

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Agronomía

Implementación de tres sitios demostrativos de producción de plantas medicinales bajo invernadero para la fundación Luz y Sal en Susudel, provincia del Azuay

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo

Autores:

Cesar Patricio Ayora Jara

María Alejandra Torres Oviedo

Director:

Pedro René Zea Dávila

ORCID:  0000-0002-2225-7881

Cuenca, Ecuador

2024-08-06

Resumen

El presente, es la sistematización del trabajo realizado en tres sitios demostrativos implementados con tecnologías de fertirriego por goteo y bajo ambientes controlados, con el fin de lograr una producción de plantas medicinales aromáticas para la Fundación Luz y Sal. Mediante socializaciones, capacitaciones y el apoyo comunitario se logró llevar a cabo adecuadamente el establecimiento de invernaderos y los sistemas de fertirriego por goteo, con una debida distribución de especies, ubicados en tres sitios a diferentes altitudes y distancias cercanas a viviendas de cada uno de los socios. Así mismo se verificó mediante un análisis de costos de producción las áreas de eficiencia y oportunidades de ahorro para con ello logre ser rentable las tecnologías empleadas, dando como resultado positivo las mismas. Una vez culminada la implementación de estos sistemas, se llevó a cabo una socialización con miembros de la fundación los cuales han sido actores clave para llevar a cabo cada una de las etapas en las que se ha trabajado. El presente trabajo se encuentra en el marco del proyecto "Mejorando la Cadena de Suministro Agroalimentaria hacia la Industria 5.0 (AGRO5) en los Andes Ecuatorianos" (VLIR-Universidad de Cuenca).

Palabras claves del autor: fertirriego por goteo, plantas medicinales, plantas aromáticas



El contenido de este trabajo corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca, ni libera su responsabilidad ante terceros. Los autores asumen la responsabilidad de la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Abstract

This is the systematization of the work carried out in three demonstration sites implemented with drip fertigation technologies and under controlled environments, in order to achieve the production of aromatic medicinal plants for the Luz y Sal Foundation. Through socialization, training and community support, the establishment of greenhouses and drip fertigation systems was adequately carried out, with a proper distribution of species, located in three sites at different altitudes and distances close to the homes of each of the partners. A production cost analysis was also used to verify the areas of efficiency and opportunities for savings in order to make the technologies used profitable, with positive results. Once the implementation of these systems was completed, a socialization was carried out with members of the foundation, who have been key actors to carry out each of the stages in which the work has been done. This work is part of the project "Improving the Agrifood Supply Chain towards Industry 5.0 (AGRO5) in the Ecuadorian Andes" (VLIR-University of Cuenca).

Author keywords: drip irrigation, medicinal plants, aromatic plants



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

Institutional Repository: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Índice de contenido

1. Introducción.....	12
2. Problema.....	13
3. Justificación.....	15
4. Objetivos	17
4.1. Objetivo general	17
4.2. Objetivos específicos	17
5. Fundamentación.....	18
5.1. Fundamentación social	18
5.1.1. Investigaciones locales y nacionales	19
5.1.2. Investigaciones internacionales.....	20
5.1.3. Aportación.....	22
6. Fundamentación teórica	23
6.1. Agricultura 5.0.....	23
6.2. Invernaderos	23
6.2.1. Factores ambientales involucrados	23
6.2.2. Ventajas	24
6.2.3. Tipos de invernaderos.....	24
6.3. Fertirriego.....	24
6.3.1. Ventajas	24
6.4. Riego por goteo.....	25
6.4.1. Ventajas	26
6.4.2. Componentes.....	26
6.5. Plantas medicinales	26
6.5.1. Relevancia	27
6.6. Organizaciones sociales	27
6.6.1. Tipos de organizaciones sociales.....	28
7. Diseño del Proyecto	28
7.1. Zona de estudio	28
7.2. Metodología	29
7.2.1. Metodología para el primer objetivo	29
Distancia entre planta.....	31
Distancia entre hileras.....	31

7.2.2. Metodología para el segundo objetivo.....	35
7.3. Metodología para el tercer objetivo	41
7.3.1. Presentación de resultados.....	41
8. Factibilidad.....	41
8.1. Factibilidad técnica.....	41
8.2. Factibilidad Económica	42
8.3. Factibilidad Ambiental	42
8.4. Factibilidad social.....	44
9. Cronograma	45
10. Resultados	45
10.1. Resultados primer objetivo	45
10.1.1. Invernaderos y Sistemas de Riego	45
10.1.2. Especies Medicinales	46
10.1.3. Adecuación de suelos.....	47
10.1.4. Fertirriego	48
10.2. Resultados segundo objetivo.....	51
10.2.1. Sistemas de riego.....	51
10.2.2. Invernaderos.....	51
10.2.3. Fertilizantes	53
10.2.4. Plantas	53
10.2.5. Análisis de suelos.....	54
10.2.6. Presupuesto	54
10.2.7. Costo de producción.....	55
10.2.8. Resultados tercer objetivo	59
11. Conclusiones.....	60
12. Recomendaciones.....	62
13. Referencias.....	64
14. Anexos.....	70

Índice de figuras

<i>Figura 1 Mapa de zona de estudio</i>	29
<i>Figura 2 Distribución de especies en camas de cultivo</i>	32
<i>Figura 3 Proceso de cuarteo de muestra</i>	33
<i>Figura 4 Clavel (Dianthus caryophyllus)</i>	46
<i>Figura 5 Hierba Luisa (Cymbopogon citratus)</i>	46
<i>Figura 6 Manzanilla (Matricaria chamomilla)</i>	46
<i>Figura 7 Malva (Malva sylvestris)</i>	46
<i>Figura 8 Escancel (Aerva sanguinolenta)</i>	46
<i>Figura 9 Menta (Mentha spicata)</i>	46
<i>Figura 10 Ataco (Amaranthus hybridus L.)</i>	46
<i>Figura 11 Cedron (Aloysia citrodora)</i>	46
<i>Figura 12 Orégano (Origanum vulgare)</i>	47
<i>Figura 13 Mortiño (Origanum vulgare)</i>	47
<i>Figura 15 Fertilización de fondo</i>	47
<i>Figura 16 Funcionamiento del sistema de riego por goteo</i>	50
<i>Figura 17 Materiales de construcción de invernaderos</i>	52
<i>Figura 18 Fertilizantes solubles</i>	53
<i>Figura 19 Presentación de resultados</i>	59
<i>Figura 20 Socialización de resultados</i>	60

Índice de tablas

<i>Tabla 1</i> Número de plantas adquiridas por especie.....	30
<i>Tabla 2</i> Número de camas en cada invernadero.....	31
<i>Tabla 3</i> Distancia de siembra de especies medicinales.....	31
<i>Tabla 4</i> Requerimiento nutricionales en ppm de plantas medicinales.....	34
<i>Tabla 5</i> Porcentaje de concentración de elementos en fertilizantes adquiridos.....	34
<i>Tabla 6</i> Materiales del sistema de riego y cantidades.....	35
<i>Tabla 7</i> Depreciación de materiales usados en el sistema de riego.....	36
<i>Tabla 8</i> Cantidades y fertilizantes.....	38
<i>Tabla 9</i> Descripción de labores culturales.....	39
<i>Tabla 10</i> Descripción de actividades de productores en el primer mes de implementación.....	40
<i>Tabla 11</i> Descripción y costo de trabajo de productores de la asociación/ mes/ invernadero.....	40
<i>Tabla 12</i> Cronograma de actividades.....	45
<i>Tabla 13</i> Resumen análisis de Suelos.....	48
<i>Tabla 14</i> Dosificación Fertirriego por cada 20 litros de agua.....	50
<i>Tabla 15</i> Costo desglosado del sistema de riego.....	51
<i>Tabla 16</i> Costo de implementación de invernaderos.....	52
<i>Tabla 17</i> Fertilizantes y detalle de precios.....	53
<i>Tabla 18</i> Costo de especies vegetales.....	54
<i>Tabla 19</i> Inversión del proyecto.....	54
<i>Tabla 20</i> Depreciación de invernaderos.....	55
<i>Tabla 21</i> Depreciación de sistema de riego.....	56
<i>Tabla 22</i> Descripción y costo de trabajo de productores de la asociación/ mes/ invernadero.....	57
<i>Tabla 23</i> Costo de trabajo por invernaderos al mes.....	57
<i>Tabla 24</i> Costo de trabajo de productores por implementación de cultivo.....	58
<i>Tabla 25</i> Labores culturales y costo de mano de obra.....	58

Agradecimientos

En primer lugar, a Dios, a la Virgen María y a nuestro señor Jesús por acompañarme en cada uno de los momentos de mi vida, por darme los ánimos y ganas de seguir adelante, por poner en mi camino a gente con la que puedo contar y confiar, y, sobre todo por darme la fuerza para no rendirme.

A mis queridos padres Rosa y Patricio, mis pilares fundamentales de la vida, se los agradezco de todo corazón por formarme y convertirme en lo que hoy soy y que gracias a su apoyo y amor que me han brindado día a día estoy cumpliendo un sueño más.

A mi abuelito Mesías al que tanto anhelaba ver esta meta cumplida de cada uno de sus nietos, las palabras son pocas, pero el sentimiento es grande y en donde quiera que estés y lo que siga en otra vida sepas que esto va con mucho cariño y amor.

A mi abuelita Manuela que con todo su cariño me ha apoyado en las buenas y en las malas.

A mi abuelito Ángel que con sus valores e historias me ha transmitido muchas enseñanzas y que ha estado en momentos difíciles y en momentos buenos.

A toda mi familia por su apoyo incondicional que tratar de nombrarlos a cada uno de ellos sería imposible pero que dentro de este pequeño párrafo se expresa un sentimiento lleno de gratitud.

A mi amiga Alejandra que hombro a hombro hemos logrado sacar adelante este proyecto.

A mi tutor el ingeniero Pedro Zea por darme la oportunidad de formar parte de este proyecto y por su valiosa orientación y apoyo para la realización del mismo.

A mis amigos que con cada aventura ha sido un gran recuerdo para cada uno de nosotros.

Al proyecto de la AgroRed y a la Fundación Luz y Sal por el inmenso apoyo brindado hacia nosotros y sobre todo por su confianza y amistad brindada.

A los estimados docentes de la Universidad de Cuenca que día a día nos han encaminado para ser unos excelentes profesionales y sobre todo por compartir parte de su arduo trabajo y conocimiento con todos y cada uno de sus estudiantes.

César Patricio Ayora Jara

Agradecimiento

Primeramente, agradezco a Dios y a la Virgen del Cisne por haberme otorgado la fortaleza, la claridad mental y la perseverancia durante todo mi proceso de estudio sin su divina orientación, este logro no habría sido posible.

A mi madre Carmen y mi hermana Doménica que han sido siempre mi cimiento, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios que hicieron posible que pudiera dedicar tiempo y esfuerzo a lo largo de estos años.

A mis abuelitos Rosita y Roque, que han sido mi ejemplo de perseverancia y bondad, les debo gran parte de mi éxito. Sus enseñanzas y palabras de aliento han sido una luz inmensa en los momentos de dificultad, impulsándome a seguir adelante con determinación.

A mis tíos Franco, Gladys, Jacky, Mónica y Byron pues su confianza y su aliento constante han sido fundamentales en este viaje académico.

A mis primos Santiago, Jostin y David por siempre apoyarme emocionalmente y brindarme una sonrisa en los momentos de estrés y dudas.

También deseo expresar mi profunda gratitud a mi tutor de tesis, Pedro Zea, por su dedicación, orientación experta y constante apoyo a lo largo de este proceso. Sus comentarios acertados y su compromiso con mi crecimiento académico han sido invaluable.

A mi amigo Patricio por su colaboración y apoyo incansable durante el proceso de realización de esta tesis. Tu compromiso y dedicación han sido fundamentales para alcanzar nuestros objetivos.

Quiero agradecer también al equipo del proyecto Agro 5.0 y a la Fundación Luz y Sal por brindarme la oportunidad de participar en esta iniciativa tan importante para el desarrollo agrícola sostenible.

Este trabajo no solo es el resultado de mi esfuerzo individual, sino también de la generosidad y colaboración de muchas personas e instituciones. A todos ustedes, muchas gracias.

María Alejandra Torres Oviedo

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a mis padres Rosa y Patricio, por su apoyo incondicional en cada momento de mi vida, por demostrarme que por más difícil que sea la vida siempre vamos a tener una familia en la cual apoyarnos y salir adelante en los momentos más difíciles. Por sus valores transmitidos y por enseñarme y guiarme por este camino.

A mis abuelitos Mesías y Manuela que han sido un gran motivo por el cual salir adelante en esta vida y nunca rendirme.

A mi abuelito Ángel que siempre ha estado pendiente de todos y cada uno de sus hijos y nietos, dándonos consejos y contándonos aventuras con las cuales ha transmitido todos sus valores y enseñanzas.

A mis tías y tíos que siempre han estado ahí, en las buenas y en las malas, y sobre todo por siempre darme una palabra de aliento, un abrazo, un apretón de manos, una conversación, lo que me ha dado verdaderos motivos para superarme en esta vida.

César Patricio Ayora Jara

Dedicatoria

A mi madre Carmen y mi hermana Doménica con todo mi cariño y gratitud, dedico esta tesis a ustedes. Su constante presencia y apoyo incondicional han sido la fuerza impulsora detrás de cada paso que he dado en este camino académico.

A mis abuelitos, por creer en mí incluso cuando yo no confiaba en mis propias habilidades. Su amor y aliento me han dado la fortaleza para superar los desafíos y alcanzar mis metas.

A mis tíos, tías y primos por creer en mis sueños y por ser mi fuente de fortaleza en los momentos difíciles.

Este logro no solo es mío, sino también de ustedes, quienes han sido mi red de apoyo inquebrantable desde el principio.

Con profundo cariño y gratitud

María Alejandra Torres Oviedo

1. Introducción

Con el comienzo de la humanidad, los recursos naturales y el hombre han mantenido una estrecha relación; de los cuales las plantas resultan como uno de los aspectos más importantes y utilizados gracias a sus ventajas como el uso medicinal, aliviar enfermedades y lesiones físicas (Maldonado et al, 2020). Mediante la incorporación de plantas medicinales en el sector de la medicina ha sido orientada gracias a la Organización Mundial de la Salud (OMS), misma que ha fomentado la investigación y aplicación de la Medicina Natural y tradicional, por ser una forma más natural, efectiva y asequible a grandes grupos poblacionales (Soria & Ramos, 2015).

En la actualidad, la utilización de plantas no solo se limita al uso medicinal, debido a que el Ecuador al ser una zona rica de recursos naturales, ha permitido la generación de abundante producción de plantas aromáticas, lo que da la oportunidad de crear variedad de productos a base de ellas (Vargas Corrales, 2012). Con ello, la fundación Luz y Sal buscó abordar estos desafíos de implementación de estas plántulas para su posterior manufacturado de la materia prima, sin embargo, actualmente, la parroquia Susudel de la provincia del Azuay, cuenta con la existencia de problemas edáficos misma que ha dado una limitante a la producción agrícola.

De la misma manera, el proyecto de implementación de los sitios demostrativos en el marco del proyecto "Mejorando la Cadena de Suministro Agroalimentaria hacia la Industria 5.0 (AGRO5) en los Andes Ecuatorianos" y colabora con la Fundación Luz y Sal con el fin de impulsar el bienestar de la comunidad, enfocándose así en una amplia gama de aspectos que no solo se limita a la producción, sino también impulsa una estrategia integral para mejorar la eficiencia agrícola en la zona.

Mediante la instalación de invernaderos y sistemas de riego localizados, la propuesta busca no solo abordar los desafíos agrícolas, sino también contribuir al fortalecimiento de la comunidad, la preservación del conocimiento tradicional y la promoción de prácticas agrícolas sostenibles. Con ello mediante este contexto, el siguiente proyecto de investigación busca investigar y ejecutar esta propuesta, con el fin de presenciar un cambio positivo en la forma de manejo, producción y procesamiento de plantas en la parroquia Susudel.

2. Problema

Dentro de la parroquia Susudel, se observan limitaciones significativas en términos de producción agrícola en general (GAD parroquial Susudel, 2019), lo que se traduce en desafíos que afectan su rendimiento y calidad. A pesar de la relevancia cultural y medicinal de las plantas para la comunidad local, estas limitaciones persisten. Además, se recalca la importancia de que, en Ecuador, se busca promover el fortalecimiento y la integración de la salud en comunidades rurales, mismas en las que se ha visto se lleva a cabo la práctica de la medicina ancestral y alternativa, y, que además es parte de una política de estado en el Sistema Nacional de Salud. Es por ello que varios organismos buscan implementar el propósito de crear esta estrategia y llevar a cabo protocolos para fomentar la incorporación de prácticas de medicina ancestral y alternativa para fines de salud públicos y privados (Senplades, 2013).

Como en la gran mayoría de zonas del Ecuador la dependencia de la agricultura es el sustento económico para las familias del país y sobre todo de la parroquia Susudel, lo que resalta la urgencia de abordar estos desafíos para garantizar un pilar importante como es la seguridad alimentaria, al promover el uso y potenciar la producción de plantas medicinales.

Aunque muchos autores como lo relata Houtart, (2018) en su publicación abre un tema importante en respuesta al porqué la agricultura campesina e indígena es un desastre productivo, en la cual menciona que la misma se trata de un modelo arcaico, del pasado, y que por eso debe ser reemplazado por una agricultura moderna, empresarial, industrial, productiva.

Por otro lado, Organismos internacionales como la FAO han lanzado programas que buscan valorizar la agricultura campesina considerándola como una respuesta a la disminución de los índices de desigualdad social y económica, además de garantizar el acceso a los alimentos de (LA FAO, U.C.E, 1990). Es por ello que mediante el proyecto se busca brindar un apoyo hacia la respuesta de la FAO en proyectos de agricultura familiar campesina en la cual se ven involucrados varios sectores, como lo son los Órganos del Estado entre ellos el MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería), el Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador (CONGOPE) y los gobiernos autónomos descentralizados (GAD) y también universidades con distintos proyectos como lo es AGRO 5.0.

Así mismo, hoy en día como lo mencionan Suarez, Cruz Reyes & Pérez Pérez (2022) la agricultura juega un papel fundamental en el avance del sistema capitalista lo que ha conllevado a la coexistencia de dos sectores en la economía rural: uno centrado en la

exportación y altamente especializado, y otro centrado en la subsistencia, que carece de acceso a medios de producción y reproducción. Con ello la falta de asistencia técnica y tecnología agrícola también se ve envuelta en problemas de mejoramiento de producción.

Es por ello que al vernos envueltos como futuros profesionales que buscan promover el desarrollo en los sectores vulnerables agropecuarios, ha surgido la necesidad de proponer estrategias que vayan de la mano con la innovación y que resulten en temas de sostenibilidad logrando así potenciar la producción de plantas medicinales en la parroquia Susudel con la mano de la asociación Luz y Sal; considerando prácticas agrícolas tradicionales con el objetivo de impulsar el desarrollo agrícola local.

3. Justificación

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2008)., señala que el 80% de la población a nivel global emplea plantas medicinales como tratamiento para varias enfermedades y problemas de salud. Por lo que resulta crucial preservar la diversidad de plantas medicinales para asegurar su presencia continua y beneficios terapéuticos (Bernal et al, 2011).

Además, el beneficio de las plantas medicinales está en su habilidad para preservar la buena salud, especialmente en áreas donde no hay acceso a la medicina moderna (Vera & Sanchez, 2015). En el Ecuador, existen zonas en las cuales llegan a valorar mucho estas especies, tal como es en la región Amazónica, en la cual se incluyen aspectos culturales, económicos, políticos, relaciones sociales, actividades prácticas, fenómenos físicos, químicos y climáticos, así como creencias y rituales, junto con el conocimiento ancestral y el cultivo de plantas medicinales, lo que forma parte integral de la vida comunitaria (Aguirre et al, 2016).

Las plantas medicinales son utilizadas con frecuencia por la mayoría de las poblaciones rurales, lo cual contribuye significativamente al sistema de salud de las comunidades locales (Vizúete, 2014). En Ecuador, la amplia variedad biológica y cultural ha hecho que el país tenga mucho potencial en el campo de la medicina tradicional, por ello, es importante definir aspectos como el uso de cada planta y las ventajas terapéuticas de la medicina tradicional en las distintas comunidades de la nación (Zambrano et al, 2015), además de tratar de preservarlas y generar réditos económicos para su productor y con ello generar una economía solvente.

Es por ello que emplear tecnologías agrícolas más eficientes para mejorar la producción y rendimiento de plantas medicinales. Una muestra de esto es la puesta en marcha de un sistema de fertirrigación por goteo, el cual ha mostrado una eficacia del 90% en la utilización del agua (Camejo, 2010). Este sistema también impide que las sustancias se acumulen en la tubería (Ministerio de Agricultura y Ganadería, et al., 2014) y previene la degradación del suelo (Arvelo S, M. Á., González L, D., & et al. 2017).

Por otro lado, también, las condiciones climáticas pueden influir en la producción y la eficiencia de los cultivos, por eso es cada vez más frecuente utilizar invernaderos para mejorar los rendimientos (Camejo, 2010). El propósito de los invernaderos es resguardar los cultivos de condiciones ambientales adversas, como lluvias intensas, granizo, cambios súbitos de temperatura y humedad alta. Igualmente, el empleo de invernaderos disminuye la aparición de plagas y, por lo tanto, la necesidad de pesticidas, lo cual beneficia la salud de los agricultores (Soria y Viteri, 1999).

En la parroquia de Susudel, las familias dependen de la agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y explotación de minas y canteras para sustentarse económicamente. No obstante, la producción se ve restringida por suelos poco fértiles a causa de la erosión, la ausencia de asesoramiento técnico y el limitado recurso hídrico (GAD parroquial Susudel, 2019). Las plantas de ciclo corto, como el maíz, los frijoles, las habas, las papas, las hortalizas, las verduras y las legumbres, junto con las frutas y plantas medicinales, son fundamentales para su producción. En lo que respecta a la fuerza laboral en la agricultura, constituye el 60.29% y ha experimentado un incremento del 11.31% según el PDOT de 2012 (GAD PARROQUIAL SUSUDEL, 2019) (GAD parroquial Susudel, 2012).

Es importante señalar que esta iniciativa implementación de invernaderos y sistemas de fertirrigación por goteo está en el marco del proyecto "Mejorando la Cadena de Suministro Agroalimentaria hacia la Industria 5.0 (AGRO5) en los Andes Ecuatorianos". La unión de este proyecto con la implementación de invernaderos en la zona media y baja de Susudel, en la Provincia del Azuay, se suman para generar un efecto duradero en la producción de alimentos, la garantía alimentaria y la sostenibilidad en el área.

AGRO5 pretende revolucionar los sistemas de producción y distribución de alimentos hacia la Industria 5.0 (VLIR-USO, 2021), mientras que el proyecto de invernadero se centra en establecer estructuras protectoras y preparar el suelo para el cultivo de diversas plantas medicinales. Igualmente, la integración de fertilización y riego mediante el sistema de fertirriego asegura una utilización efectiva y precisa de agua y nutrientes, lo que promueve el desarrollo y bienestar de las plantas medicinales (Bello & Pino, 2021) y se relaciona con el objetivo de AGRO5 de disminuir la pérdida y el desperdicio de alimentos.

Los dos proyectos tienen en común la importancia de trabajar juntos y empoderar a la comunidad, fomentando prácticas sostenibles y efectivas que mejoran la producción y generan un cambio a largo plazo en los sistemas agroalimentarios de la región.

Por último, este plan colaborativo con la Fundación Luz y Sal buscará promover actividades rentables para beneficiar a los adultos mayores de la parroquia Susudel y aumentar el valor de los productos cultivados en los invernaderos propuestos. También ofrecerá opciones de crecimiento laboral al interactuar directamente con los agricultores y dar sugerencias sobre la infraestructura de producción, como el riego y el rendimiento, fomentando de esta manera la colaboración mutua.

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

Implementar tres sitios demostrativos de producción de plantas medicinales bajo invernadero para la fundación Luz y Sal en Susudel provincia del Azuay.

4.2. Objetivos específicos

- Instalar tres invernaderos con sistemas de fertirriego y adecuación de suelos para la siembra de especies medicinales diversas, zona media y baja de Susudel Provincia del Azuay
- Ejecutar un análisis costos de producción para identificar áreas de eficiencia y oportunidades de ahorro dentro de la fundación Luz y Sal
- Socializar los resultados y beneficios con los miembros de la comunidad.

5. Fundamentación

5.1. Fundamentación social

La agricultura se presenta como uno de los ejes de mayor importancia en el desarrollo de la economía ecuatoriana al representar el 9% del Producto Interno Bruto y al ayudar a cumplir con los principios de la soberanía alimentaria (Fiallo, 2017). Cabe recalcar que al referirse a soberanía alimentaria Giunta, (2018) menciona que “es el derecho de los pueblos a definir sus propias políticas de producción, distribución y consumo de alimentos y a poder producir, localmente, comida sana, nutritiva y culturalmente adecuada”.

Así pues, al hablar de la soberanía alimentaria Romero et al. (2022) señalan que esta juega un papel importante, vinculándose a la capacidad de gestionar contribuciones al desarrollo teórico, cobertura contextual, cobertura metodológica, aspectos sociales y económicos. Es por ello que, al hablar de esta, dentro de la fundamentación social se busca dar la importancia a los productores mediante la participación, toma de decisiones y sobre todo promoviendo prácticas sostenibles y respetando tradiciones y culturas.

Por otro lado, la soberanía alimentaria se complementa con varias políticas a escala nacional e internacional. En la actualidad, han surgido varios ejes de apoyo que ponen en evidencia la importancia del sector de producción rural, mismo que, se basa en políticas públicas planteadas por organismos internacionales como lo son la FAO, FIDA, CEPAL, IICA, etc. (Valle, 2013).

La soberanía alimentaria son conceptos clave en la discusión de cómo lograr una producción de manera suficiente, sostenible y saludable (Moreno & Vergara, 2019). Es por ello, que, para lograr una soberanía alimentaria se debe entender la importancia de la agricultura al ser un generador de progreso, además de concebir algunos beneficios en cuanto a empleo y supervivencia del hombre, tratando con ello de mejorar la calidad de vida de las personas (Chuncho et al. 2021).

Al ser la agricultura un gestor de igualdad social como se lo ha tratado concebir, es importante que esta esté al día con la innovación y sobre todo con acceso abierto a los agricultores. Por ello se presentan a continuación investigaciones que avalan el trabajo bajo invernadero y con sistemas de fertirriego por goteo y su impacto en cuanto al rendimiento y mejoramiento de calidad de vida.

5.1.1. Investigaciones locales y nacionales

Existen varios estudios de aspectos claves y fundamentales como es el de Recalde, (2023) el cual se centra en la evaluación para establecer una microempresa de tomate riñón utilizando sistemas de fertirriego por goteo bajo invernadero. En ella se menciona que la utilización de estas tecnologías impulsa a las prácticas agrícolas sostenibles y que eleva su productividad, además de ser de vital importancia para el desarrollo económico local y sobre todo para la promoción de la soberanía alimentaria.

Cabe resaltar que este estudio no solo tiene implicaciones económicas sino también sociales y sobre todo muy significativas, ya que mediante estas se busca mejorar el nivel de vida de los agricultores locales mediante la generación de empleos y además usando tecnologías modernas sostenibles.

Así mismo Caviedes et al. (2020) mencionan en su publicación denominada “Tecnologías para el cultivo de maíz en el Ecuador” que el establecer tecnologías en un cultivo además de mejorar la productividad, también impulsa el desarrollo social y bienestar de los agricultores locales, contribuyendo con la generación de empleo y mejorando la calidad de vida mediante estas prácticas modernas. Cabe recalcar que además de ello los autores resaltan el fortalecimiento de las organizaciones campesinas y promueven la participación comunitaria fomentando la colaboración e intercambio de conocimientos entre los agricultores, técnicos y científicos.

Caviedes et al. (2020) indica que la posibilidad de alcanzar incrementos en y reducir el uso de agroquímicos o fertilizantes es posible al momento de utilizar tecnologías agrícolas como lo es la combinación del riego por goteo con un sistema de fertilización o también denominado fertirriego por goteo.

Por otro lado, Ecuador cuenta con una larga historia cultural en la utilización de diferentes especies vegetales con propósitos terapéuticos, debido a su alto nivel de ingredientes activos, muchos de los cuales están presentes en sistemas de método de producción convencional (Acosta, 2012).

Acosta (2012) en su estudio denominado “Producción y comercialización de plantas medicinales como una alternativa generadora de empleo para pequeños agricultores en la parroquia Fumisa del cantón buena fe” destaca la relevancia de preservar la sabiduría ancestral y conservar la diversidad biológica. Esta investigación no sólo se centra en recopilar información sobre las plantas más utilizadas y su transmisión generacional, sino también en determinar la oferta y demanda de especies prometedoras y en peligro de extinción. Además,

Acosta (2012) sugiere establecer PYME's enfocadas en producir, vender y exportar plantas medicinales en el cantón Quevedo, lo cual no solo beneficiaría a los agricultores, sino que también promovería el crecimiento económico y social de la zona.

Acosta (2012) sugiere que fomentar el cultivo regular y la transformación industrial de plantas medicinales puede ser una alternativa productiva para los pequeños agricultores, beneficiando a corto plazo las nuevas políticas de desarrollo rural. Esto también resolvería problemas económicos, sociales y medioambientales, mejorando la calidad de vida de los agricultores del cantón Buena Fé y de toda la nación ecuatoriana (Acosta, 2012). La implementación de esta visión de desarrollo comunitario fortalecerá la organización local, la gestión comunitaria y las habilidades de la población, aumentando las capacidades y el capital humano, esenciales para la sostenibilidad de los proyectos donde las comunidades son beneficiarias directas.

En el estudio realizado por Ayala (2005), se propone la creación de una empresa comunitaria denominada "Jatun Jambi" en la comunidad de Ubillus, provincia de Pichincha, con el objetivo de potenciar la producción de cultivos no tradicionales, específicamente plantas medicinales, por ello, el proyecto destaca cómo, con la capacitación y asesoría técnica adecuadas, las sociedades campesinas pueden lograr un desarrollo económico sostenible mientras mantienen su identidad cultural y comparten sus conocimientos ancestrales con el mundo.

La propuesta de Ayala (2005), subraya que la empresa comunitaria no solo generará fuentes de empleo y recursos permanentes para sus miembros, sino que también contribuirá al desarrollo comunitario sin perder de vista sus valores y principios. Lo que resulta como una clara demostración de cómo la implementación de cultivos no tradicionales, apoyada por una estructura empresarial comunitaria, puede ser una solución rentable para mejorar las condiciones de vida en áreas rurales. Además, fomenta la integración de conocimientos tradicionales con prácticas modernas, garantizando un desarrollo sostenible y respetuoso con el entorno y las tradiciones culturales de la comunidad.

5.1.2. Investigaciones internacionales

En Irán, para 2010 la agricultura representaba el 25% de la fuerza laboral del país, lo cual revela un aspecto social importante en cuanto al desarrollo de empleo y por lo tanto al desarrollo de su comunidad, cabe resaltar que mediante el estudio de Hosseini et al. (2010) revela que propietarios de invernaderos contaban con una edad de 43 años promedio y varios de ellos cuentan con una educación únicamente de primer nivel. Sin embargo, los propietarios

de estos, reconocían que los invernaderos lograban mitigar riesgos de producción, lo que conllevaba a reducir riesgos de factores como la seguridad laboral y la protección de cultivos contra enfermedades y, además, desastres naturales.

Además de ello, cabe recalcar que, mediante el estudio se resalta que las prácticas agrícolas tienen una influencia positiva en la percepción y comprensión de los aspectos sociales de la sostenibilidad agrícola por parte de los propietarios que cuentan con invernaderos, lo cual ha destacado la importancia de comprender las tecnologías dentro de invernaderos por parte de propietarios con el fin de llevar a cabo una agricultura sostenible (Hosseini et al. 2010). Es por ello que en el estudio se menciona que el gobierno Iraní mediante estrategias ha propuesto programas que promueven prácticas agrícolas sostenibles y que brindan apoyo técnico y educativo a los agricultores (Hosseini et al. 2010).

Por otro lado, Asgharipour et al. (2020), en su estudio de evaluación de la sostenibilidad en producción de hortalizas en invernadero realiza un análisis de aspectos tanto emergentes como sociales, en el mismo se menciona que la aplicación de nuevas tecnologías como la implementación del riego por goteo contribuye positivamente a la sostenibilidad, lo que destaca la importancia de la innovación de tecnologías agrícolas para las prácticas más sostenibles en cuanto a la agricultura.

Así mismo el uso de invernaderos para la comunidad de Jiroft en Irán permite que mediante estos se logre una mayor disponibilidad de alimentos fuera de temporada, al igual que genera empleos y el aumento de ingresos de la comunidad que basa su economía en la agricultura. Así mismo se destaca un aspecto clave en cuanto al fortalecimiento de las organizaciones campesinas y la promoción de la participación comunitaria lo que conlleva a una producción sostenible y a la construcción de comunidades agrícolas más fuertes y resilientes (Asgharipour et al, 2020).

Por otro lado, en la provincia de Tehran en Irán se llevó a cabo una Escuela de Campo para Agricultores, en la cual con su implementación se ha logrado observar efectos significativos en cuanto a aspectos no solo sociales sino también económicos, productivos y sobre todo de conocimiento de los propietarios de invernaderos. Esta escuela consiste en dar capacitaciones y seguimientos a propietarios de invernaderos, los cuales buscaban tener una habilidad en cuanto a la toma de decisiones, con el fin de adoptar prácticas agrícolas sostenibles y tener la capacidad para producir cultivos seguros y rentables (Karimi & Niknami, 2020).

Esta escuela de acuerdo con los autores ha generado una diferencia significativa en cuanto a la comercialización, creación de empleo, reducción de riesgos de producción, la cooperación, la participación en asociaciones sociales, el uso de fertilizantes y pesticidas, al igual que el conocimiento técnico sobre la producción segura de cultivos, esto en comparación con propietarios de invernaderos que no asistieron a esta escuela. En conclusión, mediante este programa se ha demostrado que se puede lograr un impacto positivo en la economía, la sociedad y la producción (Karimi & Niknami, 2020).

5.1.3. Aportación

Mediante la investigación propuesta se dará un aporte fundamental para el desarrollo sostenible y bienestar de la parroquia Susudel. Con la ejecución del proyecto, se espera que se logren diversos impactos positivos en términos sociales para la comunidad, y, que ello conlleve a un mejor desarrollo económico de la población con la que se trabaja.

Con la instalación de los tres invernaderos y el sistema de fertirriego por goteo se logrará que la parroquia y sobre todo la asociación Luz y Sal, puedan diversificar su producción agrícola local, dando con ello una fuente de ingresos adicional a los miembros de la misma, además de lograr un nuevo mercado con varias oportunidades, logrando así una reducción de cultivos tradicionales que se encuentran con un mercado muy agotado. Este proyecto busca que la fundación logre incrementar significativamente la rentabilidad y con ello mejorar su calidad de vida.

Así mismo parte de esta tesis es encaminada al mejoramiento y calidad de producción, debido a que al estar en el marco del proyecto “Mejorando la Cadena de Suministro Agroalimentaria hacia la Industria 5.0 (AGRO5) en los Andes Ecuatorianos” también existen proyectos que, además del nuestro permitirá identificar áreas de eficiencia y oportunidades de ahorro dentro de la Fundación, con una evaluación de costos asociados, lo que ayudará con una optimización de recursos disponibles y mejorar la rentabilidad del proyecto a largo plazo.

De igual forma, mediante uno de los objetivos propuestos existe una socialización para los beneficiarios de la fundación, mediante mingas comunitarias, charlas informativas y talleres, lo que promoverá la transferencia de tecnología, conocimientos y experiencias entre los agricultores locales y técnicos, generando así un impacto positivo en la sensibilización y educación de la población local en cuanto a la producción de plantas medicinales y sobre todo el uso de tecnologías sostenibles.

6. Fundamentación teórica

6.1. Agricultura 5.0

La agricultura 5.0 se define como una fase de desarrollo en la agricultura que se destaca por combinar tecnologías avanzadas para potenciar la eficiencia y sostenibilidad de las labores agrícolas, ajustándolas a las demandas específicas del terreno y animales (Fountas, et al., 2024). Además de ello abarca tecnologías como la robótica, la realidad aumentada y las tecnologías 6G, logrando con ello la supervisión y automatización en tiempo real de las labores agrícolas (Martos, et al., 2021).

La inteligencia artificial y el análisis de macrodatos son fundamentales para la toma de decisiones y análisis predictivos, mientras que el procesamiento del lenguaje natural ayuda en la comunicación y el procesamiento de datos de manera eficiente (Fountas, et al., 2024). No obstante, se encuentra con obstáculos sociales como la resistencia a la tecnología y la urgencia de modificar conductas para implementar soluciones de manera más ágil y adaptada (Martos, et al., 2021).

Además, tiene como objetivo enfrentar los desafíos ambientales y socioeconómicos de la agricultura moderna; sin embargo, para lograr su implementación exitosa, es necesario combinar tecnología, sostenibilidad y desarrollo rural de manera integral, lo que permitirá impulsar un cambio importante en la agricultura hacia un futuro más resistente y exitoso. (Ragazou, et al., 2022).

6.2. Invernaderos

Un invernadero es una estructura cubierta con materiales que permiten el crecimiento de plantas en una zona, asegurando así el suministro continuo de alimentos durante todo el año. A través del mismo se da a las plantas cultivadas grandes beneficios en cuanto a la fisiología de las mismas mediante el control y manejo del microclima controlado (Aguilar, 2020).

6.2.1. Factores ambientales involucrados

Dentro de este, la utilización de invernaderos cumple con un fin, el mismo que es lograr producir alimentos de alta calidad y durante cualquier época del año, debido a que para una producción adecuada influyen varios parámetros ambientales como lo son temperatura, luz, humedad relativa, radiación y viento (Moreno-Vega, 2017). Si bien con estos, se busca generar una mayor producción, también se debe tomar en cuenta varios criterios a nivel de

microclima, para evitar con ello una producción de problemas fitosanitarios (Guerrero, et al. 2021).

Además de optimizar los factores ambientales existen objetivos muy claros, los cuales buscan incrementar una producción debido a condiciones de mayor cuidado (Lenschak & Iglesias, 2019). Con ello los factores climáticos van a estar muy de la mano con la producción bajo estos sitios. Es importante recalcar que las plantas van a requerir condiciones mínimas y máximas de dichos factores para que puedan lograr desarrollar un correcto metabolismo y evitar pérdidas en las mismas (Moreno-Vega, 2014).

6.2.2. Ventajas

Así mismo la instalación de estos presenta varias ventajas en cuanto a nivel productivo. Moreno-Vega (2017), menciona que el establecimiento de infraestructuras permite mejorar las condiciones de temperatura para alargar el periodo de producción del cultivo o realizar un uso más eficiente del agua disponible, dando como resultado una mayor productividad y calidad en los productos agrícolas obtenidos.

6.2.3. Tipos de invernaderos

Los invernaderos pueden ser construcciones compuestas muchas de las veces por estructuras metálicas, sin embargo, en un mercado y dependiendo del capital también se encuentran con estructuras de madera e incluso hormigón armado (Moreno-Vega, 2014).

6.3. Fertirriego

También conocido como fertiirrigación es la adición de productos químicos como soluciones nutritivas, plaguicidas, fungicidas, etc., al agua de riego, que va destinado a la nutrición de un cultivo a lo largo de su ciclo de desarrollo (Bello & Pino, 2021). Así mismo su importancia reside en algunas razones fundamentales como es el incremento de la superficie de riego, la intensificación de los sistemas de cultivo, la necesidad de incrementar la eficiencia del agua y el costeo hacia el recurso hídrico y de optimización de mano de obra (Ávila, Pascual & Rufat, 2023).

6.3.1. Ventajas

Ferreyra & INIA, (2005) menciona que existen grandes ventajas como lo es que los fertilizantes se localizan en forma homogénea en la zona donde se desarrollan las raíces, al igual que facilita una mejor absorción de nutrientes y asimilados para las plantas, y, además

de ello, se puede suministrar a la planta conforme a sus necesidades en las distintas etapas de su desarrollo (p.29).

El fertirriego cuenta con varias ventajas en la cual una de las principales es la adaptación de la cantidad y concentración de nutrientes específicos en base a la demanda de nutrientes del cultivo, con lo cual favorecemos el óptimo crecimiento y por lo tanto una reducción del costo de la mano de obra (Cardenas, 2021).

Lo que resulta útil en zonas o terrenos con falta de agua, debido a que con este sistema se logra un ahorro considerable del mismo, lo cual ayudará al productor en una dosificación racional de los fertilizantes (Cadahía, Eymar, Martín, 2002).

Al optimizar el uso de agua también se logra que la misma, junto con los fertilizantes se encuentren en un área determinada, en la cual las raíces están más activas, reduciendo así el impacto ambiental (Cárdenas, 20221).

6.4. Riego por goteo

Según el Grupo Latino (2013), al hablar del riego por goteo señala que: *“es un sistema que abastece de humedad el sistema radicular aportando gota a gota el agua necesaria para el desarrollo de la planta, en el cual el agua se conduce desde la fuente de abastecimiento mediante tuberías, y en su destino se libera en el lugar en el cual se ubica la planta, para que el agua se infiltre en el suelo produciendo una zona humedad que está restringida a un espacio concreto lo que se ha dado como nombre bulbo de humedad”* (p. 246)

El riego por goteo es un sistema presurizado mediante el cual el agua es conducida y distribuida por conductos cerrados que requieren presión, además de ello, también se le denomina como un riego localizado porque humedecen un sector de volumen de suelo, suficiente para un buen desarrollo del cultivo (Liotta, et al. 2015).

Grupo Latino (2013) *“es aquel por medio del cual se aplica agua filtrada y soluciones fertilizantes, dentro o sobre el suelo, directamente a cada planta en forma individual, mediante emisores (goteros) anexados a las líneas laterales, la cual cuenta con una característica muy esencial en la cual el agua se aplica en base a baja presión y alta frecuencia, con lo cual se crea un medio ambiente óptimo de humedad en el suelo, logrando una alta eficiencia en el uso del agua”* (Pg. 244, 245).

6.4.1. Ventajas

Resulta un 40% más eficiente que el riego por gravedad y hasta un 25% más eficiente que el de aspersión, esto debido a que el sistema al momento de instalarle un sistema de irrigación lo realiza con mayor eficiencia dando una ventaja de reducir el uso de agroquímicos (Lamm, 2005).

Permite reducir riesgos de peligro provocados por estrés hídrico, la posibilita la mantención de humedad en el suelo a niveles óptimos durante todo el periodo de cultivo, con lo cual se logra mejorar el desarrollo fisiológico de las plantas (Liotta, et al. 2015).

En cuanto al manejo de plagas y enfermedades nos permite llevar a cabo un mejor control, además, de un eficiente control de malezas entre cama y cama debido al sistema de enfoque localizado (Lamm, 2005).

6.4.2. Componentes

El sistema de riego por goteo está compuesto principalmente por la fuente de abastecimiento de agua, un cabezal principal de riego, tuberías de conducción principales, cabezales de campo, tuberías terciarias y los laterales de riego con emisores o también conocidos como goteros (Liotta et al, 2015).

6.5. Plantas medicinales

Las plantas medicinales son aquellas que se han utilizado desde épocas remotas para el tratamiento de diversas enfermedades, proporcionando medicinas naturales capaces de curar ciertas dolencias gracias a sus compuestos activos (Sabini et al. 2019). Desde los inicios de la civilización, estas plantas han ofrecido principios activos que han contribuido significativamente al bienestar humano (Arenas et al, 2011). El conocimiento sobre sus propiedades y usos terapéuticos ha sido transmitido a través de generaciones y diversas culturas (Sabini et al. 2019). Este saber ancestral constituye la base de gran parte de la medicina tradicional y es considerado un patrimonio de la humanidad, por lo que es responsabilidad colectiva conocer, preservar y cuidar nuestras plantas medicinales para asegurar su continuidad y aprovechar sus beneficios (Arenas et al, 2011).

Con base a la publicación de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1979), (aproud Oliveira, Velazquez & Bermudez, 2005), menciona que una planta medicinal es definida como “cualquier especie vegetal que contiene sustancias que pueden ser empleadas para propósitos

terapéuticos o cuyos principios activos pueden servir de precursores para la síntesis de nuevos fármacos.”

6.5.1. Relevancia

Zela & Avelino (2022), mencionan que el conocimiento de las propiedades medicinales de las plantas se basa en un profundo conocimiento de la observación, la experiencia y el entorno, transmitido de generación en generación y enriquecido por la integración cultural de los pueblos indígenas e inmigrantes, este conocimiento provino de los remedios caseros y de la medicina herbaria actual.

Estas han sido base de lo que hoy en día se conoce como medicina tradicional, convirtiéndose en una alternativa viable para el cuidado de la salud e incluso siendo de gran prevalencia en la utilización para afecciones (Gallegos-Zurita, et al. 2021). Además, cabe recalcar que, de acuerdo con Soria, et al. (2020) mencionan que, en América Latina, la mayoría de los países utiliza las plantas medicinales para el tratamiento de diversas enfermedades. Con ello es importante destacar que la prevalencia, uso y domesticamiento de estas plantas van de la mano de nuestra cultura.

6.6. Organizaciones sociales

De acuerdo con la Universidad de Guanajuato, (2023) una organización social es un grupo de personas que interactúan entre sí, en virtud de que mantienen determinadas relaciones sociales con el fin de obtener ciertos objetivos. Así mismo como complemento de la idea se puede decir que estas son grupos de individuos cuyos objetivos tienden a ser similares y sus propósitos deliberados (Absalón, 2000).

Por otra parte, el estado ecuatoriano de acuerdo con el Reglamento Sistema unificado información de organizaciones sociales en el decreto Ejecutivo 739, (2015) define a una organización social como el conjunto de formas organizativas de la sociedad, a través de las cuales las personas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, tienen derecho a convocarse para constituirse en una agrupación humana organizada, coordinada y estable, con el propósito de interactuar entre sí y emprender metas y objetivos lícitos para satisfacer necesidades humanas, para el bien común de sus miembros y/o de la sociedad en general, con responsabilidad social y en armonía con la naturaleza, cuya voluntad, se expresa mediante acto constitutivo, colectivo y voluntario de sus miembros y se regula por normas establecidas para el cumplimiento de sus propósitos (p.2).

6.6.1. Tipos de organizaciones sociales

En base a lo propuesto por Paolini & Odriozola, (2019), mencionan que “Las organizaciones se conforman a través de contratos sociales constituyendo sociedades anónimas, de responsabilidad limitada, en comandita por acciones, etc., como las empresas; se crean por leyes nacionales, provinciales o municipales, como los organismos públicos pertenecientes a los diferentes niveles de gobierno; o se formalizan como asociaciones o fundaciones, como las O.N.G u organizaciones del tercer sector” (p. 11).

Así mismo, mediante el decreto ejecutivo 739, (2015) se menciona que una persona natural o jurídica puede ejercer el derecho constitucional de libre asociación mediante corporaciones, fundaciones, otras formas de organización social nacionales o extranjeras y organizaciones con fines de gestión social (p.4)

7. Diseño del Proyecto

7.1. Zona de estudio

La zona de estudio se encuentra localizada en la parroquia rural de Susudel, ubicada en el cantón San Felipe de Oña, provincia del Azuay, es un área de estudio que presenta características geográficas y demográficas específicas. A una distancia de 88.2 km desde la ciudad de Cuenca y conectada por la vía panamericana Cuenca-Loja, Susudel se encuentra en una altitud de 2140 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.).

Con una extensión de 72,42 km², la parroquia ocupa aproximadamente el 23,38% del territorio total del cantón San Felipe de Oña. Susudel está conformada por varias comunidades que contribuyen a su diversidad y riqueza cultural.

El área de estudio de Susudel ofrece un entorno geográfico variado, que puede incluir montañas, valles, ríos u otros elementos naturales propios de la región. La topografía y el clima de la zona pueden influir en aspectos como la agricultura, la flora y la fauna presentes en el área

Finalmente, geográficamente se encuentra localizado en las siguientes coordenadas: • Norte: Y:9623602 • Este: X: 701599 (GAD PARROQUIAL SUSUDEL, 2019) (GAD parroquial Susudel, 2012).

Los tres invernaderos demostrativos en la Parroquia Susudel, cantón Oña, están estratégicamente ubicados en diferentes altitudes utilizando el sistema de coordenadas Transversal de Mercator (UTM). Por razones de organizar cronológicamente la descripción

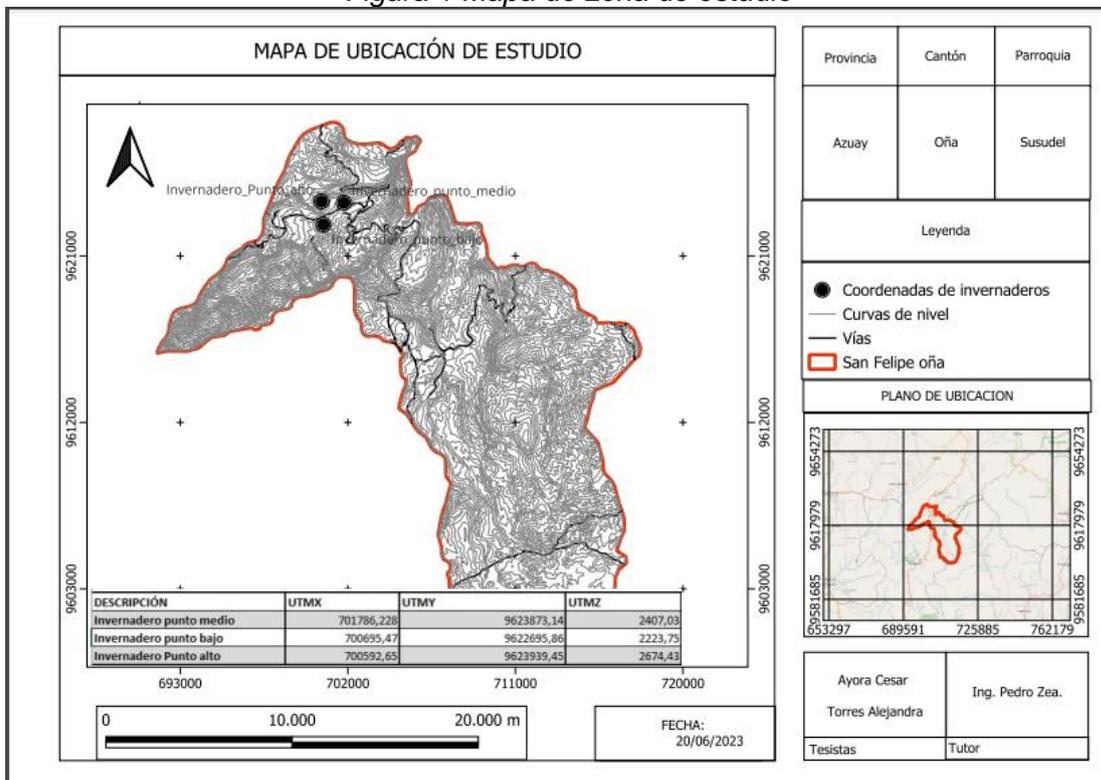
de este documento hemos señalado el nombre de los invernaderos con relación a su ubicación altimétrica.

El "Invernadero Punto Medio" se encuentra en una ubicación intermedia, con coordenadas UTMX de 701,786.23 y UTMZY de 9,623,873.14, a una altitud de 2,407.03 metros sobre el nivel del mar.

El "Invernadero Punto Bajo" está situado a una altitud de 2,223.75 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas UTMX de 700,695.47 y UTMZY de 9,622,695.86.

Por otro lado, el "Invernadero Punto Alto" se encuentra a una altitud de 2,674.43 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas UTMX de 700,592.65 y UTMZY de 9,623,939.45.

Figura 1 Mapa de zona de estudio



Fuente: Instituto Geográfico Militar (IGM); Cartografía básica Universidad del Azuay.
Elaboración: Mapa elaborado por los autores

7.2. Metodología

7.2.1. Metodología para el primer objetivo

Instalar tres invernaderos con sistemas de fertirriego y adecuar de suelos para la siembra de especies medicinales diversas, zona media y baja de Susudel Provincia del Azuay

7.2.1.1. Colocación de invernaderos y sistemas de riego por goteo

Para la etapa inicial del proyecto se determinó de manera comunitaria y con criterios de altitud la ubicación de los dos invernaderos a ser instalados en su totalidad, vale recalcar que la fundación ya disponía de un invernadero con infraestructura de madera, pero sin sistema de fertirriego.

Considerando aspectos como el viento y la distribución del sol a lo largo del día se llegó al acuerdo que los invernaderos serán de estructura metálica y plástico Suntherm Diffused C929 para que otorgue las condiciones necesarias.

Para obtener mejores resultados en la producción se colocó un sistema de riego por goteo en el que además lleva consigo incorporado un vénturi que nos facilitara la fertilización para las plantas de cada uno de los invernaderos, fueron colocadas dos líneas de goteo en cada cama con una distancia de goteros de 15cm.

Con el área exacta determinada se ejecutó la nivelación y la limpieza del lugar para que la empresa encargada realice la construcción del invernadero y la colocación respectiva del sistema de riego en cada invernadero.

7.2.1.2. Selección de especies medicinales

En las visitas iniciales a la parroquia de Susudel se mantuvo varias conversaciones con los miembros de la fundación Luz y Sal en donde cada miembro sugería las especies medicinales más consumidas y producidas en el sector.

Tabla 1 Número de plantas adquiridas por especie.

Especie	Número de plantas
Malva	30
Cedrón	30
Menta	130
Ataco	100
Hierba Luisa	100
Manzanilla	130
Clavel	130
Orégano	130
Escancel	130
Mortiño	130

Fuente: Miembros Fundación Luz y Sal

Elaboración: Los autores

Obteniendo las siguientes especies predominantes: Malva (*Malva sylvestris*), cedrón (*Aloysia citrodora*), menta (*Mentha spicata*), ataco (*Amaranthus hybridus L.*), hierba luisa (*Cymbopogon citratus*), manzanilla (*Matricaria chamomilla*), clavel (*Dianthus caryophyllus*), orégano (*Origanum vulgare*), escancel (*Aerva sanguinolenta*), mortiño (*Vaccinium floribundum*). Con las especies ya seleccionadas se realizó la adquisición de las mismas con el número de plantas por cada especie descritas en la tabla 1.

7.2.1.3. Adecuación de suelos y siembra de especies

Con el apoyo de cada uno de los miembros de la asociación, se desarrolló la adecuación de suelos y para ello se realizaron las siguientes actividades: Deshierbe, arado, medición de camas, caminos, drenajes, aporque, e incorporación de gallinaza y pollinaza como fertilización de fondo para iniciar con la siembra de cada una de las especies en los invernaderos determinados. En cada invernadero se determinaron camas de cultivo (Tabla 2):

Tabla 2 Número de camas en cada invernadero.

Invernadero	Número de camas
Tinas-Invernadero punto medio	4
Centro Parroquial- Invernadero punto bajo	4
Raricucho-Invernadero punto alto	5

Fuente: Invernaderos Fundación Luz y Sal

Elaboración: Los autores

Además, en cada una de las especies fue planta con una distancia determinada (Tabla 3)

Tabla 3 Distancia de siembra de especies medicinales.

Especie	Distancia entre planta	Distancia entre hileras
Malva	30cm	30cm
Cedrón	50cm	50cm
Menta	30cm	30cm
Ataco	40cm	40cm
Hierba Luisa	30cm	30cm
Manzanilla	30cm	30cm
Clavel	30cm	30cm
Orégano	30cm	30cm
Escancel	30cm	30cm
Mortiño	30cm	30cm

Fuente: Revista cubana de plantas medicinales

Elaboración: Los autores

Estas especies fueron colocadas en los tres invernaderos de la fundación teniendo la siguiente distribución:

Figura 2 Distribución de especies en camas de cultivo.



Fuente: Invernaderos Fundación Luz y Sal

Elaboración: Figura elaborada por los autores

7.2.1.4. Cálculo de fertirriego

Previo al cálculo de Fertirriego, se realizaron análisis de suelo en el Laboratorio AgroRum en el cual se solicitó los siguientes aspectos: (pH + Nitrógeno + Fósforo + Potasio + Calcio + Magnesio, Azufre + Hierro + Cobre + Manganeso + Zinc + Boro + Suma de bases, Materia Orgánica). Estos análisis de suelo fueron realizados antes del establecimiento de los cultivos en cada uno de los invernaderos para tener un ideal plan de fertilización. El muestreo de suelos en los diferentes invernaderos fue realizado por los autores, y luego enviado al laboratorio para la determinación de los diferentes parámetros.

7.2.1.5. Materiales de campo

- Barreno
- Balde
- Bolsas plásticas
- Etiquetas de muestreo
- Esfero o marcador fino

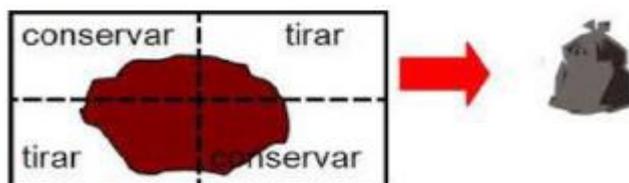
7.2.1.6. Toma de muestra del suelo

Para realizar el muestreo se realizó la preparación del terreno y el retiro de la cobertura vegetal y se procedió a efectuar un muestreo asistemático el que consiste en un muestreo aleatorio simple con puntos representativos aleatorios en el área a ser analizada.

Debemos recalcar que la muestra de suelo está compuesta de varias submuestras del mismo tamaño, por ende, con el barrero se tomaron 10 submuestras con el mismo espesor y a igual profundidad para cada muestra.

Luego se debe homogeneizar la muestra en un balde y las extendemos en un plástico para dividirla en 4 partes iguales para realizar el cuarteo de la misma con el fin de obtener 1kg de muestra.

Figura 3 Proceso de cuarteo de muestra



Fuente: Obtenida de Agrorum S.A (2023)

Elaboración: Los autores

Para el envío de la muestra se colocó la información requerida como:

- Fecha de toma de muestra
- Responsable de la toma muestra
- Número o nombre del lote al que pertenece la misma
- Localización: provincia, cantón, parroquia
- Nombre del cliente, propietario de la muestra, dirección y correo electrónico.
- Último cultivo
- Georreferenciación

Con los resultados de los análisis de suelo procedemos a la elaboración de un plan de fertiirrigación.

El tiempo de riego se determinó en base a la textura del suelo que fue Franco arcillo arenosa en el cual se recomienda un intervalo de riego de dos días.

La fertiirrigación consiste en agregar fertilizantes solubles al agua de riego, lo que permite que las plantas absorban los nutrientes de manera rápida tras la aplicación. Esto mejora la disponibilidad y eficiencia de los nutrientes para las plantas.

El cálculo del fertilizante aplicado en los invernaderos fue calculado mediante las formula:

$$\frac{gr}{l} = \frac{ppm * 0.1}{\% \text{ concentración}}$$

Para aplicar la fórmula descrita requerimos de los datos presentados a continuación en las tablas posteriores, procedemos a reemplazar y calcular para cada uno de los elementos.

Tabla 4 Requerimiento nutricionales en ppm de plantas medicinales.

Elemento	Requerimiento nutricional (ppm)
N	120
P	30
K	150
Fe	20
Mn	15
Mg	50
B	1.6
Ca	100
Zn	5

*Fuente: Revista cubana de plantas medicinales
Elaboración: Los autores*

Tabla 5 Porcentaje de concentración de elementos en fertilizantes adquiridos.

Fertilizantes disponibles	% de Concentración
Nitrato de amonio NH_4NO_3	N= 35.5%
Nitrato de calcio $Ca(NO_3)_2$	Ca= 27% N=15.5%
Nitrato de potasio KNO_3	K= 46% N=13%
Ácido fosfórico H_3PO_4	P= 75%
Sulfato de magnesio $MgSO_4$	Mg= 16%
Sulfato de manganeso $MnSO_4$	Mn= 27%
Sulfato de zinc $ZnSO_4$	Zn= 22%
Acido bórico H_3BO_3	B=98%
Sulfato ferroso $FeSO_4$	Fe= 19%

*Fuente: Obtenido de AgroRum
Elaboración: Los autores*

7.2.2. Metodología para el segundo objetivo

Para llevar a cabo la ejecución de un análisis costos de producción para identificar áreas de eficiencia y oportunidades de ahorro dentro de la fundación Luz y Sal se describe la lista de materiales y unidades en los siguientes textos.

7.2.2.1. Identificación de costos

Para la identificación de costos fue necesario buscar proveedores que en el mercado cuenten con una suficiente demanda y sobre todo puedan satisfacer la necesidad de producto que se ha requerido en el proyecto. Por ello fue necesario realizar un análisis de cada uno de los rubros de inversión.

Tabla 6 Materiales del sistema de riego y cantidades.

Sistema de riego		
Descripción	Unidad	Cantidad
Filtros de anillos ¾ 120 MESH	und	3
Venturi ¾ ¾"- 1/2 SIP 100 L/H INYECTOR IRRITEC NEGRO/PEQ	und	3
T de compresión ¾	und	6
Adaptador flex ¾" macho gris PFX	und	21
Adaptador hembra PVC 24 X ¾ PIMTAS	und	18
Codos de compresión ¾	und	6
TEE PVC 25 mm PIMTAS	und	6
Válvula bola PVCP 25MM C/UNIVERSAL TIGRE	und	6
Abrazadera Alemana ¾" 16-27 HOBERFORT	und	33
Manguera de goteo con distanciamiento de 0.15cm de 8mm, 8l/h	m	360
Conector 12 mm Irritec para manguera de goteo	und	45
Tubo de conducción 25 mm X 1.25 MPA (6m)	und	3
Uniones de compresión ¾	und	12
Llaves de paso/ invernadero	und	6
Uniones roscables macho plásticas de ¾	und	12
Fin de línea con anillo 11mm MERZER negro	und	45
Válvula 1" R/H GRIZ/AZUL COMPACTA RH	und	6
Flexitubo ¾" multifunción 60 psi 100 M Icoplast	und	1

Fuente: EkoRiego

Elaboración: Los autores

En cuanto al plan de fondos se llevó a cabo mediante la Universidad de Cuenca, misma que proporcionó los fondos necesarios mediante el proyecto de investigación denominado "ENHANCING THE AGRI-FOOD SUPPLY CHAIN TOWARDS INDUSTRY 5.0 (AGRO5) IN THE ECUADORIAN ANDES". Cabe resaltar que la inversión fue en su totalidad por parte de

la universidad, misma que cubrió diferentes materiales y obras que se abordaron y de desglosaron en la metodología del primer objetivo.

Para realizar el plan de inversión se desglosaron temas, en los cuales se incluían sistemas de riego, invernaderos, plantas, fertilizantes y estudios de suelo.

7.2.2.2. Sistemas de riego

Para llevar a cabo una adecuada producción, tanto eficiente como sostenible, se desarrolló un sistema de riego en cada una de los invernaderos, para ello primero se planificó el número de camas y dimensiones, tal y como se describe ya en la anterior metodología. Para ello cada uno de los materiales utilizados, se encuentra descrito en la tabla 6, en donde se desglosan los materiales utilizados.

7.2.2.2.1. Depreciación de sistemas de riego

Tabla 7 Depreciación de materiales usados en el sistema de riego

Descripción	Vida útil (años)
Filtros de anillos ¾ 120 MESH	12
Venturi ¾ ¾"- 1/2 SIP 100 L/H INYECTOR IRRITEC NEGRO/PEQ	12
T de comprensión ¾	21
Adaptador flex ¾" macho gris PFX	21
Adaptador hembra PVC 24 X ¾ PIMTAS	21
Codos de comprensión ¾	21
TEE PVC 25 mm PIMTAS	21
Válvula bola PVCP 25MM /UNIVERSAL TIGRE	12
Abrazadera Alemana ¾" 16-27 HOBERFORT	12
Manguera de goteo con distanciamiento de 0.15cm de 8mm, 8l/h	6
Conector 12 mm Irritec para manguera de goteo	21
Tubo de conducción 25 mm X 1.25 MPA (6m)	20
Uniones de comprensión ¾	21
Llaves de paso/ invernadero	12
Uniones roscables macho plásticas de ¾	12
Fin de línea con anillo 11mm MERZER negro	5
Válvula 1" R/H GRIZ/AZUL COMPACTA RH	7
Flexitubo ¾" multifunción 60 psi 100 M Icoplast	25

Fuente: EkoRiego

Elaboración: Los autores.

Es fundamental para el funcionamiento de cualquier empresa agrícola. A pesar de que la depreciación no produce dinero en efectivo, es importante tenerla en cuenta ya que muestra cómo los activos se deterioran y pierden valor con el tiempo. Los materiales y su vida útil se encuentran en la tabla 7.

La depreciación se calcula utilizando el método de depreciación lineal, que distribuye el costo del activo uniformemente a lo largo de su vida útil. La fórmula para calcular la depreciación anual es:

$$\text{Depreciación anual} = \frac{\text{Valor de la adquisición} - \text{Valor residual}}{\text{Vida útil}}$$

7.2.2.3. Invernaderos

Los invernaderos que se han establecido, cuentan con dimensiones de 13 metros por 7 metros, lo cual representan una parte importante de la infraestructura necesaria para llevar a cabo el análisis de costos de producción. Para ello en la tabla 8 se detalla cada uno de los materiales utilizados en la construcción de los mismos.

Tabla 8. Materiales de usados para el invernadero

Invernaderos materiales			
Descripción	Unidad	Cantidad	
Tubo galvanizado 1 1/2 x 1,5 mm, Plástico pentacapa, Malla sarán para pared al 65%	m2	200	
Cemento	sacos	3	
Ripio	sacos	3	
Arena	sacos	3	

Fuente: EkoRiego

Elaboración: Los autores

7.2.2.3.1. Depreciación de invernaderos

En esta sección se explica el proceso para determinar la depreciación de invernaderos usados en el cultivo de plantas medicinales, tomando en cuenta que cada parte del invernadero tiene una duración específica. Para calcular la depreciación, primero es necesario identificar los activos y su vida útil. En este caso, los componentes del invernadero son:

- **Estructura metálica:** 30 años
- **Malla:** 8 años
- **Plásticos:** 5 años

7.2.2.4. Fertilizantes

Previo a la aplicación de los fertilizantes, fue necesario identificar la disponibilidad de nutrientes, por ello se llevó a cabo un análisis del suelo en cada uno de los invernaderos. Una vez obtenidos los resultados, y basándonos en los análisis de suelos, se procedió con la lista de fertilizantes solubles, en la cual se incluye una cantidad requerida para el total de las especies. Para ello, se describen los fertilizantes utilizados y sus cantidades en la tabla 8.

Tabla 8 Cantidades y fertilizantes

Fertilizantes		
Descripción	Unidad	Cantidad
Nitrato de amonio	Kg	5
Nitrato de potasio	Kg	5
Sulfato ferroso	Kg	5
Sulfato de manganeso	Kg	3
Ácido bórico	Kg	1
Nitrato de calcio	Kg	3
Sulfato de zinc	kg	2
Sulfato de magnesio	kg	4
Ácido fosfórico	ml	2000

Fuente: Fundación Luz y Sal

Elaboración: Los autores

7.2.2.5. Plantas

Para la ejecución de análisis costos, se ha considerado el costo de cada una de las especies de plantas utilizadas, si bien, estas ya fueron descritas anteriormente en la metodología de selección de especies medicinales, este enfoque va un poco detallado con el fin de que contribuya a la evaluación de costos asociados, con el fin de comprender el impacto a nivel económico del proyecto. para ello se puede ver la cantidad de especies medicinales en la tabla 1. Cabe destacar que las plantas no tuvieron un costo de transporte debido a que el mismo proveedor contaba con esto en su plan de entrega.

7.2.2.6. Análisis de suelos

Para llevar a cabo el análisis de los costos de los análisis de suelos; al ser parte del proyecto AGRO 5.0, se pidió propuestas a varias empresas sobre los costos y cada uno de sus paquetes en los análisis, para ello se contactó con la empresa AGRORUM S.A. que ha brindado una confiabilidad debido a su trayectoria en cuanto a la evaluación de suelos, la misma cuenta con sede en la ciudad de Guayaquil se consideró el envío y el costo total.

7.2.2.7. Costo de producción

7.2.2.7.1. Labores culturales

Para llevar a cabo el análisis de los costos de producción se tomaron en cuenta las labores culturales que se llevan a cabo durante la producción de los cultivos. En esta parte cabe recalcar que la fundación ha puesto de su parte para llevar a cabo cada una de las actividades que se menciona en la tabla 11. Además, se resalta que la fundación ha llegado a un acuerdo con el proyecto "Mejorando la Cadena de Suministro Agroalimentaria hacia la Industria 5.0 (AGRO5) en los Andes Ecuatorianos" en la cual ellos se encargaran de llevar a cabo cada una de las labores culturales a desarrollar. A continuación, en tabla 9 se ha colocado las actividades y las cantidades que se desarrollaron en los tres invernaderos.

Tabla 9 Descripción de labores culturales.

LABORES CULTURALES		
Concepto	Unidad	Cantidad
Labranza de suelo	m2	300
Adecuación de camas	camas	13
Aplicación de Materia orgánica	camas	13
Siembra	Plantas	1040
Riego	camas	13
Deshierba	camas	13
Fertilización	Plantas	1040
Control y manejo de plagas	Plantas	1040

Fuente: Fundación Luz y Sal

Elaboración: Los autores

7.2.2.7.2. Identificación de costos de producción

Para la identificación de los costos de trabajo nos basamos en las labores culturales que se encuentran en la tabla 10, así con cada una de las actividades se procedió a calcular el número de agricultores para cada labor y con ello el número de horas a desarrollarse en cada actividad, es como se lo presenta en la tabla 11, en la cual se encuentran las actividades para la implementación del cultivo en el primer mes.

Para la labranza de suelo se realizó una minga en la cual participaron todos los productores y se dividieron en un total de 6 productores por invernadero y se tardó un total de 2 horas para terminar la labor. Así mismo se realizó la adecuación de camas que también tuvo una duración de dos horas. Por otra parte, la aplicación de materia orgánica (gallinaza) los productores se tardaron una hora en completar la actividad.

Para la siembra se realizó otra reunión en la cual se procedió como el paso anterior con una división igualitaria de productores hacia cada invernadero, para esto se tardó un total de 2

horas. Una vez plantadas se realizó un riego de 20 minutos en la cual ya se tenía determinado el tiempo.

Tabla 10 Descripción de actividades de productores en el primer mes de implementación.

Descripción de trabajo de productores de la asociación/ primer mes/invernadero		
Labores culturales	cantidad (productores)	Horas de trabajo
Labranza de suelo	6	2
Adecuación de camas	6	2
Aplicación de Materia orgánica	6	1
Siembra	6	2
Riego	1	0,3
Fertilización	1	0,3

Fuente: Fundación Luz y Sal

Elaboración: Los autores

Por otro lado, las actividades a desarrollar una vez implementado el cultivo se presentan en la tabla 13 en la cual están detalladas las actividades y las horas de trabajo al mes.

Para la cantidad de horas de trabajo en la actividad de riego como labor cultural, se basó en un tiempo de riego de 20 minutos pasando un día. Por otro lado, para la fertilización se tomó en cuenta que la absorción del sustrato disuelto en un balde de 20 litros por parte del venturi será de 20 minutos y una vez por semana lo que al mes nos da el valor colocado en la tabla 13.

Tabla 11 Descripción y costo de trabajo de productores de la asociación/ mes/ invernadero.

Descripción y costo de trabajo de productores de la asociación/ mes/ invernadero		
Labores culturales	Cantidad	Horas de trabajo
Riego	1	5
Deshierbe	2	1
Fertilización	1	1,33
Control y manejo de plagas	1	1,6

Fuente: Fundación Luz y Sal

Elaboración: Los autores

De la misma manera se encuentran actividades como la de deshierbe, para lo cual se considera un porcentaje equitativo para que el trabajo sea igual y que todos los productores de la fundación participen, por ello se ha considerado un total de una hora. Para el control y manejo de plagas se ha tomado en cuenta con la realización de macerados para la prevención de plagas en la cual se ha dado de medida una mochila de 20 litros de agua para cada uno

de los invernaderos, durante un tiempo de 25 minutos cada semana, con la participación de un solo productor.

7.3. Metodología para el tercer objetivo

Socializar los resultados y beneficios con los miembros de la comunidad.

7.3.1. Presentación de resultados

Con la asistencia de todos los miembros de la Fundación Luz y Sal, representantes del GAD parroquial de Susudel y miembros del grupo IMAGINE de la Universidad de Cuenca; en el salón del GAD Parroquial, llevamos a cabo una presentación detallada acerca de los avances y resultados del proyecto. En el transcurso de la presentación, se utilizaron evidencias fotográficas para demostrar a los participantes el progreso alcanzado en la implementación de los sitios demostrativos. El propósito fue que cada asistente comprendiera los beneficios de los invernaderos equipados con un sistema de riego eficiente para mejorar la productividad agrícola.

Es importante destacar que cada uno de los participantes ha sido un actor clave en todos los avances de este proyecto. Su colaboración en todas las actividades efectuadas ha sido fundamental para mantener el impulso y el progreso continuo del mismo.

8. Factibilidad

8.1. Factibilidad técnica

Para la implementación de los invernaderos y sistemas de fertirriego, teniendo en cuenta factores ambientales y procesos de planificación, como la dirección de vientos y la exposición solar en la zona; ha tenido el fin de buscar maximizar la captación de luz solar y minimizar daños provocados por el viento, con lo cual el diseño de implementación ha sido adecuado para una correcta ventilación y control térmico. Además de ello, la utilización de materiales resistentes con sus características diseñadas para el soporte de estructuras también ha beneficiado para que se logre que estos tengan la capacidad de soportar condiciones climáticas adversas.

Así pues, la factibilidad de la instalación de los sistemas de fertirriego y de invernaderos han sido verificadas y respaldadas por una correcta selección de tecnologías y materiales que se pueden observar en la ficha técnica de los mismos. Entre esos se ha considerado aspectos como la resistencia a la intemperie, la permeabilidad de agua, que cuente con una óptima

transmisión de luz, todo ello mediante sus capas, siendo la misma una denominada pentacapa.

Por otro lado en cuanto a los sistemas de fertirriego, se ha optado por eficiencia y sostenibilidad, sabiendo que los sistemas de riego por goteo cuentan con un 90% de eficiencia, que, al complementarse con un sistema de inyección o también conocido como vénturi no solo permite una adecuada utilización y aprovechamiento de agua, sino también permite una aplicación de nutrientes que puede ser aprovechado por la raíz y con ello una traducción en el uso indiscriminado de la aplicación de fertilizantes.

Por ello la factibilidad de la instalación de estos sistemas ha tenido un correcto desarrollo y funcionamiento en cada aspecto del diseño y la implementación, garantizando con ello un microclima óptimo para llevar a cabo un cultivo exitoso de plantas de especies medicinales, logrando con ello una sostenibilidad a largo plazo, además de elevar el rendimiento de la producción de estas especies en la zona.

8.2. Factibilidad Económica

La instalación de invernaderos y sistemas de fertirriego ha sido respaldada y financiada gracias a la cooperación de fondos obtenidos a través del proyecto de investigación "ENHANCING THE AGRI-FOOD SUPPLY CHAIN TOWARDS INDUSTRY 5.0 (AGRO5) IN THE ECUADORIAN ANDES" por parte del proyecto IMAGINE - Industrial Management and Innovation Research de la Universidad de Cuenca. A través de este proyecto y mediante socializaciones en las cuales a los directores se les presentó las ventajas del fertirriego por goteo y la instalación de invernaderos, se nos otorgó los recursos necesarios con el de cubrir la inversión inicial requerida, además de ello también se financió la adquisición de plántulas aromáticas.

Al contar con una financiación, otorgada en su totalidad por donaciones a través del proyecto de investigación, se asegura la viabilidad económica del proyecto lo que permitió una ejecución de obras de manera eficiente y también que la misma ha dado a entender su gran impacto y sobre todo una correcta contribución al desarrollo agrícola de la fundación Luz y Sal.

8.3. Factibilidad Ambiental

Madaganelo-Guzman (2007) menciona que la agricultura es una actividad que provoca un impacto sobre la naturaleza a nivel de suelo, diversidad, bosques, aguas, clima y salud humana. Además, considera que los principales impactos se ven a nivel de suelo provocando

salinización, erosión, compactación y desertificación, y, a nivel de agua existe la contaminación por fertilizantes.

En base a estos parámetros que indica, se puede decir que, las tecnologías empleadas han demostrado ser eficientes en su uso, además de ser responsables con el medio ambiente y la sostenibilidad. En cuanto a niveles de erosión y compactación, estos suelen suceder por factores ambientales como lo son los fuertes vientos, lluvias intensas, un monocultivo intenso y extenso y el uso indiscriminado de fertilizantes. En este caso para mitigar estos problemas, se realizó un policultivo en camas, además de la colocación de materia orgánica misma que fue previamente elaborada y cedida por parte de la fundación.

En el caso de lluvias fuertes, no es posible debido a que se encuentra en una zona de cobertura, sin embargo como consideración, el mes de marzo cuenta con un promedio 114,86 mm en un periodo de 10 años, lo que representa el 15.50% del total de precipitaciones en el año; mientras que el mes con menor precipitación resultar ser el mes de agosto con 19.15 mm., representando el 2.58% del total de precipitaciones en el año, dando un total de 741 mm al año (Plan de Ordenamiento Territorial de la parroquia Susudel, 2019). Además de que los fuertes vientos en la se consideran bajos de acuerdo al Plan de Ordenamiento Territorial de la parroquia Susudel, (2019) la dirección en la cual predominan los vientos es hacia el Sureste con una velocidad media máxima de 4 m/s. y esto si bien se considera bajo también puede ser mitigado por la malla sarán colocada como una cortina en el invernadero.

En cuanto a las afectaciones por pérdida de biodiversidad, cabe mencionar que los invernaderos fueron colocados en zonas donde ya ha existido una previa zona de agricultura tradicional, lo cual no afecta áreas naturales protegidas ni afecta el ecosistema local, además de ello al llevar a cabo una agricultura sin el uso de maquinaria, se puede decir que no existe una compactación de suelo, debido a que al momento de la labranza se llevó a cabo de manera manual. Así mismo no es posible que pueda existir un evento de desertificación gracias a que dentro de estos, se ha llevado a cabo asociaciones de cultivos.

En el caso de problemas de contaminación de aguas por parte de fertilizantes se puede mencionar que mediante el análisis de suelos y el plan de fertilización se buscó reducir la contaminación por parte de estos, y al mismo al contar con un riego localizado no tendrá una mayor problemática de lixiviación.

El presente estudio ha contado con una factibilidad ambiental fundamentándose en llevar a cabo una agricultura amigable, responsable y respetuosa con el medio ambiente. Con ello mediante las medidas de mitigación se ha logrado que se genere el mínimo impacto negativo

para el ambiente, logrando así una armonía entre las actividades agrícolas y los entornos biodiversos que la rodean.

8.4. Factibilidad social

Este proyecto al trabajar en conjunto con la fundación Luz y Sal, tiene como objetivo claro la parte social. Por ello es fundamental mencionar su viabilidad y sobre todo el impacto potencial que tiene sobre la comunidad con la que se está participando. Como tal el proyecto ha buscado promover una inclusión social y sobre todo comunitaria que buscan con ello que sus actores sean participantes activos de la misma.

Se considera como eje principal el contexto social, debido a que esta comunidad enfrenta desafíos y necesidades relacionadas con bajas tasas de empleo y por lo tanto desarrollo económico, de acuerdo con el PDOT de la parroquia Susudel, 2019 se reconoce a 392 personas desocupadas sobresaliendo las de sexo femenino con un porcentaje del 64,79% con relación al sexo contrario que registra un 35,20% en las cuales no hay muchas expectativas de trabajo (GAD Parroquial de Susudel, 2019).

Por este motivo, la instalación de sitios demostrativos ha logrado promover una oportunidad significativa para abordar esta gran problemática que afecta a la comunidad, tratando de que con la misma exista una mejor calidad de vida y sobre todo un desarrollo social igualitario.

Una manera de cómo se ha venido logrando la factibilidad social es a través de la implementación de estos sitios que buscan promover la inclusión mediante la colaboración y participación activa de los miembros de la comunidad; lo que da como resultado que sus actores tengan el sentido de pertenencia con el proyecto. Estos sitios se han convertido en espacios de encuentro y sobre todo participación mediante toma de decisiones e intercambio de opiniones, con lo cual se ha ido abordando las problemáticas de los involucrados.

Así mismo con este proyecto se ha promovido una educación ambiental agrícola, mediante la sensibilización sobre la importancia del uso adecuado de fertilizantes y tecnologías eficientes. Esto se ha venido realizando mediante capacitaciones y sobre todo una socialización general del proyecto.

Por ello la factibilidad radica en la capacidad de generar futuras fuentes de empleo, logrando con ello promover el bienestar e inclusión mediante el gran potencial que tiene este proyecto como lo es de transformar positivamente la vida de los habitantes locales y con ello lograr contribuir al desarrollo sostenible de la parroquia.

9. Cronograma

Tabla 12 Cronograma de actividades.

Actividades propuestas	Mes								
	PAO 9			PAO 10					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Recopilación bibliográfica y elaboración del marco teórico	X	X	X						
Socialización con productores acerca del trabajo mancomunado y objetivos con el proyecto		X							
Reuniones Quincenales para la continuidad de proyecto en equipo	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Análisis de suelos				X					
Adquisición de materiales				X					
Trabajo en campo a lugares de producción y agricultores (construcción de invernadero, sistema de riego, siembra y cosecha de plantas)					X	X	X	X	
Socialización de resultados y beneficios a la fundación							X	X	
Trabajo de oficina	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Conclusiones y recomendaciones							X		X
Preparación de anexos y referencias bibliográficas							X	X	X
Preparación del documento impreso y pertinentes revisiones									X

Fuente: Los autores

Elaboración: Los autores

10. Resultados

10.1. Resultados primer objetivo

10.1.1. Invernaderos y Sistemas de Riego

La colocación de los invernaderos con sistema de riego por goteo incorporado mejora notablemente la producción de las especies medicinales, pues con esto se otorgó las condiciones óptimas para el desarrollo de las plantas colocadas en cada una de estas estructuras

El sistema de riego por goteo favorece la optimización de agua y con el vénturi incorporado también de los fertilizantes aplicados ya que estos elementos irán directamente al sistema radicular de las especies plantadas, con ellos además de beneficios ambientales tenemos ahorros económicos.

10.1.2. Especies Medicinales

Los integrantes de la fundación Luz y Sal identifican y conocen sobre las especies medicinales de la zona, lo que es de gran beneficio para planificar de manera adecuada las líneas investigativas del proyecto, con ello existe una valorización de la biodiversidad local y se puede promover el desarrollo de productos con un valor agregado basados en ingredientes naturales.

Figura 4 Clavel (*Dianthus caryophyllus*)



Figura 5 Hierba Luisa (*Cymbopogon citratus*)



Figura 6 Manzanilla (*Matricaria chamomilla*)



Figura 7 Malva (*Malva sylvestris*)



Figura 8 Escancel (*Aerva sanguinolenta*)



Figura 9 Menta (*Mentha spicata*)



Figura 10 Ataco (*Amaranthus hybridus* L.)



Figura 11 Cedron (*Aloysia citrodora*)



Figura 12 Orégano (*Origanum vulgare*)



Figura 13 Mortiño (*Origanum vulgare*)



Fuente: Invernaderos Fundación Luz y Sal

Elaboración: Los autores

10.1.3. Adecuación de suelos

Con las labores preculturales de deshierbe, fertilización de fondo (figura 15) y arado del suelo realizadas en los lugares de estudio se reduce la posibilidad de competencia por agua y nutrientes con el resto de especies, además mejoramos la estructura del suelo con el fin de retener el agua y los nutrientes que fueron colocados.

Figura 14 Fertilización de fondo



Fuente: Invernaderos fundación Luz y Sal

Elaboración: Los autores

Los resultados de los análisis de suelos se pueden visualizar en el Anexo W y se coloca una tabla 13 resumen. También la medición de las camas y drenajes nos ayudó a optimizar el espacio en cada sitio demostrativo de producción y con ello evitar problemas de encharcamiento que pueden traer ser causales de plagas y enfermedades.

Tabla 13 Resumen análisis de Suelos

ANÁLISIS DE SUELOS							
Parametro	Unidad	Inv.	Nivel	Inv.C	Nivel	Inv.	Nivel
		Tinas		Parroquial		Raricucho	
pH	-	7.42	M.basico	7.36	M.basico	7.19	Neutro
Conductividad eléctrica	dS/m	0.30		0.28		0.24	
M. O.	%s.m.s	1.67	Bajo	1.43	Bajo	1.44	Bajo
Nitrógeno	%s.m.s	0.40	Alto	0.38	Alto	0.49	Alto
Fosforo	ppm	38.81	Alto	31.14	Alto	54.71	Alto
Potasio	ppm	531.93	Alto	436.30	Alto	393.99	Alto
Magnesio	ppm	323.89	Optimo	215.91	Optimo	253.96	Optimo
Calcio	ppm	2454.72	Alto	1563.23	Optimo	1361.78	Optimo
Sodio	ppm	98.42	Optimo	59.57	Bajo	80.81	Optimo
Hierro	ppm	31.24	Alto	36.48	Alto	52.86	Alto
Cobre	ppm	0.73	Optimo	0.92	Optimo	0.42	Bajo
Manganeso	ppm	26.10	Optimo	23.39	Optimo	22.27	Optimo
Zinc	ppm	3.55	Optimo	3.03	Optimo	4.29	Optimo
Azufre	ppm	35.00	Alto	34.05	Alto	34.10	Alto
Boro	ppm	0.50	Bajo	0.51	Bajo	0.50	Bajo

Fuente: Análisis de laboratorio AgroRum

Elaboración: Los autores

ppm: Partes por millón, % s.m.s: Porcentaje sobre materia seca.

10.1.4. Fertirriego

Al ejecutar los análisis de suelos antes del establecimiento de los cultivos de plantas medicinales se pudo calcular de manera idónea la fertiirrigación correcta y necesaria, pues también con esto se pudo optimizar el uso de todos los fertilizantes que se dispone.

Con los datos presentados en las tablas 4 y 5 realizamos los cálculos respectivos:

$$Fe = \frac{gr}{l} = \frac{20ppm * 0.1}{19\%} = 0.10$$

$$Mn = \frac{gr}{l} = \frac{15ppm * 0.1}{27\%} = 0.05$$

$$Mg = \frac{gr}{l} = \frac{50ppm * 0.1}{16\%} = 0.31$$

$$Zn = \frac{gr}{l} = \frac{5ppm * 0.1}{22\%} = 0.02$$

$$B = \frac{gr}{l} = \frac{1.6ppm * 0.1}{98\%} = 0.01$$

$$P = \frac{gr}{l} = \frac{30ppm * 0.1}{75\%} = 0.04$$

$$Ca = \frac{gr}{l} = \frac{100ppm * 0.1}{27\%} = 0.37$$

$$ppm (Ca) = \frac{0.37 * 15.5}{0.1} = 57.35N$$

$$K = \frac{gr}{l} = \frac{150ppm * 0.1}{46\%} = 0.32$$

$$ppm (K) = \frac{0.37 * 13}{0.1} = 41.6N$$

$$ppm (Ca) + ppm(K) = 57.35 + 41.6 = 98.95N$$

$$Fe = \frac{gr}{l} = \frac{20ppm * 0.1}{19\%} = 0.10$$

$$N = \frac{gr}{l} = \frac{21.05ppm * 0.1}{35.5\%} = 0.05$$

Con los cálculos establecidos verificamos que tipo de reservorio, tanque, balde o recipiente poseen para poder colocar los fertilizantes e incorporarlos en el venturi, pues se verificó que en cada invernadero posean un balde de 20 litros para realizar la aplicación.

Cada uno de estos resultados será multiplicado por 20 que son los litros en los cuales será colocada la dosis de fertilizante en cada aplicación lo que nos da como resultado:

Tabla 14 Dosificación Fertirriego por cada 20 litros de agua.

Fertilizantes disponibles	Cantidad para cada dosificación
Nitrato de amonio	1 g
Nitrato de calcio	7.45 g
Nitrato de potasio	6.4 g
Ácido fosfórico	8 ml
Sulfato de magnesio	6.2 g
Sulfato de manganeso	1 g
Sulfato de zinc	0.4 g
Ácido bórico	0.02 g
Sulfato ferroso	2g

Fuente: Los autores

Elaboración: Los autores

Figura 15 Funcionamiento del sistema de riego por goteo



Fuente: Invernaderos Fundación Luz y Sal

Elaboración: Los autores.

Asimismo, con el cálculo minucioso se mejora la calidad de los cultivos ya que les estamos proporcionando a las plantas los nutrientes necesarios para su óptimo desarrollo, vale recalcar que se debe tener un seguimiento para realizar los ajustes necesarios según corresponda.

10.2. Resultados segundo objetivo

10.2.1. Sistemas de riego

Tabla 15 Costo desglosado del sistema de riego.

Sistema de riego				
Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	Total
Filtros de anillos ¾ 120 MESH	und	3	\$27,00	\$81,00
Venturi ¾ 3/4"- 1/2 SIP 100 L/H INYECTOR IRRITEC NEGRO/PEQ	und	3	\$32,00	\$96,00
T de comprensión ¾	und	6	\$0,75	\$4,50
Adaptador flex 3/4" macho gris PFX	und	21	\$0,30	\$6,30
Adaptador hembra PVC 24 X ¾ PIMTAS	und	18	\$0,45	\$8,10
Codos de comprensión ¾	und	6	\$1,50	\$9,00
TEE PVC 25 mm PIMTAS	und	6	\$0,40	\$2,40
Válvula bola PVCP 25MM /UNIVERSAL TIGRE	und	6	\$1,20	\$7,20
Abrazadera Alemana 3/4" 16-27 HOBERFORT	und	33	\$0,20	\$6,60
Manguera de goteo con distanciamiento de 0.15cm de 8mm, 8l/h	m	360	\$0,30	\$108,00
Conector 12 mm Irritec para manguera de goteo	und	45	\$0,15	\$6,75
Tubo de conducción 25 mm X 1.25 MPA (6m)	und	3	\$7,50	\$22,50
Uniones de comprensión ¾	und	12	\$0,35	\$4,20
Llaves de paso/ invernadero	und	6	\$12,35	\$74,10
Uniones roscables macho plásticas de ¾	und	12	\$0,25	\$3,00
Fin de línea con anillo 11mm MERZER negro	und	45	\$0,10	\$4,50
Válvula 1" R/H GRIZ/AZUL COMPACTA RH	und	6	\$2,30	\$13,80
Flexitubo ¾" multifunción 60 psi 100 M Icoplast	und	1	\$35,00	\$35,00
TOTAL				\$492,95

Fuente: EkoRiego

Elaboración: Los autores

El análisis detallado de los costos para el sistema de riego que se muestra en la tabla 15, toma en cuenta cada uno de los costos que han sido desglosados en la parte de la metodología, con ello se ha logrado proporcionar una visión más clara de la inversión necesaria y sin malgasto de recursos.

10.2.2. Invernaderos

En la tabla 16 se puede observar el costo total de la implementación de los invernaderos que se requirió que cumplieran con características específicas, con el fin de que los mismos nos garanticen la durabilidad y una óptima funcionalidad. Dentro de la tabla se describen

materiales al igual que una descripción de elementos que son necesarios para su infraestructura, cabe mencionar que al momento de la contratación los proveedores en base a su propuesta indicaron el costo por m2 y sus implementos.

Tabla 16 Costo de implementación de invernaderos.

Invernaderos materiales				
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Total
Construcción de invernaderos con las siguientes características: Postes y cerchas principales: Tubo galvanizado de 1 1/2" x 2mm; Postes y cerchas interiores: Tubo galvanizado de 1 1/2" x 1.5mm; Tubos cortinas : 1" x 1.5 mm; Dos cortinas laterales de tubo galvanizado de 1/2 y con sarán al 65% ; Una puerta corrediza metálica con tubo galvanizado de media; Techos asegurados con sogas pisante con protección UV.	m2	200	\$14,00	\$2.800,00
Cemento	sacos	3	\$7,35	\$22,05
Ripio	sacos	3	\$3,00	\$9,00
Arena	sacos	3	\$3,00	\$9,00
Total				\$2.840,05

Fuente: EkoRiego

Elaboración: Los autores

Figura 16 Materiales de construcción de invernaderos



Fuente: EkoRiego

Elaboración: Los autores.

10.2.3. Fertilizantes

En la tabla 17 se puede observar cada uno de los fertilizantes con sus respectivos costos, además de ello también se detalla el costo total de la compra de los mismos.

Tabla 17 Fertilizantes y detalle de precios

Fertilizantes				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
Nitrato De Amonio	kg	5	\$0,90	\$4,50
Nitrato De Calcio	kg	5	\$2,25	\$11,25
Nitrato De Potasio	kg	5	\$3,47	\$17,35
Ácido Fosfórico	l	2	\$8,68	\$17,36
Sulfato De Magnesio	kg	5	\$1,69	\$8,45
Sulfato De Manganeseo	kg	2	\$2,25	\$4,50
Sulfato De Zinc	kg	2	\$2,48	\$4,96
Ácido Bórico	kg	2	\$2,25	\$4,50
Sulfato Ferroso	kg	5	\$2,25	\$11,25
Total				\$84,12

Fuente: Los autores

Elaboración: Los autores.

Figura 17 Fertilizantes solubles



Fuente: Los autores

Elaboración: Los autores.

10.2.4. Plantas

El detalle del costo de las especies vegetales se presenta en la tabla 18 en la cual el costo total de la adquisición de las plantas fue de \$1.352,00 dólares. Además, dentro de la misma se detallan cada uno de los costos y el número de plantas adquiridas para la siembra.

Tabla 18 Costo de especies vegetales.

Costo de especies vegetales				
Especie	Unidad	Número de plantas	Costo unitario	Costo Total
Malva	und	30	\$1,30	\$39,00
Cedrón	und	30	\$1,30	\$39,00
Menta	und	130	\$1,30	\$169,00
Ataco	und	100	\$1,30	\$130,00
Hierba Luisa	und	100	\$1,30	\$130,00
Manzanilla	und	130	\$1,30	\$169,00
Clavel	und	130	\$1,30	\$169,00
Orégano	und	130	\$1,30	\$169,00
Escancel	und	130	\$1,30	\$169,00
Mortiño	und	130	\$1,30	\$169,00
TOTAL				1.352,00

Fuente: Los autores

Elaboración: Los autores.

10.2.5. Análisis de suelos

El costo total del análisis de suelo fue de un valor de \$296,91 dólares. Además de ello el resultado de los mismos se los puede encontrar en el Anexo W, X y Y.

10.2.6. Presupuesto

Un aspecto importante en cuanto a la consideración del proyecto es la descripción de su presupuesto, con lo que se representa un componente crucial para su ejecución exitosa. Al ser financiados por el proyecto "ENHANCING THE AGRI-FOOD SUPPLY CHAIN TOWARDS INDUSTRY 5.0 (AGRO5) IN THE ECUADORIAN ANDES" (Agro red) de la Universidad de Cuenca, se logró llevar a cabo dicha implementación de cada una de las áreas demostrativas.

Tabla 19 Inversión del proyecto.

Capital de inversión	
Descripción	Costo (dólares)
Balanza gramera digital	\$15,00
Sistemas de riego	\$ 492,95
Invernaderos	\$ 2.840,05
Plantas medicinales	\$ 1.352,00
Estudios de suelo	\$ 296,91
Fertilizantes	\$ 84,12
Total	\$ 5.081,03

Fuente: Los autores

Elaboración: Los autores.

La inversión inicial necesaria se describe en la tabla 19, en la cual se incluye cada uno de los componentes con los cuales se ha llevado a cabo el proyecto, entre ellos se tiene equipo de pesado, sistemas de riego, invernaderos, plantas aromáticas, estudios de suelo y fertilizantes.

Gracias a la financiación del grupo de la AgroRed se ha permitido financiar los costos iniciales del proyecto, lo que indica el gran compromiso por parte de la Universidad de Cuenca en cuanto desarrollo sostenible y también para proyectos de investigación que llevarán en los invernaderos implementados, además de ello para todas y cada una de las otras carreras que han sido parte de la misma.

10.2.7. Costo de producción

10.2.7.1. Depreciaciones

La Tabla 20 proporciona un análisis detallado de la depreciación mensual de los componentes principales de un invernadero, especificando su vida útil, valor de adquisición y la depreciación correspondiente. A continuación, se detallan los componentes y sus respectivas depreciaciones:

Tabla 20 Depreciación de invernaderos

Adquisición	Vida útil (años)	Valor de adquisición	Depreciación anual
Estructura metálica	30	\$1250,05	\$41,67
Malla	8	\$650,00	\$81,25
Plástico pentacapa	5	\$940,00	\$188,00
Total			\$310,92

Fuente: Los autores

Elaboración: Los autores.

El valor total de la depreciación mensual de todos los componentes del invernadero es \$310,92. Este total es importante para la contabilidad y la gestión financiera del proyecto, ya que proporciona una visión clara de los costos mensuales asociados con la depreciación de los activos del invernadero.

Por otro lado, la Tabla 21 presenta un análisis detallado de la depreciación anual de los componentes del sistema de riego utilizado, especificando su vida útil, valor de adquisición y depreciación correspondiente.

Tabla 21 Depreciación de sistema de riego

Adquisición	Vida útil (años)	Valor de adquisición	Depreciación anual
Filtros de anillos ¾ 120 MESH	12	\$81,00	\$6,75
Venturi ¾ 3/4"- 1/2 SIP 100 L/H INYECTOR IRRITEC NEGRO/PEQ	12	\$96,00	\$8,00
T de compresión ¾	21	\$4,50	\$0,21
Adaptador flex 3/4" macho gris PFX	21	\$6,30	\$0,30
Adaptador hembra PVC 24 X ¾ PIMTAS	21	\$8,10	\$0,39
Codos de compresión ¾	21	\$9,00	\$0,43
TEE PVC 25 mm PIMTAS	21	\$2,40	\$0,11
Válvula bola PVCP 25MM /UNIVERSAL TIGRE	12	\$7,20	\$0,60
Abrazadera Alemana 3/4" 16-27 HOBERTFORT	12	\$6,60	\$0,55
Manguera de goteo con distanciamiento de 0.15cm de 8mm, 8/h	6	\$108,00	\$18,00
Conector 12 mm Irritec para manguera de goteo	21	\$6,75	\$0,32
Tubo de conducción 25 mm X 1.25 MPA (6m)	20	\$22,50	\$1,13
Uniones de compresión ¾	21	\$4,20	\$0,20
Llaves de paso/ invernadero	12	\$74,10	\$6,18
Uniones roscables macho plásticas de ¾	12	\$3,00	\$0,25
Fin de línea con anillo 11mm MERZER negro	5	\$4,50	\$0,90
Válvula 1" R/H GRIZ/AZUL COMPACTA RH	7	\$13,80	\$1,97
Flexitubo ¾" multifunción 60 psi 100 M Icoplast	25	\$35,00	\$1,40
Total			47,69

Fuente: EkoRiego

Elaboración: Los autores.

El valor total de la depreciación anual de todos los componentes del sistema de riego es \$47,69. Este total es importante para la contabilidad y la gestión financiera del proyecto, proporcionando una visión clara de los costos anuales asociados con la depreciación de los activos del sistema de riego.

10.2.7.2. Labores culturales y costo de mano de obra

Para el desarrollo de estos resultados se toma en consideración lo dicho en la metodología, debido a que este aspecto ha sido como parte del acuerdo que la fundación ha implementado con el proyecto “Mejorando la Cadena de Suministro Agroalimentaria hacia la Industria 5.0 (AGRO5) en los Andes Ecuatorianos”.

En la tabla 22 se describen cada una de las actividades que se deben realizar mes a mes y con su respectivo costo en cada invernadero.

Tabla 22 Descripción y costo de trabajo de productores de la asociación/ mes/ invernadero.

Descripción y costo de trabajo de productores de la asociación/ mes/ invernadero				
Labores culturales	Cantidad	Horas de trabajo	Precio por trabajo/hora	Costo total
Riego	1	5	\$2,66	\$13,30
Deshierba	2	1	\$2,66	\$5,32
Fertilización	1	1,33	\$2,66	\$3,54
Control y manejo de plagas	1	1,6	\$2,66	\$4,26
Costo total				\$26,41

Fuente: Los autores

Elaboración: Los autores

En la tabla 23 se describe el costo total de trabajo en los tres sitios implementados.

Tabla 23 Costo de trabajo por invernaderos al mes.

Costo de trabajo por invernaderos al mes				
Labores culturales	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Riego	Inv	3	\$13,30	\$39,90
Deshierba	Inv	3	\$5,32	\$15,96
Fertilización	Inv	3	\$3,53	\$10,59
Control y manejo de plagas	Inv	3	\$4,25	\$12,75
Depreciación de invernaderos	Inv	3	\$12,95	\$38,85
Depreciación del sistema de riego	Inv	3	\$1,32	\$3,96
Costo total				\$122,07

Fuente: Los autores

Elaboración: Los autores

Inv= Invernadero

En la tabla 24 se colocan las actividades culturales y las horas de trabajo que se han requerido para la implementación del cultivo y su costo total.

Tabla 24 Costo de trabajo de productores por implementación de cultivo.

Costo de trabajo de productores por implementación de cultivo				
Labores culturales	Cantidad	Horas de trabajo	Precio trabajo/hora	Costo total
Labranza de suelo	6	2	\$2,66	\$31,92
Adecuación de camas	6	2	\$2,66	\$31,92
Aplicación de Materia orgánica	6	1	\$2,66	\$15,96
Siembra	6	2	\$2,66	\$31,92
Riego	1	0,3	\$2,66	\$0,80
Deshierba	2	1	\$2,66	\$5,32
Fertilización	1	0,3	\$2,66	\$0,80
Control y manejo de plagas	1	0,8	\$2,66	\$2,13
Costo total				\$120,76

Fuente: Los autores

Elaboración: Los autores

En la tabla 25 Se colocan las actividades culturales que se han desarrollado durante la implementación del cultivo y sus costos totales en los tres sitios demostrativos.

Tabla 25 Labores culturales y costo de mano de obra.

Costo total de la implementación del cultivo				
Concepto	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Costo total
Labranza de suelo	Inv	3	\$31,92	\$95,76
Adecuación de camas	Inv	3	\$31,92	\$95,76
Aplicación de Materia orgánica	Inv	3	\$15,96	\$47,88
Siembra	Inv	3	\$31,92	\$95,76
Riego	Inv	3	\$0,80	\$2,39
Deshierba	Inv	3	\$5,32	\$15,96
Fertilización	Inv	3	\$0,80	\$2,39
Control y manejo de plagas	Inv	3	\$2,13	\$6,38
Costo total				\$362,29

Fuente: Los autores

Elaboración: Los autores

Nota: Inv= Invernaderos

Con estas tablas se busca que se comprenda primero el costo de producción mes a mes una vez implementado el cultivo y posterior a ello el costo de implementación de las zonas de producción.

10.2.8. Resultados tercer objetivo

En la presentación de los resultados los miembros de la Fundación Luz y Sal, GAD parroquial y representantes de la AgroRed, comprendieron de manera satisfactoria los fines y beneficios de los invernaderos equipados con sistema de fertirriego, pues el uso de evidencias fotográficas en la presentación ayudó a que se visualice de manera clara y concreta todos los avances.

Figura 18 Presentación de resultados



*Fuente: Miembros Fundación Luz y Sal
Elaboración: Los autores.*

Con el acercamiento a todos los miembros participantes también se consiguió el compromiso y la motivación de cada uno de ellos, pues lo que buscamos es que sigan colaborando e interviniendo en las actividades futuras para mantener en pie la producción de los sitios demostrativos.

Además, este espacio de socialización fue el preciso para generar nuevas ideas y sugerencias por parte de cada uno de los miembros protagonistas del proyecto. Con esto también se exploran nuevas oportunidades y enfoques para mejorar la productividad.

Figura 19 Socialización de resultados



*Fuente: Miembros Fundación Luz y Sal
Elaboración: Los autores.*

11. Conclusiones

En cuanto a la implementación de los invernaderos y los sistemas de riego ha demostrado ser muy efectivo para la mejora de producción de especies medicinales, pues le otorgamos a las especies cultivadas los nutrientes, el agua y las condiciones idóneas para su alta productividad.

Además, el conocimiento de la comunidad de estas especies ha permitido una planificación precisa para continuar con el proyecto e investigaciones varias, así mismo se promueve la valorización de la biodiversidad y sobre todo incentivando a la creación de productos con un valor agregado.

Realizar análisis del suelo nos ha ayudado a calcular exactamente cuánta agua y nutrientes necesitan las plantas, lo que ha mejorado la calidad de los cultivos. Conclusiones segundo objetivo

El costo de implementación del sistema de riego por goteo fue de \$492.95, en los tres sitios demostrativos; el mismo que, de acuerdo con el proveedor tiene una garantía de dos años y esto favorece a que la producción sea mucho más eficiente y rentable, debido a que la

aplicación de riego en los invernaderos, contaba con un costo mensual de \$39,90 para los tres sitios y con un costo de \$13,30 por cada uno de ellos al mes; además, el consumo de agua es mínimo lo que garantiza que en zonas como la parroquia de Susudel, el recurso hídrico no sea una problemática. Así mismo, con este sistema de riego a más de ser eficiente, resulta ser un sistema de fácil utilización para los productores y mediante ello hacer que los mismos tengan mucho más tiempo para sus otras actividades puesto a que al ser un riego localizado no permite el desarrollo de malezas, sin embargo, dentro del plan se ha contado con este rubro, teniendo un costo mensual por los tres invernaderos de \$15,96.

Además de ello, el desglose de cada uno de los materiales nos ha permitido tener una visión más clara y objetiva, que se vuelve necesaria para evitar un mal gasto y uso de recursos económicos para la fundación y el proyecto al que nos vinculamos.

El costo total de la implementación de los invernaderos alcanzó un total de \$2,840.05 y considerando la depreciación mensual de los mismos se debe tener una separación mensual para futuras reposiciones de los mismo un costo de \$38,85. Dentro de este tema, la utilización de los mismos ha permitido que el desarrollo de plantas en cuanto a su fenología sea de manera más rápida a comparación con sistemas que no cuentan con zonas de cultivo bajo invernadero. Por lo tanto, la utilización de estos resulta de manera eficiente para llevar a cabo cultivos.

El análisis de suelo cuenta con un costo total de \$296,91 dólares. Resulta eficiente debido a que, con los mismos, se permite una planificación de fertilización; en todo caso para su próxima evaluación, se deben considerar otras empresas y los costos que ofrecen en sus paquetes.

Los fertilizantes tuvieron un costo total de \$84.12 y en base a la demanda que fue verificada mediante al requerimiento nutricional de la planta y el suelo, se concluye que la aplicación de los fertilizantes mediante el ventury resultar de alta eficacia y eficiencia, constándose mediante el costo que fue de \$10,62 para los tres invernaderos, lo que se refleja en una reducción de mano de obra, tiempo y el ahorro de gasto de los mismos. Cabe recalcar que, los mismos fueron empacados en bolsitas de plástico, con su respectiva formulación para posterior a ello ser disueltos en un balde de 20 litros de agua y ser colocados una vez a la semana, por ello, con el ventury se ha conseguido ahorrar cantidades altas de dinero en comparación con la aplicación de fertilizantes granulados no solubles.

El costo de las plantas resalta un total de \$1,352.00 (dólares americanos). Para este caso resulta el costo algo elevado, pero la rentabilidad de la misma ha dependido de cada una de

las tecnologías y recursos utilizados, es por ello que este factor también resulta ser eficiente en cuanto a su producción. Con el fin de abaratar costos debe ser posible que el proyecto implemente un vivero de producción de plántulas de cada una de las especies que se han producido. A esto se le debe sumar el costo de siembra de las mismas que fue de \$95,76 para los tres invernaderos. Además, el costo total de implementación de cultivos que se menciona en la tabla 25 en cuanto al costo total de implementación del cultivo fue de \$362,29 para los tres invernaderos, sin embargo, se recalca que la mano de obra fue parte de la Fundación Luz y Sal.

El costo de implementación de un sistema de producción de plantas medicinales aromáticas, requiere un valor de \$120,76 por invernadero para llevar a cabo distintas labores culturales, por otro lado, una vez implementado se requiere un total de \$26,41 mensuales por invernadero, con las tecnologías que previamente se han descrito, lo que indica ser un factor de eficiencia, por factores previamente descritos.

Con la socialización de resultados se obtuvo una satisfactoria comprensión por parte de los actores del proyecto apunta que la presentación y las memorias fotográficas expuestas fueron efectivas para indicar información importante del proyecto, asimismo con el compromiso de la fundación, los representantes parroquiales y los las personas encargadas de la investigación indican que se mantendrá un respaldo y sobre todo voluntad para mantener diferentes líneas investigativas y sobre todo un buen funcionamiento de las tecnologías y mejoras implementadas.

Es importante destacar que estos espacios de socialización dieron buenos frutos por ende la participación activa de los actores principales pueden fortalecer la colaboración entre las partes interesadas con lo que se facilita el trabajo en equipo en las futuras actividades y decisiones relacionadas con el proyecto.

12. Recomendaciones

Al trabajar con asociaciones y tecnologías agrícolas, se recomienda exista un seguimiento continuo con los productores, de modo que todos puedan entender el adecuado manejo de los equipos y estén en la capacidad de desenvolverse adecuadamente con las mismas. Cabe recalcar que sí existió un seguimiento continuo y charlas con los productores de la asociación Luz y Sal; sin embargo, en las asociaciones no siempre existe un adecuado compromiso de todas las personas que la conforman.

Además de ello recalcar que seguir una línea de investigación y tecnificación en los cultivos potenciales puede influir de manera directa en la asociación para que logre cimentarse en el mercado para distribuir sus productos.

Se sugiere también mantener una comunicación directa y continua con las personas de la asociación siempre será un punto muy importante ya que de esta manera podemos comprender mejor las necesidades presentes y futuras, con ello se puede evaluar y reajustar todo lo que se tiene planteado en el proyecto.

Es necesario que a más de esto se lleve a cabo un plan de gestión y asignación de tareas con su respectiva capacitación, lo que podría resultar en una mayor optimización de mano de obra y desempeño laboral.

13. Referencias

- Acosta de la Luz, L. (2001). Producción de plantas medicinales a pequeña escala: una necesidad de la comunidad. *Revista cubana de plantas medicinales*, 6(2), 62-66.
- Acosta Chávez, F. E. (2012). Producción y comercialización de plantas medicinales como una alternativa generadora de empleo para pequeños agricultores en la parroquia Fumisa del cantón Buena Fe.
- AGUILAR, N. E. S. (2020). Diseño de un sistema inteligente para el control automatizado de invernaderos.
- Aguirre, J. M. L., Cruz, S. M., & Verdezoto, M. A. Z. (2016). Etnobotánica de plantas medicinales en el cantón Tena, para contribuir al conocimiento, conservación y valoración de la diversidad vegetal de la región Amazónica. *Dominio de las Ciencias*, 2(2), 26-52.
- Agrorum S.A. (2023). Protocolo de muestreo y toma de muestra de suelo con fines agrícolas y contaminados. Asesoría agroindustrial ambiental
- Arvelo S, M. Á., González L, D., & et al, a. (2017). Manual Técnico del Cultivo de Cacao Prácticas Latinoamericanas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Arvelo S, M. Á., González L, D., & et al, a. (2017). Manual Técnico del Cultivo de Cacao Prácticas Latinoamericanas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Arenas, PM, Cristina, I., Puentes, JP, Costantino, FB, Hurrell, JA y Pochettino, ML (2011). Adaptógenos: plantas medicinales tradicionales comercializadas como suplementos dietéticos en la conurbación Buenos Aires-La Plata (Argentina). *Bonplandia* , 251-264.
- Asgharipour, MR, Amiri, Z. y Campbell, DE (2020). Evaluación de la sostenibilidad de cuatro ecosistemas de producción de hortalizas en invernadero a partir de un análisis de características emergéticas y sociales”. *Modelado ecológico* , 424 , 109021.
- Àvila, G., Pascual, M., & Rufat, J. (2023). Fertilización y fertirrigación orgánica en frutales. *Horticultura*, 2023, 366, 3, 8-12.

- Bello, M., & Pino, M. T. (2021). Metodologías de fertirrigación. Boletín INIA n° 19. Centro Regional de Investigación Kampenaike. Punta Arenas, Chile.
- Bernal, H. Y., García Martínez, H., & Quevedo Sánchez, G. F. (2011). *Pautas para el conocimiento, conservación y uso sostenible de las plantas medicinales nativas en Colombia: Estrategia nacional para la conservación de plantas*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Camejo, L. E. (2010). Tecnología de riego y fertirrigación en ambientes controlados. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(1), 95-97. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542010000100014&lng=es&tlng=es.
- Cárdenas, M. W. (2021). Entendiendo el fertirriego.
- Cadahía, C., Eymar, E., & Martín, I. (2002). Ventajas agronómicas, económicas y ecológicas de la fertirrigación. *Vitla Rural*, 143, 3134.
- Caviedes, M., Carvajal-Larenas, F. E., & Zambrano, J. L. (2020). Tecnologías para el cultivo de maíz (*Zea mays*. L) en el Ecuador. *ACI Avances En Ciencias e Ingenierías*, (1).
- Chuncho Juca, L., Uriguen Aguirre, P., & Apolo Vivanco, N. (2021). Ecuador: análisis económico del desarrollo del sector agropecuario e industrial en el periodo 2000-2018. *Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU)*, 8(1), 8-17.
- Ferreira, R., & Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), (2005). Manejo del riego localizado y fertirrigación. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA-N°126 (p.29).
- Grupo Latino. (2013). Riego por goteo. En G. L. SAS, *Técnicas de riego* (págs. 244-245). Colombia : Grupo Latino EDITORES SAS.
- Lamm, F. R. (2005). Ventajas y desventajas del riego por goteo subterráneo. *Monografías INIA. Agrícola (España)*, (17).
- LA FAO, U. C. E. (1990). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Liotta, M. A., Carrión, R. A., Ciancaglini, N., & Olguin Pringles, A. (2015). *Riego por goteo*. PROSAP; INTA.

- Fiallo Iturralde, J. I. (2017). *Importancia del sector agrícola en una economía dolarizada* (Bachelor's thesis, Quito).
- Fountas, S., Espejo-García, B., Kasimati, A., Gemtou, M., Panoutsopoulos, H. y Anastasiou, E. (2024). Agricultura 5.0: tecnologías, tendencias y desafíos de vanguardia. *Profesional de TI*, 26 (1), 40-47.
- Furtado, K. D. C., de Carvalho, V. E. B., Barbosa, G. M. R., Ferreira, H. C. P., & Bezerra, M. G. F. (2023). O papel dos drones na agricultura 4.0 e 5.0: Auxílio tecnológico para uma agricultura eficiente, produtiva e sustentável. *Seven Editora*.
- GAD parroquial Susudel. (2012). Sistema económico de la parroquia Susudel . En Plan de ordenamiento territorial de la parroquia Susudel 2012 (pág. 57). Oña.
- GAD parroquial Susudel. (2019). Sistema económico de la parroquia Susudel . En Plan de ordenamiento territorial de la parroquia Susudel 2012 (pág. 63). Oña.
- Gallegos-Zurita, M., Posligua, A. C., Mora, M. M., Carranza, L. S., & Bacusoy, M. Z. (2021). Plantas medicinales, su uso en afecciones respiratorias en comunidades rurales, provincia Los Ríos–Ecuador. *Journal of Science and Research*, 6(2).
- Guerrero, M. M., Plasencia, A. L., Torres, J., Lluch, M. D. C. M., Martínez, C. M. L., & Alarcón, V. M. (2021). Evolución del control de *Phytophthora* sp. y fatiga del suelo en cultivos de pimiento en invernadero en el Campo de *Cartagena*. *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*, (327), 87-91.
- Houtart, F. (2014). El desafío de la agricultura campesina para el Ecuador. *La restauración conservadora del correísmo*, 167-178.
- Houtart, F. (2018). La agricultura campesina e indígena como una transición hacia el bien común de la humanidad: el caso de Ecuador. *Desacatos*, (56), 177-187.
- Hosseini, S. J. F., Mohammadi, F., Mirdamadi, S. M., & Hosseini, S. M. (2010). The Perception of Greenhouse Owners about Environmental, Economical and Social Aspects of Sustainable Agriculture in Iran.
- Karimi, E. y Niknami, M. (2020). Análisis de los impactos de las escuelas de campo para agricultores en el estado económico, social, productivo y de conocimientos de los propietarios de invernaderos: evidencia de la provincia de Teherán y sus condados circundantes. *Revista de Ciencia y Tecnología Agrícola*, 22 (1), 27-41.

- Lenscak, M. P., & Iglesias, N. B. (2019). *Invernaderos: tecnología apropiada en las regiones productivas del territorio nacional argentino* (del paralelo 23 al 54). INTA Ediciones.
- Martos, V., Ahmad, A., Cartujo, P. y Ordoñez, J. (2021). Garantizar la sostenibilidad agrícola mediante la teledetección en la era de la agricultura 5.0. *Ciencias Aplicadas*, 11 (13), 5911.
- Magdaleno-Guzmán, B. G. (2007). Proyecto de implementación de un estudio de impacto ambiental en invernaderos.
- MAG, et al.. (2014). GUÍA PRÁCTICA E ILUSTRADA: Riego y fertirriego eficiente. Costa Rica: CATIE-APROCO.
- Maldonado, C., Paniagua-Zambrana, N., Bussmann, R. W., Zenteno-Ruiz, F. S., & Fuentes, A. F. (2020). La importancia de las plantas medicinales, su taxonomía y la búsqueda de la cura a la enfermedad que causa el coronavirus (COVID-19). *Ecología en Bolivia*, 55(1), 1-5.
- Martos, V., Ahmad, A., Cartujo, P., & Ordoñez, J. (2021). Ensuring agricultural sustainability through remote sensing in the era of agriculture 5.0. *Applied Sciences*, 11(13), 5911.
- MORENO VEGA, A. L. B. E. R. T. O. (2017). *Manejo y mantenimiento de invernaderos*. Ediciones Mundi-Prensa.
- MORENO VEGA, A. L. B. E. R. T. O. (2014). *Mantenimiento y manejo de invernaderos*. Ediciones Paraninfo, SA.
- Ragazou, K., Garefalakis, A., Zafeiriou, E., & Passas, I. (2022). Agriculture 5.0: A new strategic management mode for a cut cost and an energy efficient agriculture sector. *Energies*, 15(9), 3113.
- REGLAMENTO SISTEMA UNIFICADO INFORMACION DE ORGANIZACIONES SOCIALES, (RSUIOS), Estado: Vigente, Registro Oficial 570 de 21-ago.-2015 (Ecuador). Recu perado de: <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2017/08/REGLAMENTO-ORGANIZACIONES-SOCIALES.pdf>
- Recalde Guandinango, A. P. (2023). *Creación de una microempresa de producción de tomate orgánico pietro, mediante invernadero fertirriego por goteo, en el cantón Cotacachi, provincia de Imbabura* (Bachelor's thesis).

- Romero, A. V., Campos, A. M., Montero, O. A., & del Río, J. A. J. (2022). Soberanía alimentaria en Ecuador: descripción y análisis bibliométrico. *Revista Venezolana de Gerencia: RVG*, 27(98), 498-510.
- Soria, N., & Viteri, P. (1999). Guía para el cultivo de babaco en el Ecuador. En INIAP. Quito, EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Fruticultura: E. E. Santa Catalina.
- Soria, N., Ramos, P., Viveros, G., Estigarribia, G., Ríos, P., & Ortíz, A. (2020). Etnobotánica y uso de plantas medicinales en unidades familiares de salud de Caaguazú, Paraguay. *Caldasia*, 42(2), 263-277.
- Universidad de Guanajuato. (12 de octubre de 2023). *NODO UNIVERSITARIO Recursos educativos Abiertos*. Recuperado el 08 de 04 de 2024, de Clase digital 4. La organización social: <https://blogs.ugto.mx/rea/clase-digital-4-la-organizacion-social/>
- Valle, L. M. (2013). La Agricultura Familiar en El Ecuador. *Serie Documentos de Trabajo*, 147.
- Vergara Romero, A. A. V., & Moreno Silva, A. N. M. (2019). Soberanía alimentaria en Ecuador: fundamentos teóricos y metodológicos para un modelo de medición. *Revista Científica ECOCIENCIA*, 6, 1-18.
- VLIR-OUS. (2021). Enhancing the AGRIfOod Supply chain towards Industry 5.0 (AGRO5) in the Ecuadorian Andes.
- Who. (2008). Traditional Medicine. En W. H. Organiza, Fact sheet number 134. Geneva.
- Sabini, Maria Carola; Menis Candela, Florencia; Beoletto, Viviana Graciela; Historia de las plantas medicinales; *Ministerio de Ciencia y Tecnología de la provincia de Córdoba*; 2019; 11-20
- Senplades, S. N. (2013). Plan nacional para el buen vivir 2013-2017. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Soria, N., & Ramos, P. (2015). Uso de plantas medicinales en la atención primaria de salud en Paraguay: algunas consideraciones para su uso seguro y eficaz. *Memorias del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud*, 13(2), 08-17.

Suárez Ponce, D. B., Cruz Reyes, J., & Pérez Pérez, M. (2022). El campesino en la agricultura capitalista: sus manifestaciones en Ecuador. *Economía y Desarrollo*, 166(2).

Vargas Corrales, V. (2012). Elaboración de té aromático a base de plantas cedrón (*alloysiacitrodora*) y toronjil (*mellisaofficinalis*) procesado con stevia (*steviarebaudiana bertonii*) endulzante natural, utilizando el método de deshidratación.

14. Anexos

Anexo A: Visita de acercamiento a la comunidad



Anexo B: Invernadero punto alto- Sector Raricucho antes de ser intervenido



Anexo C: Definición de lugares estratégicos para colocación de invernaderos



Anexo D: Proceso de construcción del invernadero punto medio- Sector Tinas



Anexo E: Colocación de sistema de riego



Anexo F: Entrega del sistema de riego por parte de la empresa encargada



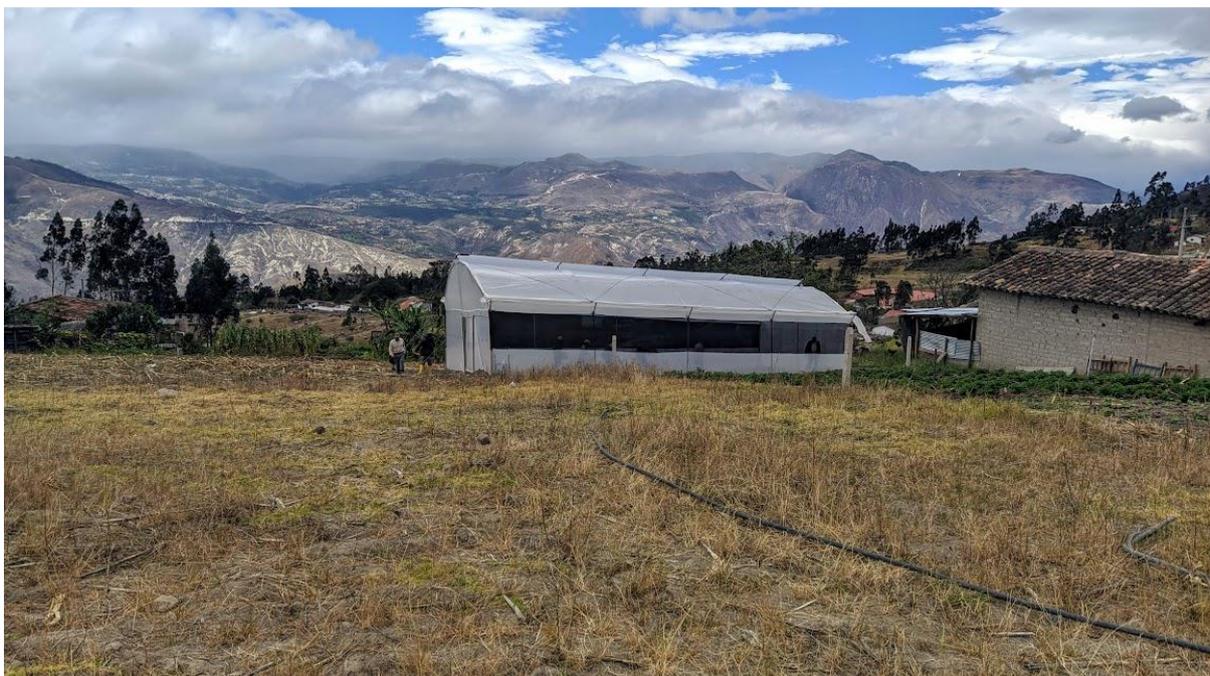
Anexo G: Toma de muestra de suelos con barreno



Anexo H: Reunión con miembros de la fundación luz y sal y miembros de la AgroRed previa a la entrega de plantas



Anexo I: Invernadero construido punto bajo – Centro parroquial



Anexo J: Invernadero construido punto medio– Sector Tinas



Anexo K: Invernadero propio de la fundación punto alto – Sector Rarichucho



Anexo L: Labores preculturales y establecimiento de camas en Invernadero punto bajo – Centro parroquial



Anexo M: Labores preculturales y establecimiento de camas en Invernadero punto medio– Sector Tinas



Anexo N: Labores preculturales y establecimiento de camas en Invernadero punto alto– Sector Rarichucho



Anexo O: Entrega de plantas por parte de the empresa encargada



Anexo P: Distribución y siembra de especies medicinales en invernaderos



Anexo Q: Distribución y siembra de especies medicinales en invernaderos



Anexo R: Desarrollo y crecimiento de especies medicinales



Anexo S: Desarrollo y crecimiento de orégano con sistema de riego por goteo



Anexo T: Tutoraje de menta



Anexo U: Desarrollo de Ataco



Anexo V: Especies medicinales en optimo crecimiento en invernadero



Anexo W: Análisis de suelos Invernadero punto bajo – Centro parroquial



Informe Analítico: IA-23-LB-003006-01
Lab-ID: GYE-23/3828

UNIVERSIDAD DE CUENCA

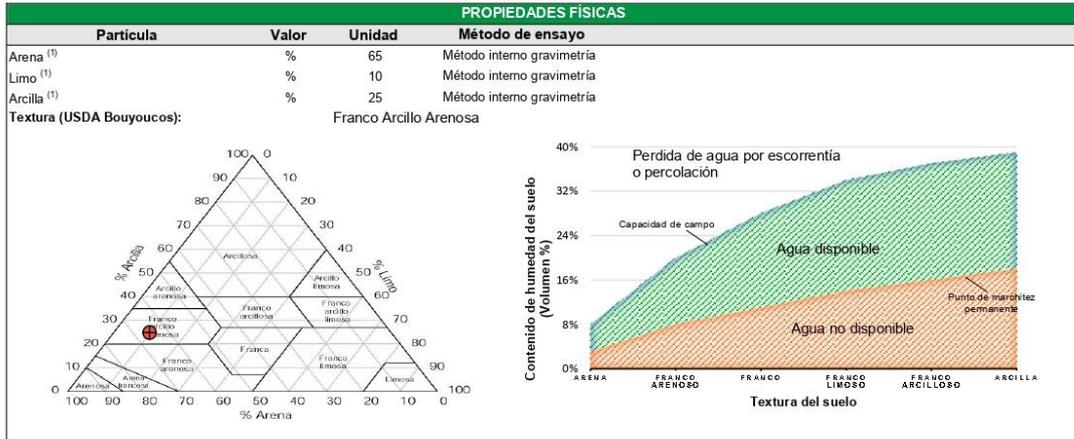
maria.torreso@ucuenca.edu.ec
Av. de los Cerezos
Cuenca - Ecuador

Lugar de ejecución de los ensayos:
AGROURUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental)
info@agrorum.net
Cdra. Kennedy, Av San Jorge #205 y calle 2da. Oeste
Guayaquil - Ecuador

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE									
Descripción de la muestra:	Muestra de suelo alterada tomada en todo el terreno de estudio con un barreno de manera de zig zag, luego homogenizada								
Lote N°:	Centro Parroquial Susudel								
Productor:	F. Luz y Sal								
Cultivo/Varietal:	Clavel-Manzanilla-Orégano-Hierba Luisa								
Fecha/Hora de toma de muestra:	2023-11-16 / 12:30								
Lugar de toma de muestra:	Centro Parroquial Susudel								
Muestra tomada por:	Alejandra Torres (Cliente)								
DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO									
Fecha de recepción	2023-11-24								
Cantidad de muestra:	~ 1 kg								
Tipo de envase:	Funda Plástica								
Fecha inicio de análisis:	2023-11-27								
Fecha fin de análisis:	2023-12-09								
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELO									
PROPIEDADES BÁSICAS									
Parámetro	Resultado	Unidad	Rangos óptimos	Bajo	Óptimo	Alto	Extractante	Método de ensayo	
pH*	7,36	-	-				H ₂ O	T-LB-018	Electrometría
Conductividad eléctrica*	0,28	dS/m	-				H ₂ O	T-LB-019	Electrometría
MACRONUTRIENTES									
Parámetro	Resultado	Unidad	Rangos óptimos	Bajo	Óptimo	Alto	Extractante	Método de ensayo	
Materia orgánica*	1,43	% s.m.s.	1,50 - 2,50				-	T-LB-075, EUV-VIS	
Nitrógeno (N)*	0,38	% s.m.s.	0,15 - 0,20				-	T-LB-108, Método Kjeldahl	
Fósforo (P)*	31,14	mg/kg s.m.s.	16,00 - 25,00				Olsen	T-LB-090, EUV-VIS	
Potasio (K)*	436,30	mg/kg s.m.s.	199,4 - 293,2				Acetato de Amonio	T-LB-101, EAA - Llama	
Magnesio (Mg)*	215,91	mg/kg s.m.s.	19,5 - 486,4				Acetato de Amonio	T-LB-103, EAA - Llama	
Calcio (Ca)*	1563,23	mg/kg s.m.s.	1022,0 - 2004,0				Acetato de Amonio	T-LB-102, EAA - Llama	
Sodio (Na)*	59,57	mg/kg s.m.s.	71,3 - 161,0				Acetato de Amonio	T-LB-100, EAA - Llama	
MICRONUTRIENTOS									
Parámetro	Resultado	Unidad	Rangos óptimos	Bajo	Óptimo	Alto	Extractante	Método de ensayo	
Hierro (Fe)*	36,48	mg/kg s.m.s.	9,0 - 25,0				EDTA	T-LB-125, EAA - Llama	
Cobre (Cu)*	0,92	mg/kg s.m.s.	0,9 - 2,0				EDTA	T-LB-127, EAA - Llama	
Manganeso (Mn)*	23,39	mg/kg s.m.s.	7,0 - 25,0				EDTA	T-LB-128, EAA - Llama	
Zinc (Zn)*	3,03	mg/kg s.m.s.	1,3 - 5,0				EDTA	T-LB-126, EAA - Llama	
Azufre*	34,05	mg/kg s.m.s.	8,0 - 18,0				Cloruro de Calcio	T-LB-129, EUV-VIS	
Cloruros (Cl)*	51,78	mg/kg s.m.s.	- - -				H ₂ O	T-LB-141, Volumetría	
Boro (B)*	0,51	mg/kg s.m.s.	0,90 - 2,00				H ₂ O	T-LB-130, EUV-VIS	
RELACIONES ENTRE LAS BASES									
Relación	Resultado	Unidad	Rangos óptimos	Bajo	Óptimo	Alto	Extractante	Método de ensayo	
Relación Ca/Mg *	7,24	-	2,00 - 5,00				-	T-LB-028, Cálculo Interno	
Relación Mg/K *	0,49	-	1,00 - 18,00				-	T-LB-028, Cálculo Interno	
Relación C/N*	2,19	-	8,5 - 11,5				-	T-LB-028, Cálculo Interno	
Suma de bases *	10,69	meq/100g	5,00 - 12,00				-	T-LB-028, Cálculo Interno	
Relación absorción de sodio *	2,00	-	1,00 - 3,00				-	T-LB-028, Cálculo Interno	



Informe Analítico: IA-23-LB-003006-01
Lab-ID: GYE-23/3828



NOMENCLATURA:
 N.D.: No Detectado
 N.A.: No Analizado
 s.m.s.: Sobre materia seca
 s.m.f.: Sobre materia fresca
 C.I.C.: Capacidad de Intercambio Catiónico
 C.I.C.E.: Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva
 Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
 Los ensayos marcados con (0) están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE, pero el resultado está fuera del alcance de la acreditación.
 Los ensayos marcados con (**) contienen resultados ACREDITADOS suministrados por un laboratorio externo con N° de acreditación: N/A
 Los ensayos marcados con (1) contienen resultados NO acreditados suministrados por un laboratorio externo, competencia evaluada según el Procedimiento de Productos y Servicios Suministrados Externamente de AGRORUM S.A.

TÉRMINOS Y CONDICIONES
 La responsabilidad por el muestreo queda excluida, a menos que haya sido realizado por AGRORUM S.A.
 Los resultados de la prueba se refieren únicamente a la muestra recibida sometida a ensayo. AGRORUM S.A. no se hace responsable por los datos proporcionados por el cliente.
 La información completa relativa a los ensayos, está a disposición del cliente que la solicite.
 El contenido de este informe sólo puede publicarse o reproducirse de forma completa.
 Los informes de resultados serán entregados en horario laboral, cuando sea confirmado el pago por parte del cliente y será entregado por vía e-mail.
 AGRORUM S.A. garantiza absoluta confidencialidad, comprometiéndose a guardar reserva respecto a los datos e información sobre los cuales haya tomado conocimiento; así como los informes de resultados que tiene en custodia. En el caso de que la información necesite ser revelada, se comunicará previamente a las partes involucradas a fin de solicitar su autorización.

Autorizado por:

 Firmado digitalmente por
Dennise Zuña
Fecha:
2023.12.14
12:42:21 -0500'
Secretaría Técnica

 Firmado electrónicamente por:
MARIA FERNANDA
QUIROLA MOLINA
Gerente General

.-FIN DEL INFORME ANALÍTICO.-

Anexo X: Analisis de suelos Invernadero punto medio – Sector Tinias



Informe Analítico: IA-23-LB-003005-01
Lab-ID: GYE-23/3827

UNIVERSIDAD DE CUENCA

maria.torreso@ucuenca.edu.ec
Av. de los Cerezos
Cuenca - Ecuador

Lugar de ejecución de los ensayos:
AGROURUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental)
info@agrorum.net
Cda. Kennedy, Av San Jorge #205 y calle 2da. Oeste
Guayaquil - Ecuador

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE								
Descripción de la muestra:	Muestra de suelo alterada tomada en todo el terreno de estudio con un barreno de manera de zig zag, luego homogenizada							
Lote N°:	Tinias							
Productor:	F. Luz y Sal							
Cultivo/Variiedad:	Escancel - Ataco - Mortiño							
Fecha/hora de toma de muestra:	2023-11-16 / 12:00							
Lugar de toma de muestra:	Tinias- Susudel							
Muestra tomada por:	Alejandra Torres (Cliente)							
DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO								
Fecha de recepción	2023-11-24							
Cantidad de muestra:	~ 1 kg							
Tipo de envase:	Funda Plástica							
Fecha inicio de análisis:	2023-11-27							
Fecha fin de análisis:	2023-12-09							
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELO								
PROPIEDADES BÁSICAS								
Parámetro	Resultado	Unidad	Rangos óptimos	Bajo	Óptimo	Alto	Extractante	Método de ensayo
pH*	7.42	-	6,60 - 7,00				H ₂ O	T-LB-018 Electrometría
Conductividad eléctrica*	0,30	dS/m	0,00 - 4,00				H ₂ O	T-LB-019 Electrometría
MACRONUTRIMENTOS								
Parámetro	Resultado	Unidad	Rangos óptimos	Bajo	Óptimo	Alto	Extractante	Método de ensayo
Materia orgánica*	1,67	% s.m.s.	1,50 - 2,50				-	T-LB-075, EUV-VIS
Nitrógeno (N)*	0,40	% s.m.s.	0,15 - 0,20				-	T-LB-108, Método Kjeldahl
Fósforo (P)*	38,81	mg/kg s.m.s.	16,00 - 25,00				Olsen	T-LB-090, EUV-VIS
Potasio (K)*	531,93	mg/kg s.m.s.	199,4 - 293,2				Acetato de Amonio	T-LB-101, EAA - Llama
Magnesio (Mg)*	323,89	mg/kg s.m.s.	19,5 - 486,4				Acetato de Amonio	T-LB-103, EAA - Llama
Calcio (Ca)*	2454,72	mg/kg s.m.s.	1022,0 - 2004,0				Acetato de Amonio	T-LB-102, EAA - Llama
Sodio (Na)*	98,42	mg/kg s.m.s.	71,3 - 161,0				Acetato de Amonio	T-LB-100, EAA - Llama
MICRONUTRIMENTOS								
Parámetro	Resultado	Unidad	Rangos óptimos	Bajo	Óptimo	Alto	Extractante	Método de ensayo
Hierro (Fe)*	31,24	mg/kg s.m.s.	9,0 - 25,0				EDTA	T-LB-125, EAA - Llama
Cobre (Cu)*	0,73	mg/kg s.m.s.	0,9 - 2,0				EDTA	T-LB-127, EAA - Llama
Manganeso (Mn)*	26,10	mg/kg s.m.s.	7,0 - 25,0				EDTA	T-LB-128, EAA - Llama
Zinc (Zn)*	3,55	mg/kg s.m.s.	1,3 - 5,0				EDTA	T-LB-126, EAA - Llama
Azufre*	35,00	mg/kg s.m.s.	8,0 - 18,0				Cloruro de Calcio	T-LB-129, EUV-VIS
Cloruros (Cl)*	62,24	mg/kg s.m.s.	- -				H ₂ O	T-LB-141, Volumetría
Boro (B)*	0,50	mg/kg s.m.s.	0,90 - 2,00				H ₂ O	T-LB-130, EUV-VIS
RELACIONES ENTRE LAS BASES								
Relación	Resultado	Unidad	Rangos óptimos	Bajo	Óptimo	Alto	Extractante	Método de ensayo
Relación Ca/Mg *	7,58	-	2,00 - 5,00				-	T-LB-028, Cálculo Interno
Relación Mg/K *	0,61	-	1,00 - 18,00				-	T-LB-028, Cálculo Interno
Relación C/N*	2,42	-	8,5 - 11,5				-	T-LB-028, Cálculo Interno
Suma de bases *	16,28	meq/100g	5,00 - 12,00				-	T-LB-028, Cálculo Interno
Relación absorción de sodio *	2,64	-	1,00 - 3,00				-	T-LB-028, Cálculo Interno

042 690 009
098 358 2033

Guayaquil - Sangolquí



F-SG-053 V01 - Pág. 1 de 2

Anexo Y: Analisis de suelos Invernadero punto alto – Sector Raricucho



Informe Analítico: IA-23-LB-003004-01
Lab-ID: GYE-23/3826

UNIVERSIDAD DE CUENCA

maria.torreso@ucuenca.edu.ec
Av. de los Cerezos
Cuenca - Ecuador

Lugar de ejecución de los ensayos:
AGROURUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental)
info@agrorum.net
Cda. Kennedy, Av San Jorge #205 y calle 2da. Oeste
Guayaquil - Ecuador

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE	
Descripción de la muestra:	Muestra de suelo alterada tomada en todo el terreno de estudio con un barreno de manera de zig zag, luego homogenizada
Lote N°:	Raricucho
Productor:	F. Luz y Sal
Cultivo/Variiedad:	Cedron-Menta-Oregano
Fecha/Hora de toma de muestra:	2023-11-16 / 11:40
Lugar de toma de muestra:	Raricucho - Susudel
Muestra tomada por:	Alejandra Torres (Cliente)

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO	
Fecha de recepción	2023-11-24
Cantidad de muestra:	~ 1 kg
Tipo de envase:	Funda Plástica

Fecha inicio de análisis:	2023-11-27
Fecha fin de análisis:	2023-12-09

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELO								
PROPIEDADES BÁSICAS								
Parámetro	Resultado	Unidad	Rangos óptimos	Bajo	Óptimo	Alto	Extractante	Método de ensayo
pH*	7,19	-	6,60 - 7,00				H ₂ O	T-LB-018 Electrometría
							Neutro = Neutro	
Conductividad eléctrica*	0,24	dS/m	0,00 - 4,00				H ₂ O	T-LB-019 Electrometría

MACRONUTRIENTES								
Parámetro	Resultado	Unidad	Rangos óptimos	Bajo	Óptimo	Alto	Extractante	Método de ensayo
Materia orgánica*	1,44	% s.m.s.	1,50 - 2,50				-	T-LB-075, EUV-VIS
Nitrógeno (N)*	0,49	% s.m.s.	0,15 - 0,20				-	T-LB-108, Método Kjeldahl
Fósforo (P)*	54,71	mg/kg s.m.s.	16,00 - 25,00				Olsen	T-LB-090, EUV-VIS
Potasio (K)*	393,99	mg/kg s.m.s.	199,4 - 293,2				Acetato de Amonio	T-LB-101, EAA - Llama
Magnesio (Mg)*	253,96	mg/kg s.m.s.	19,5 - 486,4				Acetato de Amonio	T-LB-103, EAA - Llama
Calcio (Ca)*	1361,78	mg/kg s.m.s.	1022,0 - 2004,0				Acetato de Amonio	T-LB-102, EAA - Llama
Sodio (Na)*	80,81	mg/kg s.m.s.	71,3 - 161,0				Acetato de Amonio	T-LB-100, EAA - Llama

MICRONUTRIENTOS								
Parámetro	Resultado	Unidad	Rangos óptimos	Bajo	Óptimo	Alto	Extractante	Método de ensayo
Hierro (Fe)*	52,86	mg/kg s.m.s.	9,0 - 25,0				EDTA	T-LB-125, EAA - Llama
Cobre (Cu)*	0,42	mg/kg s.m.s.	0,9 - 2,0				EDTA	T-LB-127, EAA - Llama
Manganeso (Mn)*	22,27	mg/kg s.m.s.	7,0 - 25,0				EDTA	T-LB-128, EAA - Llama
Zinc (Zn)*	4,29	mg/kg s.m.s.	1,3 - 5,0				EDTA	T-LB-126, EAA - Llama
Azúfre* (S)	34,10	mg/kg s.m.s.	8,0 - 18,0				Cloruro de Calcio	T-LB-129, EUV-VIS
Cloruros (Cl)*	45,54	mg/kg s.m.s.	- -				H ₂ O	T-LB-141, Volumetría
Boro (B)*	0,50	mg/kg s.m.s.	0,90 - 2,00				H ₂ O	T-LB-130, EUV-VIS

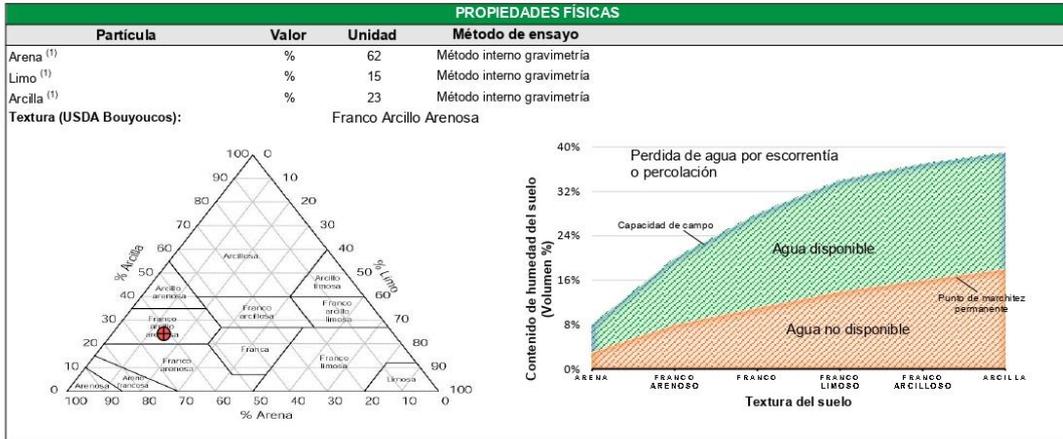
RELACIONES ENTRE LAS BASES								
Relación	Resultado	Unidad	Rangos óptimos	Bajo	Óptimo	Alto	Extractante	Método de ensayo
Relación Ca/Mg *	5,36	-	2,00 - 5,00				-	T-LB-028, Cálculo Interno
Relación Mg/K *	0,64	-	1,00 - 18,00				-	T-LB-028, Cálculo Interno
Relación C/N*	1,70	-	8,5 - 11,5				-	T-LB-028, Cálculo Interno
Suma de bases *	9,89	meq/100g	5,00 - 12,00				-	T-LB-028, Cálculo Interno
Relación absorción de sodio *	2,84	-	1,00 - 3,00				-	T-LB-028, Cálculo Interno

042 690 009 | 098 358 2033 | Guayaquil - Sangolquí

F-SG-053 V01 - Pág. 1 de 2



Informe Analítico: IA-23-LB-003004-01
Lab-ID: GYE-23/3826



NOMENCLATURA:
 N.D.: No Detectado
 N.A.: No Analizado
 s.m.s.: Sobre materia seca
 s.m.f.: Sobre materia fresca
 C.I.C.: Capacidad de Intercambio Catiónico
 C.I.C.E.: Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva
 Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
 Los ensayos marcados con (0) están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE, pero el resultado está fuera del alcance de la acreditación.
 Los ensayos marcados con (**) contienen resultados ACREDITADOS suministrados por un laboratorio externo con N° de acreditación: N/A
 Los ensayos marcados con (1) contienen resultados NO acreditados suministrados por un laboratorio externo; competencia evaluada según el Procedimiento de Productos y Servicios Suministrados Externamente de AGRORUM S.A.

TÉRMINOS Y CONDICIONES
 La responsabilidad por el muestreo queda excluida, a menos que haya sido realizado por AGRORUM S.A.
 Los resultados de la prueba se refieren únicamente a la muestra recibida sometida a ensayo. AGRORUM S.A. no se hace responsable por los datos proporcionados por el cliente.
 La información completa relativa a los ensayos, está a disposición del cliente que la solicite.
 El contenido de este informe sólo puede publicarse o reproducirse de forma completa.
 Los informes de resultados serán entregados en horario laboral, cuando sea confirmado el pago por parte del cliente y será entregado por vía e-mail.
 AGRORUM S.A. garantiza absoluta confidencialidad, comprometiéndose a guardar reserva respecto a los datos e información sobre los cuales haya tomado conocimiento; así como los informes de resultados que tiene en custodia. En el caso de que la información necesite ser revelada, se comunicará previamente a las partes involucradas a fin de solicitar su autorización.

Autorizado por:

 Firmado digitalmente por Dennise Zuñiga
 Fecha: 2023.12.14 12:41:26 -05'00'
Secretaría Técnica

Firmado digitalmente por: **MARIA FERNANDA QUIROLA MOLINA**
Gerente General

-FIN DEL INFORME ANALÍTICO-

Anexo Z: Peso de cada uno de los fertilizantes para el fertirriego



Anexo AA: Distribución de fertilizantes

