

Informe de pasantía

**Evaluación del efecto la fertilización en sistemas de asocio de frutales andinos en el
municipio de Arboleda**

Luis Eduardo Samudio Castillo

Pasantía como opción de grado para optar el título de Agrónoma.

Asesora de Pasantía

Martha Isabel Cabrera Otálora

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA

Agronomía

2024

Resumen

El informe de pasantía sobre la evaluación del efecto la fertilización en sistemas de asocio de frutales andinos en el municipio de Arboleda, se desarrolla en el marco del proyecto de investigación financiado con recursos del sistema general de regalías titulado “Estudio de sistemas de cultivo asociados a los frutales andinos como estrategia innovadora para la reactivación económica de los municipios de Sandoná, Ipiales, La Florida, Arboleda, Providencia y El Peñol del departamento de Nariño”. La pasantía fue desarrollada conforme el aval aportado al plan de trabajo con un total de diez actividades registradas y cuya acción se adelantó en trabajo de campo en su totalidad, incluyen registro de información en bases de datos con fines de análisis de información obtenida en los sistemas de asocio de frutales asignados. Centrada en la investigación del impacto de las plagas y enfermedades en los sistemas de cultivo, la asesoría técnica concentro la atención en la detección y diagnóstico de estas mediante el análisis de muestras en laboratorio. El objetivo de la evaluación se concentró en identificar el método de tratamiento que lograra mejores resultados tanto de producción como en la baja o alta presencia de plagas y enfermedades. La observación, la acción y ejecución de planes basándose en las prácticas implementadas por los agricultores y gestión de los procesos directamente mejorando la productividad los cultivos, constituyó la metodología de trabajo indicada por el equipo técnico. Finalmente, es de indicar que la pasantía es un entorno de formación que permite el desarrollo de capacidades técnicas e investigativas en la formación profesional del agrónomo. Los principales resultados están relacionados con la actualización de información técnica para la producción de cultivos de forma directa con los agricultores.

Palabras clave: Producción, cultivos andinos, asistencia técnica, monitoreo.

Abstract

The internship report on the evaluation of the effect of fertilization in systems associated with Andean fruit trees in the municipality of Arboleda, is developed within the framework of the research project financed with resources from the general royalties system entitled "Study of farming systems associated with Andean fruit trees as an innovative strategy for the economic reactivation of the municipalities of Sandoná, Ipiales, La Florida, Arboleda, Providencia and El Peñol in the department of Nariño". The internship was developed according to the endorsement provided to the work plan with a total of ten registered activities and whose action was carried out in field work in its entirety, including recording information in databases for the purpose of analyzing information obtained in the assigned fruit association systems. Focused on investigating the impact of pests and diseases in the cropping systems, the technical assistance concentrated on detecting and diagnosing them by analyzing samples in the laboratory. The objective of the evaluation focused on identifying the treatment method that would achieve the best results both in terms of production and in terms of low or high presence of pests and diseases. Observation, action and execution of plans based on the practices implemented by the farmers and management of the processes directly improving crop productivity, constituted the work methodology indicated by the technical team. Finally, it should be noted that the internship is a training environment that allows the development of technical and research skills in the agronomist's professional training. The main results are related to the updating of technical information for crop production directly with the farmers. The main contribution as an intern was to train farmers on the different pests and diseases that may be unknown to them, as well as the characterization of crop symptoms.

Keywords: Production, Andean crops, technical assistance, monitoring.

Tabla de Contenido

Introducción	7
Reseña del proyecto	8
Síntesis de proyecto	8
Sinopsis técnica.....	11
Justificación de la pasantía.....	14
Objetivos de la pasantía	16
Objetivo general	16
Objetivos específicos	16
Resultados de pasantía	17
Productos desarrollados	17
Evaluación el efecto de la fertilización en la mortalidad del material vegetal establecido en sistemas de asocio de frutales andinos	18
Evaluación del efecto de la fertilización y de los sistemas de asocio de frutales andinos en el crecimiento y la incidencia de plagas y enfermedades	20
Evaluación mediante imágenes multiespectrales la interacción de la fertilización y de los sistemas de asocio de frutales andinos.....	23
Facilitar y guiar activamente a los propietarios de fincas en el proceso de certificación, proporcionando asesoramiento técnico y administrativo para asegurar el cumplimiento de los estándares requeridos	27

Actividades realizadas	30
Conclusiones	31
Recomendaciones	34
Referencias Bibliográficas	36
Apéndices.....	37

Lista de figuras

Figura 1 Localización beneficiarios Arboleda, Nariño	17
Figura 2 Mortalidad de plantas	19
Figura 3 Actividad monitoreo de mortalidad de plantas.....	20
Figura 4 Monitoreo de crecimiento.....	21
Figura 5 Monitoreo de crecimiento.....	21
Figura 6 Monitoreo de plagas y enfermedades	22
Figura 7 Monitoreo de plagas y enfermedades	23
Figura 8 Vuelos de dron.....	24
Figura 9 Imagen multiespectrales	26
Figura 10 Proceso de certificación.....	27
Figura 11 Entrega de kits	29

Introducción

El presente documento contiene el resultado de una pasantía realizada como opción de grado para la obtención del título en agronomía de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Fue realizada en el marco de ejecución del proyecto de investigación titulado “Evaluación de sistemas de cultivo asociados a los frutales andinos como estrategia innovadora para la reactivación económica de los municipios de Sandoná, Ipiales, La Florida, Arboleda, Providencia y El Peñol del departamento de Nariño”, concentrando el plan de trabajo en el municipio de arboleda Nariño. Particularmente, se buscó acompañar a los beneficiarios ejecutando acciones de capacitación y asistencia técnica enfocada en las buenas prácticas agrícolas (BPA). Las actividades que se desarrollaron estuvieron enmarcadas en el acompañamiento al servicio de extensión del proyecto frutales andinos a 15 beneficiarios ubicados en los diferentes municipios del departamento de Nariño, en los cuales se cultivaron diferentes especies de frutales como lulo, tomate de árbol, mora, granadilla, gulupa, uchuva y fríjol.

Entre las actividades que se desarrollaron se realizó acompañamiento a la ejecución de la fase 1 del proyecto que comprometió directamente los cultivos. Igualmente, se realizaron capacitaciones en temáticas enfocadas a mantenimiento y calibración de equipos, manejo de podas, manejo eficiente en el proceso y manipulación de drones de fumigación y captura de imágenes multiespectrales. Para las prácticas pertinentes a cada temática, se llevaron a cabo visitas de campo a fincas donde se evidenció participación y adopción de orientaciones por parte de los beneficiarios del proyecto.

Reseña del proyecto

Síntesis de proyecto

Con la Resolución 385 del 12 de marzo de 2020 expedido por el Ministerio de Salud y Protección Social, se declaró la emergencia sanitaria por causa de COVID-19 y estableció las medidas para hacer frente al virus. Así mismo, la Presidencia de la República, a través del Decreto 417 del 17 de marzo de 2020 declaró Estado de Emergencia Económica, Social y Ecológica en todo el territorio Nacional, lo cual generó un descenso considerable en la economía de los diferentes sectores productivos y por ende de los ingresos de la población dentro del cual se encuentra el sector agrícola.

En el contexto, de esta problemática, se deben adoptar medidas de mitigación a los efectos económicos generados por la diseminación de la enfermedad que sean efectivas, a través de proyectos de ciencia, tecnología e innovación (CTeI) entre ellos los dirigidos a fortalecer las capacidades de CTeI a nivel regional. En este sentido, se plantea este proyecto con el fin de identificar y establecer una estrategia productiva innovadora que contribuyan a la reactivación económica del sector agrícola para atender problemáticas económicas derivadas de la emergencia derivada por el COVID-19 en el departamento de Nariño, tomando como base frutales de origen Andino como lulo, mora, tomate de árbol, gulupa, uchuva y granadilla en asocio con frijol arbustivo, que ha permitido apoyar a productores con los costos iniciales de producción, incluir a las asociaciones en procesos de investigación y generación de conocimiento, obteniendo mayores rendimientos e ingresos por unidad de área, poner en práctica actividades de innovación como la siembra de variedades mejoradas desarrolladas en el departamento de Nariño y la aplicación de manejo de precisión de plagas y enfermedades, lo cual constituye una ventaja comparativa con los monocultivos y sistemas tradicionales de cultivo

propuestos en este proyecto.

Por lo tanto para el abordaje de la problemática planteada se evaluó el comportamiento agronómico de sistemas de cultivos intercalados con lulo, uchuva, gulupa, mora, granadilla, tomate de árbol y frijol arbustivo bajo diferentes modalidades de fertilización y tres rangos altitudinales, para lo cual se realizó la verificación en campo de lotes de los beneficiarios de cada una de las asociaciones aliadas hasta completar la totalidad de los beneficiarios e identificar que cumplan con las condiciones establecidas en el proyecto; se proyectó el diseño experimental de los sistemas a evaluar; se determinaron los requerimientos de insumos, materiales y semillas requeridas para la implementación de los lotes; se realizó la siembra de lotes acorde al diseño experimental; se elaboraron los formatos técnicos y de evaluación requeridos para el registro de actividades y diagnósticos necesarios con los beneficiario; se realizaron las adecuaciones locativas para adecuación de áreas necesarias en el proceso de registro de predios ante el ICA; se puso en marcha la normatividad de BPA para certificación de predios y se han realizado las evaluaciones de crecimiento y cosecha necesarias para determinar el mejor sistema de asocio por municipio y ser implementado en la segunda fase.

Con el fin de determinar el efecto de los sistemas de cultivo intercalados sobre la incidencia de plagas y enfermedades, mediante diagnósticos e identificación en laboratorio a través de protocolos de biología molecular que permitan establecer sistemas de manejo de precisión, se definieron los equipos, características y requerimientos de energía. Lo anterior, permitió evaluar cotizaciones y con base en la mejor oferta tecnológica se recomendó para el estudio de mercado al proveedor Bioanalytica.

Por otro lado, se están diseñando los protocolos de bioseguridad en el laboratorio, los protocolos de identificación de plagas y los protocolos para identificación de microorganismos

patógenos de plantas; la aplicación de los mismos se validará cuando se puedan realizar muestreos en los lotes experimentales de los beneficiarios del proyecto.

Para evaluar la viabilidad económica de los cultivos intercalados con lulo, mora, granadilla, tomate de árbol y frijol arbustivo, en los municipios de La Florida, El Peñol, Arboleda, Providencia, Ipiales y Sandoná, se realizó una serie de actividades y tareas, las cuales consistieron en el registro, sistematización y organización de los costos, gastos e ingresos, la identificación de la utilidad y los flujos netos para cada sistema intercalado y el análisis de algunos indicadores financieros que ayudaron a evaluar la viabilidad económica de dichas unidades productivas.

Así mismo, se realizó un diagnóstico inicial para identificar la situación inicial de cada uno de los predios y así al final del proyecto, hacer una evaluación sobre los resultados obtenidos. Los datos requeridos para realizar los análisis se recolectaron de manera mensual, en cada uno de los predios, haciendo uso para ello de formatos, los cuales se proyectaron teniendo en cuenta cada una de las necesidades de información. Además, para el ejercicio, se llevó una base de datos por municipio con todos los registros y la información para los respectivos análisis.

Por último, la capacitación a productores se dio a través de procesos adaptados de transferencia de tecnología como Escuelas de Campo para Agricultores (ECAs), igualmente, se adelantaron socializaciones iniciales con las asociaciones beneficiarias. En estos eventos que tuvieron lugar en los municipios del Peñol, Arboleda, Sandoná, Providencia, Arboleda e Ipiales, se presentaron los objetivos, actividades, metas y productos que se debieron conseguir durante el periodo de ejecución del proyecto, además, se elaboró el “Instructivo de prueba de caja” en colaboración con el equipo técnico.

En este documento se establecieron los lineamientos necesarios para determinar el nivel

de conocimiento de los beneficiarios sobre temas de interés al inicio de la ECA, así como identificar vacíos de conocimiento en cada municipio y seleccionar temas de capacitación. Hasta el momento se han desarrollado 23 ECAS en los municipios beneficiarios. Por otra parte, el proyecto contempla la capacitación de beneficiarios a través de Diálogos de saberes, los cuales permiten abordar temáticas de interés de una manera conjunta entre el equipo técnico y los productores, los cuales a través de su experiencia retroalimentan la actividad y facilitan la asimilación de la información. Hasta el momento se han desarrollado 24 diálogos de saberes en los municipios beneficiarios.

Sinopsis técnica

Las siembras en combinaciones o también llamadas policultivos o cultivos intercalados se vienen realizando en muchas partes del mundo, incluso en mayor proporción que los monocultivos. Sin embargo, las características que poseen los policultivos son desconocidas e ignoradas por los investigadores agrícolas, si bien, este tipo de investigaciones han aumentado generando beneficios potenciales y evidentes a los agricultores (Liebman, 1999).

En Latinoamérica, la mayor parte de la producción de los cultivos básicos de las zonas tropicales procede de un sistema de cultivos intercalado, entre los que se encuentran: yuca, maíz y frijol, que son cultivados combinados entre sí o con otros cultivos (Francis et al. 1976, Leihner 1983). La expansión de la frontera agrícola, los cambios climáticos y el crecimiento de la población a nivel mundial, son unos de los factores que han puesto a los agricultores a pensar en maneras más eficientes de producción por unidad de área. Entre muchas alternativas para producir de una manera más eficiente, está el uso de cultivos intercalados, que es comúnmente usado por los pequeños agricultores en las regiones de Latinoamérica. Estos sistemas son

eficientes en el aprovechamiento de otros factores, como el uso de agua, luz, supresión de malezas; sin embargo, aunque tradicionalmente se han manejado a escala pequeña, los principios de los cultivos intercalados son a escala-neutral y se puede aplicar a grandes extensiones. El desarrollo de este tipo de cultivos ha despertado el interés para los pequeños productores, no obstante, la falta de información técnica y de transferencia de nuevas tecnologías, ha dificultado su establecimiento como un sistema rentable y sostenible. Existe muy poca información sobre cómo realizar las siembras (densidades, fechas de siembra, mezclas apropiadas), cómo fertilizar y cómo aprovechar los beneficios otorgados por los mismos (supresión de malezas, plagas y enfermedades) (Hill, 2011).

Una de las principales razones por la cual los agricultores a nivel mundial adoptan policultivos, es que frecuentemente se puede obtener un mayor rendimiento en la siembra de una determinada área sembrada como policultivo que de un área equivalente, pero sembrada en forma de monocultivo o aislada. Este aumento en el aprovechamiento de la tierra es especialmente importante en aquellos lugares del mundo donde los predios son pequeños debido a las condiciones socioeconómicas y donde la producción de los distintos cultivos está sujeta a la cantidad de tierra que se pueda limpiar, preparar y desmalezar (generalmente en forma manual) en un tiempo limitado.

En departamentos como Caquetá, Meta, Cundinamarca y Bogotá se han desarrollado estrategias de circuitos cortos de abastecimiento que han permitido la adquisición de insumos para la producción y la venta de productos frescos, contrarrestando así las restricciones logísticas originadas por la pandemia y reduciendo en al menos un 20% las pérdidas ocasionadas por la distancia entre productores y consumidores. Sin embargo, en el departamento de Nariño, aún no se han generado estrategias contundentes para mitigar el daño económico causado en el sector

rural por la pandemia (Contexto Ganadero, 2020). Adicionalmente en el departamento de Nariño el 52% de su población vive en zona rural y su principal actividad es la agropecuaria, ocupando el tercer lugar del PIB departamental con el 14% y en la generación de empleo.

El departamento tiene 442.335 ha cultivadas; la mayor cantidad de propietarios son pequeños (93,89%), cuya base social tiene una proporción de propiedad rural del 56,2% con más de 20 ha, dejando un 44,8% restante distribuido en pequeña propiedad (11,66%), minipropiedad (18,06%) y micropropiedad (13,08%); que presentan limitaciones para acceder a más tierra, especialmente en la zona andina, evidenciando la existencia de conflictos en el uso del suelo (UPRA, 2018; Gobernación de Nariño, 2018; Gobernación de Nariño, 2020) (Las citas resaltadas en verde deben ser expuestas en el capítulo de referencias).

Justificación de la pasantía

Los sistemas productivos en asocio de especies de frutales andinos como lulo, tomate, uchuva, mora, gulupa, granadilla, entre otros cultivos son motores importantes de la economía regional. Del proyecto se pudo adquirir un amplio rango de conocimientos relacionado con el manejo agronómico de los cultivos bajo un enfoque de buenas prácticas agrícolas (BPA), que van desde labores de manejo culturales del cultivo, hasta el diagnóstico y control integrado de plagas y enfermedades.

La pasantía como opción de grado es una oportunidad importante para tanto para adquirir conocimientos no solo de fitotecnia, sino también de investigación y diseño experimental, como también para fortalecer habilidades en estadística y metodología de la investigación. El proyecto es ejecutado por profesionales altamente capacitados en diversas áreas de conocimiento, que nos ofrecieron la experiencia en una gama de herramientas para complementar nuestra formación como ingenieros agrónomos.

Sumado a lo anterior, tuvimos la oportunidad de poner en práctica todo lo que aprendimos en teoría sobre las ciencias agrarias, con el objetivo de fortalecer nuestros conocimientos adquiridos durante el desarrollo del programa académico.

Además, se tuvo la oportunidad de interactuar con el sector rural, agricultores, y profesionales, fortaleciendo nuestras habilidades personales para el trabajo en equipo y la formulación de alternativas en la solución de problemas. De tal manera que aprendimos a relacionarnos activamente con los demás integrantes del proyecto. Lo anterior, favorecerá la construcción de relaciones de calidad, más estables y duraderas que puedan facilitar nuestra vida profesional para la adquisición de metas y el alcance de objetivos en el sector laboral.

Igualmente, que podamos construir vínculos y relaciones con agricultores y profesionales que puedan ampliar nuestra red de trabajo que potencialice nuestras oportunidades laborales

Objetivos de la pasantía

Objetivo general

Evaluar el efecto de la fertilización en sistemas de asocio de frutales andinos en el municipio de Arboleda

Objetivos específicos

Evaluar el efecto de la fertilización en la mortalidad del material vegetal establecido en sistemas de asocio de frutales andinos.

Evaluar el efecto de la fertilización y de los sistemas de asocio de frutales andinos en el crecimiento y la incidencia de plagas y enfermedades.

Evaluar mediante imágenes multiespectrales la interacción de la fertilización y de los sistemas de asocio de frutales andinos.

Facilitar y guiar activamente a los propietarios de fincas en el proceso de certificación, proporcionando asesoramiento técnico y administrativo para asegurar el cumplimiento de los estándares requeridos para la certificación en BPA.

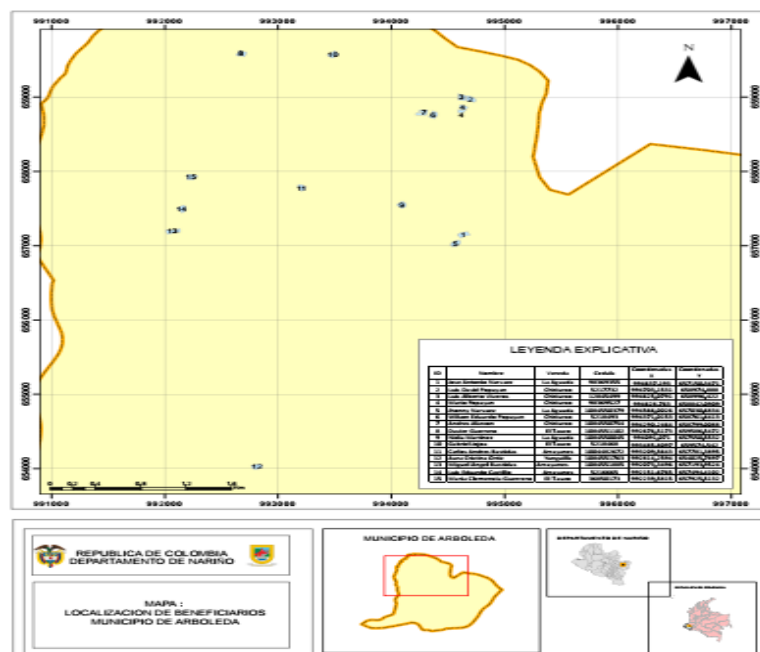
Resultados de pasantía

Productos desarrollados

El proyecto de investigación de frutales andinos se realizó en el municipio de Arboleda Nariño, en las veredas la Aguada, Chiriurco, el Tauso (zona alta), Yungilla, El Tauso, la Arrinconada y Arrayanes.

Figura 1

Localización beneficiarios Arboleda, Nariño



Fuente. Proyecto Frutales Andinos, (2023)

En cada vereda se inició el proceso de fertilización en el que se implementaron tres tratamientos, a saber: 100% químico, 100% orgánico, 50% químico - 50% orgánico en todos los asociados. Estos tratamientos de fertilización fueron utilizados en cultivos de mora, tomate, frijol, granadilla y lulo; y estuvieron ubicados a diferentes alturas (alta, media, baja), con el fin de evaluar a qué altura y a qué tratamiento de fertilización se adaptaban mejor los cultivos de frutales mencionados.

Para ejecutar esta evaluación se realizó visitas mensualmente a 15 beneficiarios, donde cada lote tenía una dimensión de 5000m^2 , posteriormente se procedió a dividir los lotes de cada beneficiario en 9 parcelas, cada parcela tenía su cultivo en asocio (Ej. Tomate-mora- frijol, lulo-mora-frijol, Granadilla-mora-frijol).

Evaluación del Efecto de la Fertilización en la Mortalidad del Material Vegetal Establecido en Sistemas de Asocio de Frutales Andinos

El monitoreo de mortalidad vegetal se realizó con el objetivo de determinar la detección temprana de problemas en los cultivos. Permite ayudar a identificar y abordar rápidamente factores como enfermedades, plagas, deficiencias nutricionales, condiciones climáticas adversas u otros problemas que puedan afectar la salud de las plantas.

Dentro de la investigación se realizó monitoreo de mortalidad por medio de las visitas técnicas realizadas con el acompañamiento de la tecnóloga María Luisa Esquivel y la ingeniera Astrid Benavides. Se logró identificar que en el predio del cultivo de lulo ubicado en la parte baja del municipio de arboleda, se observó que la planta no tuvo gran adaptabilidad: se presentó un nivel frecuente de ataque de plagas y enfermedades en todos los tratamientos. Igualmente, se observó varios casos de marchitamiento de las plantas, presencia de phytophora, antracnosis y pasador del fruto, causando la muerte de las plantas. Ante tal situación, se indicó al beneficiario la erradicación de cada una de las plantas afectadas y, de esta forma, evitar la propagación de dicha enfermedad al resto de cultivo.

Figura 2

Mortalidad de plantas



Fuente. Elaboración propia

En los predios ubicados en la parte alta de la cabecera municipal de arboleda con relación a los predios ubicados en la parte baja del municipio, el índice de mortalidad en el cultivo de lulo fue bajo, ya que las plantas se adaptaron muy bien a este clima. El ataque de plagas y enfermedades también fue mínimo, gracias a que el beneficiario acogió las recomendaciones proporcionadas por la ingeniera, Las acciones consistieron en retirar las plantas enfermas del predio y realizar las correspondientes desinfecciones del lugar para evitar la propagación a las demás plantas sanas. Además, se implementó la rotación de productos químicos para el control de plagas, con el objetivo de prevenir la resistencia a los plaguicidas. De esta forma, se logró mantener el buen estado de salud del cultivo en todos los tratamientos.

Figura 3

Actividad monitoreo de mortalidad de plantas



Fuente. Elaboración propia

Evaluación del efecto de la fertilización y de los sistemas de asocio de frutales andinos en el crecimiento y la incidencia de plagas y enfermedades

La evaluación del crecimiento se llevó a cabo cada 45 días, seleccionando al azar dos plantas de cada tratamiento. A partir de estas plantas, se recopilaron datos que incluyeron el número de hojas, la altura de la planta, el perímetro del tallo, el ancho y largo promedio de las hojas, así como el número total de tallos. Estos datos proporcionaron información crucial para tomar medidas correctivas en caso de anomalías en el crecimiento.

En el cultivo de granadilla ubicado en la parte baja, se evidenció un retraso en el crecimiento y desarrollo de las plantas en todos los tratamientos, hecho que fue atribuido a condiciones climáticas desfavorables.

Figura 4

Monitoreo de crecimiento



Fuente. Elaboración propia

Durante las visitas a los predios ubicados en la parte media o central del municipio de arboleda, se destacó la buena adaptabilidad del cultivo de granadilla. Las plantas mostraron un crecimiento y desarrollo satisfactorios, especialmente en el tratamiento de fertilización al 100% química.

Figura 5

Monitoreo de crecimiento



Fuente. Elaboración propia

El monitoreo de plagas y enfermedades se realizó cada 30 días. A partir de esta actividad se evidenció que en el cultivo de tomate de la (zona media) se detectaron enfermedades como phytophora, Botrytis, antracnosis y Bacteria, de alta severidad en todos los tratamientos; se identificó como causa las fuertes lluvias, dejándolas más vulnerables a dichas enfermedades. Bajo esta condición, el ciclo de vida del cultivo fue muy corto.

Figura 6

Monitoreo de plagas y enfermedades



Fuente: Elaboración propia

En contraste con el cultivo de tomate de la parte media del municipio, el cultivo de tomate ubicado en la parte alta del municipio presentó un buen crecimiento y desarrollo de las plantas, así mismo, buena producción, y el ataque de plagas y enfermedades fue bajo, sobre todo en el tratamiento 50% químico- 50% orgánico, en los que se obtuvieron mejores resultados, los cuales se vieron reflejados en buena adaptabilidad de las plantas a las condiciones climáticas de la zona, como también en la calidad y tamaño de los frutos

Figura 7*Monitoreo de plagas y enfermedades*

Fuente. Elaboración propia

Evaluación mediante imágenes multiespectrales la interacción de la fertilización y de los sistemas de asocio de frutales andinos

Entre los materiales empleados durante la ejecución del proyecto se encuentra el dron Mavic 3 multiespectral, el cual fue manipulado por el geógrafo Robert Palacios. El dron fue implementado con el propósito de sobrevolar los cultivos existentes para evaluar el estado de salud de las plantas. Los vuelos realizados en los asocio se llevaron a cabo a una altura constante de 12 metros sobre el cultivo. Esta altitud permitió una identificación precisa y detallada del estado en el que se encontraba el cultivo, gracias a la capacidad de alta resolución del dron.

Se evaluó diversas características entre las que se encuentra la salud de las plantas y la

detección de enfermedades, también se observó el estado nutricional y la calidad de dichos cultivos.

Figura 8

Vuelos de dron



Fuente. Elaboración propia

El dron permitió la captura de diferentes longitudes de onda de luz, lo que nos permitió analizar patrones específicos asociados con la salud y el desarrollo de los frutales. La reflectancia en distintas bandas espectrales nos ayudó a identificar problemas en las plantas como el estrés hídrico, deficiencias nutricionales y enfermedades antes de que fueran visibles a simple vista, de esta forma lograr:

Identificación Temprana de Problemas

La habilidad para examinar patrones específicos vinculados a la salud de los frutales

mediante diversas longitudes de onda permite a los agrónomos detectar problemas como estrés hídrico, deficiencias nutricionales y enfermedades en una fase temprana. Esto facilita la aplicación de medidas correctivas antes de que los problemas sean evidentes a simple vista, mejorando de manera significativa la salud de los cultivos y minimizando las pérdidas.

Monitoreo Preciso de la Salud de los Cultivos

La reflectancia en diferentes bandas espectrales proporciona información detallada acerca de la salud de los cultivos. Esto posibilita a los agrónomos llevar a cabo un monitoreo más preciso y específico de las condiciones de los frutales, identificando áreas particulares que puedan necesitar atención o intervención.

Optimización de la Gestión de Recursos

La capacidad de identificar problemas de manera temprana y precisa mediante imágenes de calidad permite una gestión más eficiente de recursos como agua y nutrientes. Los agrónomos pueden ajustar estrategias de riego y fertilización de forma más precisa, reduciendo el desperdicio de recursos y mejorando la eficiencia agrícola.

Toma de Decisiones Informada

Las imágenes de alta calidad proporcionan una base sólida para la toma de decisiones informada. Los agrónomos pueden fundamentar sus acciones en datos detallados y específicos, aumentando la probabilidad de éxito en la gestión de los cultivos y en la implementación de estrategias para mejorar la productividad.

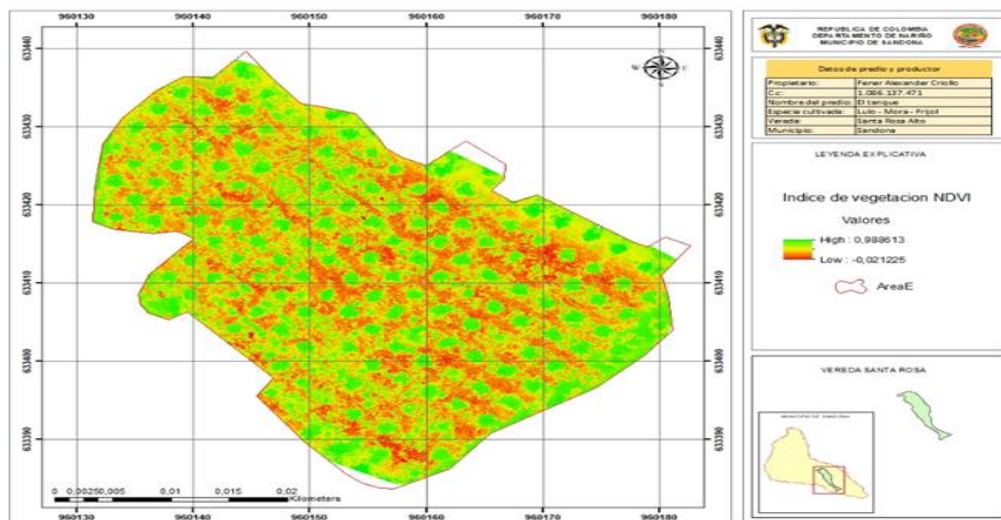
Eficiencia en la Identificación de Problemas

Al emplear tecnología de drones para capturar imágenes multiespectrales, se optimiza la eficiencia en la identificación de problemas en comparación con métodos tradicionales. Esto ahorra tiempo y recursos, permitiendo una respuesta más ágil a las condiciones cambiantes del cultivo.

En resumen, obtener imágenes de calidad mediante el uso de drones y la capacidad de analizar diversas longitudes de onda de luz proporciona beneficios esenciales para los agrónomos, permitiéndoles gestionar los cultivos de manera más precisa, eficiente y temprana, lo que se traduce en un mejor rendimiento y salud general de los frutales.

Figura 9

Imagen multiespectral



Fuente. Proyecto Frutales Andinos, (2023)

Facilitar y guiar activamente a los propietarios de fincas en el proceso de certificación, proporcionando asesoramiento técnico y administrativo para asegurar el cumplimiento de los estándares requeridos

Durante esta actividad, se llevó a cabo el proceso de certificación y acompañamiento a cada beneficiario. Se proporcionó una explicación detallada sobre el uso correcto de los kits entregados por el proyecto, que incluían letreros de identificación de los lugares de la finca, accesorios para la recolección de basura, trajes para la fumigación, entre otros.

Además de la entrega y explicación sobre el buen uso de los kits mencionados, se destacó la importancia de contar con una finca certificada por el ICA. Tal certificación aumenta las posibilidades tanto de calidad de los productos y como la participación en programas gubernamentales, mejorando así el precio en la comercialización de los productos de los beneficiarios y la sostenibilidad económica de los beneficiarios.

Figura 10

Proceso de certificación



Fuente. Elaboración propia

La certificación ICA consiste en certificar un producto en buenas prácticas agrícolas (BPA) el cual garantiza proteger la salud del ser humano, de los animales, las plantas y el medio ambiente, como también contribuir a la calidad de vida de las personas

Los productores deben cumplir con ciertos requisitos, entre ellos, considerar el historial de los cultivos, cosechas anteriores, plagas y agroquímicos utilizados. Conocer estos aspectos ayuda a minimizar el riesgo de impacto negativo en áreas específicas y protege la empresa. El certificado del uso del suelo, gestionado por la oficina de planeación municipal, se presenta como un instrumento esencial para reducir el riesgo de inversión en áreas inadecuadas.

Es crucial mantener en condiciones adecuadas y ordenadas las áreas e instalaciones de la unidad productiva, como bodegas de insumos, almacenamiento de frutas, zonas de lavado y empaque, así como depósitos de herramientas y equipos. Asimismo, los implementos utilizados en actividades agrícolas deben someterse a un mantenimiento apropiado, que incluya limpieza, desinfección y calibración, con el objetivo de prevenir la propagación de enfermedades en los cultivos.

En lo que respecta a la calidad del agua, es de vital importancia que en las unidades productivas esta sea de buena calidad. Esto asegura la inocuidad de las frutas y hortalizas, minimizando el riesgo de enfermedades infecciosas, tanto para los operarios que manipulan los productos como para los consumidores finales. ICA (2014)

Figura 11

Entrega de kits



Fuente. Elaboración propia

Actividades realizadas

Las actividades realizadas concentraron un plan de trabajo con un total de diez actividades a ser realizadas en un periodo de 640 horas como requisito mínimo de alcance de acción en el marco de la pasantía.

Las actividades concentraron igualmente el resultado propio de cada una de ellas, los que fueron logrados conforme las indicaciones del equipo técnico del proyecto “Frutales Andinos” y, particularmente, el asesor externo de la UNAD, quien hace parte del equipo coordinador del objetivo cuatro del proyecto. Las informaciones particulares correspondientes a las actividades realizadas se encuentran en el Anexo B referido en el presente informe. Ver Anexo B.

Conclusiones

La adaptabilidad del cultivo de lulo varía significativamente según la ubicación geográfica. En la parte baja, se observó que las plantas no se adaptaron bien a las condiciones locales, lo que resultó en un alto índice de mortalidad y un considerable ataque de plagas y enfermedades. Por otro lado, en la parte alta, las plantas mostraron una excelente adaptación al clima, con un bajo índice de mortalidad y un menor impacto de plagas y enfermedades.

La eficacia del manejo técnico y las recomendaciones proporcionadas por el equipo conformado por la tecnóloga María Luisa Esquivel y la ingeniera Astrid se reflejó en el buen estado de salud del cultivo de lulo en la parte alta. La adopción por parte del beneficiario de las sugerencias y acciones correctivas contribuyó significativamente a minimizar los riesgos asociados con plagas y enfermedades, evidenciando la importancia del asesoramiento técnico en la gestión exitosa de los cultivos.

La ubicación del cultivo de granadilla en la parte baja experimentó un retraso en el crecimiento y desarrollo de las plantas en todos los tratamientos, atribuido a condiciones climáticas desfavorables. Este hallazgo resalta la importancia de considerar y gestionar de manera efectiva los factores ambientales para garantizar el óptimo desarrollo de los cultivos, especialmente en áreas susceptibles a condiciones climáticas adversas.

En el cultivo de tomate ubicado en la parte alta, la combinación de fertilización al 50% química y 50% orgánica demostró ser efectiva, resultando en un buen crecimiento, desarrollo y producción de plantas, además de un bajo nivel de ataque de plagas y enfermedades. Este resultado sugiere la importancia de adoptar estrategias de manejo integrado que combinen métodos químicos y orgánicos para optimizar la salud del cultivo y la calidad de la producción,

especialmente en condiciones climáticas favorables.

El uso del dron Mavic 3 multiespectral dirigido por el geógrafo Robert demostró ser una herramienta eficaz para el monitoreo de cultivos. Las imágenes de alta resolución capturadas a una altitud constante de 12 metros proporcionaron una evaluación precisa y detallada del estado de salud de las plantas. Esta tecnología permitió la detección temprana de problemas como enfermedades, deficiencias nutricionales y estrés hídrico, brindando a los responsables del proyecto la capacidad de tomar medidas correctivas antes de que los problemas fueran evidentes a simple vista.

La captura de diferentes longitudes de onda de luz mediante el dron posibilitó el análisis de patrones específicos asociados con la salud y el desarrollo de los frutales. La utilización de la reflectancia en diversas bandas espectrales facilitó la identificación precisa de problemas en las plantas. Este enfoque de espectroscopia demostró ser una herramienta valiosa en la identificación temprana de condiciones adversas en los cultivos, permitiendo una gestión proactiva y optimizando la producción agrícola.

La combinación de la entrega de kits y la explicación detallada sobre su correcto uso refleja un enfoque integral en el proyecto. No solo se proporcionan herramientas prácticas para mejorar las prácticas agrícolas, como letreros, accesorios y trajes, sino que también se brinda asesoramiento directo para garantizar la comprensión y aplicación efectiva de estas herramientas por parte de los beneficiarios. Este enfoque holístico contribuye al desarrollo sostenible y eficiente de las fincas.

Destacar la importancia de la certificación por parte del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) subraya el valor agregado que tiene para los beneficiarios la ejecución del proyecto Frutales Andino. Al obtener esta certificación, se garantiza la calidad de los productos,

lo que puede resultar en una mejora significativa en los precios de comercialización. Además, facilita la participación en programas gubernamentales, proporcionando a los agricultores acceso a recursos y oportunidades adicionales. La certificación actúa, así como un motor para el desarrollo económico y la viabilidad a largo plazo de las actividades agrícolas de los beneficiarios.

Realizar la pasantía en frutales andinos como parte de la opción de grado ha representado una oportunidad muy valiosa. Esta experiencia nos ha brindado la posibilidad de adquirir nuevos conocimientos en el ámbito tecnológico y, al mismo tiempo, interactuar de manera directa con agricultores y colegas. Este proceso no solo ha enriquecido nuestros conocimientos prácticos, sino que también ha fortalecido nuestras habilidades de trabajo en equipo, el cual nos ha permitido contribuir al fomento de prácticas agrícolas más sustentables y respetuosas con el medio ambiente.

Recomendaciones

Se observó que el cultivo de lulo en la parte baja no se adaptó bien. Sería beneficioso explorar variedades de lulo más resistentes a plagas y enfermedades que se adapten a las condiciones específicas de esta área.

Para la granadilla en la parte baja, considerar estrategias de manejo climático, como estructuras de protección para contrarrestar las condiciones desfavorables.

Continuar con el monitoreo regular de plagas y enfermedades para una detección temprana y aplicar medidas correctivas cuando sea necesario.

Compartir información sobre las enfermedades identificadas y las medidas tomadas con otros agricultores en la región para mejorar las prácticas agrícolas a nivel comunitario.

Considerar ajustes en el manejo del cultivo de tomate en la zona media, como posiblemente cambiar las fechas de siembra para evitar períodos de lluvias intensas que aumentan la vulnerabilidad a enfermedades.

Analizar detenidamente el impacto de la fertilización química al 100% en la granadilla en la parte media y explorar posibles ajustes para mejorar el rendimiento.

Utilizar la información recopilada por el dron para identificar patrones específicos en los cultivos, como áreas con problemas de salud recurrentes o zonas que responden bien a ciertos tratamientos.

Explorar la posibilidad de ampliar el uso del dron para evaluar otras variables, como la humedad del suelo o la eficiencia en el uso de recursos hídricos.

Compartir los resultados obtenidos con la comunidad agrícola local a través de talleres, seminarios o reuniones informativas para promover la adopción de prácticas más sostenibles y eficientes.

Establecer una red de intercambio de conocimientos con otros proyectos similares y con expertos en el campo agronómico para continuar aprendiendo y mejorando las prácticas.

Mantener a los agricultores informados sobre las últimas prácticas agrícolas sostenibles y brindar capacitación continua para garantizar la implementación efectiva de las buenas prácticas agrícolas.

Continuar documentando y analizando datos para respaldar futuras investigaciones y mejoras en las prácticas agrícolas.

Referencias Bibliográficas

Francis et al. (1976), leihner (1983). Sistemas de policultivos.

[Http://www.motril.es/fileadmin/areas/medioambiente/ae/iopolicultivos.pdf](http://www.motril.es/fileadmin/areas/medioambiente/ae/iopolicultivos.pdf)

Hill, F. 2011. Policultivos de sábila con lechuga, habichuela, maíz dulce y yuca sobre rendimientos, uso equivalente de terreno (UET) y UET financiero. Proyecto para optar al título de ingeniero agrónomo. Zamorano, Honduras

Ica. (2014). Bpa. Enero 14 de 2024, de instituto colombiano agropecuario.

[Http://www.ica.gov.co/el-ica.aspx](http://www.ica.gov.co/el-ica.aspx)

Liebman, (1999) bases científicas para una agricultura sustentable. [Https://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/libro-agroecologia.pdf](https://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/libro-agroecologia.pdf)

Navarro, s. & navarro, g. (2003) química agrícola: el suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal (2a. Ed.). Madrid, es: mundi-prensa, proquest ebrary.<http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2077/lib/unadsp/reader.action?ppg=19&docid=10246547&tm=1480634506927>

Ramírez, r. (2016). Propiedades químicas del suelo. Universidad nacional abierta y a distancia.

Escuela de ciencias básicas, tecnología e ingeniería. [Http://hdl.handle.net/10596/9838](http://hdl.handle.net/10596/9838)

Upra, 2018; gobernación de nariño, 2018; gobernación de nariño, 2020. Plan departamental de extensión agropecuaria del departamento de nariño pdea – nariño.

[Https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/documents/pdea%27s%20aprobados/pdea%20nari%3%b1o.pdf](https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/documents/pdea%27s%20aprobados/pdea%20nari%3%b1o.pdf)

Apéndices

Apéndice A

Bases de datos de crecimiento del municipio de Arboleda. *Fuente*. Proyecto de investigación *Evaluación de sistemas de cultivo asociados a los frutales andinos como estrategia innovadora para la reactivación económica de los municipios de Sandoná, Ipiales, La Florida, Arboleda, Providencia y El Peñol del departamento de Nariño*. (2021).

https://drive.google.com/drive/folders/1xRXmwSp60fuKsZidlRNMJfmO4dz7v1RF?usp=drive_1
[ink](#)

Apéndice B

Base de datos de monitoreo plagas y enfermedades de los sistemas intercalados de frutales implementados en el municipio de Arboleda. Fuente. *Fuente*. Proyecto de investigación *Evaluación de sistemas de cultivo asociados a los frutales andinos como estrategia innovadora para la reactivación económica de los municipios de Sandoná, Ipiales, La Florida, Arboleda, Providencia y El Peñol del departamento de Nariño*. (2021).

https://drive.google.com/drive/folders/1a9Iq26OKEf1TTbWa_7jsI_fuFH-j4eY?usp=sharing

Apéndice C

Informe de actividades realizadas conforme plan de trabajo de la pasantía. *Fuente.* Elaboración

propia. <https://drive.google.com/drive/folders/1CuH31ZjkHQmgKB5->

[KSg70iLX23Sq7bVr?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1CuH31ZjkHQmgKB5-KSg70iLX23Sq7bVr?usp=sharing)

Apéndice C.

Evidencias fotográficas



Nota. Visitas a campo en los diferentes escenarios que comprometió la ejecución de actividades definidas en el plan de trabajo de la pasantía. *Fuente.* Elaboración propia