo.es
david.carrera@utc.edu.ec

2.- ESTUDIOS REALIZADOS

NIVEL PRIMARIO: ESCUELA FISCAL “SIMÓN BOLÍVAR”
 NIVEL SECUNDARIO: “INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR VICENTE LEÓN”
 NIVEL SUPERIOR: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
 POSGRADO: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

3.- TÍTULO

PREGRADO: INGENIERÍA AGRONÓMICA
 POSGRADO: MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN
 PHD: Cursando Doctorado en Tecnología de los sistemas Agroforestales

4.- EXPERIENCIA ACADEMICA

- UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI DOCENTE
- ARTICULO DETERMINACIÓN Y CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGUA PRODUCIDO EN LA SUB CUENCA DEL CANTÓN LATACUNGA MEDIANTE TELEDETECCIÓN REVISTA UTCIENCIA VOLUMEN 3
- RESPUESTA DE ALBAHACA (*Ocimum basilicum*) A LA SALINIDAD EN LAS ETAPAS INICIALES DE CRECIMIENTO REVISTA DIGITAL BIOTECNIA

5.- PROYECTOS

- DETERMINACIÓN Y CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGUA PRODUCIDO EN LA SUB CUENCA DEL CANTÓN LATACUNGA MEDIANTE TELEDETECCIÓN

6.- CURSO DE CAPACITACIÓN PROFESIONAL

| TIPO | NOMBRE DEL EVENTO (TEMA) | EMPRESA / INSTITUCIÓN QUE ORGANIZA EL EVENTO | DURACIÓN HORAS | TIPO DE CERTIFICADO | PAÍS |
|--------------|---|--|----------------|---------------------|---------|
| Curso | Sistemas de información geográfica niveles básico e intermedio | CEPEIGE | 50 | Aprobación | Ecuador |
| Curso | Sistemas de información geográfica niveles básico e intermedio | TIANNCH DD | 40 | Aprobación | Ecuador |
| Curso | Sistemas de información geográfica SIG virtual | Universidad Técnica de Cotopaxi | 40 | Aprobación | Ecuador |
| Curso | Diseño experimental | Universidad Técnica de Cotopaxi | 40 | Aprobación | Ecuador |
| Curso taller | Evaluación de tierras fertilización de suelos y agresividad climática | Universidad Técnica De Cotopaxi -iee | 40 | Aprobación | Ecuador |
| Curso | Espectrometría de vegetación bases científicas y aplicaciones | Universidad Técnica De Cotopaxi -IEE | 40 | Aprobación | Ecuador |
| Curso | Usos y aplicaciones de imágenes landsat en estudios territoriales y ambientales | Centro De Estudios Territoriales | 26 | Aprobación | Ecuador |

7.- PREMIOS OBTENIDOS

| NOMBRE DEL EVENTO (TEMA) | EMPRESA / INSTITUCIÓN QUE ORGANIZA EL EVENTO | LUGAR | PAÍS |
|--------------------------|--|---------------|---------|
| Feria Utcina | Universidad Técnica de Cotopaxi | Primer Lugar | Ecuador |
| VII Feria UTCiencia | Universidad Técnica de Cotopaxi | Segundo Lugar | Ecuador |

7.- ARTÍCULOS PUBLICADOS

- Respuesta de genotipos de albahaca (*ocimum basilicum* L.) a la salinidad en las etapas iniciales de crecimiento
- Determinación y cálculo del volumen de agua producido por la sub-cuenca del río cutuchi del cantón Latacunga mediante teledetección
- Comportamiento del peso fresco en almacenamiento de la cebolla de bulbo (*allium cepa* L.) bajo diferentes estrategias de cosecha y postcosecha



Ing. David Carrera Mg

Anexo 2. Hoja de vida del autor**CURRICULUM VITAE****1.- DATOS PERSONALES**

NOMBRES: FRANK ALEX
APELLIDOS: UGSHA CUYO
FECHA DE NACIMIENTO: 05 DE DICIEMBRE DE 1999
CEDULA DE CIUDADANÍA: 1751259944
ESTADO CIVIL: SOLTERO
EDAD: 23 AÑOS
GENERO: MASCULINO
DIRECCION DOMICILIARIA: EL PANECILLO
NUMEROS TELÉFONICOS: 0983930052
E-MAIL: frankugsha@gmail.com
frank.ugsha9944@utc.edu.ec

2.- PREPARACION ACADEMICA

NIVEL PRIMARIO: ESCUELA FISCAL "RIO AMAZONAS"
TITULO OBTENIDO: EDUCACION GENERAL BASICA
NIVEL SECUNDARIO: "INSTITUTO NACIONAL MEJIA"
TITULO OBTENIDO: BACHILLER EN CIENCIAS
NIVEL SUPERIOR: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
TITULO OBTENIDO: CERTIFICADO DE INGLES B1.

DECLARACIÓN: DECLARO QUE, todos los datos que incluyo en este formulario son verdaderos y no eh ocultado ningún acto o hecho, por lo que asumo cualquier responsabilidad.

Ugsha Cuyo Frank Alex

Firma del estudiante

Anexo 3. Aval de traducción



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI



CENTRO
DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“EVALUACIÓN DEL DAÑO CAUSADO POR PLAGAS Y ENFERMEDADES MEDIANTE IMÁGENES MULTIESPECTRALES EN EL CULTIVO DE CHOCHO (LUPINUS MUTABILIS) EN LA PARROQUIA DE SAN JUAN DE PASTOCALLE”** presentado por: **Ugsha Cuyo Frank Alex**, egresado de la Carrera de Agronomía, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizo bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, agosto del 2023

Atentamente,



BLANCA GLADYS
SANCHEZ AVILA



CENTRO
DE IDIOMAS

MSc. Blanca Gladys Sánchez A.

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC

CI: 2100275375

Anexo 4. Fotos de la investigación



Elaborado por: Ugsha F. (2023)



Elaborado por: Ugsha F. (2023)



Elaborado por: Ugsha F. (2023)



Elaborado por: Ugsha F. (2023)



Elaborado por: Ugsha F. (2023)



Elaborado por: Ugsha F. (2023)