



Universidad  
Nacional  
de Loja

## Universidad Nacional de Loja

### Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

#### Carrera de Agronomía

**Producción de papa var. Chaucha (*Solanum phureja* J. & B.)  
mediante la aplicación de técnicas ancestrales en un terreno de  
ladera, sector Sevilla de Oro de la ciudad de Loja.**

Trabajo de Integración Curricular,  
previo a la obtención del título de  
Ingeniero Agrónomo

#### AUTOR:

Elvis Martín Montaña Ponce

#### DIRECTOR:

Ing. Edmigio Solís Valdivieso Caraguay, Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2024

## Certificación

Loja, 15 de agosto de 2023

Ing. Edmigio Solifs Valdivieso Caraguay, Mg. Sc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

### **CERTIFICO:**

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Producción de papa var. Chaucha (*Solanum phureja* J. & B.) mediante la aplicación de técnicas ancestrales en un terreno de ladera, sector Sevilla de Oro de la ciudad de Loja** de la autoría del estudiante **Elvis Martin Montaña Ponce** con **cedula de identidad Nro.1150109476**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Principio electrónico por:  
EDMIGIO SOLIFS  
VALDIVIESO CARAGUAY

Ing. Edmigio Solifs Valdivieso Caraguay, Mg. Sc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

## **Autoría**

Yo, **Elvis Martín Montaña Ponce**, declaro ser autor del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

**Firma:**



**Cedula de identidad:** 1150109476

**Fecha:** lunes 4 de marzo de 2024

**Correo electrónico:** elvis.montano@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0967641141

**Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Integración Curricular.**

Yo, **Elvis Martin Montaña Ponce**, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular: **Producción de papa var. Chaucha (*Solanum phureja* J. & B.) mediante la aplicación de técnicas ancestrales en un terreno de ladera, sector Sevilla de Oro de la ciudad de Loja**, como requisito para optar por el título de Ingeniero Agrónomo, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los cuatro días del mes de marzo de dos mil veinticuatro.

**Firma:**



**Autor:** Elvis Martin Montaña Ponce

**Cédula:** 1150109476

**Dirección:** Barrio Sevilla de Oro, parroquia Jimbilla

**Correo electrónico:** elvis.montano@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0967641141

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director del Trabajo de Integración Curricular:** Ing. Edmigio Solifs Valdivieso Caraguay, Mg. Sc.

## **Dedicatoria**

Mi trabajo está dedicado primero a mi familia que con su cariño y apoyo he logrado conseguir cada uno de los objetivos que me he planteado, a mis amigos que con cada ocurrencia he logrado superar y pasar momentos difíciles, a mi elenco de danza pilar fundamental para mi forma de ser, fuente de alegrías y buenas experiencias, dedico este trabajo muy en especial a un Elvis que hace años estaba lleno de incertidumbres, miedos y preocupaciones, a mis mascotas que con poco logran alegrarme un día.

***Elvis Martin Montaña Ponce***

## **Agradecimiento**

Agradezco de manera muy efusiva a mis padres que sin ellos hubiera sido imposible ser quien soy ni llegar hasta donde he llegado. En esta gran aventura llamada universidad agradezco a cada una de las personas con las que tuve la suerte de rodearme muy en especial a mis compañeros y amigos, por cada conocimiento adquirido agradezco a cada uno de los docentes que con su profesionalismo y deseo de educar lograron que sea un profesional de provecho en busca del beneficio común y cómo no agradecer a Dios y San Martín por sus bendiciones permitiéndome llegar con salud y bienestar hasta este punto de mi vida, agradezco de manera muy en especial a un Elvis que hace años estaba lleno de incertidumbres, miedos y preocupaciones que a pesar de todo nunca se rindió.

*Elvis Martín Montaña Ponce*

## Índice de contenidos

<b>Portada</b> .....	i
<b>Certificación</b> .....	ii
<b>Autoría</b> .....	iii
<b>Carta de autorización</b> .....	iv
<b>Dedicatoria</b> .....	v
<b>Agradecimiento</b> .....	vi
<b>Índice de contenidos</b> .....	vii
<b>Índice de figuras</b> .....	xi
<b>Índice de tablas</b> .....	xii
<b>Índice de anexos</b> .....	xiii
<b>1. Título</b> .....	1
<b>2. Resumen</b> .....	2
<b>Abstract</b> .....	3
<b>3. Introducción</b> .....	4
3.1. Objetivo General.....	6
3.2. Objetivos Específicos .....	6
<b>4. Marco Teórico</b> .....	6
4.1. Técnicas de Agricultura Ancestral .....	6
4.2. Preparación del Terreno.....	6
4.3. Fertilización del suelo .....	7
4.4. Riego .....	7
4.5. Control de Plagas .....	8
4.6. Cultivo de papa.....	8
4.7. Requerimientos del cultivo .....	8
4.7.1. Siembra .....	8
4.7.2. Plagas y enfermedades .....	9
4.7.3. Plagas .....	9
4.7.4. Enfermedades .....	9

4.7.5. Cosecha .....	9
4.8. Investigaciones realizadas sobre agricultura realizada con prácticas ancestrales .....	9
<b>5. Metodología .....</b>	<b>11</b>
5.1. Ubicación del Proyecto .....	11
5.2. Metodología General .....	11
5.3. Metodología por cada Objetivo.....	12
5.3.1. Metodología para el primer objetivo específico “Analizar el rendimiento de un cultivo de papa variedad chaucha producido mediante la aplicación de técnicas ancestrales en un terreno en ladera en el sector Sevilla de oro, parroquia Jimbilla.” .....	12
5.3.1.1. Preparación del Terreno en Ladera .....	12
5.3.1.1.1. Elección del Terreno.....	12
5.3.1.1.2. Eliminación de Arvenses .....	12
5.3.1.1.3. Cálculo de la Pendiente .....	12
5.3.1.1.4. Curvas de nivel.....	13
5.3.1.1.5. Construcción de Terrazas .....	14
5.3.1.1.6. Preparación de capa arable .....	15
5.3.1.1.7. Abonado .....	15
5.3.1.2. Preparación del terreno plano .....	16
5.3.1.2.1. Preparación del suelo y abonado .....	16
5.3.1.3. Análisis de Suelos .....	16
5.3.1.3.1. Análisis de Textura.....	16
5.3.1.3.2. Análisis de pH .....	19
5.3.1.3.3. Elección y compra de la semilla .....	21
5.3.1.4. Establecimiento de los Cultivos.....	21
5.3.1.4.1. Preparación de la semilla.....	21
5.3.1.4.2. Diseño del marco de plantación y densidad de siembra en las terrazas.....	21
5.3.1.4.3. Diseño del marco de plantación y densidad de siembra en el terreno plano .....	21
5.3.1.4.4. Mantenimiento de los cultivos.....	21

5.3.1.5. Cosecha .....	22
5.3.2. Metodología para el segundo objetivo específico “Elaborar un manual que detalle el proceso productivo para el cultivo en ladera aplicando técnicas de agricultura ancestral.” ....	23
5.3.2.1. Estructura y formato del manual.....	23
5.3.2.1.1. Portada .....	23
5.3.2.1.2. Introducción .....	23
5.3.2.1.3. Índice.....	24
5.3.2.1.4. Descripción de procesos .....	24
5.3.2.1.5. Glosario .....	24
5.3.2.1.6. Enlaces .....	24
5.3.2.1.7. Contraportada.....	24
5.3.2.2. Impresión y distribución del manual.....	24
5.3.3. Análisis Estadístico .....	26
5.3.3.1. Número de tubérculos por planta.....	26
5.3.3.2. Peso de tubérculos por planta .....	26
5.3.3.3. Peso de tubérculos por terraza y parcela.....	26
5.3.3.4. Rendimiento .....	26
<b>6. Resultados.....</b>	<b>27</b>
6.1. Resultados del primer objetivo específico.....	27
6.1.1. Número de tubérculos por Planta.....	27
6.1.1.1. Número de tubérculos para semilla .....	27
6.1.1.2. Número de tubérculos comerciales.....	28
6.1.1.3. Total de tubérculos entre semillas y comerciales.....	28
6.1.2. Peso de tubérculos por planta .....	28
6.1.3. Peso de tubérculos por terraza y parcela.....	28
6.2. Resultados del segundo objetivo específico .....	30
<b>7. Discusión .....</b>	<b>31</b>
<b>8. Conclusiones.....</b>	<b>33</b>

<b>9. Recomendaciones</b> .....	34
<b>10. Bibliografía</b> .....	34
<b>11. Anexos</b> .....	37

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Ubicación de la zona del proyecto. ....	11
<b>Figura 2.</b> Medición de las curvas de nivel. ....	14
<b>Figura 3.</b> Construcción de Terrazas. ....	14
<b>Figura 4.</b> Aplicación de capa Arable y muro. ....	15
<b>Figura 5.</b> Aplicación de abono. ....	15
<b>Figura 6.</b> Muestras de suelo para el análisis de textura. ....	16
<b>Figura 7.</b> Cantidad de arena limo y arcilla de una muestra de suelo. ....	17
<b>Figura 8.</b> Diagrama triangular de texturas. ....	17
<b>Figura 9.</b> Análisis de textura del suelo en terrazas. ....	18
<b>Figura 10.</b> Análisis de textura del suelo en terreno plano. ....	18
<b>Figura 11.</b> Muestra de suelo mezclada con vinagre. ....	19
<b>Figura 12.</b> Muestra de suelo mezclada con bicarbonato de sodio. ....	20
<b>Figura 13.</b> Análisis de pH con papel tornasol. ....	20
<b>Figura 14.</b> Elaboración del fungicida de ortiga. ....	22
<b>Figura 15.</b> Estructura de los procesos descritos en el manual. ....	24
<b>Figura 16.</b> Esquema del experimento. Los códigos T0 y T1 indican los tratamientos y R (R1-R4) las repeticiones. ....	25
<b>Figura 17.</b> Esquema comparativo entre la cantidad obtenida de tubérculos comerciales, tubérculos para semilla y el total entre ambos. ....	28
<b>Figura 18.</b> Esquema comparativo entre el peso promedio por planta de las 4 terrazas y 4 parcelas. ..	29
<b>Figura 19.</b> Esquema comparativo entre el peso promedio por tratamiento de las 4 terrazas y 4 parcelas. ....	29
<b>Figura 20.</b> Esquema comparativo entre el rendimiento obtenido entre los cultivos establecidos en el terreno plano y en el terreno de ladera. ....	30
<b>Figura 21.</b> Entrega del manual a la Ing. Karina Cobos vocal del GAD parroquial de Jimbilla, para su difusión en la parroquia Jimbilla. ....	31

## **Índice de tablas**

<b>Tabla 1.</b> Requerimientos del cultivo de papa var. Chaucha.....	8
<b>Tabla 2.</b> Datos y cálculo del valor de la pendiente del terreno en ladera.....	13
<b>Tabla 3.</b> Porcentajes de arena, limo y arcilla de los suelos. ....	18
<b>Tabla 4.</b> Áreas de cada terraza y área total. ....	27

## Índice de anexos

<b>Anexo 1.</b> Cantidad de tubérculos en total, semillas y comerciales por cada terraza y parcela. ....	37
<b>Anexo 2.</b> Peso promedio por plantas de cada terraza y parcela.....	37
<b>Anexo 3.</b> Peso total de cada parcela y terraza. ....	38
<b>Anexo 4.</b> Terreno elegido previo a la intervención. ....	38
<b>Anexo 5.</b> Eliminación de especies arvenses. ....	38
<b>Anexo 6.</b> Toma de datos para el cálculo del valor de la pendiente. ....	38
<b>Anexo 7.</b> Semilla elegida para el proyecto. ....	39
<b>Anexo 8.</b> Siembra en las terrazas.....	39
<b>Anexo 9.</b> Parcelas en el terreno plano. ....	39
<b>Anexo 10.</b> Aplicación de insecticida al cultivo en terrazas. ....	39
<b>Anexo 11.</b> Cosecha del cultivo. ....	39
<b>Anexo 12.</b> Dimensiones individuales de cada terraza, obtenidas tras la construcción.....	40
<b>Anexo 13.</b> Porcentaje de tubérculos para semilla y comerciales por terraza y parcela .....	40
<b>Anexo 14.</b> Resultados del análisis entre el cultivo del terreno plano con el cultivo en ladera.....	41
<b>Anexo 15.</b> Manual completo, resultado del segundo objetivo específico .....	42
<b>Anexo 16.</b> Certificado de la traducción del resumen.....	43

## **1. Título**

Producción de papa var. Chaucha (*Solanum phureja* J. & B.) mediante la aplicación de técnicas ancestrales en un terreno de ladera, sector Sevilla de Oro de la ciudad de Loja.

## 2. Resumen

La necesidad por aumentar la producción agrícola para solventar su constante aumento en demanda de productos ha generado una búsqueda de nuevas alternativas que permitan aumentar la cantidad de áreas cultivables y por consiguiente mantener un equilibrio entre la oferta y demanda de productos agrícolas. Una alternativa es utilizar los terrenos de ladera para establecer cultivos, sin embargo, esto genera dificultades para las labores agrícolas necesarias, por lo que se planteó buscar estrategias que permitan darles un uso agrícola disminuyendo o evitando por completo las dificultades de cultivar en laderas, también mejorando las propiedades del suelo que en una ladera se pierden por efectos negativos como la erosión. Para conseguirlo se planteó aplicar técnicas de agricultura ancestrales, la principal fue la construcción de terrazas, junto con la aplicación de insecticidas orgánicos y creación de abonos de tipo compost. El cultivo elegido para el análisis fue la papa chaucha (*Solanum phureja* J. & B.) y para determinar si los resultados obtenidos fueron favorables se estableció un segundo cultivo en un terreno plano dividido en 4 parcelas establecido de la misma manera que el cultivo en el terreno de ladera. Las variables analizadas fueron: número de tubérculos por planta diferenciados entre tubérculos para semilla y tubérculos comerciales, peso de tubérculos por planta, peso de tubérculos por terraza, parcela y rendimiento. Cada variable fue analizada entre la producción obtenida en el cultivo en el terreno de ladera y del terreno plano. Al final del estudio la producción obtenida fue de 165,20 kilogramos para el cultivo en terrazas y 70,81 kilogramos para el cultivo en terreno plano. Se encontró diferencia significativa en el análisis número de tubérculos para semilla, las demás variables no presentaron diferencias significativas. El rendimiento obtenido fue de 24,7 t/ha para el cultivo en terrazas y 23,60 t/ha para el cultivo en terreno plano. Para aportar al rescate y difusión de las prácticas de agricultura ancestrales se planteó la creación de un manual que describa el proceso para establecer cultivos en terrenos de ladera, los procesos mostrados se basan en las prácticas y conocimientos aprendidos en el desarrollo del estudio realizado.

**Palabras clave:** Agricultura en laderas, terrazas de cultivo, agricultura ancestral, manual, cultivo de papa.

## **Abstract**

The need to increase agricultural production to solve its constant increase in demand for products has generated a search for new alternatives that allow increasing the amount of arable areas and therefore maintaining a balance between the supply and demand of agricultural products. An alternative is to use the hillside lands to establish crops, however, this generates difficulties for the necessary agricultural work, so it was proposed to look for strategies that allow to give them an agricultural use decreasing or completely avoiding the difficulties of growing on slopes, also improving the soil properties that on a hillside are lost due to negative effects such as erosion. To achieve this, it was proposed to apply ancestral agriculture techniques, the main one was the construction of terraces, along with the application of organic insecticides and the creation of compost-type fertilizers. The crop chosen for the analysis was the “*chaucha*” potato (*Solanum phureja* J. & B.) and to determine if the results obtained were favorable a second crop was established on a flat ground, divided into 4 plots set up in the same way as cultivation on hillside land. The variables analyzed were: number of tubers per plant differentiated between tubers for seed and commercial tubers, weight of tubers per plant, weight of tubers per terrace, plot and yield. Each variable was analyzed between the production obtained in the cultivation on the hillside terrain and the flat terrain. At the end of the study, the production obtained was 165,20 kilograms for terraced cultivation and 70,81 kilograms for flat ground cultivation. A significant difference was found in the analysis of the number of tubers for seed, the other variables did not present significant differences. The yield obtained was 24.7 t/ha for terraced cultivation and 23.60 t/ha for flat ground cultivation. In order to contribute to the rescue and dissemination of ancestral agricultural practices, the creation of a manual was proposed which describes the process for establishing crops on hillside lands, the processes shown are based on the practices and knowledge learned in the development of the study.

**Keywords:** Hillside agriculture, cultivation terraces, ancestral agriculture, manual agriculture, potato cultivation.

### 3. Introducción

La papa es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial (Rondon et al. 2022). Según los datos publicados por la FAO en el año 2021 el área cosechada de papa a nivel mundial fue de alrededor de 24 millones de hectáreas, con una producción de alrededor de 470 millones de toneladas (FAOSTAT, 2021).

En Ecuador los datos publicados por el MAG mediante el SIPA, reflejan que en el año 2021 la superficie de papa cosechada fue de 19.088 hectáreas con una producción de 244.749 toneladas con un rendimiento promedio de 12,82 t/ha, siendo Carchi con 107.001 toneladas, Pichincha con 25.046 t, Tungurahua con 31.449 t, Cotopaxi con 29.878 t e Imbabura con 5.135 t, las principales provincias productoras del país (SIPA-MAG 2021).

La papa es uno de los rubros más importantes de los sistemas de producción de la sierra ecuatoriana, constituye una fuente importante de alimentación e ingresos para la familia campesina principalmente por ser actividades realizadas directamente por los miembros familiares. Aproximadamente 88 130 productores se dedican al cultivo papas, se estima que 250 000 personas están vinculadas directa e indirectamente al cultivo, es fuente de empleo, 3.5 millones de jornales/año, lo cual genera ingresos directos de aproximadamente USD 70 millones. El 76 % de la superficie cultivada corresponde a áreas menores a 5 ha. En áreas urbanas el consumo per cápita de papa es de 22 kg /año, mientras que en zonas rurales este valor puede ser más del doble (Xavier Cuesta et al., 2022).

El recurso suelo siendo un factor muy importante en la producción agrícola es poco investigado, teniendo en cuenta el crecimiento demográfico y la constante necesidad de aumentar el área cultivable se debe realizar investigaciones enfocadas en los terrenos cultivables.

Una de las alternativas para extender el área cultivada es ocupar los terrenos en ladera, sin embargo, son pocos los cultivos que se pueden adaptar fácilmente a este tipo de terreno y además la agricultura en ladera presenta gran problemática de forma directa e indirecta. Uno de los inconvenientes más graves de realizar agricultura en ladera es el daño que inconscientemente recibe el suelo por efectos principalmente de la erosión hídrica y eólica. En caso de establecer un cultivo en ladera y de ser necesario un sistema de riego se corre el riesgo de afectar la estabilidad del suelo provocando derrumbes.

En documentales sobre las culturas ancestrales incas se puede observar el trabajo realizado para aprovechar los terrenos en ladera para agricultura, la construcción de terrazas de cultivo permitió usar terrenos con pendientes muy pronunciada, logrando un trabajo excelente que en la actualidad sigue sorprendiendo.

Las terrazas son tipos de canales, terraplenes o estructuras que se construyen y distribuyen a intervalos adecuados para cortar la pendiente del terreno y la escorrentía, evitar que el agua fluya libremente provocando la erosión de los suelos y permitir al mismo tiempo su almacenamiento en el terreno. Prácticamente son terraplenes con bordes y canales construidos en forma perpendicular a las pendientes (José Arroyave, 2002).

La ordenación de las laderas se concibe con el fin de evitar la degradación ambiental, de buscar una nueva estructuración agraria de los terrazgos y, de esa forma, reducir la erosión en los suelos, así como la defensa de las superficies boscosas en franco retroceso por las diferentes roturaciones de tierras (Marco Molina & Morales Gil, 1995).

. En los campos dedicados a los cultivos, dondequiera que el escurrimiento y la erosión no puedan ser detenidos por medio de la vegetación o practicas convenientes, se debe adoptar el uso de terrazas. (José Arroyave, 2002)

Inspirado en la información consultada este proyecto busca dar un uso agrícola a un terreno en ladera mediante la construcción de terrazas de cultivo y aplicación de técnicas ancestrales en un cultivo de gran importancia como la papa, buscando una alternativa más para la producción agrícola y al uso de terrenos en pendiente, aportando con el rescate de los saberes ancestrales aplicados en la agricultura.

Este proyecto está vinculado con la línea de investigación de la Universidad Nacional de Loja denominada “Sistemas Agropecuarios Sostenibles para la Soberanía Alimentaria” y dentro de la carrera de Agronomía en la línea denominada “Tecnología para la producción y posproducción agrícola sostenible”.

### **3.1. Objetivo General**

Establecer un cultivo de papa (*Solanum phureja* J. & B.) var. Chaucha mediante la aplicación de técnicas ancestrales en un terreno de ladera, sector Sevilla de Oro de la ciudad de Loja.

### **3.2. Objetivos Específicos**

- Analizar el rendimiento de un cultivo de papa variedad chaucha producido mediante la aplicación de técnicas ancestrales en un terreno en ladera en el sector Sevilla de oro, parroquia Jimbilla.
- Elaborar un manual que detalle el proceso productivo para el cultivo en ladera aplicando técnicas de agricultura ancestral.

## **4. Marco Teórico**

### **4.1. Técnicas de Agricultura Ancestral**

Las técnicas ancestrales agrícolas han sido un factor muy importante para el desarrollo de la población, debido a que gracias a ellas los agricultores han logrado subsanar las necesidades alimentarias de sus comunidades durante muchos años, por lo cual nos hemos visto obligados a depender de dichas técnicas; para poder realizar las actividades cotidianas en procura del desarrollo de la población, en si de una sociedad que quiere sobresalir en el medio (Abram, 2013).

La búsqueda de como frenar el deterioro al ambiente y a las malas prácticas que genera una agricultura tradicional intensiva llena de monocultivos y fertilizantes químicos, ha encontrado una salida en la agricultura agroecológica que basa sus orígenes en la agricultura ancestral, donde sus prácticas se han vuelto a usar gracias a los conocimientos adquiridos generación tras generación.

Loyola (2016), menciona que la agroecología como disciplina que permite el entendimiento de los elementos y funcionalidad de las prácticas de la agricultura ancestral y tradicional, contribuye a concebir la sostenibilidad en la agricultura y así logra una transformación social, ambiental y económica, que sienta las bases de un uso equilibrado y a la vez productivo de los agroecosistemas locales.

### **4.2. Preparación del Terreno**

Mediante la preparación adecuada del terreno se persiguen varios objetivos: aumentar la capacidad de retención de agua del suelo; facilitar la absorción de los nutrientes por la raíz;

facilitar el desarrollo de las raíces, tanto en profundidad como lateralmente; aumentar la infiltración del agua de lluvia en el suelo; disminuir la escorrentía superficial y la velocidad de las aguas vertientes para tratar de reducir la erosión del suelo; controlar malezas que puedan competir con el cultivo; controlar algunos organismos del suelo (especialmente insectos) que puedan afectar el mismo; e incorporar los fertilizantes, plaguicidas y enmiendas necesarias para crear condiciones favorables en el establecimiento del cultivo (Martinez, 2015).

### **4.3. Fertilización del suelo**

En la fertilización en agricultura ecológica debemos tener presentes las siguientes reglas:

- Evitar al máximo la pérdida de los nutrientes por lado del suelo, lo cual puede lograrse mediante varias prácticas: a) la incorporación de materiales orgánicos formadores del humus, b) la aplicación de minerales de solubilización o liberación lenta, c) el cultivo de abonos verdes y d) la siembra de leguminosas.
- Incorporación al suelo de todos los residuos orgánicos vegetales o animales.
- Utilización de leguminosas como cultivo principal, como abono verde o asociadas con otras plantas, para favorecer la fijación del nitrógeno atmosférico.
- Mantenimiento del suelo cubierto de vegetación el mayor tiempo posible mediante cultivos intercalados o cubiertas vegetales, para favorecer la fijación del máximo de energía solar en forma de biomasa vegetal.

Las principales fuentes de materia orgánica pueden ser: estiércol de ganadería, compost de origen vegetal, humus de lombriz, abonos verdes, y restos vegetales que puedan enterrarse tras finalizar el cultivo (Gonzalez & Pomares, 2008).

### **4.4. Riego**

El riego por superficie o gravedad se caracteriza por el manejo de agua con base en las diferencias de carga hidráulica y su conveniente conducción sobre el nivel del terreno, a través de surcos (para cultivos en hilera, cultivos densos). Este sistema se aplica en un 97% del área cultivada, es conocida como el método tradicional de riego y se viene aplicando desde los inicios de la agricultura. Es un medio recomendable en terrenos con pendientes muy suaves en las que no sea preciso realizar trabajos de nivelación del suelo, que son costosas y pueden afectar negativamente la profundidad efectiva del suelo. Este es el método de riego menos costoso en instalaciones y mantenimiento y una vez que el agua llega a la parcela no existe costo en la aplicación del agua, este método requiere volúmenes de agua muy superiores al riego presurizado (Guerra, Guardado, Garcia, Garcia, & Gomez, 2016).

#### 4.5. Control de Plagas

En realidad, en la agricultura ecológica no se pretende en ningún momento, eliminar o erradicar totalmente la plaga o la enfermedad, sino que el objetivo es mantener niveles equilibrados de estas, de tal forma, que los daños que provoque sean asumibles económica y ecológicamente. A pesar de ello, el proceso se realiza en función de interés público y no en función de intereses comerciales (Portilla, 2003).

#### 4.6. Cultivo de papa

La papa chaucha (*solanum phureja*) es un tipo de papa nativa cuyo nombre “phureja” se deriva de la lengua Aymara que quiere decir precocidad, temprana o precoz, se desarrolla en tiempos cortos de aproximadamente 90 días, son cultivadas entre los 2000 a 3000 msnm (Pumisacho & Sherwood, 2002).

La papa chaucha posee estolones y un sistema radical más corto que las variedades Superchola, Chola, Única y Cecilia por esa razón es factible utilizar densidades de siembra más altas. Sus características morfológicas son las siguientes: la planta varía entre 80 cm y 1m de altura, tiene promedio de 5 tallos delgados y ramificados de color verde claro, el follaje es erecto y menos abundante que en la papa de año, el tamaño de la hoja es mediana y de un color verde poco intenso, su flor es de color lila oscuro, los tubérculos son de forma semi redonda. Presenta ojos semi profundos, color piel y carne color amarillo intenso (Mitzin & Ortiz, 2002).

#### 4.7. Requerimientos del cultivo

Los principales requerimientos del cultivo se presentan resumidos en la siguiente tabla. (Pumisacho & Sherwood, 2002)

<b>Factor abiótico</b>	<b>Valor Bajo</b>	<b>Valor Normal</b>	<b>Valor Alto</b>
<b>Humedad del Suelo</b>	Menor a 500mm	500 mm – 700 mm	Mayor a 700 mm
<b>Humedad Relativa</b>	Menos a 60%	60% - 85%	Mayor a 85%
<b>Temperatura Ambiente</b>	Menor a 10°C	10°C a 30°C	Mayor a 30°
<b>pH de suelo</b>	Menor a 5.5	5.5 a 7	Mayor a 7

**Tabla 1.** Requerimientos del cultivo de papa var. Chaucha.

##### 4.7.1. Siembra

Según Pumisacho y Sherwood (2002), se coloca la semilla a una distancia determinada; esta distancia varía según el fin, ya sea para consumo o producción de semilla; la distancia será mayor o igual a 40 y de 25 a 30 cm, respectivamente. La profundidad de siembra depende de la humedad del suelo y del tamaño del tubérculo y brotes. Cuando hay humedad suficiente y

brotos bien formados la semilla-tubérculo debe ser tapada con unos 5 cm de tierra; en caso de ser la siembra en terrenos secos donde la humedad está más profunda, se coloca la semilla en el fondo del surco y se tapa con una capa de tierra de 8-12 cm.

#### **4.7.2. Plagas y enfermedades**

Calderón (1988), menciona los siguientes agentes bióticos que producen daño al cultivo de papa.

#### **4.7.3. Plagas**

Gusano blanco de la papa (*Prepnortyres vorax Hust*), gusano negro trozador (*Agrotis ypsilon Rott*), Cutzo (*Barotheus*), Pulguilla (*Epritis sp.*), Trips (*Frankliniella*), minador de la hoja (*Liriomyza quadrata Malloch*), saltones (*Empoasca sp.*), chinches de la hoja (*Proba sallei*) y (*Rhinacloa sp.*), pulgones (*Myzuz persicae*) y (*Macrosiphum euphorbiae*).

#### **4.7.4. Enfermedades**

Lanosa (*Rosellinia sp.*), Rizoctonia (*Rhizoctonia solani Kuih*), Sarna polvorienta (*Spongospora subterranea*), Lancha (*Phytophthora infestans Mont*), Roya (*Puccinia pittieriana Hern*), Septoriosis (*Septoria lycopersici*), Lancha temprana (*Alternaria solani*), Mal blanco (*Sclerotinia sclerotium*), agente causal del mosaico leve (VXP), Mosaico severo Agente causal (VYP), Mosaico Rugoso Interacción VXP y VYP, Enrollamiento Agente causal (VEHP), Pie negro (*Erwinia Carotovora*), Sarna común (*Streptomyces scabies Thoxt*).

#### **4.7.5. Cosecha**

Se realiza una vez que los tubérculos hayan alcanzado la madurez comercial (tomado en consideración tamaño, forma y apariencia del tubérculo), la labor de cave o cosecha puede realizarse en forma manual, por medio de tracción animal o en forma mecanizada. En esta labor es necesario no dañar los tubérculos y realizar en época seca, para evitar consecuencias serias durante la selección y almacenamiento de los mismos (Pumisacho y Sherwood, 2002).

### **4.8. Investigaciones realizadas sobre agricultura realizada con prácticas ancestrales**

Pomboza Tamaquiza et al., (2017) realizaron un estudio en dos comunidades rurales de la provincia de Tungurahua (Apatug y Puñachisag), con el objetivo de analizar la permanencia de prácticas ancestrales utilizadas en el cultivo de papa los años 1950 y 2016. Se realizaron entrevistas semiestructuradas a 63 informantes seleccionados con el método bola de nieve. Se caracterizó el calendario agrícola, el uso de variedades, la asociatividad y observación de fases

lunares. Los resultados sugieren la relación temporal de las siembras y cosechas de papas con las fiestas religiosas ancestrales. Estos ciclos fueron observados hasta la década de los años 60 y 70; sin embargo, con la modernización de la agricultura estos calendarios se modificaron. Se concluye que las prácticas ancestrales están en riesgo de desaparecer y que necesitan ser comprendidas y revalorizadas por las nuevas generaciones de campesinos, así como técnicos de programas de transferencia de tecnología para lograr una agricultura más sostenible.

Gallagher et al., (2017) evaluaron varias prácticas agrícolas tradicionales de conservación, incluidas las zanjas de desviación, en el contexto de una papa (*Solanum tuberosum* L.), avena/veza (*Avena sativa* L. *Vicia sativa* L.), cebada (*Hordeum vulgare* L.), haba (*Vicia faba* L.) durante el periodo comprendido entre 2011 a 2014 en la región de Illangama de Ecuador analizando la productividad de los cultivos, la concentración de nutrientes en los cultivos y en el suelo, y la eliminación de nutrientes del sistema. La productividad del cultivo tendió a ser mayor en las parcelas que tenían zanjas de desviación, donde los residuos del cultivo y la cobertura se retuvieron en el campo. En general, las prácticas agrícolas de conservación mostraron una promesa agronómica considerable para los sistemas de cultivo, pero requerirán un período de evaluación más largo y un plan de divulgación integral para ayudar a ganar aceptación entre los agricultores regionales.

En México mediante un estudio realizado por Pérez & Juan Pérez, (2018), se caracterizó el sistema de terrazas del cerro Tenismo en Calixtlahuaca, Toluca, México, destacando sus componentes principales: muros de contención, zanja, vegetación, cultivos. A partir de la investigación cualitativa, observación directa y la descripción del agroecosistema. Los resultados indicaron que las terrazas de Calixtlahuaca con muro de roca y metepantles (semiterraza), son un sistema importante que contribuye a la conservación de las laderas y de donde se obtienen cultivos de autoconsumo. Se concluyó que el manejo que realizan los campesinos por medio de las terrazas (muros, zanjas y vegetación) tiene características agroecológicas que contribuyen a la preservación del ambiente.

## 5. Metodología

### 5.1. Ubicación del Proyecto

El estudio fue realizado en el barrio Sevilla de Oro perteneciente a la parroquia Jimbilla del cantón y provincia de Loja, la ubicación geográfica corresponde a: latitud  $3^{\circ}53'41,9''S$  y longitud  $79^{\circ}13'38,5''W$  con una altitud de 2200 msnm, posee un clima ecuatorial mesotérmico semi húmedo. La temperatura promedio de la parroquia es de  $14^{\circ}C$  con una precipitación promedio anual de 1250 mm lluvia/año (Cañar, 2012), en la figura 1 se observa la ubicación del barrio Sevilla de oro en la parroquia Jimbilla.

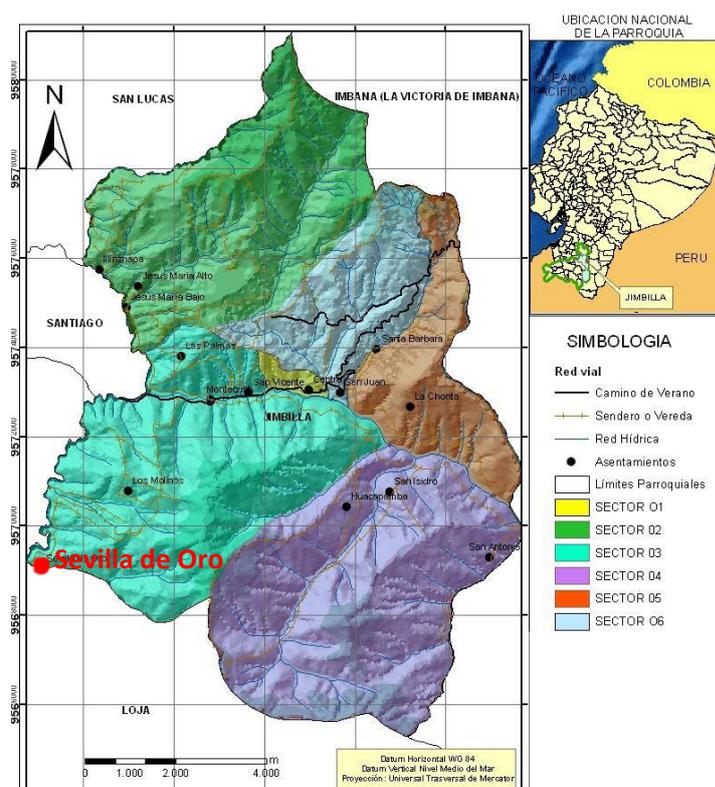


Figura 1. Ubicación de la zona del proyecto (Cañar, 2012).

### 5.2. Metodología General

El enfoque del proyecto fue de carácter cuantitativo, pues se aplicaron técnicas ancestrales con la finalidad de obtener una producción de papa en un terreno en ladera.

El tipo de investigación es aplicada pues se basó en recabar información acerca de las técnicas de agricultura ancestrales para posteriormente utilizarlas en la producción del cultivo

El alcance de la investigación es de tipo exploratorio, pues se trató de un tema del que no se posee demasiada información ni se han realizado muchos estudios en el medio.

### **5.3. Metodología por cada Objetivo**

#### **5.3.1. Metodología para el primer objetivo específico “Analizar el rendimiento de un cultivo de papa variedad chaucha producido mediante la aplicación de técnicas ancestrales en un terreno en ladera en el sector Sevilla de oro, parroquia Jimbilla.”**

Las técnicas utilizadas para cada etapa del establecimiento del cultivo están inspiradas en documentales sobre los métodos de producción agrícola de las culturas ancestrales andinas y en saberes que se han conservado generación tras generación.

Para analizar el rendimiento del cultivo establecido en ladera aplicando técnicas ancestrales, se planteó establecer un segundo cultivo en un terreno plano con similares características de suelo, abonado y riego utilizando la misma variedad de papa, el mismo marco de plantación y densidad de siembra.

Las variables analizadas para comparar los resultados de ambos cultivos fueron: Número de tubérculos por planta, diferenciando entre tubérculos comerciales y tubérculos para semilla, peso de tubérculos por planta, rendimiento y peso de tubérculos por terraza y parcela, cada variable se analizó aplicando una prueba de Tukey, cada variable junto con el diseño experimental y análisis estadístico se encuentran detallados más adelante.

A continuación, se detallan los procesos desarrollados para el establecimiento tanto del cultivo en terreno de ladera como el del terreno plano.

##### **5.3.1.1. Preparación del Terreno en Ladera**

Para adaptar un terreno en ladera a las condiciones que requiere un cultivo de papa fueron necesarias algunas labores agrícolas mismas que se encuentran descritas en este apartado.

###### **5.3.1.1.1. Elección del Terreno**

El terreno a elegir debía poseer una pendiente que dificulte en gran medida las labores agrícolas para la producción de un cultivo.

###### **5.3.1.1.2. Eliminación de Arvenses**

Debido a la excesiva cantidad de especies arvenses presentes en el terreno se optó por rozar utilizando una moto guadaña.

###### **5.3.1.1.3. Cálculo de la Pendiente**

Un dato importante a tener en cuenta en el proyecto era el valor de la pendiente presente en el terreno.

Para la medición de la pendiente se usó un método tradicional con el uso de un instrumento conocido como Agronivel en A. La medición consistió en obtener el largo del terreno

dividiendo el total en tramos, cada tramo se dividió con el ancho del agronivel representando 2 m, los 7 tramos que ocuparon el largo del terreno dieron un total de 14 m, para cada tramo el agronivel tenía que estar colocado recto, para lograrlo se usó la función propia del agronivel que consiste en centrar una piola que cuelga en el medio del instrumento, adicional se usó un nivel de albañilería, en cada tramo se midió la distancia del suelo a la base del agronivel, con todas las mediciones se aplicó la fórmula para calcular el porcentaje de la pendiente de un triángulo rectángulo dando una pendiente de 60 %, en la tabla 2 se puede ver los datos y cálculos realizados.

<b>Datos</b>	<b>Fórmula</b>
Alturas	% Pendiente =
1.02	$(\Sigma\text{Altura} / \Sigma\text{Distancia}) \times 100$
1.04	
1.04	<b>Pendiente = 60%</b>
1.07	
<b>1.38</b>	
<b>1.37</b>	
<b>1.48</b>	
<b>Altura Total</b>	
<b>8.4</b>	
<b>Base</b>	
<b>14</b>	

**Tabla 2.** Datos y cálculo del valor de la pendiente del terreno en ladera.

#### 5.3.1.1.4. Curvas de nivel

Al construir las terrazas es fundamental que no presenten inclinación alguna pues si ese fuese el caso los cultivos establecidos presentarían inconvenientes relacionados con inundaciones o pérdida de capa arable por efectos de la lluvia, por lo tanto, se debe asegurar que las terrazas estén completamente planas, para lograrlo en este proyecto se usó un método tradicional usando el agronivel, el procedimiento consistió en colocar el agronivel perpendicular al suelo y asegurarse que estuviera recto usando la función propia del instrumento, posteriormente se marca la ubicación de ambas patas, la marca de la pata que estuviera del lado hacia donde se quisiera extender la curva pasó a ser la base de la otra pata y se volvió a marcar una señal en la pata de adelante una vez estuviera nivelado el instrumento, este procedimiento se repitió hasta tener el largo deseado de la curva de nivel. El resultado fue una línea recta que sirvió de guía para la construcción de las terrazas. En la figura 2 aparece el uso del agronivel para la medición de las curvas de nivel.



**Figura 2.** Medición de las curvas de nivel.

### **5.3.1.1.5. Construcción de Terrazas**

Para la construcción de las terrazas se usaron herramientas manuales como barretas, picos y palas como se puede observar en la figura 3. Para determinar el ancho de cada terraza fue necesario tener como referencia el alto de la pared que se creaba, pues a medida que la base de la terraza aumente aumentará su pared y para evitar derrumbes posteriores se determinó que la altura debía ser de 1,7m aproximadamente, por lo tanto, si la altura llegaba a esa medida el ancho de la terraza ya no podía aumentar. Fue necesario empezar la construcción desde la parte baja de la ladera, de este modo se puede medir la siguiente curva de nivel sobre la terraza creada anteriormente evitando inconvenientes como el material desprendido o la incertidumbre del ancho que llevará la próxima terraza. Una vez se ocupó toda la ladera el resultado fue de 5 terrazas de 16 m de largo y 1,4 m promedio de ancho, con un área total de aproximadamente 112 m<sup>2</sup>, en el anexo 12 están representadas gráficamente las dimensiones de cada terraza construida.



**Figura 3.** Construcción de Terrazas.

#### 5.3.1.1.6. Preparación de capa arable

Para establecer el cultivo es necesario una capa de tierra fértil, capa que las terrazas recién construidas no la poseían, por lo tanto, se procedió a aplicar una capa de tierra fértil de 35 a 40 cm aproximadamente, la tierra aplicada fue del resultado de conservar la capa del horizonte A al momento de construir las terrazas, fue necesario triturarla para disminuir terrones.

Para evitar la pérdida de capa arable por derrumbes se construyó un muro provisional con terrones grandes. En la figura 4 se puede observar más a detalle la capa arable y el muro provisional construido en las terrazas.



**Figura 4.** Aplicación de capa Arable y muro.

#### 5.3.1.1.7. Abonado

El abono aplicado fue gallinaza comprado a un comerciante, la dosis aplicada fue de un saco cada 7m<sup>2</sup> o 3 sacos por terraza, una vez aplicado se removió para incorporarlo al suelo. La figura 5 muestra la capa arable de la terraza cubierta por la capa de abono aplicada.



**Figura 5.** Aplicación de abono.

### **5.3.1.2. Preparación del terreno plano**

#### **5.3.1.2.1. Preparación del suelo y abonado**

Para preparar el suelo fue necesario realizar un arado y rastrillado, eliminando especies arvenses y mejorando las condiciones del suelo para facilitar el establecimiento del cultivo.

Para el abonado se aplicó la misma dosis y abono que en las terrazas, un saco de gallinaza cada 7m<sup>2</sup>.

#### **5.3.1.3. Análisis de Suelos**

Se realizó un análisis de la textura y pH del suelo en las terrazas y del terreno plano para conocer si los cultivos se desarrollaron con propiedades de suelo similares. Tanto para el análisis de textura y pH se utilizaron métodos tradicionales.

##### **5.3.1.3.1. Análisis de Textura**

El método utilizado consistió en colocar en un frasco transparente una muestra de suelo que cubra aproximadamente un tercio de su capacidad, mezclarla con agua y batirlo durante aproximadamente 10 minutos, por último, dejarlo reposar mínimo durante un día, los frascos con las muestras de suelo utilizados para el análisis se muestran en la figura 6. Luego de este proceso las partículas de las muestras se depositaron en el fondo del frasco y por su peso primero se depositan las arenas, posteriormente los limos y por último las arcillas permitiendo diferenciar la cantidad de cada una de ellas como se muestra en la figura 7.



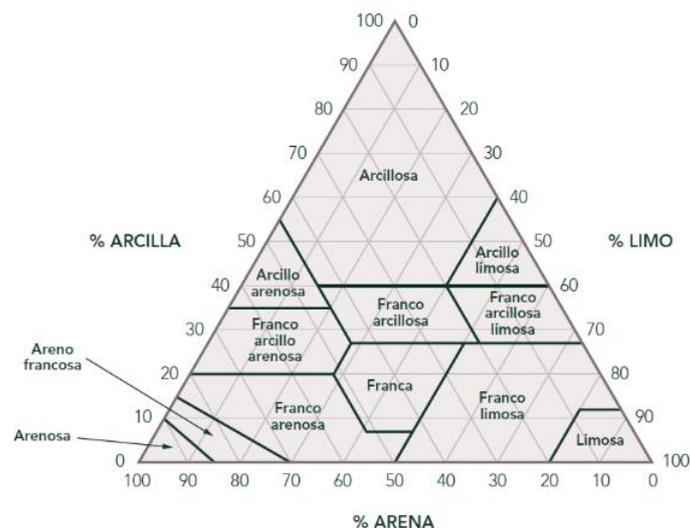
**Figura 6.** Muestras de suelo para el análisis de textura.



**Figura 7.** Cantidad de arena limo y arcilla de una muestra de suelo.

Para conocer el porcentaje de cada tipo de partículas se midió la altura total de la muestra dentro del frasco, posteriormente la altura de cada una y con una regla de tres entre la altura total y la altura de cada tipo de partículas, se calculó el porcentaje del arena, limo y arcilla presentes en el suelo.

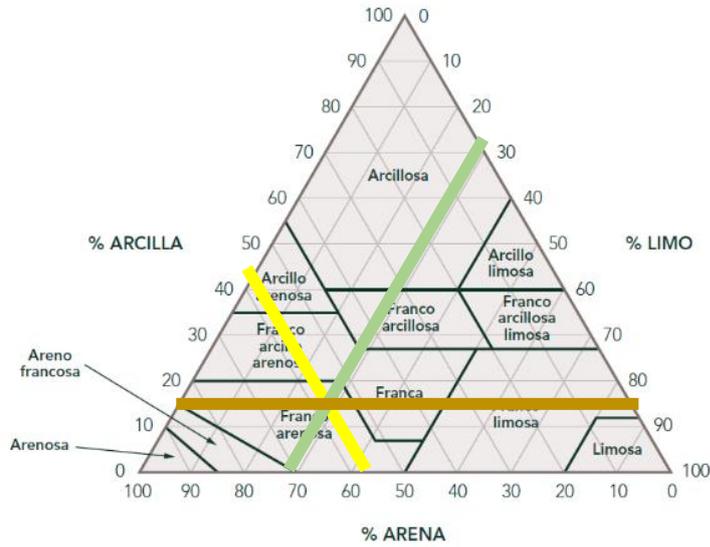
Se tomaron 5 muestras tanto para el suelo de las terrazas y para el del terreno plano y con el porcentaje obtenido por cada tipo de partículas de cada muestra se calculó un promedio (tabla 3). Por último, se determinó el tipo de textura de cada suelo utilizando el diagrama triangular de textura de suelos (figura 8) del Departamento de agricultura de los Estados Unidos (USDA por sus siglas en Ingles).



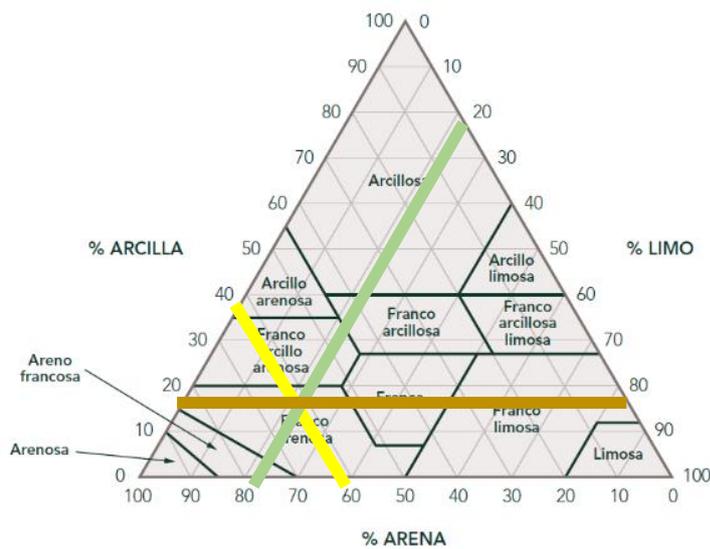
**Figura 8.** Diagrama triangular de texturas. Obtenido de (U.S.D.A., 1977).

Suelo en Terrazas		Suelo en T. Plano	
Arena	56.00%	Arena	61.80%
Limo	28.80%	Limo	22.50%
Arcilla	15.20%	Arcilla	16.20%

**Tabla 3.** Porcentajes de arena, limo y arcilla de los suelos.



**Figura 9.** Análisis de textura del suelo en terrazas.



**Figura 10.** Análisis de textura del suelo en terreno plano.

Basado en los análisis de textura del suelo (Figura 9 y 10) en terrazas y terreno plano se determinó que ambos suelos se catalogan como Franco Arenosos.

### 5.3.1.3.2. Análisis de pH

El método utilizado consistió en mezclar una muestra de suelo con agua en un frasco transparente, añadir una cantidad de vinagre para saber si el suelo es básico o bicarbonato de sodio para saber si es ácido.

Este análisis se fundamenta en la reacción química ácido-base, donde el vinagre y el bicarbonato de sodio actúan como reactivos junto con las muestras de suelo. Si al añadir vinagre a la muestra de suelo mezclada con agua se generaban burbujas se concluía que se trataba de un suelo alcalino, por el contrario, si al añadir bicarbonato de sodio se generaban burbujas el suelo era ácido, si tras añadir ambos reactivos a la muestra de suelo no se presentaban burbujas el pH del suelo se lo consideraba neutro.

Para el análisis se tomaron 5 muestras del suelo de las terrazas y 5 del suelo en terreno plano. La dosis aplicada por cada muestra fue de 175 g de suelo y 80 ml de agua, mas 24 ml de vinagre o 30 g de bicarbonato de sodio respectivamente.

Tras haber realizado el análisis con las 5 muestras del suelo en terrazas y del terreno plano aplicando ambos reactivos, se pudo observar que al aplicar vinagre no se generaba una cantidad considerable de burbujas (figura 14), por el contrario, al aplicar el bicarbonato de sodio si se generaban una cierta cantidad de burbujas (figura 15), esta observación coincidió para ambos suelos por lo que se concluyó que tanto el suelo en terrazas como el del terreno plano presentan un pH ligeramente ácido.



**Figura 11.** Muestra de suelo mezclada con vinagre.



**Figura 12.** Muestra de suelo mezclada con bicarbonato de sodio.

Para constatar que los resultados obtenidos representan la realidad se planteó un segundo análisis. Se tomó una muestra del suelo en terrazas y una del terreno plano, en un frasco se mezcló 175 g de cada una con 80 ml de agua y se midió el pH utilizando un papel tornasol.

Para ambas muestras el resultado mostrado en el papel tornasol fue de un valor entre 6 y 7 tal como se muestra en la figura 16, siendo un valor ligeramente ácido coincidiendo con el resultado del análisis con vinagre y bicarbonato de sodio.



**Figura 13.** Análisis de pH con papel tornasol.

### **5.3.1.3.3. Elección y compra de la semilla**

La semilla se trata de semilla tubérculo, se eligió la variedad chaucha por ser de las más populares y producidas en la zona de estudio. La semilla fue comprada a un productor de papa de la comunidad de Saraguro por ser consideradas papas de una excelente calidad.

### **5.3.1.4. Establecimiento de los Cultivos**

#### **5.3.1.4.1. Preparación de la semilla**

Previo a la siembra se consideró necesario realizar un proceso de pregerminación para la semilla y así lograr que el tiempo de emergencia de las plantas se reduzca, para lograrlo se colocó la semilla en un recipiente de plástico en un lugar cálido y oscuro donde no le llegue humedad durante una semana, cumplido ese tiempo la semilla presentó algunos brotes de raíces siendo una buena señal e indicando que ya se podía sembrar.

#### **5.3.1.4.2. Diseño del marco de plantación y densidad de siembra en las terrazas**

Para aprovechar de mejor manera el espacio creado en las terrazas se crearon surcos transversales a lo largo de las terrazas, cada surco se separó por 1 m y cada planta por 30 cm, dando una densidad de siembra de 3,3 semillas tubérculo por m<sup>2</sup>. La semilla fue sembrada a una profundidad de entre 4 a 5 cm. Cabe mencionar que se separó cada semilla alrededor de 20 cm de los bordes, un dato importante a tener en cuenta para las conclusiones del estudio.

#### **5.3.1.4.3. Diseño del marco de plantación y densidad de siembra en el terreno plano**

El Área total del cultivo fue de 40 m<sup>2</sup> dividido en 4 parcelas de 5 m de largo x 2 m de ancho, el marco de plantación fue de 1 m entre surco y de 30 cm entre planta siendo la densidad de siembra de 3,3 semillas tubérculo por m<sup>2</sup> la semilla fue sembrada a una profundidad de 4 a 5 cm.

#### **5.3.1.4.4. Mantenimiento de los cultivos**

Para el correcto desarrollo de los cultivos fue necesario realizar 2 aporques, uno tras haber transcurrido un mes desde la siembra y el segundo un mes después.

Para prevenir el ataque de hongos y/o insectos se aplicó un fungicida e insecticida, ambos orgánicos.

Los materiales necesarios para el insecticida fueron: 25 g de ajo, 50 g de ají, 25 ml de jabón neutro líquido y un litro de agua. Para la elaboración se procedió a licuar el ajo con el ají y diluir la mezcla en un litro de agua y por último colar y añadir 25 ml de jabón neutro.

El fungicida fue hecho a base de la fermentación de ortiga en agua, los materiales necesarios fueron 1kg de ortiga y 10 litros de agua. Para la elaboración fue necesario recolectar la ortiga

en un recipiente, cubrirla con 10 litros de agua y tapparla para evitar que se contamine con polvo o alguna otra impureza. Al ser un proceso aeróbico no fue necesario sellar por completo el recipiente, también teniendo en cuenta que era necesario revolver la mezcla una vez cada dos días, como se puede ver en la figura 14. Luego de 15 días aproximadamente las hojas de la ortiga ya se habían degradado por completo y el fungicida estaba listo para usar. Para ser aplicado fue necesario diluirlo con una mezcla de 50 % de fungicida y 50 % agua evitando una sobredosis que pudiera afectar los cultivos.

Para rociar cada cultivo fue necesario elaborar 25 litros de insecticida y 25 de fungicida, en total 50 litros para ambos cultivos, aplicando las proporciones antes mencionadas.

La aplicación se realizó cada 15 días a partir de la tercera semana desde la siembra hasta la decimotercera semana, alternando entre el insecticida y fungicida utilizando una bomba de fumigación con capacidad para 40 litros. Fue necesario tener en cuenta si los días previstos para la fumigación tenían un riesgo de lluvia, en caso de ser así la fumigación se llevaría a cabo el día sin lluvia más próximo.



**Figura 14.** Elaboración del fungicida de ortiga.

### **5.3.1.5. Cosecha**

La cosecha de ambos cultivos se realizó tras cumplirse 15 semanas desde la siembra, se utilizó un método completamente artesanal empleando herramientas manuales siendo usadas directamente por el autor del trabajo de integración curricular y familiares.

Del cultivo en terrazas, se separó la producción de 10 plantas por terraza de 4 terrazas en fundas individuales, la producción restante se separó en sacos por cada terraza.

Para el cultivo en terreno plano, se separó la producción de 10 plantas por parcela en fundas individuales, la producción restante se separó en sacos por cada parcela.

Esta división de la producción fue necesaria para el análisis estadístico posterior.

### **5.3.2. Metodología para el segundo objetivo específico “Elaborar un manual que detalle el proceso productivo para el cultivo en ladera aplicando técnicas de agricultura ancestral.”**

El propósito de crear un manual es brindar a los productores con acceso a un terreno de ladera, una guía práctica que pueda estar al alcance de todos con un lenguaje y procesos fáciles de entender. Empezando por los productores cercanos a la zona donde se realizó el proyecto y la parroquia Jimbilla.

Cada practica descrita en el manual está basada en el aprendizaje obtenido tras la culminación del proyecto de integración curricular.

#### **5.3.2.1. Estructura y formato del manual**

El formato utilizado fue propio, basado en las normas apa séptima edición, con modificaciones en el tipo y tamaño de letra buscando que sea más amigable con el lector, aplicando así el Maiandra GD de tamaño 14 para la mayoría del manual.

Se planteó la siguiente estructura:

- Portada
- Introducción
- Índice
- Descripción de procesos
- Glosario
- Enlaces
- Contraportada

##### **5.3.2.1.1. Portada**

La portada está compuesta por el título y el nombre del autor, con un fondo que representa los contenidos del manual.

##### **5.3.2.1.2. Introducción**

En la introducción está descrita una presentación del autor y una breve descripción sobre los objetivos del manual.

### 5.3.2.1.3. Índice

En el índice va detallado en qué página se encuentra cada proceso para facilitarle su ubicación a quien desee utilizar el manual.

### 5.3.2.1.4. Descripción de procesos

Cada proceso está acompañado con una o varias imágenes de referencia o croquis para que el productor pueda comprender la actividad que debe realizar de una forma más sencilla, como se muestra en la figura 15.

### 5.3.2.1.5. Glosario

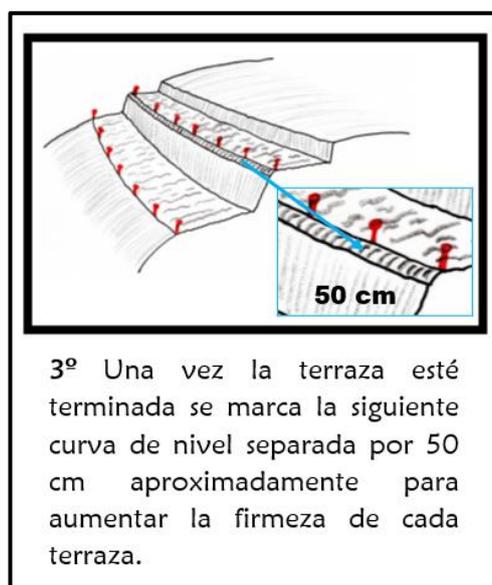
En el glosario están explicadas palabras o términos que podrían no ser comprendidas rápidamente por los productores.

### 5.3.2.1.6. Enlaces

En los enlaces se recomiendan videos o documentos que puedan servir de apoyo adicional para los procesos que debe realizar el productor.

### 5.3.2.1.7. Contraportada

En la contraportada va una breve descripción personal del autor junto con algunos métodos de contacto.



**Figura 15.** Estructura de los procesos descritos en el manual.

### 5.3.2.2. Impresión y distribución del manual

El documento final fue impreso en presentación de revista empleando recursos económicos propios.

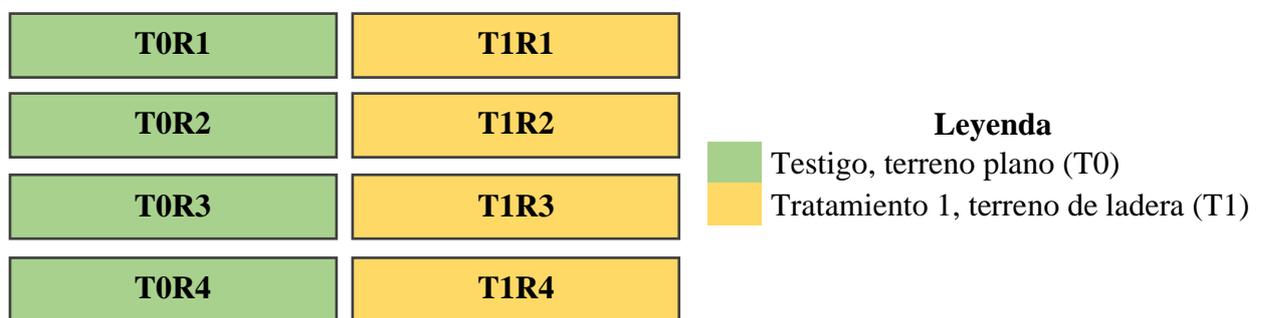
Para la distribución se contactó directamente con el GAD parroquial rural de Jimbilla con la finalidad de poner el manual a disposición de los productores de la parroquia, fueron proporcionados algunos ejemplares impresos y digital en formato .pdf para que pueda ser impreso y distribuido con total libertad.

### 5.3.3. Diseño Experimental

Para el primer objetivo específico fue necesario identificar al cultivo establecido en terreno de ladera y al del terreno plano como partes de un experimento, donde el propósito era determinar si es factible establecer un cultivo en un terreno de ladera aplicando técnicas ancestrales.

Al cultivo en terreno plano se lo catalogó como tratamiento testigo, pues se estableció en un terreno plano mediante técnicas convencionales y al cultivo en terreno de ladera como tratamiento 1, establecido mediante técnicas de agricultura ancestral. Cada tratamiento contó con 4 repeticiones, en el cultivo en terreno plano las repeticiones fueron cada una de las parcelas, mientras que para el cultivo en terreno de ladera las repeticiones fueron 4 de las 5 terrazas construidas, esto con el fin de comparar las mismas cantidades de repeticiones por tratamiento.

En cada parcela del terreno plano se establecieron 34 plantas, en las terrazas del terreno de ladera se establecieron una mayor cantidad de plantas por el tamaño de cada terraza, sin embargo, para el análisis también se tomaron en cuenta únicamente 34 plantas por terraza, dentro del experimento cada planta estaría catalogada como una unidad experimental.



**Figura 16.** Esquema del experimento. Los códigos T0 y T1 indican los tratamientos y R (R1-R4) las repeticiones.

Cada variable se analizó y comparó con 10 plantas de entre las 34, que fueron elegidas al azar.

#### **5.3.3.1. Número de tubérculos por planta**

De las 10 plantas de cada terraza y cada parcela se contó la cantidad de tubérculos por cada planta y se clasificó por el tamaño, diferenciando entre tubérculos para semilla con un tamaño menor a 2,5 cm de diámetro y tubérculos comerciales con un tamaño mayor a 2,5 cm de diámetro. El análisis se realizó de manera individual para tubérculos para semilla, tubérculos comerciales y el total de tubérculos entre semilla y comerciales.

Los criterios para la clasificación de los tubérculos se basaron en medir el tamaño de 20 tubérculos de ambas medidas de una cosecha ya clasificada de la misma variedad de papa realizada por los productores de la zona, clasificación que para realizarla se utiliza un instrumento conocido como zaranda que permite dividir la cosecha entre tubérculos para semilla y tubérculos comerciales.

#### **5.3.3.2. Peso de tubérculos por planta**

De las 10 plantas de cada terraza y cada parcela se pesaron los tubérculos por cada planta, posterior se determinó un promedio por terraza y por parcela con los que se realizó el análisis.

#### **5.3.3.3. Peso de tubérculos por terraza y parcela**

Se pesó la producción obtenida de cada parcela en el cultivo en plano y para el cultivo en terrazas se pesó la producción de las 34 plantas elegidas, de esta forma se compararon los resultados con una misma cantidad de plantas, realizando el análisis con los datos de las 4 terrazas y de las 4 parcelas.

#### **5.3.3.4. Rendimiento**

Se determinó un rendimiento por planta, para lo cual, fue necesario determinar el área ocupada por cada planta, calcular la cantidad de plantas que ocupan un metro cuadrado y con el promedio del peso por planta de cada terraza y parcela calcular el rendimiento en Kg/m<sup>2</sup> y por último calcular su equivalente en t/ha. Con el rendimiento de cada terraza y parcela se realizó el análisis estadístico.

De la misma forma se calculó el rendimiento de toda la producción, donde fue necesario el peso obtenido de ambos cultivos, el que se dividió para el área que corresponde a 40 m<sup>2</sup>.

#### **5.3.4. Análisis Estadístico**

Los datos tomados del campo fueron registrados y tabulados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel para su posterior análisis estadístico mediante el programa Infostat versión libre. Los datos fueron ingresados en el programa y sometidos a un análisis de comprobación

de supuesto de normalidad. Posterior se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA por sus siglas en inglés) aplicando una prueba de Tukey para determinar si existen, o no, diferencias significativas entre el cultivo establecido en terreno de ladera y el establecido en terreno plano, denominados como tratamientos.

Para el análisis de los resultados de la prueba de Tukey las hipótesis planteadas fueron:

Hipótesis nula: no hay diferencias estadísticamente significativas entre cultivar en un terreno plano con técnicas comunes vs cultivar en una ladera con técnicas ancestrales.

Hipótesis alternativa: sí hay diferencias estadísticamente significativas entre cultivar en un terreno plano con técnicas comunes vs cultivar en una ladera con técnicas ancestrales.

## 6. Resultados

Como resultado por la construcción de terrazas en el terreno de ladera se obtuvo un área total de 112,4 m<sup>2</sup>, en la tabla 4 se muestra el área individual de cada terraza.

<b>Áreas de Terrazas</b>	
<b>Terraza</b>	<b>Área</b>
Terraza 1	25,68 m <sup>2</sup>
Terraza 2	23,20 m <sup>2</sup>
Terraza 3	21,76 m <sup>2</sup>
Terraza 4	20,32 m <sup>2</sup>
Terraza 5	21,44 m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>112,4 m<sup>2</sup></b>

**Tabla 4.** Áreas de cada terraza y área total.

### 6.1. Resultados del primer objetivo específico

#### 6.1.1. Número de tubérculos por Planta

##### 6.1.1.1. Número de tubérculos para semilla

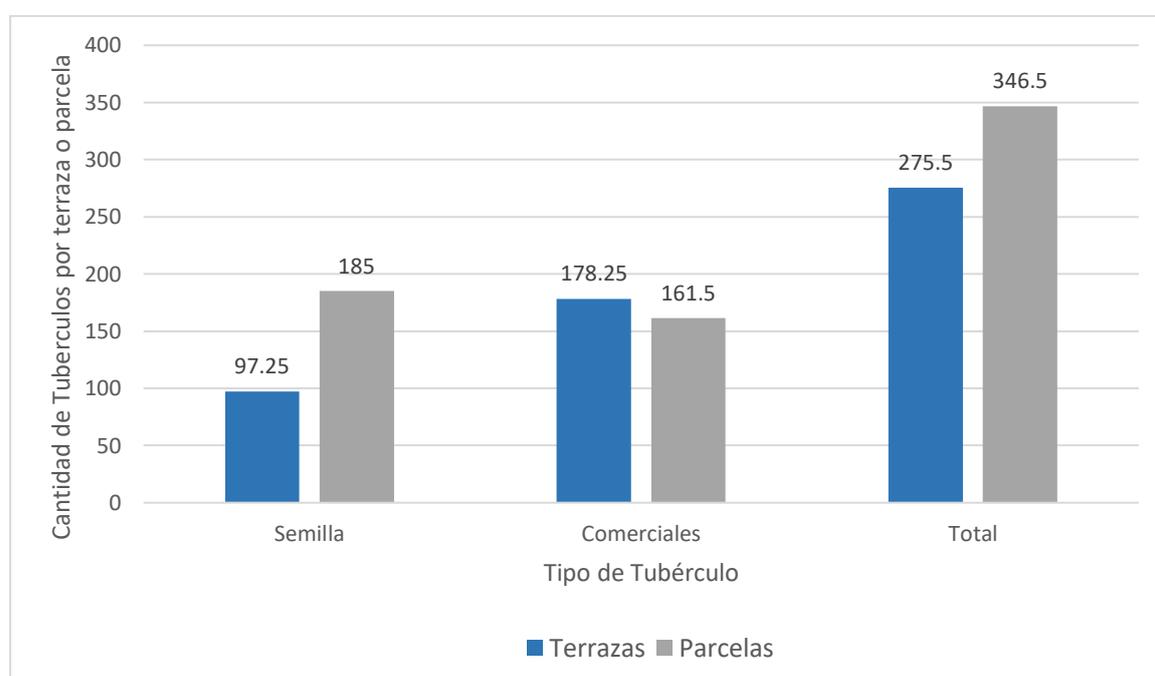
Al finalizar el estudio se pudo determinar que, si existe una diferencia significativa entre el número de tubérculos para semilla producidos en el terreno plano, con respecto al número producido en el terreno de ladera (anexo 14). La media de tubérculos para semilla entre las 4 parcelas del terreno plano fue de 185, a diferencia de los 97,25 tubérculos para semilla de las 4 terrazas en el terreno de ladera (figura 17).

### 6.1.1.2. Número de tubérculos comerciales

En cuanto al número de tubérculos comerciales se pudo determinar que, no existe una diferencia significativa entre el número de tubérculos comerciales producidos en el terreno plano, con respecto al número producido en el terreno de ladera (anexo 14). La media de tubérculos comerciales entre las 4 parcelas del terreno plano fue de 161,5 a diferencia de los 178,25 tubérculos para semilla de las 4 terrazas en el terreno de ladera (figura 17).

### 6.1.1.3. Total de tubérculos entre semillas y comerciales

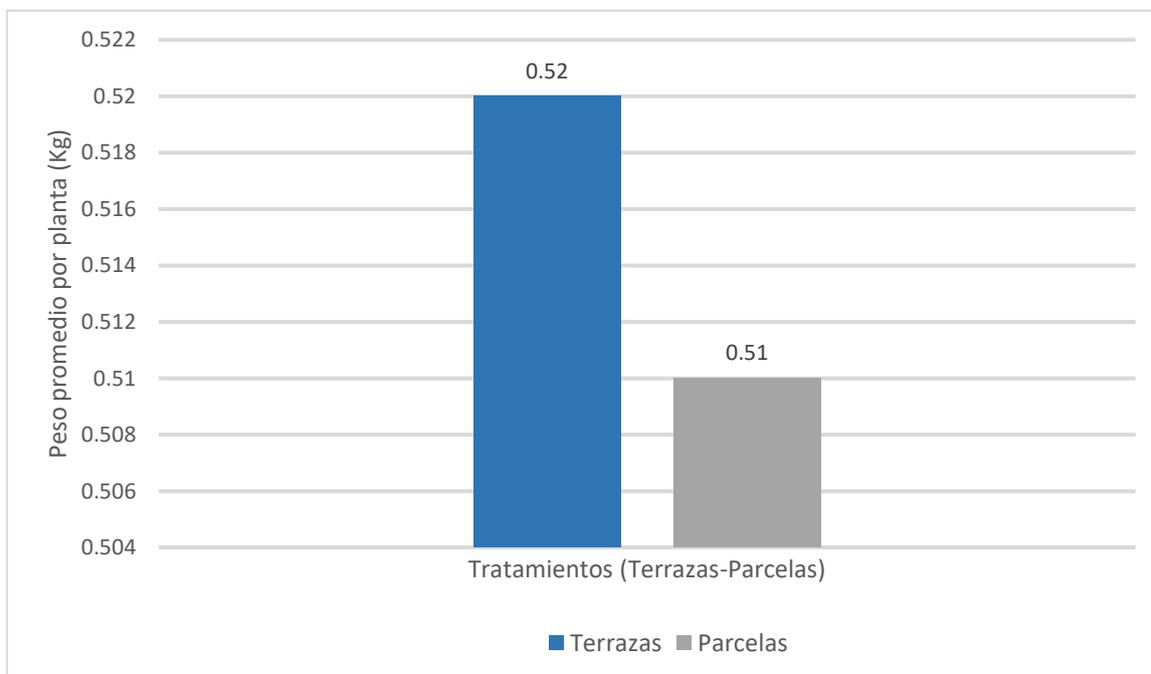
En el total de tubérculos, si existe una diferencia significativa entre el número de tubérculos producidos en el terreno plano, con respecto al número producido en el terreno de ladera (anexo 14). La media de tubérculos entre las 4 parcelas del terreno plano fue de 346,5 a diferencia de la media de 275,5 tubérculos de las 4 terrazas en el terreno de ladera (figura 17).



**Figura 17.** Esquema comparativo entre la cantidad obtenida de tubérculos comerciales, tubérculos para semilla y el total entre ambos.

### 6.1.2. Peso de tubérculos por planta

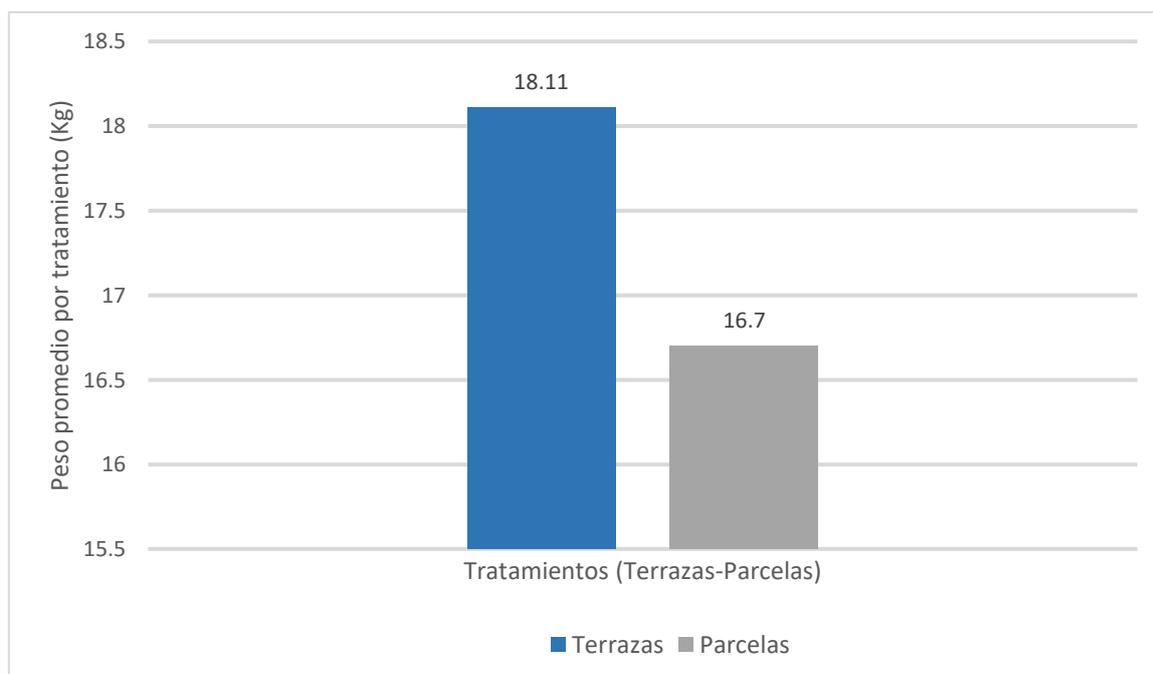
En el peso de tubérculos por planta no existe una diferencia significativa entre el peso de tubérculos por planta producidos en el terreno plano, con respecto al peso de tubérculos por planta producido en el terreno de ladera (anexo 14). La media del peso de tubérculos por planta entre las 4 parcelas del terreno plano fue de 0,51 Kg a diferencia de los 0,52 Kg por planta de las 4 terrazas en el terreno de ladera (figura 18).



**Figura 18.** Esquema comparativo entre el peso promedio por planta de las 4 terrazas y 4 parcelas.

### 6.1.3. Peso de tubérculos por terraza y parcela

Entre el peso promedio de los tubérculos de las 4 terrazas y 4 parcelas no existe una diferencia significativa (anexo 14). La media de tubérculos entre las 4 parcelas del terreno plano fue de 16,7 Kg a diferencia de los 18,11 Kg de las 4 terrazas en el terreno de ladera (figura 19.)

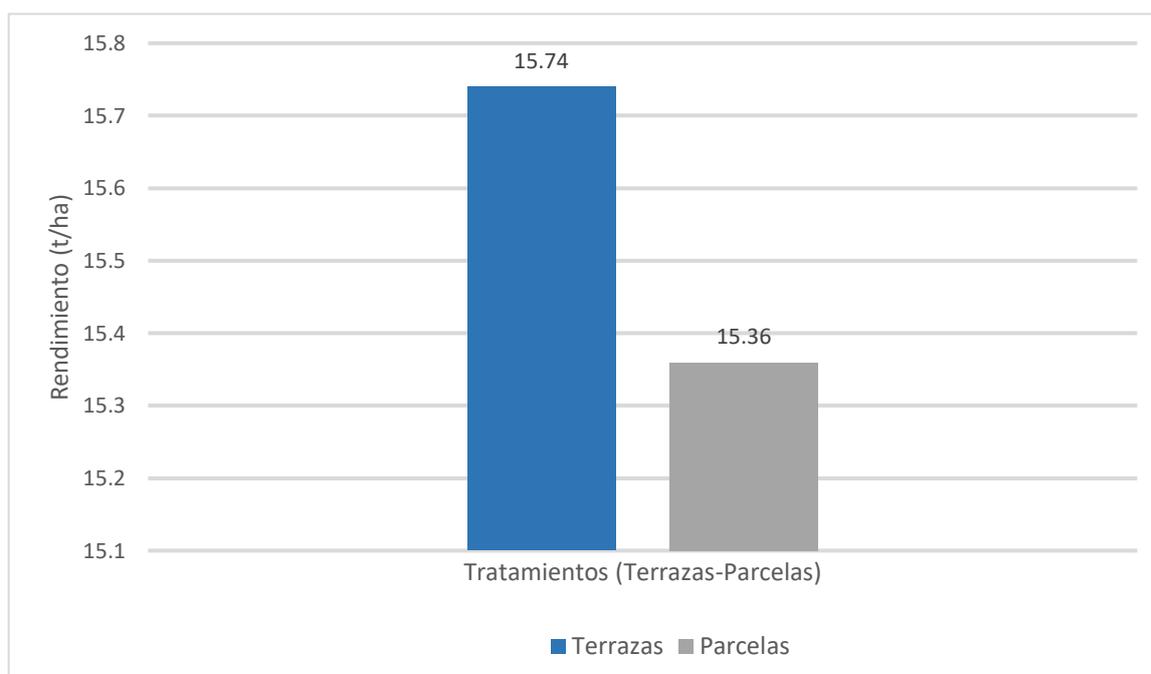


**Figura 19.** Esquema comparativo entre el peso promedio por tratamiento de las 4 terrazas y 4 parcelas.

#### 6.1.4. Rendimiento

En el análisis del rendimiento se determinó que no existe una diferencia significativa entre el rendimiento obtenido en el cultivo establecido en el terreno plano y el rendimiento obtenido en el cultivo establecido en el terreno de ladera (anexo 14). La media del rendimiento obtenido del cultivo establecido en el terreno plano fue de 15,36 t/ha a diferencia de las 15,74 t/ha del cultivo establecido en el terreno de ladera.

En el rendimiento calculado por toda el área cultivada que corresponde a 40 m<sup>2</sup>, se obtuvo un rendimiento de 1,81 Kg/m<sup>2</sup> o 18,11 t/ha para el cultivo en terreno de ladera y 1,67 Kg/m<sup>2</sup> o 16,7 t/ha para el cultivo en terreno plano.



**Figura 20.** Esquema comparativo entre el rendimiento obtenido entre los cultivos establecidos en el terreno plano y en el terreno de ladera.

#### 6.2. Resultados del segundo objetivo específico

El manual consta de 26 páginas donde se describe un proceso a seguir para la construcción de terrazas de cultivo, recetas de insecticidas y fungicidas orgánicos, su proceso de elaboración y dosis de aplicación, marcos de plantación sugeridos para algunos de los cultivos que el autor consideró como más populares de las zonas rurales del cantón Loja, un método de análisis cultural para el pH y textura de suelo, un glosario y enlaces a videos explicativos para reforzar lo explicado en el manual, así como una portada, contraportada, índice e introducción, en el anexo 15 se encuentra el manual completo.

Se contactó con la Ing. Karina Cobos (Figura 21) vocal del GAD Parroquial Rural de Jimbilla para la difusión del manual hacia los productores. El manual fue difundido mediante una charla directa con los productores en la que participaron el presidente del GAD parroquial, el técnico a cargo de los proyectos productivos de la parroquia y el autor del manual, en la charla se concluyó que se elaborará un cultivo demostrativo basado en el manual elaborado, donde los productores interesados puedan apreciar los beneficios de establecer un cultivo en ladera mediante la aplicación de técnicas de agricultura ancestral.



**Figura 21.** Entrega del manual a la Ing. Karina Cobos vocal del GAD parroquial de Jimbilla, para su difusión en la parroquia Jimbilla.

## 7. Discusión

Las técnicas de agricultura ancestral permitieron darle un uso agrícola a un terreno de ladera donde practicar agricultura suponía un gran reto para cualquier productor, la construcción de terrazas trajo grandes beneficios directos, como un aprovechamiento más eficiente de los nutrientes por parte de las plantas, el obtener un área plana cultivable con suelo de excelente calidad o el evitar la pérdida de nutrientes del suelo por efectos negativos que pueden afectar a una ladera como la erosión provocada por lluvia o viento. Autores como Pérez & Juan Pérez, (2018), en un estudio realizado en Calixtlahuaca donde se caracterizó el sistema de terrazas del cerro Tenismo, concluyeron que estas estructuras son un sistema importante que contribuye a la conservación de las laderas, también que su manejo realizado por los campesinos posee características agroecológicas que contribuyen a la preservación del ambiente.

En la actualidad la agricultura a gran escala promueve una explotación intensiva al suelo poniendo en riesgo su sostenibilidad a largo plazo (León y Acevedo, 2002). Gallagher et al., (2017) en su estudio en la región de Illangama de Ecuador determinaron que la productividad de un cultivo tiende a ser mayor en parcelas donde los residuos del cultivo y la cobertura se retuvieron en el campo y en general, las prácticas agrícolas de conservación mostraron una promesa agronómica considerable para los sistemas de cultivo. Con la aplicación de técnicas ancestrales se obtuvo una producción de gran calidad donde el suelo recibió un mínimo desgaste constatando que el rescate y uso de técnicas de agricultura ancestrales prometen una agricultura sostenible.

Si bien es cierto que las prácticas de agricultura alternativa aún se mantienen en la actualidad en muchos casos donde pueden ser aplicadas no lo son o suelen ser aplicadas de una manera deficiente, autores como Pomboza Tamaquiza et al., (2017) concluyeron que las prácticas ancestrales están en riesgo de desaparecer y que necesitan ser comprendidas y revalorizadas por las nuevas generaciones de campesinos, así como técnicos de programas de transferencia de tecnología para lograr una agricultura más sostenible. Razón por la que se planteó una difusión de prácticas ancestrales que puedan ser comprendidas y aplicadas de manera simple por los productores, esto conseguido con la elaboración y difusión de un manual detallando las practicas aprendidas y utilizadas en el proyecto.

En el cultivo en terrazas el rendimiento obtenido fue de 18,11 t/ha en comparación de las 16,7 t/ha del cultivo en terreno plano, mostrando una leve diferencia a favor del cultivo establecido en terrazas. Este rendimiento es un tanto mayor al promedio de la producción de papa en Ecuador durante el año 2021, donde los datos publicados por el MAG mediante el SIPA reflejan que el rendimiento promedio fue de 12,82 t/ha. Seminario et al., (2018) en su estudio donde evaluaron cultivares tradicionales, amarillos y precoces, de la región Cajamarca, Perú, obtuvieron un rendimiento de 23,3 t/ha para el cultivo de papa variedad chaucha amarilla redonda, mostrando un rendimiento mayor al encontrado en el presente proyecto.

Seminario et al., (2018) para clasificar los tubérculos de su producción utilizaron una clasificación colombiana, donde los tubérculos se diferencian por su diámetro en tres categorías: primera  $> 4$  cm, segunda 2-4 cm de diámetro y tercera  $< 2$  cm (tubérculos comerciales = tubérculos de primera + tubérculos de segunda). Para comparar los resultados obtenidos en la cantidad de tubérculos para semilla, comerciales y el total entre ambos del presente estudio, con los de Seminario et al., (2018) se elaboró un gráfico que representa las

proporciones en porcentajes de tubérculos para semilla y comerciales por cada terraza y parcela, mismo que se puede observar en el anexo 13. En su estudio encontraron que la proporción de tubérculos comerciales (primera + segunda) para 15 variedades de papa pertenecientes al grupo phureja mostró una variación entre el 52% y el 89% y un promedio de  $76\% \pm 10\%$ . valores que se asemejan a los encontrados en la producción obtenida del cultivo en terrazas, lo contrario a la encontrada en el cultivo en terreno plano. Para la variedad chaucha redonda el porcentaje de tubérculos comerciales obtenido por Seminario et al., (2018) fue de 80 %, lo que marca una diferencia un tanto considerable en comparación con lo obtenido en el presente estudio. En el anexo 13 también se puede observar que el porcentaje de tubérculos comerciales es superior al de tubérculos para semilla dentro de la producción obtenida en el cultivo en terrazas, por otro lado, en el cultivo en terreno plano muestra que es mayor el porcentaje de tubérculos para semilla que el de tubérculos comerciales.

El peso promedio por planta obtenido del cultivo establecido en terrazas fue de 0,52 Kg y del cultivo establecido en parcelas se obtuvo un peso promedio de 0,51 Kg por planta. Seminario et al., (2018) en su estudio obtuvieron un promedio de 0,64 Kg por planta en 15 variedades de papa del grupo phureja y para la variedad chaucha amarilla un promedio de 0,82 Kg por planta, valores relativamente similares a los obtenidos en el presente proyecto.

## **8. Conclusiones**

La entrega del manual a los productores mediante el GAD parroquial rural de Jimbilla permitió una difusión más rápida, donde además se pudo brindar una alternativa para un proyecto productivo que beneficie a los productores de la parroquia.

La construcción de terrazas es una alternativa muy eficiente para realizar agricultura en terrenos de ladera, pues se obtiene un área plana con un suelo de gran calidad dentro de un terreno con un valor de pendiente alto, reduciendo significativamente el nivel de dificultad al realizar las labores agrícolas al establecer algún cultivo.

En la producción obtenida entre el cultivo establecido en terrazas y la obtenida en terreno plano no existió una diferencia estadísticamente significativa, sin embargo, si existió una diferencia entre el número de tubérculos para semilla siendo mayor la cantidad presente en el cultivo en terreno plano, por consiguiente, se puede decir que la producción del cultivo en terrazas presentó una mejor calidad y cantidad de tubérculos destinados a comercializar.

## 9. Recomendaciones

Las técnicas de agricultura ancestral poseen una gran cantidad de temas de investigación que pueden aportar a una agricultura más sostenible, se recomienda establecer proyectos que busquen fomentar el uso de estas técnicas con vistas a favorecer a los pequeños medianos y grandes productores, aprovechando el gran potencial productivo que estas poseen.

Al finalizar el proyecto surgió una nueva hipótesis sobre la posibilidad de mejorar el rendimiento del cultivo de papa variedad chaucha por lo que se recomienda ampliar los análisis hacia los requerimientos y controles que el cultivo necesita.

El uso de plaguicidas orgánicos es una opción muy viable para una agricultura menos contaminante, es recomendado analizar las dosis que permitan obtener resultados más eficientes al momento de realizar controles de plagas.

Las terrazas tienen un gran potencial para el buen aprovechamiento del suelo, se recomienda darles un mantenimiento constante en caso de ya haber sido construidas y si se plantea construirlas es importante crear muros que contenga cada terraza y evitar derrumbes.

Se considera que el manual planteado en el proyecto puede aportar una buena información para establecer cultivos en laderas mediante la construcción de terrazas buscando alternativas para una agricultura más sostenible, algunas de las prácticas que se presentan pueden ser aplicadas en cultivos de terreno plano, se recomienda ampliar la información que en él se encuentra, utilizando como base las prácticas que se mencionan.

Para establecer el cultivo de papa en las terrazas fue necesario alejar las plantas de los bordes aproximadamente 20 cm, por lo que se perdió parte de la superficie construida, por lo que se plantea la hipótesis que se podría obtener mejores beneficios si se establecieran cultivos que ocupen un marco de plantación más corto como frejol u hortalizas, recomendado realizar estudios con este tipo de cultivos.

## 10. Bibliografía

Calderón, A. (1988). Enfermedades de la papa y su control. 2 ed. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 143 p.

Cañar, M. (2012). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL (PDOT) PARA LA PARROQUIA JIMBILLA, PERTENECIENTE AL CANTÓN LOJA* [(Tesis

Ingeniero en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial, Universidad Nacional de Loja) Repositorio Institucional - Universidad Nacional de Loja].

file:///C:/Users/user/Downloads/Ca%C3%B1ar%20Mu%C3%B1oz,%20Maribel%20Elizabeth.pdf

EMMOP (Empresa Metropolitana de Mantenimiento y Obras Públicas, Ec.). (2011). Indices de desastres naturales en la ciudad de Quito. Quito, EC. Diario El Quiteño. No 11. 2011. P. 12-13

Franco, J. (2002). El cultivo de la papa en Guatemala. Ministerio de Agricultura. p.145.

Gallagher, R. S., Stehouwer, R. C., Barrera Mosquera, V. H., Alvarado Ochoa, S. P., Escudero López, L. O., Valverde, F., Portilla, A., Webber, K., & Domínguez Andrade, J. M. (2017). Rendimiento y remoción de nutrientes en sistemas de cultivo de agricultura de conservación basados en papa en la región andina de gran altitud de Ecuador. *Revista Agronomía*, 109(5), 1836-1848.  
<https://doi.org/10.2134/agronj2016.11.0635>

Gonzalez, V., & Pomares, F. (2008). La fertilizacion y el balance de nutrientes en sistemas agoecologicos. Valencia.

Guerra, D., Guardado, I., Garcia, J., Garcia, F. G., & Gomez, J. (2016). Sistemas de Riego por Gravedad. Catacamas.

José Arroyave. (2002). Prácticas adecuadas para la conservación de suelo y agua en terrenos de laderas en Manabí, Ecuador.

León-Duran, M.V., Acevedo-Osorio, A. 2021. Sostenibilidad del manejo del suelo en procesos productivos de transición agroecológica. *Ecosistemas* 30(2): 2061.  
<https://doi.org/10.7818/ECOS.2061>

Loyola, J. (2016). Conocimientos y prácticas ancestrales y tradicionales fortalecen la sustentabilidad de los sistemas hortícolas de la parroquia de San Joaquín. Cuenca.

- Marco Molina, J. A., & Morales Gil, A. (1995). Terrazas de cultivo abandonadas en el sureste peninsular: Aspectos evolutivos. *Investigaciones Geográficas*, 13, 81.  
<https://doi.org/10.14198/INGEO1995.13.08>
- Martinez, S. (2015). Conjunto Tecnológico para la Producción de Sandía. Mayagüez.
- Mitzin & Ortiz. (2017) “Identificación de CYP707 en la Síntesis de ABA Involucrada en la Respuesta por Estrés Hídrico en un Cultivo de PAPA Criolla (*solanum tuberosum* grupo phureja) Irradiada con Cobalt 60 Ubicado en el Municipio de Rosl, Finca el Pino KM 16 Via Suvachoque, Cundinamarca,” Bogotá, Colombia.
- Pérez, J. M., & Juan Pérez, J. (2018). Agricultura de terrazas en el cerro Tenismo, Toluca, México. 32.
- Pomboza Tamaquiza, P. P., Paucar, D., Cruz Tobar, S. E., Núñez Torres, O. P., & Velástegui Espín, G. P. (2017). Prácticas ancestrales en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) de dos comunidades rurales del Tungurahua, provincia de Ecuador. *Acta Agronómica*, 66(2), 157-163. <https://doi.org/10.15446/acag.v66n2.58895>
- Portilla Farfán, F., (2003). *LA LUCHA CONTRA LAS PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LOS CULTIVOS Y LA CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE. Universitas-XXI, Revista de Ciencias Sociales y Humanas*, (3), 159-178.
- Pourrut, L. (1998). Los climas del Ecuador: fundamentos explicativos. Documentos de Investigación N° 4. Centro ecuatoriano de Información Geográfica y ORSTOM.
- Pumisacho, M.; Sherwolds, H. (2002). El cultivo de papa en el Ecuador. Santa Catalina, Quito, Ecuador. Pp. 55,56.
- Rondon, S., Castillo Carrillo, C., Cuesta, X., Navarro, P., & Bravo, I. (2022). *Producción de papa latinoamericana* (pp. 317-330). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821237-0.00019-6>

Schoijet, M. (2005). Población y producción de alimentos. Tendencias recientes. Xochimilco.

obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-70362005000200009](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362005000200009)

U.S.D.A. (1977). National Soil Survey Manual.

Villafuerte, O. (2008). Requerimientos edafoclimáticos de la papa. En línea. Consultado 18 de Mayo del 2012. Disponible en [http://www.agroancash.gob.pe/public/articulos/aip2008/temas/req\\_edafoclimaticos.htm](http://www.agroancash.gob.pe/public/articulos/aip2008/temas/req_edafoclimaticos.htm).

## 11. Anexos

**Anexo 1.** Cantidad de tubérculos en total, semillas y comerciales por cada terraza y parcela.

<b>Cantidad de tubérculos por terraza y parcela</b>							
<b>Tubérculos por Terraza</b>				<b>Tubérculos por Parcela</b>			
<b>#Terraza</b>	<b>Semillas</b>	<b>Comerciales</b>	<b>Total</b>	<b>#Parcela</b>	<b>Semillas</b>	<b>Comerciales</b>	<b>Total</b>
<b>1</b>	64	158	222	<b>1</b>	190	170	360
<b>2</b>	77	172	249	<b>2</b>	179	161	340
<b>3</b>	116	188	304	<b>3</b>	196	148	344
<b>4</b>	132	195	327	<b>4</b>	175	167	342

**Anexo 2.** Peso promedio por plantas de cada terraza y parcela.

<b>Peso promedio de tubérculos</b>			
<b>Peso de tubérculos por terraza</b>		<b>Peso de tubérculos por parcela</b>	
<b># Terraza</b>	<b>Peso promedio por plantas</b>	<b># Parcela</b>	<b>Peso promedio por plantas</b>
<b>1</b>	1.12	1	1.06
<b>2</b>	1.12	2	1.11
<b>3</b>	1.12	3	1.13
<b>4</b>	1.22	4	1.17

**Anexo 3.** Peso total de cada parcela y terraza.

<b>Peso de tubérculos por parcela y terraza</b>			
<b>Terrazas</b>		<b>Parcelas</b>	
# Terraza	Peso	# Parcela	Peso
1	42.1	1	36.1
2	39.1	2	37.7
3	41.4	3	42.2
4	45.9	4	40.1

**Anexo 4.** Terreno elegido previo a la intervención.



**Anexo 5.** Eliminación de especies



**Anexo 6.** Toma de datos para el cálculo del valor de la pendiente.



**Anexo 7.** Semilla elegida para el proyecto.



**Anexo 8.** Siembra en las terrazas.



**Anexo 9.** Parcelas en el terreno plano.



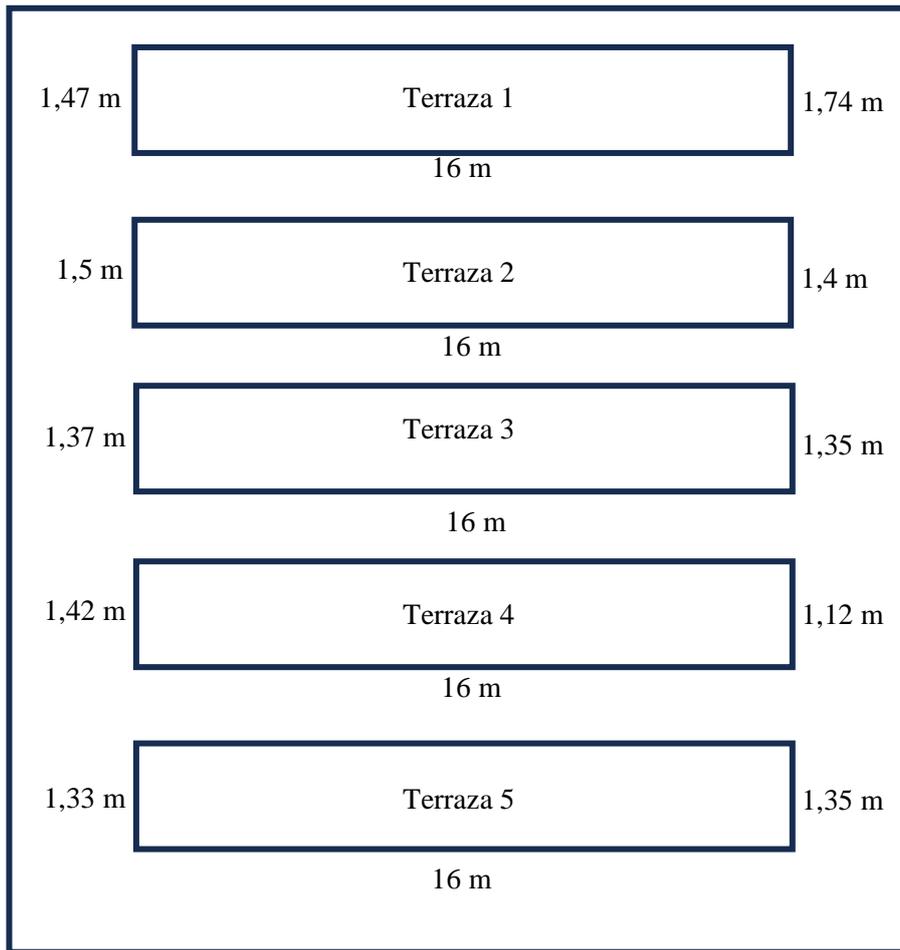
**Anexo 10.** Aplicación de insecticida al cultivo en terrazas.



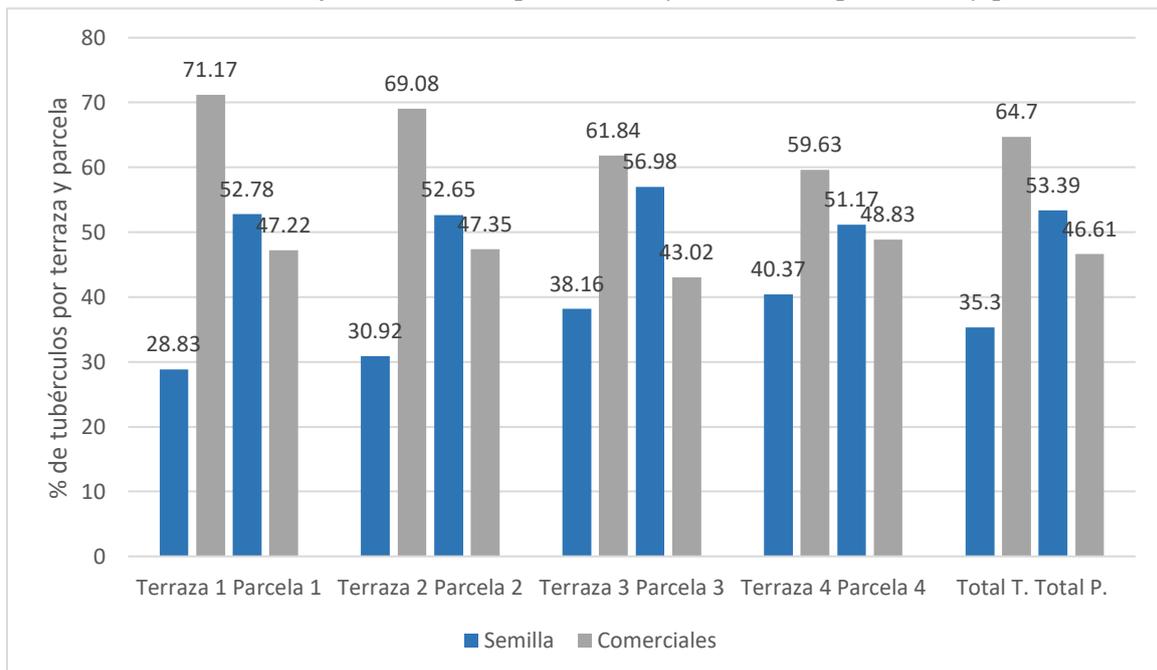
**Anexo 11.** Cosecha del cultivo.



**Anexo 12.** Dimensiones individuales de cada terraza, obtenidas tras la construcción.



**Anexo 13.** Porcentaje de tubérculos para semilla y comerciales por terraza y parcela.

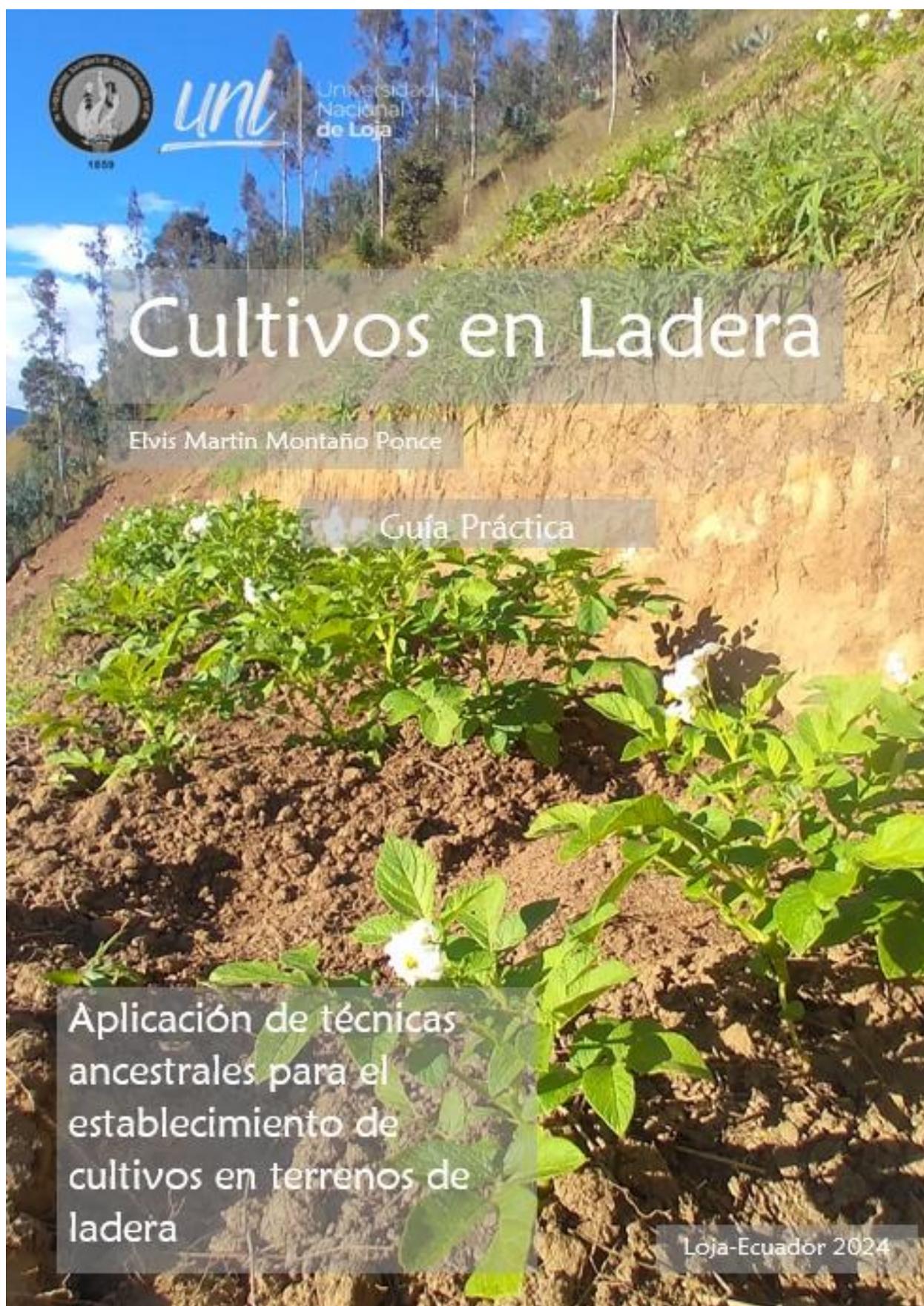


**Anexo 14.** Resultados del análisis entre el cultivo del terreno plano con el cultivo en ladera.

<b>Tratamientos</b>	<b>Tubérculos semilla</b>	<b>Tubérculos comerciales</b>	<b>Total tubérculos</b>	<b>Peso por planta</b>	<b>Peso parcela- terraza</b>	<b>Rendimiento</b>
<b>T0 (cultivo en terreno plano)</b>	185 a	161,25 a	346,5 a	0,51 a	16,7 a	15,36 a
<b>T1 (cultivo en ladera)</b>	97,25 b	178,25 a	275,5 b	0,52 a	18,11 a	15,74 a

Las letras iguales en sentido vertical no expresan diferencia estadística significativa mediante la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); los valores son las medias de 4 repeticiones (las 4 terrazas y 4 parcelas).

Anexo 15. Manual completo, resultado del segundo objetivo específico.



# Índice

1. Introducción .....	3
2. Descripción de Procesos .....	4
2.1. Construcción de terrazas .....	4
2.1.1. Trazado de las curvas de nivel.....	4
2.1.1.1. Fabricación y calibración de un agronivel en A .....	4
2.1.2. Construcción de terrazas.....	7
2.1.3 Colocación de capa arable .....	8
2.1.4. Colocación de Abono.....	9
2.2. Siembra.....	10
2.3. Control de plagas y enfermedades .....	14
2.3.1. Insectos .....	14
2.3.2. Hongos.....	15
2.4. Análisis de Suelo .....	16
2.4.1. Análisis de Textura .....	16
2.4.1.1. Materiales necesarios para el experimento.....	16
2.4.1.2. Procedimiento a seguir .....	17
Realice su propio Análisis .....	21
2.4.2. Análisis de pH.....	22
2.4.2.1. Materiales necesarios para el experimento.....	22
2.4.2.2. Procedimiento a seguir .....	23
2.4.2.3. Recomendaciones para corregir el pH del suelo .....	24
-Suelo Ácido .....	24
-Suelo Alcalino .....	24
2.5. Riego .....	25
3. Glosario.....	26
3. Enlaces .....	26

## 1. Introducción

Los terrenos de la provincia de Loja y en mayor parte de sus cantones orientales se caracterizan por poseer un alto nivel de irregularidad en su pendiente. La alta extensión de terrenos de este tipo sin ocupar fue la inspiración que dio como resultado el aplicar técnicas de agricultura ancestrales y la creación de un manual para proporcionar una fuente de información y brindar una alternativa para el uso agrícola en ese tipo de terrenos, aprovechando el gran potencial que tienen las técnicas agrícolas de las culturas autóctonas de las regiones andinas que permitieron dar alimento durante mucho tiempo en lugares donde establecer cultivos era casi imposible.

La principal técnica ancestral a tener en cuenta es la construcción de terrazas que consiste en crear superficies planas en terrenos empinados conocidos como laderas, empleando herramientas clásicas o maquinaria especializada para el trabajo, mediante estas estructuras se consigue cultivar en superficies planas dentro de una ladera, consiguiendo un uso más eficiente del suelo evitando efectos negativos como la erosión hídrica o la lixiviación de nutrientes y facilitando las labores agrícolas desde la siembra hasta la cosecha.

En el presente folleto están detalladas las actividades a realizar para la construcción de terrazas de cultivo, junto con recomendaciones para el marco de plantación de algunos cultivos comunes en los sectores rurales del cantón Loja, recetas de plaguicidas y abonos orgánicos. Toda la información presentada se basó en aprendizaje obtenido como estudiante de Agronomía y parte del conocimiento de algunos productores de la parroquia Jimbilla.

## 2. Descripción de Procesos

### 2.1. Construcción de terrazas

#### 2.1.1. Trazado de las curvas de nivel

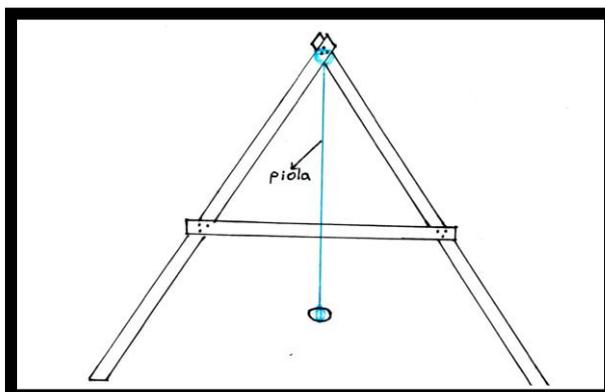
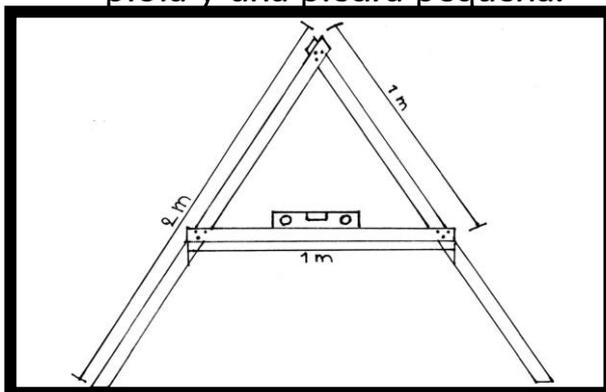
Las curvas de nivel sirven de guía para la construcción de las terrazas, consisten en líneas rectas marcadas en el suelo que permiten que las terrazas sean completamente planas.

Para la delimitación de cada una de las curvas de nivel se puede emplear un instrumento conocido como agronivel en A, su proceso de fabricación y calibración se muestran a continuación.

##### 2.1.1.1. Fabricación y calibración de un agronivel en A

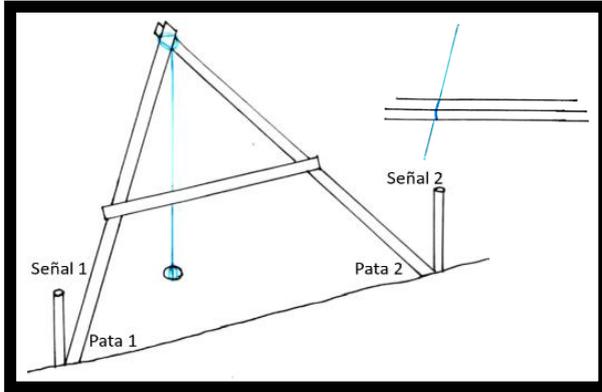
El Agronivel en A es un instrumento que consiste en 3 listones que unidos forman una estructura semejante a la letra A, para su construcción se puede seguir el siguiente proceso:

- Los materiales a emplearse son: dos listones de 2 m de largo y uno de 1 m, martillo, serrucho, clavos, flexómetro, nivel de albañilería, piola y una piedra pequeña.

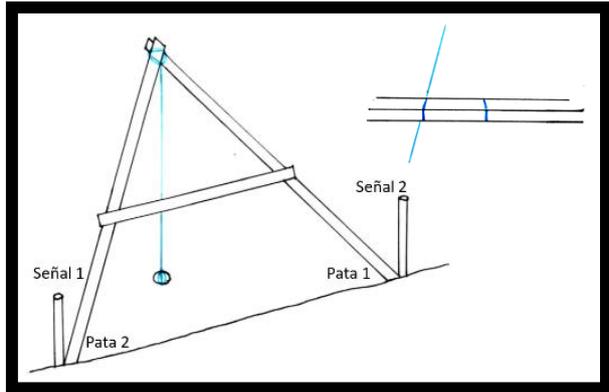


1º Colocar y clavar los listones como se muestra en la figura, las dimensiones que se muestran no son obligatorias, pero se las recomiendan para facilitar mediciones posteriores. Es importante que el listón transversal esté recto, para conseguirlo se utiliza el nivel de albañilería.

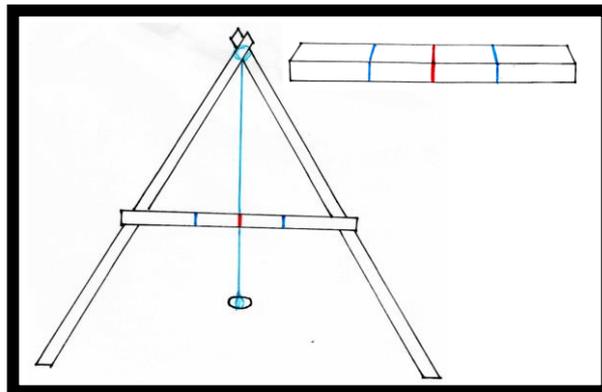
2º En la parte superior del agronivel se debe amarrar una piola con el largo suficiente para que sobrepase el listón transversal pero que no toque el suelo y en el extremo inferior amarrar una piedra con el peso suficiente para que la piola se tiemple.



3º Para poder usar el agronivel es necesario calibrarlo. Se debe colocar el instrumento sobre un terreno ligeramente inclinado, en los puntos donde se ubican las patas en el suelo colocar una señal y utilizando la guía de la piola se raya una línea sobre el listón transversal.

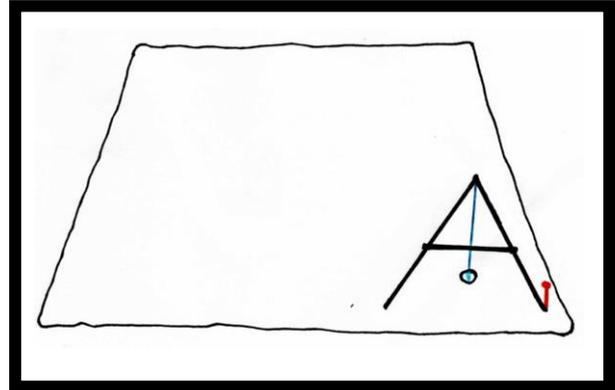
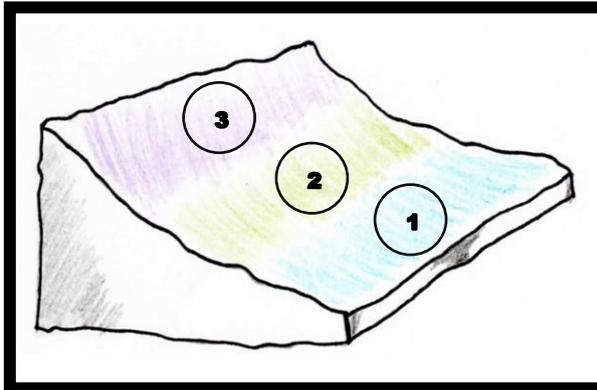


4º Invertir las patas del agronivel en las señales puestas anteriormente y rayar una segunda línea sobre el listón transversal donde marque la piola.



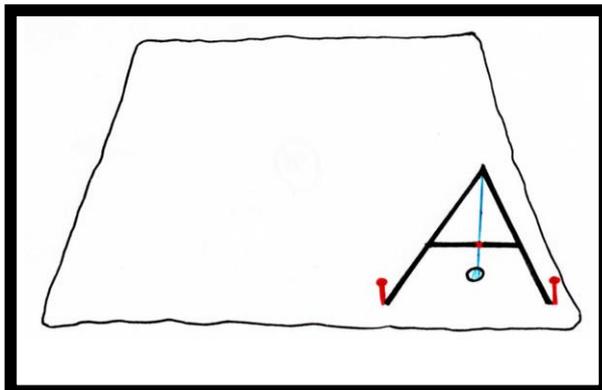
5º Por último medir la distancia entre las dos líneas y marcar una tercera línea en la mitad. Cuando la piola esté sobre la línea de en medio los puntos sobre el suelo donde se ubiquen las patas del agronivel estarán nivelados.

Con el agronivel listo se puede trazar las curvas de nivel, el proceso se describe a continuación.

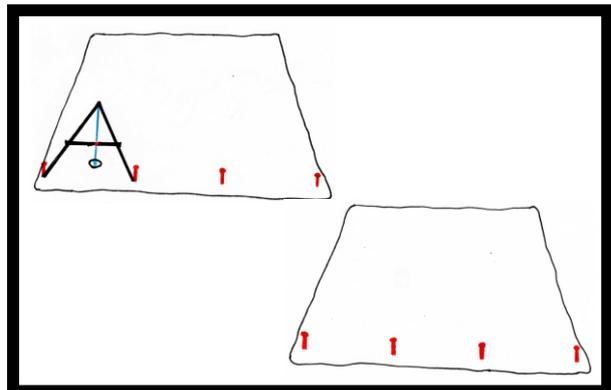


1º Una vez elegida la ladera se debe tener en cuenta que las terrazas se deben construir desde la parte baja hasta la más alta de manera horizontal, de tal forma que se creen superficies planas a través de la ladera.

2º Se debe elegir un punto inicial para la primera curva de nivel, es recomendado que esté en la parte más baja que se pueda para aprovechar la mayor cantidad de terreno, en el punto elegido colocar una de las patas del agronivel junto con una señal, se recomienda una estaca.



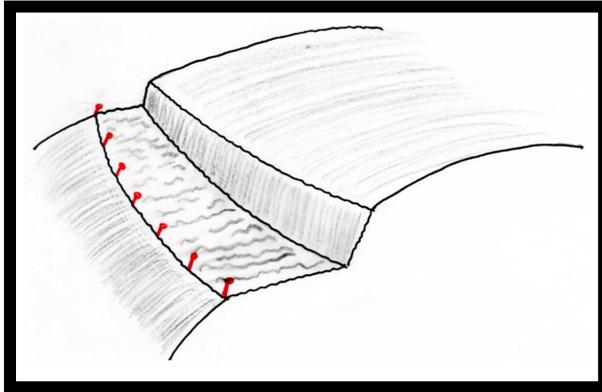
3º Se debe colocar una segunda señal en la segunda pata del agronivel una vez el agronivel esté nivelado, para esto se debe mover la segunda pata hasta que la piola esté sobre la línea del centro del listón transversal.



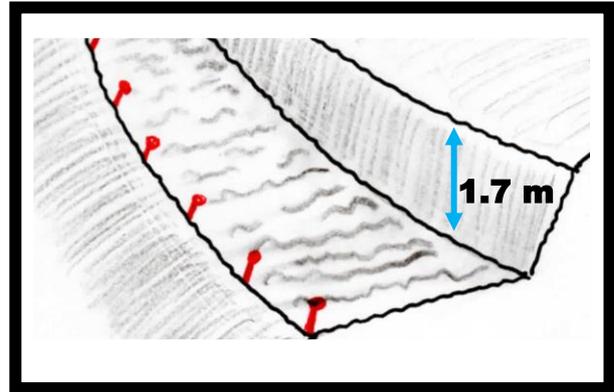
4º El proceso anterior se debe repetir hasta completar toda la curva de nivel a lo largo de la ladera, el resultado es una línea guía para la construcción de la terraza, solo se debe realizar una y construir la terraza, luego realizar la segunda curva y construir la segunda terraza y así sucesivamente.

## 2.1.2. Construcción de terrazas

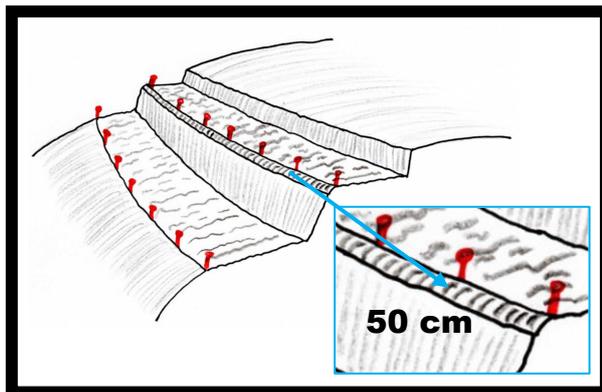
El proceso que se describe para la construcción de terrazas es a mano utilizando herramientas clásicas como pico, barreta y pala, sin embargo, según el autor se puede construir terrazas con una mini retroexcavadora para facilitar las labores y acelerar el proceso.



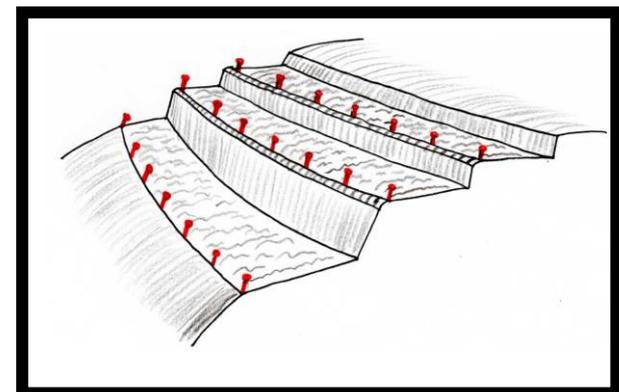
1º Con las curvas de nivel se procede a cavar convirtiendo la línea guía en la base de la terraza.



2º Al cavar la terraza se creará una pared, se recomienda que su altura no supere un metro con setenta centímetros aproximadamente, para evitar derrumbes.



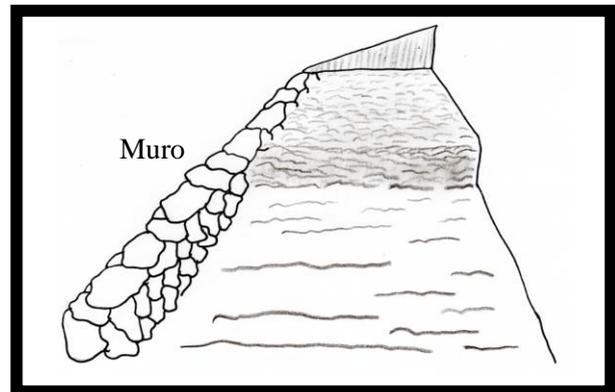
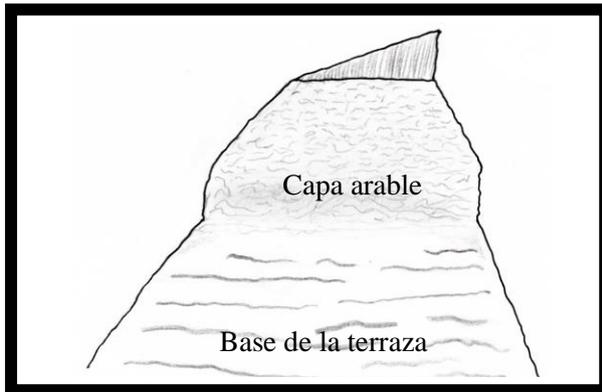
3º Una vez la terraza esté terminada se marca la siguiente curva de nivel separada por 50 cm aproximadamente para aumentar la firmeza de cada terraza.



4º El proceso se repite hasta terminar de construir todas las terrazas que se puedan dentro de la ladera

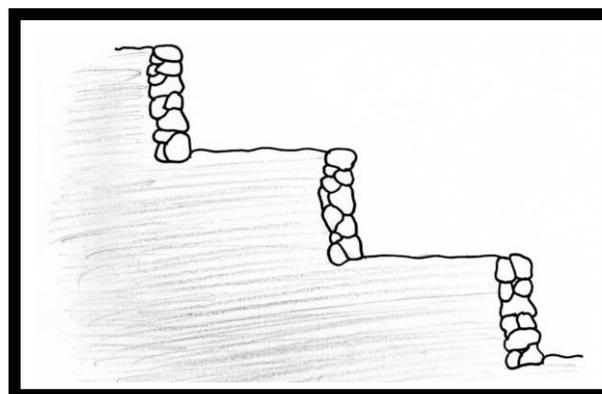
### 2.1.3 Colocación de capa arable

Con las terrazas terminadas se obtiene gran cantidad de superficie para cultivar, sin embargo, se necesita una capa de tierra fértil para los cultivos, se recomienda una capa de 40 a 50 cm aproximadamente, para incorporar la capa de tierra fértil se recomienda seguir el siguiente proceso.



1º El objetivo es añadir una capa de tierra fértil de aproximadamente 40 a 50 cm de alto, la tierra puede ser extraída de cualquier lugar, se la puede identificar por su color oscuro.

2º Es importante que la tierra añadida a la terraza no se deslice hacia abajo, se recomienda crear un muro en la orilla de cada terraza utilizando terrones para minimizar costos.



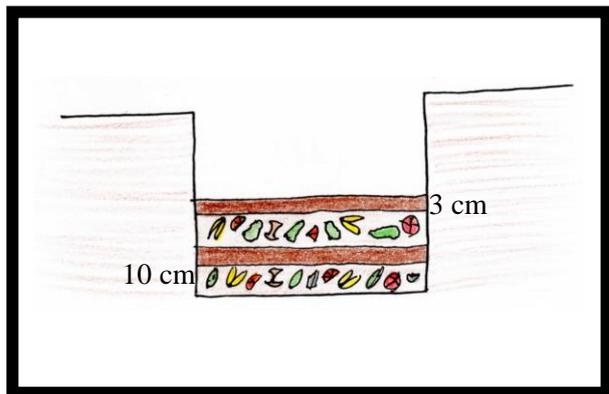
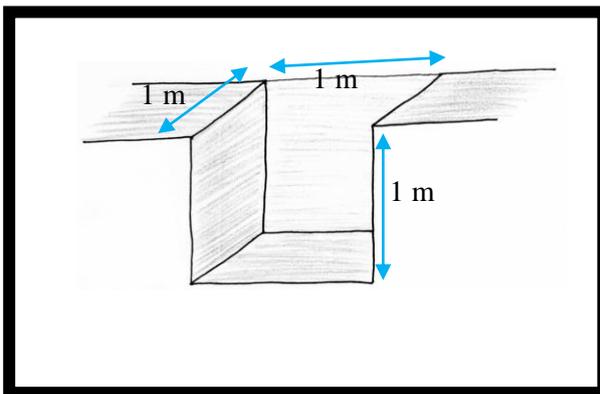
3º Lo mejor para que las terrazas sean duraderas es construir un muro que proteja la pared, emulando lo hecho por las culturas incas en la antigüedad. El muro puede ser construido con ladrillos y cemento o piedras.

## 2.1.4. Colocación de Abono

Para mejorar la producción agrícola es necesario que los cultivos cuenten con una buena cantidad de nutrientes, esto se puede lograr abonando el suelo.

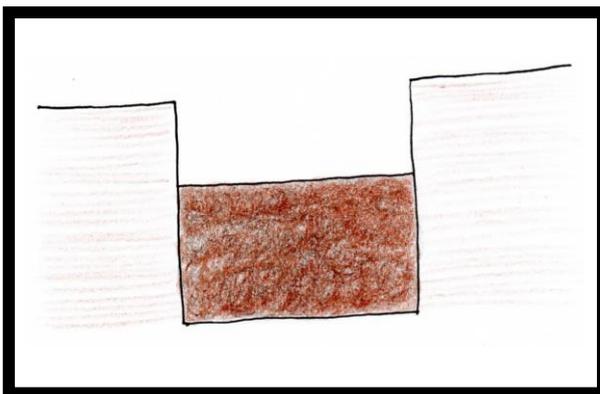
El abono puede ser de cualquier tipo, entre los más comunes están: gallinaza, abono de cuy, abono de chivo y bovinaza.

Un abono con mucho potencial por su facilidad de creación es el compost, sin embargo, su falta de información lo ha mantenido relegado, a continuación, se muestra un método para su elaboración.



**1º** Se inicia cavando un hoyo, puede ser de cualquier tamaño, sin embargo, se recomienda de 1 m<sup>3</sup>, es decir un metro de ancho, un metro de largo y un metro de profundidad.

**2º** En el hoyo se arrojan los restos de alimentos como cortezas de frutas o vegetales, cuando los restos lleguen a una altura aproximada de 10 cm se entierra con una capa de tierra de 3 cm aproximadamente, se recomienda que la tierra no tenga piedras para obtener un mejor abono.



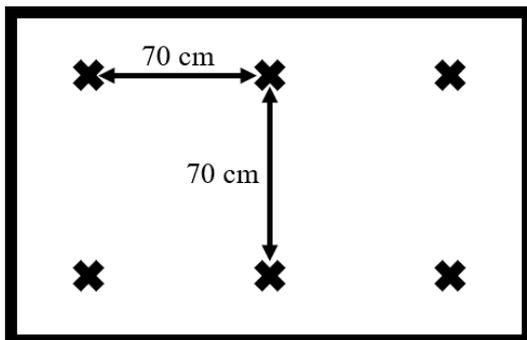
**3º** El proceso anterior se repite hasta que el hoyo esté a la mitad, el material obtenido es un abono de gran calidad listo para aplicar en las terrazas.

## 2.2. Siembra

Previo a la siembra se recomienda realizar un arado. Para aprovechar de mejor manera la superficie de las terrazas se recomienda crear pequeños surcos a lo ancho de cada terraza.

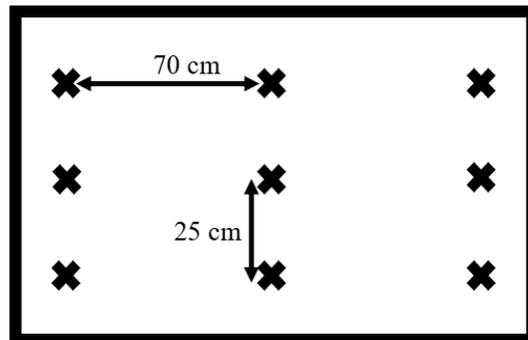
Cada cultivo tiene su forma para sembrarlo, puede ser desde semilla o con plántulas que se pueden conseguir en cualquier almacén de productos agropecuarios o de cosechas anteriores.

A continuación, se recomienda una distancia entre semillas o plántulas para los cultivos más comunes de los sectores rurales del cantón Loja.



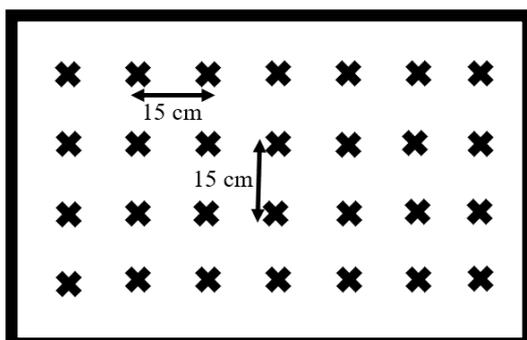
**Maíz**

Distancia entre surco 70 cm  
Distancia entre planta 70 cm  
2 semillas por golpe



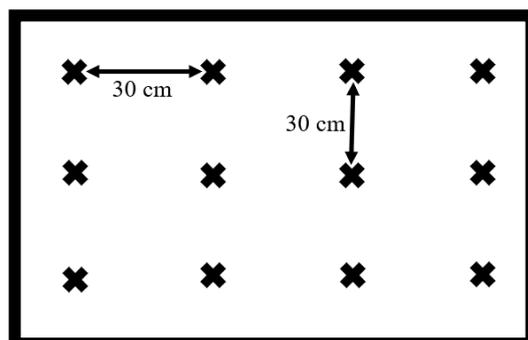
**Maíz**

Distancia entre surco 70 cm  
Distancia entre planta 25 cm  
1 semilla por golpe



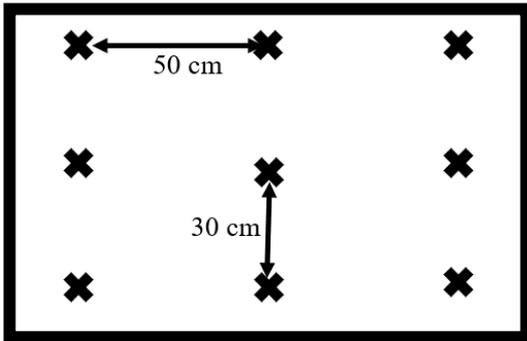
**Ajo**

Distancia entre surco 15 cm  
Distancia entre planta 15 cm  
1 semilla por golpe



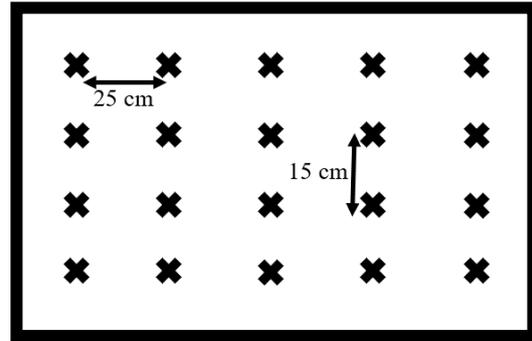
**Frejol**

Distancia entre surco 30 cm  
Distancia entre planta 30 cm  
2 semillas por golpe



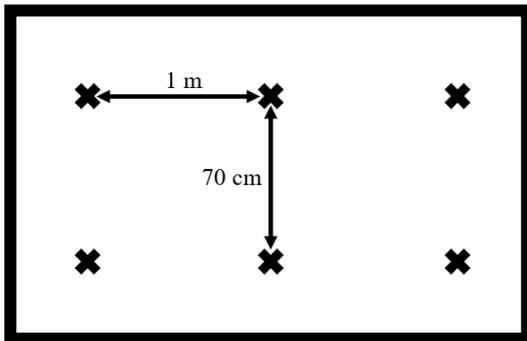
### Apio

Distancia entre surco 50 cm  
 Distancia entre planta 30 cm  
 1 plántula por orificio



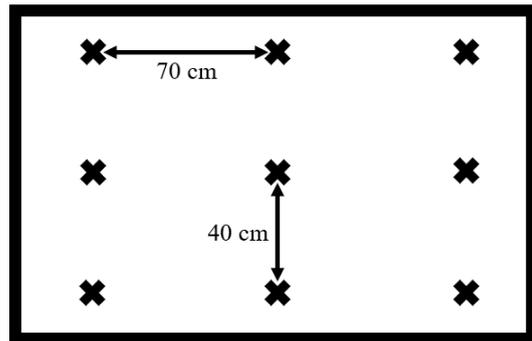
### Cebolla

Distancia entre surco 25 cm  
 Distancia entre planta 15 cm  
 1 plántula por orificio



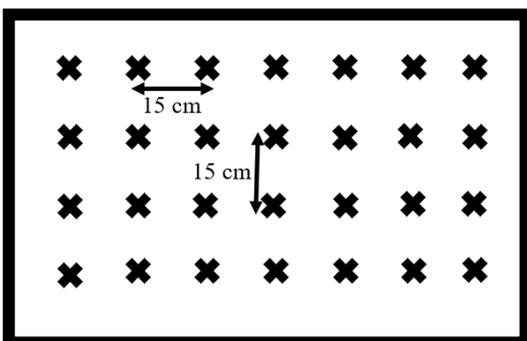
### Calabacín

Distancia entre surco 1m  
 Distancia entre planta 70 cm  
 1 plántula por orificio



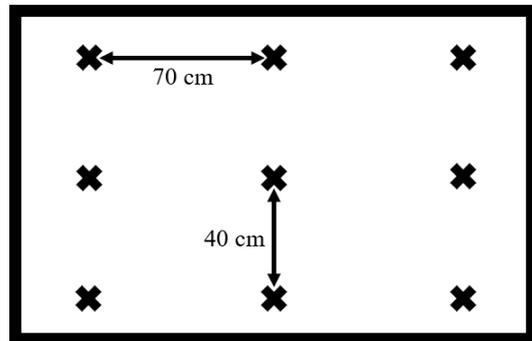
### Pepino

Distancia entre surco 70 cm  
 Distancia entre planta 40 cm  
 1 plántula por orificio



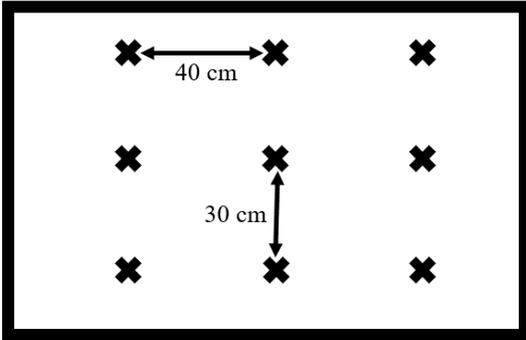
### Rábano

Distancia entre surco 15 cm  
 Distancia entre planta 15 cm  
 1 semilla por golpe



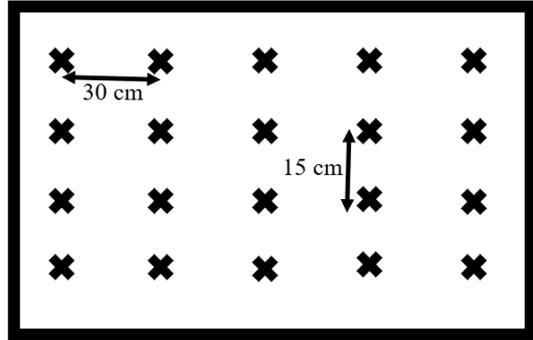
### Col

Distancia entre surco 70 cm  
 Distancia entre planta 40 cm  
 1 plántula por orificio



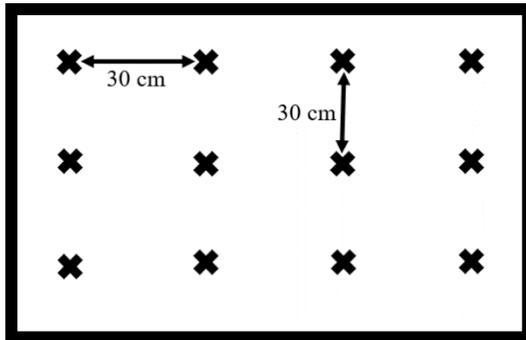
**Lechuga**

Distancia entre surco 40 cm  
 Distancia entre planta 30 cm  
 1 plántula por orificio



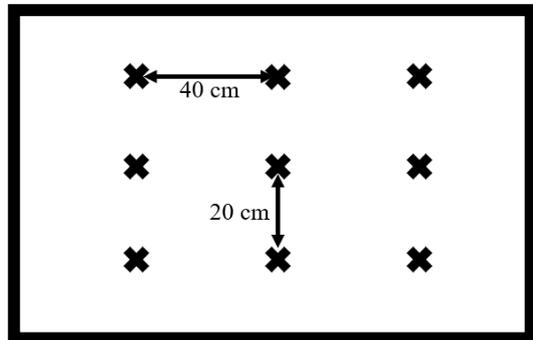
**Lenteja**

Distancia entre surco 30 cm  
 Distancia entre planta 15 cm  
 2 semilla por golpe



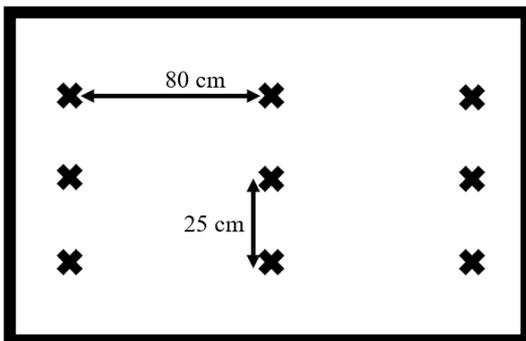
**Arveja**

Distancia entre surco 70 cm  
 Distancia entre planta 20 cm  
 3 semilla por golpe



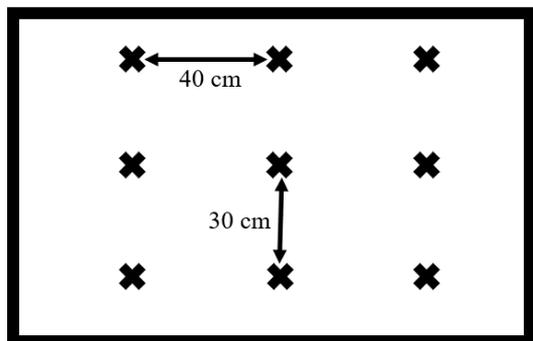
**Remolacha**

Distancia entre surco 40 cm  
 Distancia entre planta 20 cm  
 1 plántula por orificio



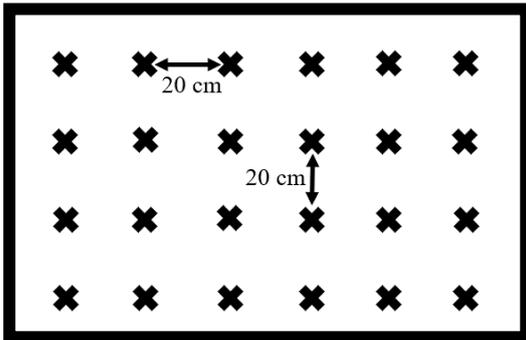
**Camote**

Distancia entre surco 80 cm  
 Distancia entre planta 25 cm  
 1 plántula por orificio



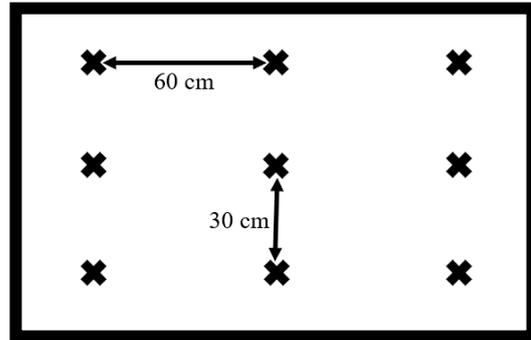
**Haba**

Distancia entre surco 40 cm  
 Distancia entre planta 30 cm  
 1 semilla por golpe



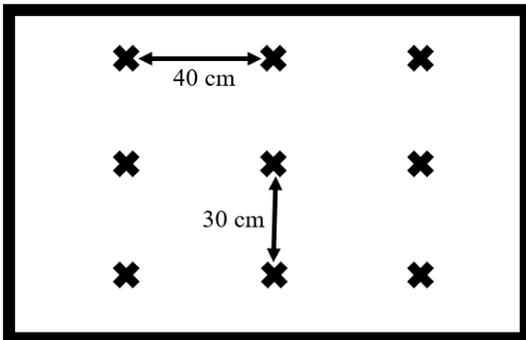
**Culantro**

Distancia entre surco 20 cm  
 Distancia entre planta 20 cm  
 1 semilla por golpe



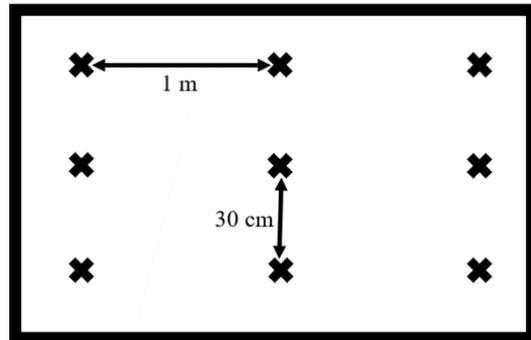
**Fresa**

Distancia entre surco 60 cm  
 Distancia entre planta 30 cm  
 1 plántula por orificio



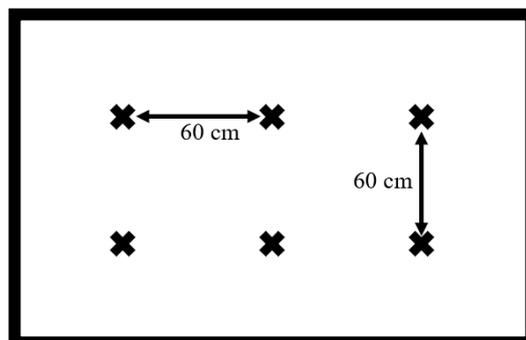
**Acelga**

Distancia entre surco 40 cm  
 Distancia entre planta 30 cm  
 1 plántula por orificio



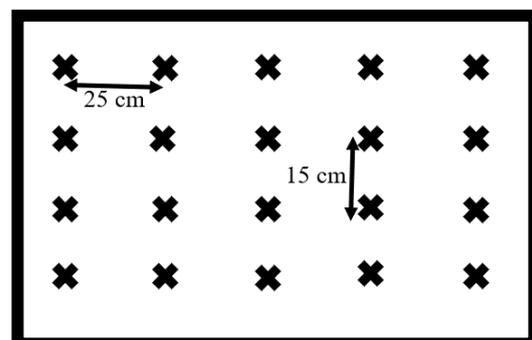
**Papa**

Distancia entre surco 1 m  
 Distancia entre planta 30 cm  
 1 semilla por golpe



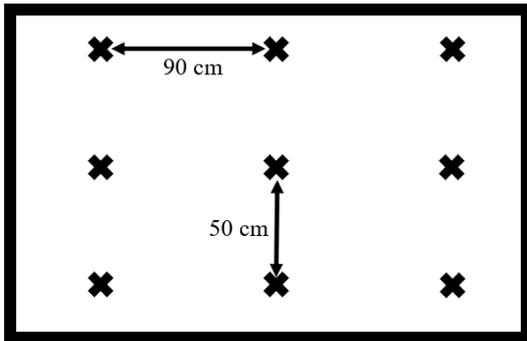
**Brócoli**

Distancia entre surco 60 cm  
 Distancia entre planta 60 cm  
 1 plántula por orificio



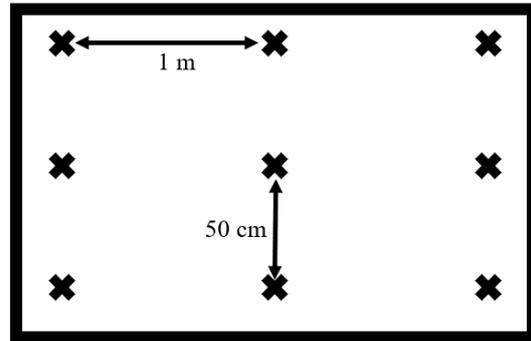
**Nabo**

Distancia entre surco 25 cm  
 Distancia entre planta 15 cm  
 1 plántula por orificio



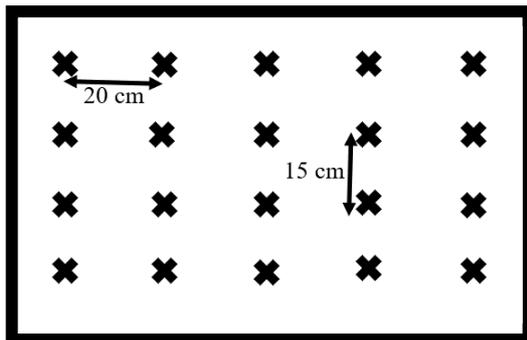
### Coliflor

Distancia entre surco 90 cm  
 Distancia entre planta 50 cm  
 1 plántula por orificio



### Tomate riñón

Distancia entre surco 1 m  
 Distancia entre planta 50 cm  
 1 plántula por orificio



### Zanahoria

Distancia entre surco 20 cm  
 Distancia entre planta 15 cm  
 1 plántula por orificio

## 2.3. Control de plagas y enfermedades

Con el propósito de reducir el uso de plaguicidas químicos se plantea el uso de plaguicidas orgánicos. La aplicación de plaguicidas orgánicos es muy efectiva contra insectos y hongos, principales causantes de enfermedades que afectan los cultivos.

Es importante identificar si en el cultivo existe la presencia de hongos o insectos para aplicar el plaguicida acorde a la necesidad, a continuación, se presentan recomendaciones que se pueden aplicar.

### 2.3.1. Insectos

La manera más común en las que los insectos afectan a los cultivos es por comerse las hojas, el insecticida orgánico actúa más como un repelente contra cualquier plaga por lo que es necesario aplicarlo varias veces durante la producción del cultivo, sobre todo cuando las plantas aún son pequeñas. Los insecticidas que se muestran a continuación se los recomienda aplicarlos una vez cada 15 días en horas de la tarde en días que no llueva para lograr mejores resultados.

### **Insecticida 1**

1 litro de agua

25 ml de jabón neutro

(dos cucharadas soperas)

50 ml de vinagre

(tres cucharadas y media)

Mezclar la cantidad necesaria para el cultivo siguiendo la proporción indicada.

### **Insecticida 2**

1 litro de agua

25 g de ajo (5 dientes)

50 g de ají bien picante (5 ajís pequeños) licuar el ajo con el ají y mezclar en un litro de agua, antes de colocar en el rociador es importante cernir la mezcla para evitar estropear el instrumento.

### **Insecticida 3**

1 litro de agua

¼ de barra de jabón blanco sin aroma o neutro

Disolver la cuarta parte de la barra de jabón en un litro de agua, el resultado es semejante a la clara de huevo.

Mezclar 3 cucharadas de esa sustancia en un litro de agua y aplicar en el cultivo.

## **2.3.2. Hongos**

### **Fungicida 1**

2 litros de agua

2 cabezas de ajo

Canela en polvo

200 ml de Leche (1 taza)

Picar en trozos muy pequeños las 2 cabezas de ajo, colocar en un litro de agua y dejar reposar durante 24 horas.

Una vez reposado colocar una cucharadita pequeña de canela en polvo y hervir la mezcla durante media hora.

Colocar una taza de leche y un litro más de agua en la mezcla, revolver y estará listo para aplicarlo.

## **Fungicida 2**

10 litros de agua

1 kg de ortiga o chine

Colectar 1 Kg de chine eliminando raíces, colocarlo en un balde de plástico junto con 10 litros de agua, es importante que el balde no sea de metal para evitar contaminaciones, se debe menear la mezcla una vez cada dos días durante 30 segundos aproximadamente, tapar evitando el ingreso de basuras y permitiendo el ingreso de una mínima cantidad de aire, pasados los 15 días las hojas ya se habrán descompuesto y se podrá usarlo, para aplicarlo se debe colarlo y mezclar de la cantidad que se vaya a usar una mitad de agua y una mitad de fungicida.

## **2.4. Análisis de Suelo**

Es importante conocer las condiciones en las que se establecerá un cultivo, un factor fundamental a tener en cuenta es el suelo, de entre todas sus características existen 2 muy importantes: la textura y el pH, que se pueden conocer de manera general con un experimento sencillo utilizando materiales simples.

### **2.4.1. Análisis de Textura**

Entre los beneficios más importantes de conocer la textura están: el saber que tan bien el suelo retiene el agua, su capacidad para absorber nutrientes y soltarlos al cultivo y también permite saber el tipo de actividades o las herramientas a utilizar en el establecimiento de un cultivo.

El tipo de textura de un suelo se define por la cantidad de tres partículas principales que son las arenas, limos y arcillas. El objetivo de analizar la textura del suelo es calcular la cantidad de las tres partículas principales y determinar el tipo del suelo que se posee.

#### **2.4.1.1. Materiales necesarios para el experimento**

- Agua

El agua que se vaya a usar debe estar limpia y libre de impurezas para evitar que el resultado final se altere.

- Recipientes transparentes de vidrio

Los recipientes a usarse deben ser lo suficientemente grandes para poder observar y medir las muestras de suelo, se recomiendan recipientes que tengan una capacidad de entre 400 ml a 600 ml, importante tener en cuenta que es necesario cerrar todos los recipientes por lo que cada uno debe contar con su tapa.

- Muestras del suelo a analizar

Para obtener un resultado que represente de mejor manera a la textura que posee el suelo, las muestras de suelo se deben tomar de todo el terreno con una profundidad que vaya de 10 a 20 cm, dependiendo del tamaño del terreno se toman las muestras que se consideren necesarias, sin embargo, se recomiendan mínimo de 5 a 7.

### 2.4.1.2. Procedimiento a seguir



1º Se colocan las muestras de suelo dentro de los envases de vidrio hasta que cubran aproximadamente mínimo una tercera parte del envase.



2º Llenar todo el envase con agua, taparlo y batirlo durante 10 minutos aproximadamente para lograr que todas las partículas de la tierra se clasifiquen dentro del envase.



3º Una vez batidos se debe dejar reposar los envases mínimo durante un día, de este modo las partículas de la tierra se irán colocando en orden dependiendo de su peso en el fondo del envase. Si se deja reposar durante más tiempo la muestra será más clara y más fácil de analizar.



4º Las muestras de suelo siempre se clasificarán en el mismo orden, primero las arenas, segundo los limos y tercero las arcillas. Con la muestra de suelo clasificada se procede a medir el altura de cada una de las partículas y la altura total de cada muestra, se realiza este proceso con cada uno de los envases, anotando los datos obtenidos para su cálculo posterior.

5º Se debe calcular el porcentaje que representa la altura de cada partícula dentro de la altura total de la muestra en cada envase, esto se realiza mediante el proceso descrito a continuación.

MUESTRA 1		
PARTÍCULA	ALTURA/PARTÍCULA	ALTURA TOTAL
Arcilla	0.5 cm	4.4 cm
Limo	1.7 cm	
Arena	2.2 cm	

Para calcular el porcentaje de cada tipo de partícula se multiplica el altura de cada partícula por 100 y el resultado dividirlo por el altura total de la muestra

Porcentaje del Arcilla	Porcentaje del Limo	Porcentaje del Arena
$0,5 * 100 = 50$	$1,7 * 100 = 170$	$2,2 * 100 = 220$
$50/4,4 = 11,36 \%$	$170/4,4 = 38,64 \%$	$220/4,4 = 50 \%$

La suma de los porcentajes siempre debe dar 100 %, de lo contrario existiría un error en el resultado final.

$$11,36 \% + 38,64 \% + 50 \% = 100 \%$$

6º Con los porcentajes calculados de todas las muestras se calcula un promedio para cada tipo de partícula, es decir, un porcentaje promedio para arcilla, uno para limo y uno para arena.

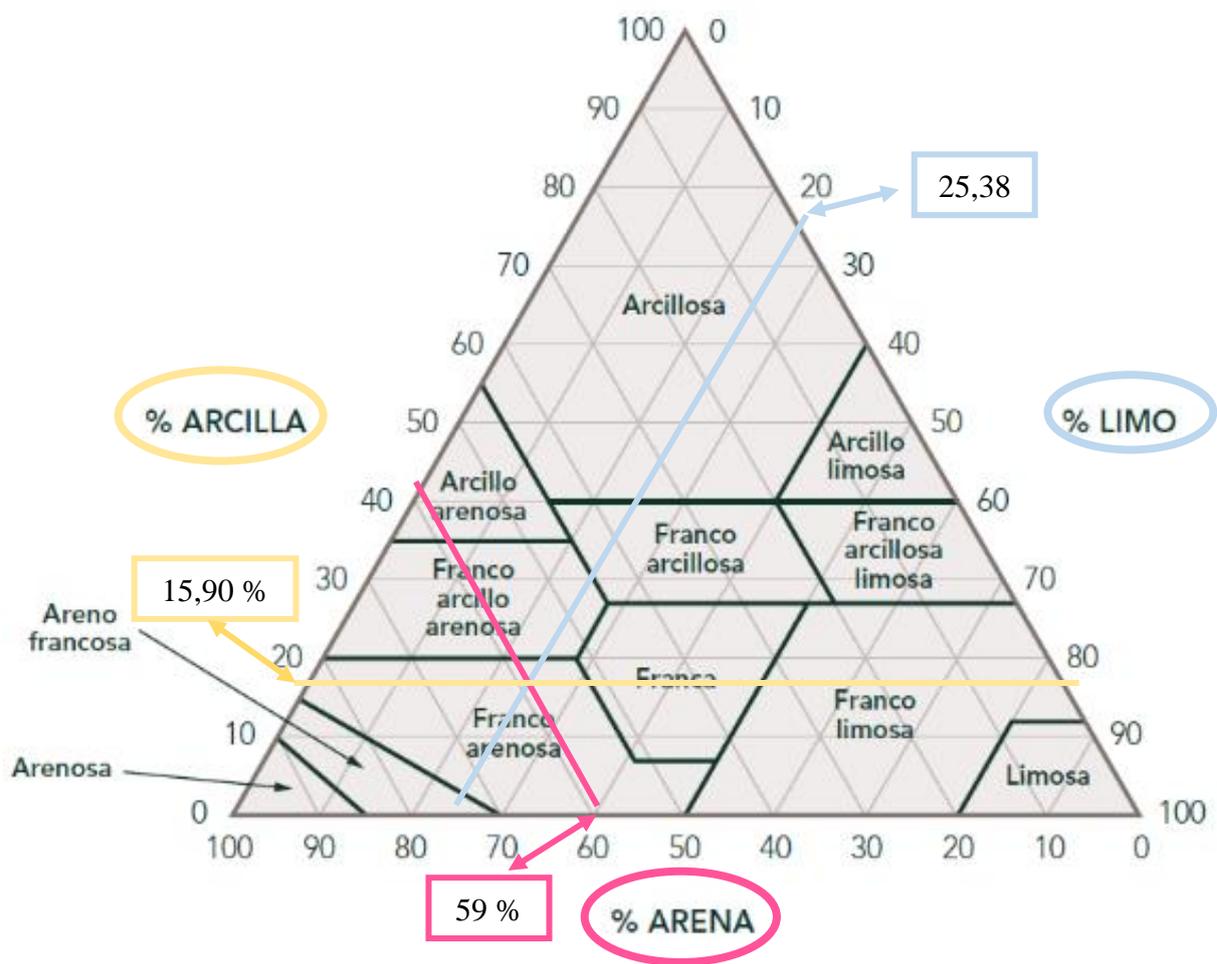
Muestra 1		Muestra 5		Arcilla	Limo	Arena
Arcilla	11,36%	Arcilla	18,37%	11,36%	38,64%	50,00%
Limo	38,64%	Limo	32,65%	14,89%	23,40%	61,70%
Arena	50,00%	Arena	48,98%	18,52%	25,93%	55,56%
Muestra 2		Muestra 6		12,77%	23,40%	63,83%
Arcilla	14,89%	Arcilla	15,70%	18,37%	32,65%	48,98%
Limo	23,40%	Limo	19,60%	15,70%	19,60%	64,70%
Arena	61,70%	Arena	64,7%	19,60%	17,40%	65,20%
Muestra 3		Muestra 7		16,00%	22,00%	62,00%
Arcilla	18,52%	Arcilla	19,60%	<b>PROM</b>	<b>PROM</b>	<b>PROM</b>
Limo	25,93%	Limo	17,40%	<b>15,90%</b>	<b>25,38%</b>	<b>59,00%</b>
Arena	55,56%	Arena	65,20%			
Muestra 4		Muestra 8				
Arcilla	12,77%	Arcilla	16,00%			
Limo	23,40%	Limo	22,00%			
Arena	63,83%	Arena	62,00%			

7º Como último paso se identifica el tipo de textura del suelo utilizando los porcentajes calculados en los pasos anteriores.

Para identificarlo se utiliza el diagrama triangular de texturas de suelos mismo que se muestra a continuación, en la parte derecha del triángulo se puede observar una regla con el nombre de Limo, a su izquierda se encuentra la Arcilla y en la parte inferior está el Arena. Las tres reglas representan valores en porcentaje de arena limo y arcilla respectivamente.

Cada promedio de porcentajes calculado anteriormente se lo ubica en su regla correspondiente, una vez ubicados se traza una línea siguiendo la dirección establecida por el triángulo para cada tipo de partícula.

En el punto donde se unen las 3 líneas está señalado el tipo de textura que posee el suelo analizado.



El punto donde se unen las 3 líneas determina que el suelo analizado tiene una textura de tipo Franco Arenosa.



## 2.4.2. Análisis de pH

Un parámetro fundamental a tener en cuenta en el establecimiento de un cultivo es el pH que posee el suelo, entre los principales beneficios que posee el conocer este valor están el brindar información sobre la cantidad de nutrientes disponibles para las plantas y los tipos de plantas que conviene cultivar.

El valor del pH del suelo se determina con valores de una tabla que van desde el 0 hasta el 14, donde los valores menores a 7 representan al extremo ácido y los mayores al 7 representan al extremo alcalino y si el valor obtenido es 7 representa neutralidad.

Para la mayoría de cultivos el pH ideal es neutro o lo más próximo al 7, en caso de que el pH del suelo donde se establecerá el cultivo sea ácido o alcalino existen ciertas formas de corregirlo para obtener un pH lo más cercano al neutro, mismas que se describen más adelante.

### 2.4.2.1. Materiales necesarios para el experimento

- Agua

El agua que se vaya a usar de preferencia debe ser embotellada para evitar alterar los resultados con agua que pueda ser un tanto alcalina o ácida.

- Envases de vidrio

Son necesarios vasos de vidrio grandes transparentes, con un solo vaso es suficiente teniendo en cuenta que se lo debe lavar previo a cada análisis.

- Vinagre

Es recomendado el vinagre blanco en presentación de 500 ml para asegurar la cantidad que se pueda necesitar.

- Bicarbonato de Sodio

Se puede conseguir en farmacias o bodegas, es necesario cantidades de entre media a una libra para asegurar la cantidad que se pueda necesitar.

- Muestras del suelo a analizar

Para obtener un resultado que represente de mejor manera el valor del pH que posee el suelo, las muestras de suelo se deben tomar de todo el terreno con una profundidad que vaya de 10 a 20 cm, dependiendo del tamaño del terreno se toman las muestras que se consideren necesarias, sin embargo, se recomiendan mínimo de 5 a 7.

#### 2.4.2.2. Procedimiento a seguir



1º Se colocan las muestras de suelo dentro de los vasos de vidrio con una dosis de 175 g de tierra o 5 cucharadas bien llenas mezcladas con 80 ml de agua o media taza. Es importante tener en cuenta al momento de colocar el agua evitar generar burbujas pues el resultado final puede alterarse.



2º Para saber si el suelo tiene valores ácidos se añade una dosis de 30 g o dos cucharadas de bicarbonato de sodio a la mezcla de tierra y agua, mover la mezcla suavemente y si se producen burbujas el resultado es positivo para un suelo ácido.



3º Para saber si el suelo tiene valores alcalinos se añade una dosis de 24 ml o tres cucharadas de vinagre a la mezcla de tierra y agua, mover la mezcla suavemente y si se producen burbujas el resultado es positivo para un suelo alcalino.

4º A continuación, se presentan dos muestras de suelo, una con un nivel normal de burbujas y la otra con un nivel de burbujas que indican que el suelo es ácido o alcalino dependiendo del análisis.



Nivel de burbujas normales.



Nivel de burbujas que indican un resultado positivo.

#### 2.4.2.3. Recomendaciones para corregir el pH del suelo

##### - Suelo Ácido

Una de las prácticas más comunes y recomendadas es aplicar cal agrícola al suelo, con dosis aproximadas de entre 300 a 500 gramos por metro cuadrado, se la puede conseguir en cualquier almacén de insumos agropecuarios.

La ceniza también se puede usar para corregir a un suelo ácido, sin embargo, por la dificultad que genera el conseguirla en grandes cantidades se recomienda aplicar pequeñas dosis planta por planta, que pueden ser de 15 a 20 g o un puñado por planta.

##### - Suelo Alcalino

En caso de que el pH del suelo sea alcalino se recomienda aplicar materia orgánica de preferencia que esté en un estado de descomposición un tanto avanzado, por ejemplo, el estiércol de vacas o caballos. La dosis puede variar dependiendo a las condiciones del suelo, por lo que se recomienda que la cantidad a aplicar no se note excesiva en el suelo.

## 2.5. Riego

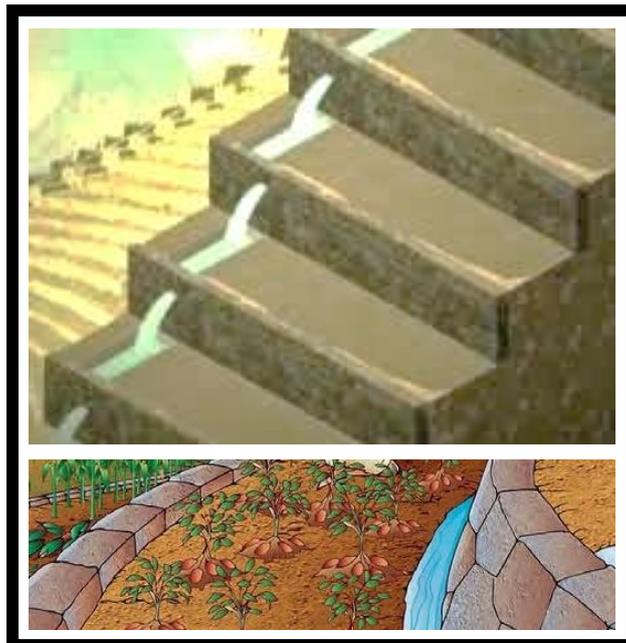
Muy probablemente el factor mas importante para un cultivo es la disponibilidad del agua, uno de los métodos más populares es la agricultura de secano donde se aprovecha el agua lluvia, sin embargo, existen sectores con periodos prolongados de sequía donde se requieren sistemas de riego. En las terrazas establecer un sistema de riego puede ser una trabajo complicado, la mejor opción es establecer un sistema de riego por gravedad, a continuación, se muestra una sugerencia para construirlo.

**1º** Para empezar es necesario que la fuente de agua este en la parte superior de las terrazas.

**2º** Se deben crear pequeños canales a lo largo de cada terraza, es importante que estén pegados a la pared para aprovechar de mejor manera el espacio. La anchura y profundidad de cada canal puede ser de 15 cm aproximadamente.

**3º** Al final de cada terraza se construye un canal con dirección a la siguiente terraza de más abajo, de modo que se consigue un canal de riego que atraviesa todas las terrazas desde la mas alta hasta la mas baja.

**4º** Es recomendado mantener un flujo de agua constante, de lo contrario pueden ocurrir encharcamientos que afecten la estabilidad de las terrazas.



Un sistema de riego mas eficiente con el consumo de agua es el riego por goteo, en las terrazas se lo puede aplicar, sin embargo, se recomienda la asesoría de un técnico especializado.

### 3. Glosario

El significado de cada termino es extraído del diccionario de la RAE.

- Transversal

Objeto que se extiende atravesado de un lado a otro.

- Convencional

Actividad que resulta en virtud de costumbres.

- Plaguicida

Sustancia generalmente liquida destinada a combatir plagas.

- Ancestral

Que pertenece o es relativo a los antepasados.

- Partículas

Parte más pequeña de la que está compuesto el suelo.

- Textura

Es la apariencia física de la superficie de un objeto o superficie.

### 3. Enlaces

En los siguientes enlaces se pueden observar videos explicativos que pueden ayudar a entender de mejor forma lo explicado en el folleto.

Fungicida Orgánico

<https://n9.cl/f9094>

Fungicida de Ortiga o Chine

<https://n9.cl/fcq91>

Agricultura en terrazas

<https://n9.cl/nt0jge>

Insecticida orgánico

<https://n9.cl/uvouum>

Distancia de siembra

<https://n9.cl/b4s2z>

Enmiendas al Suelo

<https://n9.cl/hod0d>



La redacción del manual forma parte de mi trabajo de integración curricular para optar por el título de Ingeniero Agrónomo. Mis estudios en Agronomía los realicé en la Universidad Nacional de Loja durante octubre de 2018 a agosto de 2023 donde aprendí a buscar nuevas alternativas a la agricultura convencional, lo que me motivó a brindar una guía donde se indique un método para usar terrenos en ladera en su mayoría abandonados, dándoles un uso agrícola con métodos tradicionales. Guía que pueda estar accesible a cualquier productor.

Información de Contacto:

0967641141

[elvisdom16@gmail.com](mailto:elvisdom16@gmail.com)

[@elviss2216](https://www.instagram.com/elviss2216)

Anexo 16. Certificado de la traducción del resumen.

Lic. Natalia Elizabeth Montaña Ponce.

0982859225

[namaemca1489@gmail.com](mailto:namaemca1489@gmail.com)

Loja-Ecuador.

Loja, 4 de marzo de 2024

La suscrita Natalia Elizabeth Montaña Ponce, DOCENTE DE IDIOMA INGLES (registro SENESCYT número 1008-15-1426412), a petición de la parte interesada y en forma legal.

### CERTIFICA

Que la traducción del resumen del documento adjunto, solicitado por el joven Elvis Martin Montaña Ponce con cédula de ciudadanía N.-1150109476, cuyo tema de investigación se titula, "**Production of potato var. Chaucha (*Solanum phureja J. & B.*) through the application of ancestral techniques in a hillside terrain, Sevilla de Oro sector of the city of Loja**" ha sido realizado y aprobado por mi persona, Natalia Montaña Ponce, licenciada en ciencias de la educación mención Idioma Inglés.

El apartado del Abstract es una traducción textual del Resumen aprobado en español.

Particular que comunico en honor a la verdad para los fines académicos pertinentes, facultando al portador del presente documento, hacer uso legal pertinente.



Lic. Natalia Montaña Ponce

1104741911