

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ciencias de la Vida

Modelo de producción de agricultura familiar para la transferencia de conocimientos dirigido al desarrollo rural de la comuna Chongón

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniera Agrícola y Biológica

Presentado por:

Ginger Ivette Mera Congrains

Diana Elizabeth Terán Lozano

Guayaquil - Ecuador

Año: 2023

Dedicatoria

Con amor y gratitud dedico este proyecto a mis padres, Ana y Juan, por su infinito amor y apoyo para lograr culminar mis estudios. A mis queridas hermanas, Vanessa, Ana, Sabrina y Bernarda, por su constante guía y aliento a lo largo de este camino.

A los agricultores, que, con su arduo trabajo en campo, me han enseñado la importancia, la nobleza y la belleza de la agricultura.

Ginger Ivette Mera Congrains

El presente proyecto lo dedico a mis padres, este logro es tan suyo como mío. Al PhD. Freddy Magdama por su confianza manifestada en cada oportunidad y a la Ing. Estefany Paredes por ser mi ejemplo a seguir.

Diana Elizabeth Terán Lozano

Agradecimientos

Mi profundo agradecimiento al MSc. Jaime Proaño, por su notable dedicación en la enseñanza y paciencia en el desarrollo del presente proyecto. A la PhD. María Jiménez, por su guía y retroalimentación en el proceso. Al Centro de Investigaciones Rurales (CIR), Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE) y Laboratorio de Suelos de ESPOL, por su colaboración, que contribuyó al éxito del proyecto. A mis amigas(os) por su apoyo incondicional y a mis niñas Blanquita & Dora por su compañía.

Ginger Ivette Mera Congrains

Mi sincero agradecimiento al MSc. Jaime Proaño por su orientación y paciencia invaluable.

A mi mejor amigo por su amor y apoyo incondicional en los momentos más desafiantes de mi vida académica.

Diana Elizabeth Terán Lozano

Declaración Expresa

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Ginger Ivette Mera Congrains* y *Diana Elizabeth Terán Lozano* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Ginger Ivette Mera Congrains



Diana Elizabeth Terán Lozano

Evaluadores

María Isabelita Jiménez Feijoo, Ph.D.

Profesor de Materia

Jaime Luis Proaño Saraguro, M.Sc.

Tutor de Proyecto

Resumen

La población rural en Ecuador está estrechamente relacionada a la AFC que representa el 75% de las unidades de producción agropecuaria, suministra el 70% de los alimentos consumidos a nivel nacional y genera el 80% de los empleos agrícolas. En el contexto del rápido crecimiento urbano del cantón Guayaquil, su expansión se ha llevado a cabo en áreas naturales y rurales en la parroquia Chongón, antes dedicadas a la agricultura. La implementación de granjas sostenibles tiene el potencial de armonizar el progreso urbano con la preservación de la AFC, promoviendo prácticas agrícolas respetuosas con el medio ambiente. Por esta razón, se propone un sistema integral de una unidad agro-productiva para la transferencia de conocimientos mediante el modelo de agricultura familiar.

El diseño se realizó mediante un análisis edafoclimático de la zona, selección de cultivos hortícolas de consumo regular, cálculo de necesidades hídricas para el diseño del sistema hidráulico según el tipo de riego y estimación de costos de implementación. Como resultado se obtuvo que los sistemas de riego estructurados aseguran el 93% de uniformidad, cumpliendo con los estándares de operación de la EPA. La propuesta es económicamente rentable con un VAN (\$13,421.05) y TIR (23%) positivos, recuperando la inversión en cuatro años de operación.

Palabras Clave: agrícola, granja integral, diseño hidráulico, sostenible.

Abstract

The rural population in Ecuador is closely linked to Family Farming (AFC), representing 75% of agricultural production units, supplying 70% of the national food, and generating 80% of agricultural jobs. In the context of rapid urban growth in the Guayaquil canton, expansion into natural and rural areas in the Chongón parish, previously dedicated to agriculture, has occurred. The implementation of sustainable farms can balance urban progress and AFC preservation, promoting environmentally responsible practices. Therefore, a comprehensive agro-productive unit system is proposed for knowledge transfer through a family farming model.

The design was conducted through edaphoclimatic analysis of the area, selection of regular consumption horticultural crops, calculation of water needs for hydraulic system design based on irrigation type, and cost estimation. As a result, the structured irrigation systems ensure 93% uniformity, meeting EPA operation standards. The proposal is economically viable with positive Net Present Value (NPV) (\$13,421.05) and positive Internal Rate of Return (IRR) (23%), recovering the investment within four years of operation.

Keywords: *agricultural, integrated farm, hydraulic design, sustainable*

Índice general

Resumen	I
<i>Abstract</i>	II
Índice general	III
Abreviaturas.....	VI
Simbología.....	VII
Índice de Figuras	VIII
Índice de Tablas.....	IX
Índice de Planos.....	X
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción.....	1
1.1. <i>Descripción del Problema</i>	2
1.2. <i>Justificación del Problema</i>	3
1.3. <i>Objetivos</i>	4
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	4
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	4
1.4. <i>Marco teórico</i>	5
1.4.1. <i>Historia de la Comuna de Chongón</i>	5
1.4.2. <i>Agricultura Familiar Campesina</i>	5
1.4.3. <i>Modelos de producción agrícola</i>	6
1.4.3.1. <i>Agricultura Tradicional</i>	6
1.4.3.2. <i>Agricultura Orgánica</i>	7
1.4.3.3. <i>Agricultura de Restauración</i>	7
1.4.4. <i>Granjas integrales</i>	8
1.4.5. <i>Riego tecnificado</i>	9
1.4.5.1. <i>Riego por gravedad</i>	9
1.4.5.2. <i>Riego por goteo</i>	9
1.4.5.3. <i>Riego por aspersión</i>	9
1.4.5.4. <i>Riego por microaspersión</i>	10
CAPÍTULO 2	12
2. Metodología.....	12

2.1.	<i>Análisis de la zona de estudio</i>	13
2.1.1.	Levantamiento de coordenadas geográficas con GPS.	13
2.1.2.	Topografía del terreno.	13
2.1.3.	Fuente de agua.	13
2.2.	<i>Procesamiento de datos climáticos</i>	14
2.2.1.	Extracción de datos meteorológicos del INAMHI.	14
2.2.2.	Cálculo anual de la temperatura y precipitación.	14
2.2.3.	Determinación zona de vida según Holdridge.	15
2.3.	<i>Análisis de variables agronómicas</i>	16
2.3.1.	Calidad de suelo.	16
2.3.2.	Cálculo de ETo y ETc.	17
2.3.3.	Cálculo de necesidades de riego.	19
2.4.	<i>Elaboración de instalación hidráulica</i>	19
2.4.1.	Análisis fisicoquímico de agua.	19
2.4.2.	Cálculo de presiones y caudales de tuberías en DimSub.	23
2.4.3.	Selección de componentes del sistema.	25
2.5.	<i>Evaluación ambiental</i>	25
2.5.1.	Cálculo de huella hídrica verde y azul.	25
2.5.2.	Actividad microbiana del suelo	26
2.5.3.	Servicios ecosistémicos	26
2.5.3.1.	Servicios de aprovisionamiento	26
2.5.3.2.	Servicios de regulación	26
2.5.3.3.	Servicios de soporte	27
2.6.	<i>Evaluación económica</i>	27
2.6.1.	Costos asociados por implementación.	27
2.6.2.	Cálculo de indicadores financieros.	27
CAPÍTULO 3		29
3.	Resultados y Análisis	29
3.1.	<i>Análisis de la zona de estudio</i>	29
3.1.1.	Diagnóstico biofísico	29
3.2.	<i>Procesamiento de datos climáticos</i>	30
3.2.1.	Cálculo anual de temperatura y precipitación.	30

3.2.2.	Diagrama ombrotérmico	30
3.2.3.	Clasificación de la zona de vida	31
3.3.	<i>Análisis de variables agronómicas</i>	31
3.3.1.	Calidad de suelo.....	31
3.3.2.	Distribución de subunidades.....	34
3.3.3.	Cálculo de la evapotranspiración de referencia y cultivo.	36
3.3.4.	Diseño agronómico	38
3.3.5.	Plan de cultivo	39
3.4.	<i>Elaboración de instalación hidráulica</i>	39
3.4.1.	Análisis de calidad de agua.....	39
3.4.2.	Diseño del sistema hidráulico	40
3.4.3.	Selección de componentes del sistema	44
3.5.	<i>Evaluación ambiental</i>	46
3.5.1.	Cálculo de huella hídrica verde y azul.....	46
3.5.2.	Actividad microbiana del suelo.	47
3.5.3.	Servicios ecosistémicos	49
3.5.3.1.	Servicio de aprovisionamiento.....	49
3.5.3.2.	Servicio de regulación.....	49
3.5.3.3.	Servicio de soporte.....	50
3.6.	<i>Evaluación financiera</i>	51
3.6.1.	Costos asociados por implementación del sistema hidráulico.....	51
3.6.2.	Indicadores financieros	54
CAPÍTULO 4		55
4.	Conclusiones y recomendaciones.....	55
4.1.	Conclusiones	55
4.2.	Recomendaciones.....	56
Referencias		58
Apéndice.....		65

Abreviaturas

AF	Agricultura Familiar
AFC	Agricultura Familiar Campesina
ALC	América Latina y el Caribe
CIR	Centro de Investigaciones Rurales
ECA	Escuela de Campo de Agricultores
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ETc	Evapotranspiración del cultivo
ETo	Evapotranspiración de referencia
FAO	Food and Agriculture Organization
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
GEA	Granja Experimental Agrícola
MAE	Ministerio del Ambiente de Ecuador
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MESMIS	Marco de Evaluación para Sistemas de Manejo con Indicadores de Sustentabilidad
MT	Ministerio del Trabajo
PDOT	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
PVP	Precio de Venta al Público
SIPA	Sistema de Información Pública Agropecuaria
UPA	Unidad de Producción Agropecuaria

Simbología

C	Carbono
Cu	Cobre
h	Hora
H	Presión
ha	Hectárea
l	Litro
M	Molar
m	Metro
m s.n.m	Metros sobre el nivel del mar
m	Metro
m ³	Metro cúbico
mca	Metros de columna de agua
mm	Milímetro
Mn	Manganeso
N	Nitrógeno
Ni	Níquel
P	Fósforo
pH	Potencial de hidrógeno
Q	Caudal
s	Segundo
ton	Tonelada
μL	Microlitro
v	Velocidad

Índice de Figuras

Figura 2.1 Metodología del diseño de producción agrícola en la granja Chongón.....	12
Figura 2.2 Diagrama de clasificación de la zona de vida de Holdridge.....	15
Figura 2.3 Escala de mineralización e inmovilización del nitrógeno.....	17
Figura 2.4 Normas Riverside para la evaluación de calidad de agua para riego.....	21
Figura 2.5 Obtención de ecuaciones para el dimensionado de subunidades de riego.....	24
Figura 3.1 Distribución de la red de riego presurizado en granja integral Chongón.....	29
Figura 3.2 Diagrama ombrotérmico de la zona de estudio.....	31
Figura 3.3 Características físicas y químicas de suelo del área de investigación.	34
Figura 3.4 Comparación de huella hídrica verde y azul por tipo cultivo.	47

Índice de Tablas

Tabla 2.1	Características físicas del suelo de la zona rural de Chongón.....	13
Tabla 2.2	Registro de parámetros climáticos de la estación meteorológica Chongón.	14
Tabla 2.3	Métodos utilizados para determinar propiedades físicoquímicas del suelo.	16
Tabla 2.4	Criterios de evaluación calidad de suelo agrícola.	16
Tabla 2.5	Contenido permisible de metales pesados en suelo.....	17
Tabla 2.6	Resultado del análisis químico de agua del embalse Chongón.	20
Tabla 2.7	Clasificación del agua según las normas Riverside.....	21
Tabla 2.8	Toxicidad por iones específicos.	22
Tabla 2.9	Parámetros por considerar en el uso de agua para riego.....	22
Tabla 3.1	Registro de la temperatura y precipitación de la estación Chongón.	30
Tabla 3.2	Porcentaje de partículas y clase textural de suelo por horizonte.	32
Tabla 3.3	Propiedades físicas y químicas del suelo Chongón.....	32
Tabla 3.4	Contenido de macronutrientes.....	33
Tabla 3.5	Contenido de micronutrientes.	33
Tabla 3.6	Contenido de metales pesados.....	33
Tabla 3.7	Área por subunidad de producción.....	35
Tabla 3.8	Cálculo de ETo de Chongón.....	36
Tabla 3.9	Evapotranspiración por cultivo.....	37
Tabla 3.10	Diseño agronómico de los cultivos.....	38
Tabla 3.11	Diseño agronómico del cultivo de arroz.....	39
Tabla 3.12	Interpretación de resultados de análisis de agua.....	39
Tabla 3.13	Presión y caudales de laterales de riego.	40
Tabla 3.14	Presiones, caudales y diámetros requeridos en terciarias.	41
Tabla 3.15	Operaciones de la granja experimental.....	42
Tabla 3.16	Componentes del sistema hidráulico.	45
Tabla 3.17	Diversidad microbiana en suelo de Chongón.....	48
Tabla 3.18	Estimación de captura de carbono en la granja integral.	49
Tabla 3.19	Producción anual de la granja integral Chongón.....	50
Tabla 3.20	Estimación de costos de implementación del sistema hidráulico.....	51
Tabla 3.21	Análisis financiero proyectado a cinco años.	54

Índice de Planos

Plano 3.1 Distribución física de las subunidades de producción.....	35
Plano 3.2 Diseño hidráulico de la granja Chongón.....	43
Plano 3.3 Diseño hidráulico y parámetros hídricos por subunidad.	44

CAPÍTULO 1

1. Introducción

En América Latina y el Caribe (ALC), la agricultura desempeña un rol fundamental en el desarrollo rural de regiones con bajos niveles de industrialización. Su contribución fomenta la generación de empleo, garantiza la seguridad alimentaria y promueve el progreso económico local. La Agricultura Familiar (AF) influye significativamente en la producción de alimentos a nivel mundial. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), alrededor del 80 % de los alimentos producidos en el mundo provienen de la AF y cerca del 80% de las personas en situación de pobreza y que padecen de inseguridad alimentaria residen en zonas rurales, dependiendo de la agricultura para su sustento (Daza, et al., 2021; FAO, 2019).

En Ecuador, la población rural está estrechamente relacionada con la Agricultura Familiar Campesina (AFC), la cual ocupa el 75% de las Unidades de Producción Agropecuaria (UPA), suministra el 70% de los alimentos consumidos en el país y es responsable del 80% de los empleos agrícolas. Esto convierte a la AFC en un actor clave para garantizar la seguridad alimentaria y reactivar la economía local de las comunidades campesinas (ESQUEL, 2020; MAG, 2023).

En este contexto, la comuna de Chongón, ubicada en el cantón Guayaquil de la provincia del Guayas, está experimentando un proceso de expansión urbana significativo, lo cual ha llevado a una reducción de áreas destinadas para actividades agropecuarias. Por lo tanto, para la adaptación del modelo de AFC a entornos urbanos, se requiere la implementación de estrategias que garanticen su sostenibilidad en el tiempo.

Promover este modelo de agricultura implica la creación de granjas integrales que fomenten y faciliten la transferencia de conocimientos mediante la experiencia práctica. La

ausencia de este modelo de granjas en la comuna ha limitado el acceso de agricultores locales a la formación práctica, lo que ha obstaculizado el intercambio de técnicas agrícolas entre comunidades.

El presente proyecto describe el proceso de planificación para establecer una unidad de producción agrícola enfocada en la conservación del modelo de AFC. El objetivo es maximizar el aprovechamiento de los recursos naturales disponibles, como el suelo y el agua, y transformar biológicamente los residuos para garantizar su viabilidad y productividad a largo plazo.

1.1. Descripción del Problema

En la actualidad, el crecimiento urbano acelerado del cantón Guayaquil, conlleva a la conquista de áreas naturales y rurales de la parroquia Chongón. Áreas anteriormente dedicadas a la actividad agropecuaria, ahora se destinan para el desarrollo urbano, planteando así un desafío para la conservación de la AFC en la comuna de Chongón. La evolución en el uso de suelo está transformando el estilo de vida de agricultores y las ocupaciones tradicionales de sus habitantes, amenazando la seguridad alimentaria local y la preservación de conocimientos ancestrales asociados al modelo de AFC.

La comuna de Chongón no posee granjas integrales que promuevan la enseñanza práctica del enfoque de producción de la AFC a través mediante la observación, experimentación y análisis para la toma de decisiones. La implementación de granjas de este tipo fomenta la sostenibilidad ambiental mediante el empleo de buenas prácticas en la gestión de recursos, garantizando el equilibrio entre el progreso urbano y la preservación de la AFC en la comuna.

Por lo tanto, el diseño agronómico de los diversos sistemas de producción que conforman la granja integral será utilizado por el Centro de Investigaciones Rurales (CIR),

entidad especializada en el estudio económico y social del sector rural. Su misión consiste en promover prácticas agrícolas sostenibles entre las familias campesinas, abordando los desafíos derivados de la transformación del entorno.

1.2. *Justificación del Problema*

El desarrollo agrícola en la comuna de Chongón, enfrenta desafíos debido a dos factores determinantes. El primero, se atribuye a la creciente expansión urbana del cantón, reflejada en un aumento del 68,43% en el uso del suelo destinado al desarrollo urbano. Lo cual resulta en la reducción de tierras cultivables para ejercer la AFC, agravado por la falta de recursos destinados para la capacitación y difusión de conocimientos innovadores en el ámbito agrícola (PDOT, 2021).

El segundo corresponde al establecimiento de monocultivos, generando un impacto adicional en la diversidad agrícola local. Este modelo de agricultura conlleva riesgos en la soberanía alimentaria y el medio ambiente, ya que implica mayor uso de agroquímicos para la protección de cultivos. Esta práctica agota selectivamente los nutrientes del suelo, degradando su calidad y fertilidad a largo plazo. Esto, a su vez, provoca cambios en la dieta de los campesinos al restringir la variedad de alimentos (Castro, 2022).

Por lo que, para lograr conservar el modelo de agricultura y la producción sostenible y sustentable, se debe crear un entorno propicio para la transferencia de conocimientos mediante la implementación de una granja integral que sirva como un espacio idóneo para la enseñanza de nuevas prácticas agrícolas bajo la dirección de especialistas, que guiará a los agricultores y a las nuevas generaciones a conservar las prácticas agrícolas tradicionales adaptándose a las características que la evolución del entorno pueda presentar.

Esta propuesta se alinea a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente contribuye al ODS 2 “Hambre cero”, al mejorar la productividad agrícola, garantizando a la comunidad el acceso a alimentos nutritivos ; ODS 8 “Trabajo decente y crecimiento económico”, al promover la sostenibilidad en el sector agrícola local, estimulando el desarrollo económico y generando empleo en zonas rurales y ODS 12 “Producción y consumo responsables”, al fomentar prácticas agrícolas sostenibles que promuevan la eficiencia en el uso de recursos, reducción de desperdicios y adopción de métodos de producción respetuosos con el medio ambiente, contribuyendo así a un sistema agrícola más sostenible a largo plazo (Naciones Unidas, 2018).

1.3. *Objetivos*

1.3.1. Objetivo general

- Diseñar un sistema integral de una unidad agroproductiva para la transferencia de conocimientos, mediante un modelo de agricultura familiar, dirigido a la comuna de Chongón.

1.3.2. Objetivos específicos

- Procesar parámetros edafoclimáticos e hídricos de la granja Chongón para el rediseño de las parcelas de producción y estructuración del plan de cultivo.
- Diseñar los diferentes sistemas de riego para los cultivos a implementarse en la granja Chongón.
- Estimar los costos de implementación del diseño de producción para la evaluación de su viabilidad económica y ambiental.

1.4. Marco teórico

Para definir el alcance del proyecto, es fundamental precisar algunos términos esenciales para la construcción de la perspectiva teórica de la investigación. A continuación, se detallan dichos términos.

1.4.1. Historia de la Comuna de Chongón.

La comuna San Pedro de Chongón, fue fundada el 19 de marzo de 1964, abarca una superficie de 44,897.5 hectáreas (ha) y está actualmente bajo la dirección del Ing. Danny Torres Jiménez, como Jefe Comunal. Se estima que la población de la comuna es de aproximadamente 2.901 personas. San Pedro de Chongón forma parte de la parroquia Chongón, que fue parroquializada el 3 de Julio de 1862, durante el gobierno del Dr. Gabriel García Moreno y se integró al cantón Guayaquil en 1991 (Castillo R. , 2018; SAAC, 2021).

1.4.2. Agricultura Familiar Campesina.

La AFC se concibe como un modelo de producción, agrícola, pecuaria, forestal o pesquera, adaptada a tradiciones y conocimientos compartidos a través de generaciones. Los principales actores son los miembros del grupo familiar, quienes ejecutan las labores agrícolas, siendo la mano de obra el recurso básico que aportan. Esta práctica suele desarrollarse en pequeñas parcelas de tierra donde se cultivan variedades tradicionales adaptadas al clima local. Su principal objetivo es producir alimentos para autoconsumo, importante en la seguridad alimentaria y el desarrollo rural sostenible (FAO, 2013).

En Chile, las UPAs de AFC representan el 90% del total de estas unidades productivas del país. Este modelo de producción controla el 54% de la producción de hortalizas, 76% en la producción caprina, 54% del ganado bovino y 76% de la producción de miel. Para impulsar la AFC, Chile cuenta con programas de apoyo y financiamiento, incluyendo el Instituto de

Desarrollo Agropecuario (INDAP) y el Programa de Asociatividad Económica (PAE). Además, se implementan programas específicos para mujeres, como el proyecto “Más capaz mujer emprendedora” que fomenta el emprendimiento a través de asistencia técnica (Cardemil, 2023).

En Ecuador, la AFC aporta con más del 60% de los alimentos consumidos a nivel nacional, constituye el 7,9% de las actividades económicas y el 80% de los empleos agrícolas. El MAG, con el respaldo técnico de la FAO, se propuso dinamizar la economía rural a través de empleo y oportunidades para la AFC. La iniciativa consiste en impulsar actividades y programas adaptados a las necesidades específicas de las familias campesinas, implementando planes estratégicos acordes a sus condiciones y requerimientos particulares. Para mejorar su situación y promover su desarrollo en el entorno agrícola en el que se encuentra (FAO, 2022; Daza, et al., 2021).

1.4.3. Modelos de producción agrícola.

Los modelos de producción agrícola son sistemas que describen la forma en que se organiza y ejecuta la actividad agrícola con el fin de producir alimentos, fibra y otros productos, con el objetivo de satisfacer las necesidades humanas, teniendo en cuenta su viabilidad local. Estos modelos varían según la región, los recursos disponibles, las tecnologías utilizadas y los objetivos específicos de los agricultores (Westreicher, 2020). Los modelos de producción se describen como:

1.4.3.1. *Agricultura Tradicional.*

La agricultura tradicional hace uso de métodos y prácticas agrícolas transmitidas durante generaciones y su producción se destina tanto al consumo del agricultor como al de los trabajadores del campo. Esta técnica es simple y no utiliza tecnología avanzada, además,

no requiere conocimientos técnicos especializados. Podríamos decir que este tipo de agricultura se basa en el uso de los recursos naturales y en prácticas ecológicas (Sánchez, 2021).

1.4.3.2. *Agricultura Orgánica.*

Se basa en principios de sostenibilidad ambiental, conservación del suelo y del agua, evitando el uso de productos químicos sintéticos, como fertilizantes y pesticidas. Este enfoque orienta a cultivar alimentos de manera más saludable y respetuosa con el medio ambiente, promoviendo la salud del suelo, la biodiversidad y la salud humana. Mediante la combinación de prácticas tradicionales con las innovaciones para mejorar el entorno compartido y mejorar la calidad de vida de los involucrados (Gómez, 2014).

1.4.3.3. *Agricultura de Restauración.*

En este sistema de producción, se evita la pérdida de tierras cultivables y, a su vez se regeneran las tierras degradadas. Este modelo se caracteriza por mantener la cobertura de suelo, minimizar las prácticas de labranza y el fomento de cultivar diferentes variedades vegetales. Además de su impacto positivo en la conservación de suelo, contribuye a la resistencia de los ecosistemas agrícolas promoviendo la resiliencia al cambio climático (FAO, 2022).

En el 2019, el MAG, Agrocalidad y BanEcuador presentaron un crédito productivo para la agricultura orgánica, cuyo monto era desde los \$50 hasta \$3 mil dólares. Lo que se busca es generar una agricultura innovadora centrada en la preservación de los recursos naturales y que los agricultores tengan la oportunidad de producir sus alimentos de manera saludable, beneficiando a cultivadores y consumidores (MAG, 2021).

1.4.4. Granjas integrales.

Las granjas integrales son sistemas agrícolas en el que se articulan diversos subsistemas de producción, como la cría de animales, cultivos de ciclo corto, anuales y perennes, así como la gestión de residuos y el manejo sostenible del agua y el suelo. Esta integración permite el funcionamiento eficiente y sostenible de la granja, promoviendo la producción agropecuaria amigable con el ambiente. Por medio de las granjas integrales, las familias campesinas combinan los conocimientos adquiridos por sus ancestros con las tecnologías modernas a fin de mejorar su calidad de vida. Por ejemplo, la producción de abonos orgánicos a partir del excremento del ganado vacuno para incorporarse en el suelo para proveer nutrientes a las plantas, minimizando el uso de agroquímicos que son perjudiciales para la salud del hombre y medio ambiente. La diversificación de cultivos y la cría de animales contribuye a la seguridad alimentaria, ya que proporciona una variedad de alimentos frescos y nutritivos para autoconsumo como para la venta, aportando al desarrollo económico (Bonilla, 2020).

En la provincia de Tungurahua de Ecuador, el MAG implementó la estrategia “Hombro a Hombro”, para incentivar a los agricultores a cultivar sus propios alimentos. Esta iniciativa ha facilitado la transferencia de conocimientos entre agricultores y técnicos, impulsando la tecnificación de las actividades agrícolas en campo mediante fincas integrales que aprovechan eficientemente los recursos disponibles. Estas prácticas han impulsado la productividad local, fortalecido la economía familiar campesina mediante nuevos canales de comercialización. Además, en el 2019, se llevó a cabo un taller en colaboración con el Distrito de Tungurahua y el MAG, para fortalecer el “Manual de Granjas Integrales Agroecológicas”, proporcionando a los agricultores una guía para mejorar sus habilidades en campo (MAG, 2019).

1.4.5. Riego tecnificado.

El riego tecnificado emplea tecnología y sistemas automatizados para suministrar agua de manera controlada y eficiente a los cultivos. Este método garantiza que el recurso hídrico se aplique en la cantidad exacta, en el momento adecuado y en áreas específicas. Algunos de sus beneficios incluyen la disminución del consumo de agua, reducción de los costos asociados a las tarifas y aumento en la producción (SADER, 2019). Existen diferentes tipos de riego tecnificado, entre ellos están:

1.4.5.1. *Riego por gravedad.*

Es el método más antiguo de riego, el cual consiste en dirigir el flujo de agua desde la fuente de suministro hasta el campo, aprovechando la gravedad para distribuir el agua de manera natural por la superficie de los cultivos. Aunque es un método tradicional, se ha reemplazado por prácticas más tecnificadas y eficientes (ICO, 2019).

1.4.5.2. *Riego por goteo.*

El agua es movilizada a través de mangueras plásticas, las cuales tienen pequeños orificios o goteros, por donde sale el agua para ser administrada en gotas continuas al pie de la planta, formando un bulbo húmedo cuya distribución depende de la estructura de suelo (Valverde, 2022).

1.4.5.3. *Riego por aspersión.*

Consiste en que a través de la presión del agua que se obtiene en el sistema de tuberías, el agua es expulsada por boquillas o aspersores, para distribuir el agua simulando ser una lluvia de intensidad ligera y uniforme. La aplicación del agua en plantas no les causa daño, porque no cae sobre ellas con presión (JACTO, 2023).

1.4.5.4. Riego por microaspersión.

Este método es una variante del riego por aspersión, la aplicación del agua es en forma gotas pequeñas y finas que simulan ser lluvia, pero de menor alcance. Se utiliza en frutales, su distribución es más uniforme que el método de aspersión y es menos probable que se obstruyan los emisores, pues los conductos y la velocidad del agua son mayores (Guardado, 2023).

En Ecuador, el 13.8% de la superficie bajo riego cuenta con riego tecnificado. Tradicionalmente el riego se realizaba por gravedad, donde el agua recorría surcos hasta llegar a la planta, lo que ralentizaba la producción y cosecha de cultivos. A partir de esta problemática surge el Proyecto Irrigación Tecnificada (PIT), a fin de mejorar la producción de pequeños agricultores mediante la modernización e intensificación sostenible de los sistemas agrícolas en 17 provincias del país. El resultado de este proyecto incrementó en un 60% los ingresos familiares y 9.000 hogares tuvieron acceso a sistemas mejorados de irrigación tecnificada en una extensión de 10.500 ha de tierras de cultivo (Salazar, 2017).

1.4.6. Escuela de Campo de Agricultores.

Las Escuelas de Campo de Agricultores (ECAs), fue desarrollada en 1989 por la FAO, cuya metodología se basa en la interacción dinámica entre facilitadores y familias rurales, fomentando el intercambio de conocimientos utilizando la experiencia práctica y experimentación. En este enfoque la actividad agrícola y el hogar forman parte de los recursos para el proceso de enseñanza-aprendizaje, promoviendo el fortalecimiento y desarrollo de las comunidades.

Países de América Latina, como Perú, fomentan la conservación del modelo de AFC, a través de las ECAs. Estas escuelas facilitan las herramientas necesarias para compartir

conocimientos agrícolas y técnicas sostenibles con las nuevas generaciones de agricultores, además, promueve la adaptación de las prácticas tradicionales en zonas que experimentan procesos de urbanización. En la región de La Libertad, potencian la destreza y conocimiento de los agricultores en el manejo integrado de plagas y enfermedades, esto permite que los productores obtengan productos sanos e inocuos (SENASA, 2022).

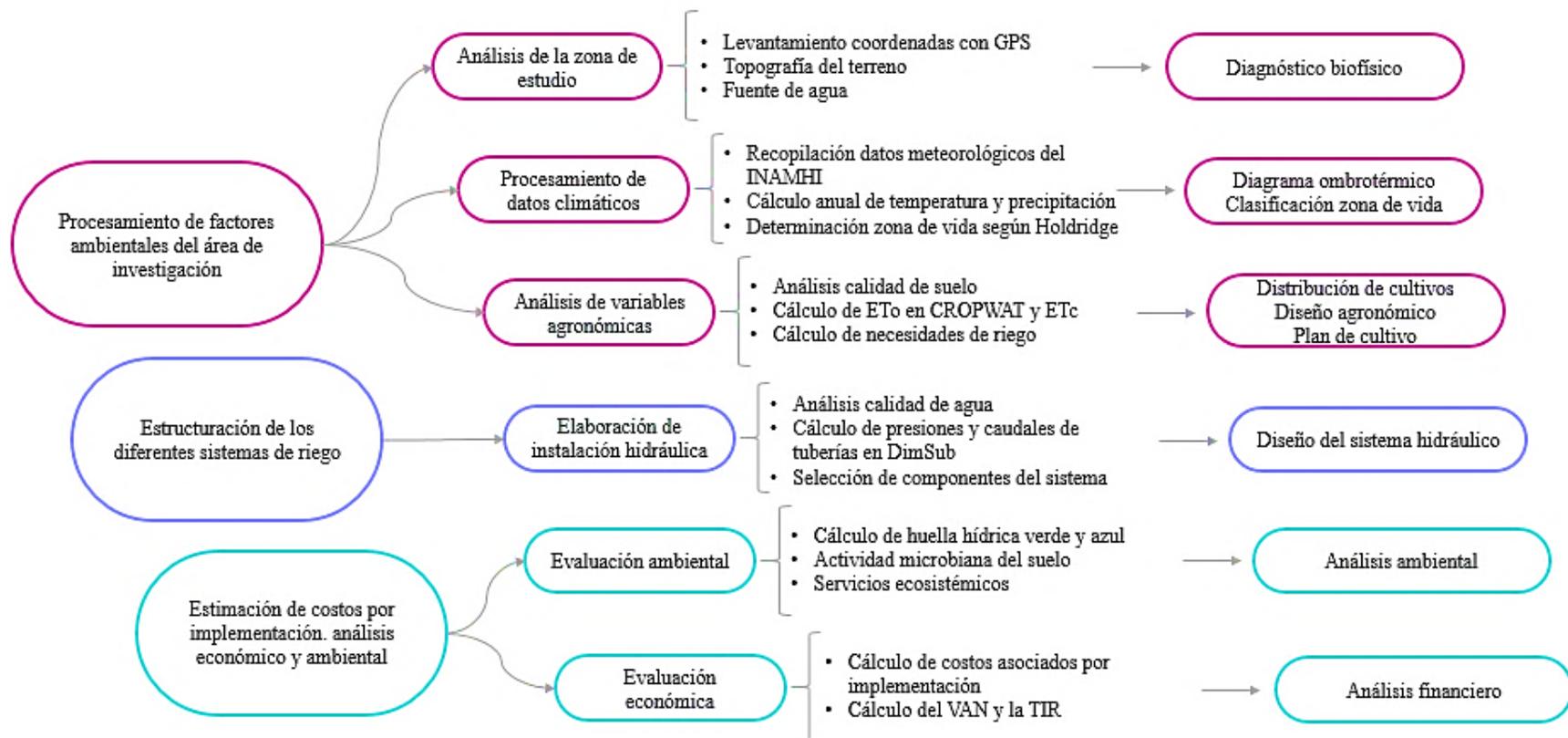
En Ecuador, se impulsan iniciativas en las provincias de Napo y Loja a través de las ECAs. En Napo, la Dirección Distrital del MAG y técnicos del proyecto de la Agenda de Transformación Productiva Amazónica (ATPA), han establecido 20 ECAs para potenciar las habilidades de agricultores campesinos, fomentando la participación de las familias campesinas dedicadas a la producción de café, cacao y ganadería, con el objetivo de promover la sostenibilidad y contribuir a un entorno libre de deforestación (MAG, 2022). En la provincia de Loja, más de 100 agricultores participan en ECAs promovidas por el MAG, la Universidad Nacional de Loja y el GAD de la parroquia San Lucas, enfocándose en técnicas de ganadería sostenible y producción de cultivos bajo invernadero. La meta es mejorar los ingresos de los productores mediante la instrucción práctica, abordando problemas ambientales y organizativos (MAG, 2019)

CAPÍTULO 2

2. Metodología

La metodología para el diseño agronómico de una granja integral se muestra en la **Figura 2.1** la cual fue desarrollada en 6 etapas.

Figura 2.1 Metodología del diseño de producción agrícola en la granja Chongón.



2.1. Análisis de la zona de estudio

2.1.1. Levantamiento de coordenadas geográficas con GPS.

Se registraron puntos de interés en el área de estudio mediante el uso del Sistema de Posicionamiento Global (GPS, siglas en inglés), que proporciona coordenadas geográficas de ubicación. Las coordenadas de referencia se ingresaron en el sistema de información geográfica satelital Google Earth, lo que facilitó la visualización detallada del área de estudio (González, 2023; Google Earth, 2007).

2.1.2. Topografía del terreno.

La topografía de la zona de estudio se analizó mediante el Geoportal del Agro del Sistema de Información Pública Agropecuaria del Ecuador (SIPA). En la **Tabla 2.1**. Se muestra la información obtenida acerca de la unidad Geopedológica del suelo y su topografía.

Tabla 2.1 Características físicas del suelo de la zona rural de Chongón.

Características	Descripción
Unidad geológica	Depósitos aluviales
Orden taxonómico	Mollisoles
Suborden taxonómico	Ustolls
Gran grupo taxonómico	Argiustolls
Textura superficial	Franco arenoso
Drenaje natural	Bueno
Pendiente	> 2 a 5% (suave)

Nota. Datos tomados del Sistema de Información Pública Agropecuaria del Ecuador (2023).

2.1.3. Fuente de agua.

Mediante investigación primaria, se obtuvo información de la red de riego presurizado construida por la ex CEDEGE, ahora administrada por la Empresa Pública de Agua (EPA). La representación gráfica de la distribución de los ramales de riego se llevó a cabo mediante el software Google Earth y QGIS 3.10 (CEDEGE, 1992).

2.2. Procesamiento de datos climáticos

2.2.1. Extracción de datos meteorológicos del INAMHI.

En la **Tabla 2.2** se muestran los datos meteorológicos promediados por mes, los cuales se tomaron de la estación meteorológica de Chongón, de la base de datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), con periodo histórico de 20 años.

Tabla 2.2 Registro de parámetros climáticos de la estación meteorológica Chongón.

INAMHI						
Mes	Temp Media °C	Humedad %	Viento m/s	Insolación horas	Radiación MJ/m ² /día	Precipitación Mm
Enero	27.0	75.0	2.8	3.8	15.1	102.7
Febrero	26.9	80.0	2.4	4.3	16.3	160.5
Marzo	27.3	80.0	2.6	4.8	17.1	130.5
Abril	27.1	77.0	2.7	5.1	16.8	98.6
Mayo	26.6	76.0	2.7	5.4	16.2	12.6
Junio	25.0	77.0	3.0	4.3	14.1	0.0
Julio	24.1	76.0	3.5	4.4	14.5	0.0
Agosto	24.1	75.0	4.0	4.8	15.9	0.0
Septiembre	24.8	74.0	3.9	5.4	17.6	0.0
Octubre	24.7	73.0	4.1	4.4	16.3	0.0
Noviembre	25.3	71.0	3.8	4.2	15.7	0.0
Diciembre	26.4	69.0	3.6	4.7	16.2	31.5
Anual	25.8	75.3	3.3	4.6	16.0	536.4

Nota. Datos obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2012).

2.2.2. Cálculo anual de la temperatura y precipitación.

Se calculó la media anual de la precipitación (2.1) y promedio anual de la temperatura (2.2), mediante las ecuaciones proporcionadas por la herramienta Excel.

$$\sum_{i=1}^n X \quad (2.1)$$

Donde:

- x : elementos por sumar
- i : límite inferior de la suma, $i \leq n$
- n : límite superior

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.2)$$

Donde:

- \bar{x} : promedio de temperatura [°C]
- i : valor de la temperatura mensual [°C]
- n : número de datos utilizados [adimensional]

2.2.3. Determinación zona de vida según Holdridge.

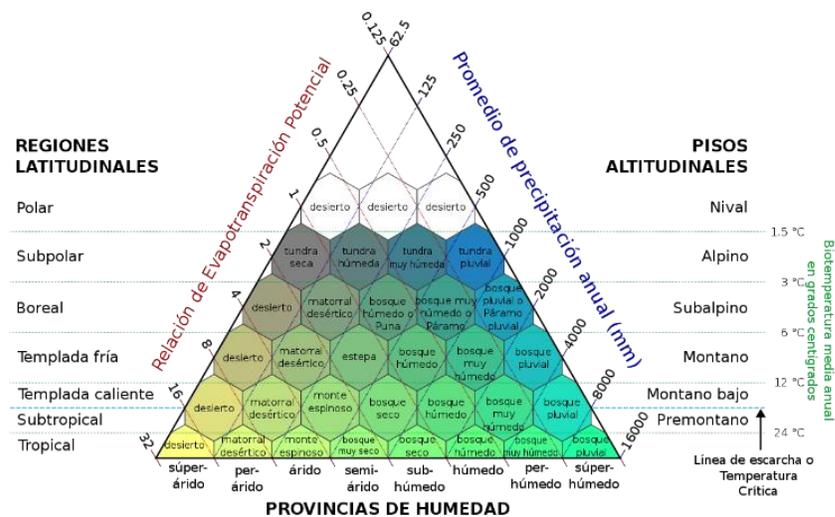
La zona de estudio se caracterizó utilizando la escala de clasificación de vida de Holdridge, detallada en la **Figura 2.2**. Se ingresaron los datos de temperatura, precipitación y evapotranspiración de la localidad en la ecuación 2.3 (Cañadas, 1983; Rivero, 2012).

$$Rep = \frac{T * 58,93}{PMA} \quad (2.3)$$

Donde:

- Rep : Ratio de evapotranspiración potencial
- T : temperatura [°C]
- PMA : Precipitación media anual [mm]

Figura 2.2 Diagrama de clasificación de la zona de vida de Holdridge.



Nota. Información recuperada de (Gil J. , 2020)

2.3. Análisis de variables agronómicas

2.3.1. Calidad de suelo.

Se realizó un análisis de suelo para determinar sus propiedades físicas y químicas, en la **Tabla 2.3** se detalla el tipo de método empleado. Se recolectaron muestras representativas de suelo, cada una pesando 500 g, a una profundidad de 15 cm para cultivos cortos y anuales y de 20 a 40 cm para cultivos perennes. El proceso se llevó a cabo mediante la técnica de muestreo en zigzag (Mendoza & Espinoza, 2017; Sucuy & Castillo, 2021).

Tabla 2.3 Métodos utilizados para determinar propiedades físicoquímicas del suelo.

Parámetro	Método
Textura	Bouyoucos
pH	Agua:suelo (5:1)
Conductividad eléctrica	Agua:suelo (5:1)
Nitrógeno total y Materia orgánica	Analizador automático C/N
Determinación de macro, microelementos y metales pesados mediante ICP-OES	Acetato de amonio 1M

Nota. ICP-OES: Espectroscopía de Emisión Atómica con Plasma de Acoplamiento Inductivo; M: molar.

La calidad de suelo se evaluó utilizando la metodología MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad), como se muestra en la **Tabla 2.4**. El resultado se presentó mediante un gráfico radial (Fonseca, 2021; Arrieche, 2012).

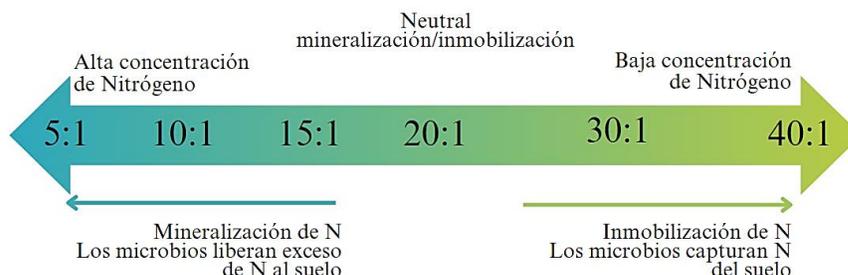
Tabla 2.4 Criterios de evaluación calidad de suelo agrícola.

Característica	Puntuación				
	1	2	3	4	5
Textura	Arcilloso/ arenoso/ limoso	Franco arenoso	Franco limoso/ Franco arenoso	Franco arcilloso	Franco
pH	2.6	2.6 – 3.6	3.4 – 4.6	4.6- 5.6	5.6 – 7.3
MO (%)	< 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	> 5
CICe (cmolKg ⁻¹)	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	> 20
CE	3 - 4	2 -3	1- 2	0 - 1	> 0
C (%)	< 0.2	0.2 – 0.5	0.51 – 1.70	1.71 – 2.90	> 2.90

P (mg Kg ⁻¹)	< 10	10 -20	20 - 30	30 - 40	> 40
K (mg Kg ⁻¹)	< 0.1	0.10 – 0.20	0.21 – 0.30	0.31 – 0.40	> 0.40
Al (mg Kg ⁻¹)	< 0.10	0.10 – 0.25	0.25 – 0.50	0.50 – 0.80	> 0.80

Nota. pH: potencial de hidrógeno; MO: materia orgánica; CICE: capacidad de intercambio catiónico efectiva; CE: conductividad eléctrica.

Figura 2.3 Escala de mineralización e inmovilización del nitrógeno.



Nota. Información obtenida de “Estrategias de manejo de la fertilidad de vegetales orgánicos” (Brust, 2019).

Además, el contenido de metales pesados en el suelo se evaluó mediante un contraste con los parámetros previamente establecidos por el Ministerio del Ambiente y Agua (MAE) descritos en la **Tabla 2.5**, de acuerdo con la “Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados” (MAE, 2015).

Tabla 2.5 Contenido permisible de metales pesados en suelo.

Metales	Concentración (mg/kg)
Plomo (Pb)	19
Cadmio (Cd)	0.5
Cromo total (Cr)	54

Nota. Información adaptada por los autores.

2.3.2. Cálculo de ETo y ETc.

La evapotranspiración de referencia (ETo), se determinó mediante el software CROPWAT 8.0 de la FAO. En el programa se ingresaron los datos obtenidos del INAMHI, donde la ETo fue calculada por medio de la ecuación de Penman-Monteith (2.5). Además, como alternativa para validar la ETo, se empleó la ecuación de Hargreaves (2.6).

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u^2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u^2)} \quad (2.4)$$

Donde:

ET_o :	evapotranspiración de referencia [mm/día]
R_n :	radiación neta en la superficie de cultivo [$\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$]
R_a :	radiación extraterrestre [mm día^{-1}]
G :	flujo de calor de suelo [$\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$]
T :	temperatura media del aire a 2m de altura [$^{\circ}\text{C}$]
u_2 :	Velocidad del viento a 2m de altura [ms^{-1}]
e_s :	Presión de vapor de saturación [kPa]
e_a :	presión real de vapor [kPa]
$e_s - e_a$:	déficit de presión de vapor [kPa]
Δ :	pendiente de la curva de presión de vapor kPa [$^{\circ}\text{C}^{-1}$]
γ :	constante psicrométrica kPa [$^{\circ}\text{C}^{-1}$]

$$ET_o = 0,0023(T_{media} + 17,8)(T_{max} - T_{min})^{0.5} R_a \quad (2.5)$$

Donde:

ET_o :	evapotranspiración de referencia [mm/día]
T_{media} :	temperatura media [$^{\circ}\text{C}$]
T_{min} :	temperatura mínima [$^{\circ}\text{C}$]
T_{max} :	temperatura máxima [$^{\circ}\text{C}$]
R_a :	radiación extraterrestre [mm día^{-1}]

La evapotranspiración de cultivo (ETc) se calculó mediante el producto de la ET_o y el coeficiente único de cultivo (Kc), como se muestra en la ecuación 2.7. El coeficiente es el resultado de los promedios de la evaporación del suelo y la transpiración del cultivo.

$$ET_c = ET_o * K_c \quad (2.6)$$

Además, se ajustó el Kc en la etapa media de crecimiento por cada tipo de cultivo, mediante la ecuación **2.8**, donde existe mayor demanda de agua. Las ecuaciones empleadas se obtuvieron del Manual 56 de la FAO (2006).

$$Kc_{med} = Kc_{med(Cua)} + [0,04 (u_2 - 2 - 0,004(HR_{min} - 45))] \left(\frac{h}{3}\right)^{0.3} \quad (2.7)$$

Donde:

$Kc_{med(Cua)}$:	valor de Kc medio obtenido del cuadro 12 del manual de la FAO
u_2 :	valor diario de la velocidad del viento a 2m de altura sobre el pasto [ms^{-1}], con $1ms^{-1} \leq u_2 \leq 6ms^{-1}$
HR_{min} :	valor de humedad relativa mínima a mediados de temporada [%], para $20\% \leq HR_{min} \leq 80\%$
h :	altura media de las plantas a mediados de temporada [m] para $0,1m \leq h \leq 10m$

2.3.3. Cálculo de necesidades de riego.

La demanda hídrica del cultivo se determinó mediante el software CROPWAT 8.0, que utiliza la ecuación de balance hídrico (**2.8**), que se obtiene de la diferencia entre la evapotranspiración de cultivo y la precipitación efectiva (FAO, 2006).

$$RAC = ETC - P_{efectiva} \quad (2.8)$$

Donde:

RAC :	requerimiento de agua del cultivo
ETC :	evapotranspiración de cultivo
$P_{efectiva}$:	precipitación efectiva

2.4. Elaboración de instalación hidráulica

2.4.1. Análisis fisicoquímico de agua.

El análisis fisicoquímico del agua del embalse Chongón se obtuvo por medio de investigación primaria y se presenta en la **Tabla 2.6**. Los resultados fueron interpretados

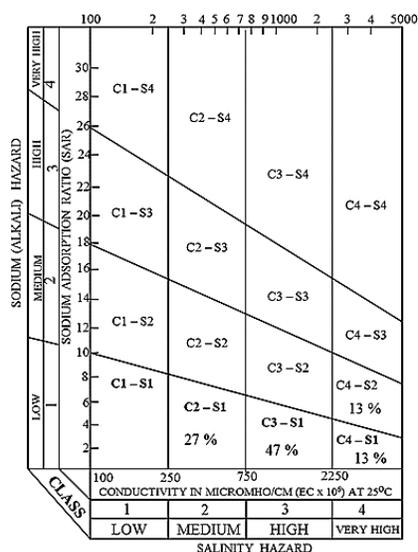
según “Water Quality in Agriculture” (FAO, 1985) y Normas Riverside (Blasco & Rubia, 1973). En las **Tablas 2.7, 2.8 y 2.9** se muestran los criterios de evaluación.

Tabla 2.6 Resultado del análisis químico de agua del embalse Chongón.

Parámetro	Refer.: 2023061		Reservorio	
	Examen físico	Unidad	valor	Embalse
Reacción del agua (pH):	U	7.35	Lig. Alcalina	
Conductividad Eléctrica (CE):	Micromhos	684	Media C2	
Sólidos Disueltos Totales:	mg/L	437.8	Media S1	
Dureza Total (CO ₃ Ca):	mg/L	125	Blanda	
Dureza Alcalina (CO ₃ Ca):	mg/L	62.5	Muy blanda	
Examen químico		meq/L	%	mg/L
Cationes				
Calcio (Ca)		1.50	21.43	30.00
Magnesio (Mg)		2.00	28.57	24.30
Sodio (Na)		3.34	47.71	76.82
Potasio (K)		0.16	2.29	6.26
Total:		7.00	100.00	137.38
Aniones				
Carbonatos (CO ₃)			0.00	0.00
Bicarbonatos (CO ₃ H)		1.25	17.86	76.25
Sulfatos (SO ₄)		0.16	2.29	7.68
Cloruros (Cl)		2.00	28.57	70.90
Nitratos (NO ₃)				
Total:		3.41	48.71	154.83
Índices de calidad para uso riego		Siglas	Valor	Niv.C.
Relación de Adsorción de Sodio		RAS	1.45	> 4,0
Carbonato de Sodio Residual		CARSOR	Negativo	< 1,25
Clasificación USDA Normas RIVERSIDE		C-S	C2S1	C2S1

Nota. Información extraída del “Análisis de agua embalse Chongón” (Proaño, 2023)

Figura 2.4 Normas Riverside para la evaluación de calidad de agua para riego.



Nota. Información obtenida de la Universidad Técnica del Norte (Blasco & Rubia, 1973)

Tabla 2.7 Clasificación del agua según las normas Riverside.

Clase	Descripción
C1	Agua de baja salinidad, apta para el riego. Pueden existir problemas sólo en suelos de baja permeabilidad.
C2	Agua de salinidad media, apta para el riego. En ciertos casos será necesario emplear volúmenes de agua en exceso y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad.
C3	Agua de salinidad alta, puede utilizarse para el riego de suelos con buen drenaje, empleando volúmenes de agua en exceso para lavar el suelo y utilizando cultivos tolerantes a la salinidad.
C4	Agua de salinidad muy alta, generalmente no es apta para el riego. Sólo debe usarse en suelos muy permeables y con buen drenaje.
C5	Agua de salinidad excesiva, que sólo debe emplearse en ciertos casos, extremando las precauciones anteriores.
C6	Agua de salinidad excesiva, no aconsejable para riego.
S1	Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en general. Sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.
S2	Agua con contenido medio en sodio, y por lo tanto, con cierto peligro de acumulación de sodio en el suelo, especialmente en suelos de textura fina (arcillosos y franco-arcillosos) y de baja permeabilidad. Deben vigilarse las condiciones físicas del suelo y especialmente el nivel de sodio cambiante del suelo, corrigiendo en caso necesario.
S3	Agua con alto contenido en sodio y gran peligro de acumulación de sodio en el suelo. Son aconsejables aportaciones de materia orgánica y empleo de yeso para corregir el posible exceso de sodio en el suelo. También se requiere un buen drenaje y el empleo de volúmenes copiosos de riego.

S4	Agua con contenido muy alto de sodio. No es aconsejable para el riego en general, excepto en caso de baja salinidad y tomando todas las precauciones apuntadas
----	--

Nota. Información obtenida de la Universidad Técnica del Norte (*Blasco & Rubia, 1973*). Adaptada por autores.

Tabla 2.8 Toxicidad por iones específicos.

Ión	Parámetro	Grado de restricción		
		Ninguno	Ligero - moderado	Severo
Sodio (Na ⁺)				
Absorción radicular	RAS	< 3	3 – 9	> 9
Absorción foliar	meq/L	< 3	> 3.0	-
Cloruro (Cl ⁻)				
Absorción radicular	meq/L	< 4	4 – 10	> 10
Absorción foliar	meq/L	< 3	> 3	-

Nota. Información tomada de “Water quality for agriculture” (*FAO, 1985*). Adaptada por autores.

Tabla 2.9 Parámetros por considerar en el uso de agua para riego.

Riesgo de obstrucción en riego localizado			
Problema	Nivel de riesgo		
	Ninguno	Moderado	Grave
Físicos			
Sólidos en suspensión (mg/L)	< 50	50 - 100	> 100
Químicos			
pH	< 7	7 – 8	> 8
Sólidos disueltos (mg/L)	< 500	500 – 2000	>2000
Manganeso (mg/L)	< 0.1	0.1 - 1.5	> 1.5
Hierro (mg/L)	< 0.1	0.1 - 1.5	> 1.5
Ácido sulfúrico (mg/L)	< 0.5	0.5 - 2.0	> 2
Biológicos			
Poblaciones bacterianas (max n ^o /mL)	<10,000	10,000 – 50,000	>50,000
Problemas asociados con la calidad de agua			
Problema	Nivel de riesgo		
	Ninguno	Moderado	Grave
Nitratos (mg/L)	< 5	5 – 30	> 30
Bicarbonatos (meq/L)	< 1.5	1.5 – 8.5	> 8.5
Acidez / basicidad (pH)		6.5 – 8.4	
Parámetros requeridos en el análisis químico de agua para riego			
Sodicidad			
RAS		0 – 15	
Cationes			
Calcio (Ca ⁺²) (meq/L)		0 – 20	
Magnesio (Mg ⁺²) (meq/L)		0 – 4	
Sodio (Na ⁺¹) (meq/L)		0 – 40	

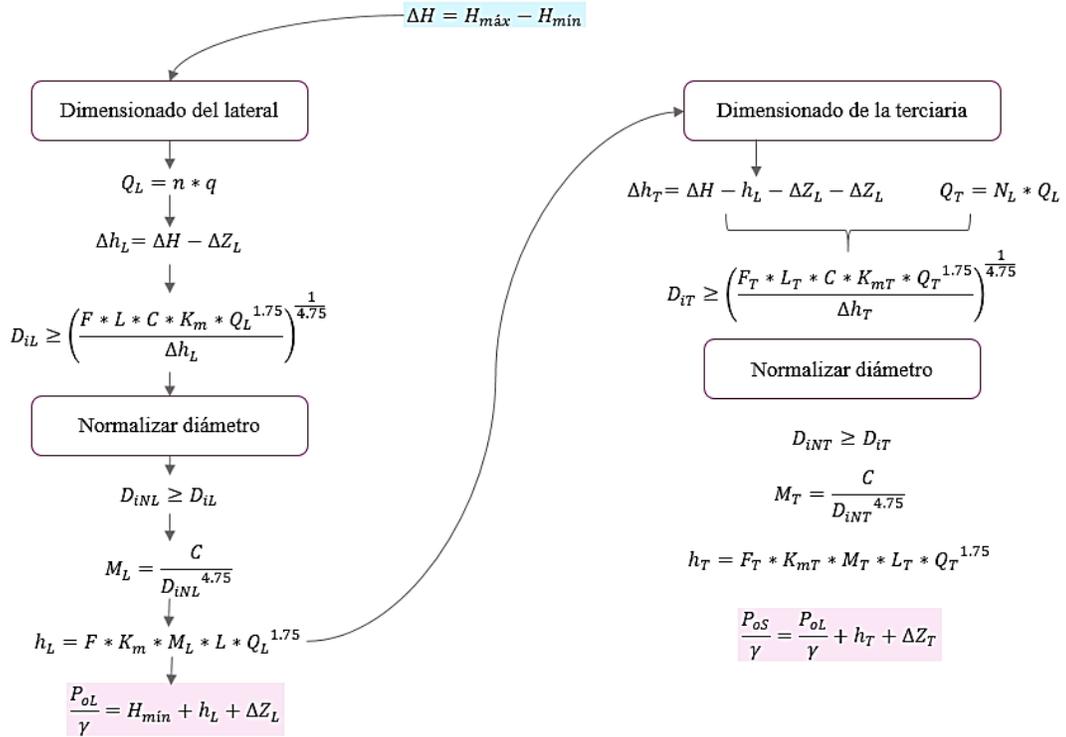
Aniones	
Bicarbonatos (CO ₃ H ⁻) (meq/L)	0 – 10
Cloruros (Cl ⁻) (meq/L)	0 – 30
Sulfatos (SO ₄ ⁻) (meq/L)	0 – 20

Nota. Información tomada de “Manual de práctica para el diseño de sistemas de minirriego” (Carrazón, 2007). Adaptada por autores.

2.4.2. Cálculo de presiones y caudales de tuberías en DimSub.

Las dimensiones de las subunidades de riego se obtuvieron mediante DimSub, aplicación informática desarrollada con Visual Basic for Application (VBA) en el entorno Excel. Se ingresó información detallada de la superficie de riego, plano de la distribución espacial de las unidades de producción, tipo de emisores, alimentación del lateral y terciaria. Lo que permitió diseñar y dimensionar las subunidades de riego garantizando la uniformidad de emisión. Las ecuaciones **2.10**, **2.11** y **2.12** determinan el cálculo de las variables dimensionado de lateral, terciaria y terciaria telescópica para emisores auto compensantes (Arviza, Balbastre, & Palau, 2016). La pérdida de carga por fricción en tuberías fue calculada por la ecuación **2.13** de Hazen-Williams.

Figura 2.5 Obtención de ecuaciones para el dimensionado de subunidades de riego.



$$\frac{P_{oL}}{\gamma} = H_{min} + h_L + \Delta Z_L \quad (2.9)$$

$$\frac{P_{oS}}{\gamma} = \frac{P_{oL}}{\gamma} + h_T + \Delta Z_T \quad (2.10)$$

$$\frac{P_{ot}}{\gamma} = \frac{P_o}{\gamma} + \beta_m h + \alpha_d Z_T \quad (2.11)$$

Donde:

$\frac{P_o}{\gamma}$: presión requerida en origen lateral [mca]
 Z_T : desnivel de la terciaria [m]

$$h = 10.674 * \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.871}} * L \quad (2.12)$$

Donde:

h : pérdida de carga o energía [m]
 Q : caudal [m³/s]

- C*: coeficiente de rugosidad [adimensional]
- D*: diámetro interno de la tubería [m]
- L*: longitud de la tubería [m]

2.4.3. Selección de componentes del sistema.

La selección de componentes de la red de riego se definió por medio de investigación secundaria. Se escogieron los materiales que cumplan las condiciones de diámetro, presión y caudal, obtenidas en el diseño agronómico de acuerdo con la información proporcionada en el catálogo del fabricante (NETAFIM).

2.5. Evaluación ambiental

2.5.1. Cálculo de huella hídrica verde y azul.

La huella hídrica (HH) verde y azul, se calculó mediante las ecuaciones 2.15 y 2.16. Las cuales requieren el ingreso del rendimiento del cultivo a nivel local (expresados en toneladas por hectárea) y el consumo de agua (en metros cúbicos por hectárea). Por lo que, se obtuvo información acerca del tipo y cantidad de agua utilizada en el ciclo productivo de los cultivos (Hoekstra, Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2021).

$$HH_{verde} = \frac{UAC_{verde}}{R} \quad (2.13)$$

Donde:

- HH_{verde} : huella hídrica verde [m³/t]
- UAC: uso de agua del cultivo [m³]
- R: rendimiento del cultivo [t]

$$HH_{azul} = \frac{UAC_{azul}}{R} \quad (2.14)$$

Donde:

- HH_{azul} : huella hídrica azul [m³/t]
- UAC: uso de agua del cultivo [m³]
- R: rendimiento del cultivo [t]

2.5.2. Actividad microbiana del suelo

Mediante diluciones seriadas se analizó la microbiota del suelo, la cual consistió en diluir 1 gramo (g) de suelo disuelto en 9 mililitros (ml) de agua estéril, para colocar 1 ml en la dilución 1 en la dilución 2 hasta la quinta dilución. Posteriormente en cajas Petri con medio PDA (agar de dextrosa patata) y PDA con antibióticos, se inoculó 0.01 ml por cada dilución y se incubaron por 24 horas a 26 °C para el crecimiento de microorganismos y facilitar su reconocimiento. De este modo, se logró determinar el género de microorganismos presentes y sus efectos en el suelo (Pacasa, Loza, Bonifacio, Vino, & Serrano, 2017).

2.5.3. Servicios ecosistémicos

Se evaluaron los diferentes servicios que la granja integral proveerá a través del establecimiento de cultivos e implementación del área de bioconversión. Entre estos servicios se incluyen:

2.5.3.1. Servicios de aprovisionamiento

El servicio ecosistémico de aprovisionamiento se estimó utilizando como referencia el rendimiento de los cultivos a nivel local y extrapolando los resultados a las áreas definidas para la producción de estos en la granja integral (SIPA, 2023).

2.5.3.2. Servicios de regulación

El servicio de regulación que aporta la granja es la captura de carbono a través de especies perennes. La absorción de carbono se estimó consultando referencias bibliográficas que incluyeran estudios similares realizados en zonas tropicales secas (González, 2011; Castillo, Bello, Loor, & Ayón, 2022)

2.5.3.3. Servicios de soporte

El servicio de soporte se da mediante el reciclaje de nutrientes, la estimación de excremento liberado por el ganado vacuno adulto se realizó por medio de investigación secundaria. Se determinó que la cantidad diaria promedio de heces del ganado adulto es de 25 kg, que, mediante el uso de lombrices californianas rojas (*Eisenia foetida*) permitirá la descomposición del material orgánico y el aprovechamiento de sus nutrientes (Gil S. , 2005).

2.6. Evaluación económica

2.6.1. Costos asociados por implementación.

Los costos asociados en el establecimiento de la granja integral se calcularon mediante la herramienta de Excel. Se incluyó el costo de material vegetal, los materiales de infraestructura, mano de obra, costos de equipos y maquinarias, entre otros.

2.6.2. Cálculo de indicadores financieros.

El cálculo del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) se realizó empleando la herramienta Excel y utilizando las ecuaciones **2.16** y **2.17**. En el análisis se consideró la tasa activa de 11.25%, establecida por entidades financieras del país (Banco Central del Ecuador, 2023; BanEcuador, 2024). Para determinar el flujo de ingresos se consideró el rendimiento de los cultivos y los precios de los productos en el mercado, basados en las referencias de la Empresa Pública Municipal Mercado de Productores Agrícolas y MAG (EMPA, 2024; MAG, 2023), más el costo de producción por hectárea de acuerdo con el ingreso salarial del Ministerio del Trabajo (MDT), ajustado según las dimensiones de las parcelas por tipo de cultivo (MDT, 2023). Por lo que, se obtuvo información acerca de la rentabilidad económica del proyecto.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t - E_t}{(1+i)^t} - I_o \quad (2.15)$$

Donde:

Y_t : flujo de ingresos del proyecto
 E_t : Egresos
 I_o : inversión inicial
 i : tasa de descuento
 t : Periodo

$$\sum_{t=1}^n \frac{Y_t - E_t}{(1+r)^t} - I_o = 0 \quad (2.16)$$

Donde:

r : tasa interna de retorno

CAPÍTULO 3

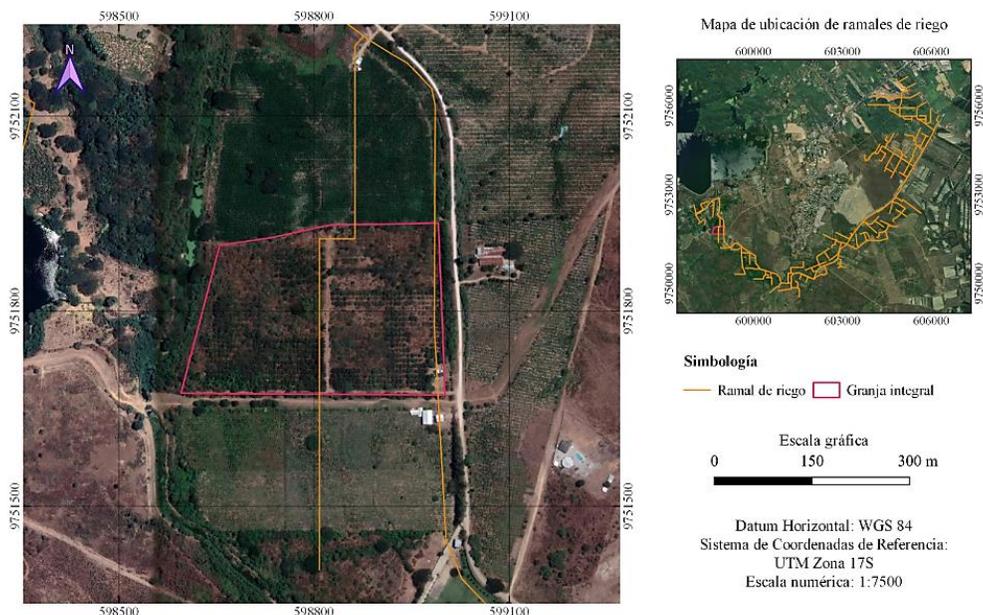
3. Resultados y Análisis

3.1. Análisis de la zona de estudio

3.1.1. Diagnóstico biofísico

El área de estudio se encuentra en la zona rural de la Parroquia Chongón, abarcando una superficie de 9,28 ha. Las coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) indican que se encuentra a 598818.37 E, 9751674.39 S, a una altitud de 22 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m). El relieve del terreno presenta una suave pendiente, variando entre el 2 y el 5%. La taxonomía del suelo corresponde al orden Mollisol, caracterizado por un horizonte superficial muy oscuro (ver **Tabla 2.1**). La fuente de suministro de agua está en la granja integral Chongón, donde está el ramal número 1, toma 1 de la red de riego presurizado, como se muestra en la **Figura 3.1**. El hidrante tiene una capacidad de caudal de 25 m³/h y opera a una presión de 4 bar.

Figura 3.1 Distribución de la red de riego presurizado en granja integral Chongón.



3.2. *Procesamiento de datos climáticos*

3.2.1. **Cálculo anual de temperatura y precipitación**

En la **Tabla 3.1** se presenta la temperatura media y precipitación anual, en la cual, se destaca que, en el mes de marzo, la temperatura media máxima alcanzó los 27.3 °C, mientras que, en el mes de julio y agosto, la temperatura mínima fue de 24.1 °C. Así mismo se observa que la precipitación máxima ocurrió en febrero, alcanzando los 160.5 mm.

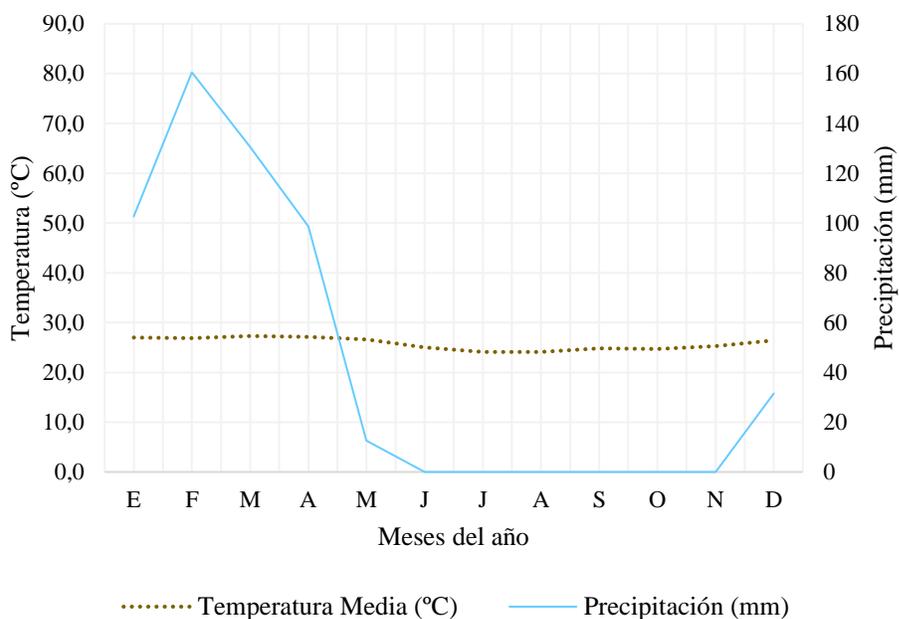
Tabla 3.1 *Registro de la temperatura y precipitación de la estación Chongón.*

Meses	Temperatura Media (°C)	Precipitación (mm)
Enero	27.0	102.7
Febrero	26.9	160.5
Marzo	27.3	130.5
Abril	27.1	98.6
Mayo	26.6	12.6
Junio	25.0	0.0
Julio	24.1	0.0
Agosto	24.1	0.0
Septiembre	24.8	0.0
Octubre	24.7	0.0
Noviembre	25.3	0.0
Diciembre	26.4	31.5
Anual	25.8	536.4

3.2.2. **Diagrama ombrotérmico**

En la **Figura 3.2** se aprecia el diagrama ombrotérmico de la zona de estudio. Durante los primeros cuatro meses del año, de enero a abril, la curva de precipitación se sitúa por encima de la curva de temperatura marcando la época húmeda de la localidad. En este periodo las precipitaciones oscilan entre 100 a 160 mm, acompañadas de temperaturas entre 26.9 y 27.3 °C. La época seca abarcó desde el mes de mayo hasta diciembre, con precipitaciones que varían entre 12.6 y 35.1 mm y temperaturas que oscilan entre 24.1 y 26.6 °C.

Figura 3.2 Diagrama ombrotérmico de la zona de estudio.



3.2.3. Clasificación de la zona de vida

La precipitación media anual es de 536.4 mm, la temperatura promedio anual de 25.8 °C y el ratio de evapotranspiración potencial alcanza el valor de 2,83. Estos resultados confirman que la zona de estudio se clasifica como bosque muy seco, caracterizado por un clima tropical árido.

3.3. Análisis de variables agronómicas

3.3.1. Calidad de suelo

Los resultados de la prueba fisicoquímica se exponen en la **Tabla 3.2**, donde se describe el contenido de partículas, con una proporción de 46,91% de arcilla y 53,76% de arcilla para el primer y segundo horizonte, respectivamente. Por lo que la textura de suelo se clasifica como arcillosa. Las características físicas y químicas como la CE, pH, CICE y otras

se detallan en la **Tabla 3.3** y el contenido de macro y micronutrientes se muestran en la **Tabla 3.4 y 3.5**.

La composición de partículas que define las características del suelo es el resultado de procesos geológicos como la meteorización, lo cual determinan propiedades esenciales como la retención de nutrientes, agua e intercambio de iones en el suelo.

Tabla 3.2 *Porcentaje de partículas y clase textural de suelo por horizonte.*

Horizonte	Profundidad (cm)	% Arena	% Arcilla	% Limo	Clase textural
1	0 - 15	26,48	46,91	26,61	arcilloso
2	20 - 40	28,98	53,76	17,26	arcilloso

El pH es un indicador de propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo; para el Horizonte 1 y 2 el pH se encuentra en el rango en el que los nutrientes están disponibles para la planta. La CE para el Horizonte 1 es superior al Horizonte 2, esto se atribuye a la concentración de sales presentes en el agua de riego, precipitaciones o por la descomposición de materia orgánica que puede liberar sales. El ratio de carbono y nitrógeno pone en evidencia la concentración de nitrógeno en el suelo, siendo en el Horizonte 1 superior al Horizonte 2, la cual se aproxima al equilibrio de la descomposición de MO y liberación de nutrientes.

Tabla 3.3 *Propiedades físicas y químicas del suelo Chongón.*

Características	Horizonte 1	Horizonte 2
pH	7.22	7.15
CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	80.70	48.85
Salinidad (psu)	0.04	0.03
CICe (cmol/kg)	26.9	22.7
N (%)	0.1	0.08
C (%)	1.82	1.30
C:N	18.37:1	15.3:1
MO (%)	3.13	2.07

Nota. CE: conductividad eléctrica; CICe: capacidad de intercambio catiónico efectiva; C:N relación carbono nitrógeno; MO: materia orgánica.

El contenido de macro y micronutrientes en el suelo se detalla en la **Tabla 3.4 y 3.5**, la disponibilidad de estos nutrientes permitió la recomendación de enmiendas descritas en la “Guía Plan de cultivo” (ver **Apéndice A**).

Tabla 3.4 *Contenido de macroelementos.*

Horizonte	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	K(mg/kg)	P (mg/kg)
1	4270.40	485.79	507.25	7.45
2	3620.72	413.75	382.28	7.14

Nota. Ca: calcio; Mg: magnesio; K: potasio; P: fósforo; mg/kg: miligramo/kilogramo.

Tabla 3.5 *Contenido de microelementos.*

Horizonte	Fe	B	Zn	Co	Ni	Mn	Cu	Na	Mo	S
1	0.66	BLD	0.40	0.13	0.46	3.65	0.16	49.87	0.47	30.01
2	0.64	BLD	0.30	0.14	0.49	2.80	0.14	49.13	0.47	26.26

Nota. Fe: hierro; B: boro; Zn: zinc; Co: cobalto; Ni: níquel; Mn: manganeso; Cu: cobre; Na: sodio; Mo: molibdeno; S: azufre; unidades en mg/kg: miligramo/kilogramo; BLD: bajo límite de detección.

La concentración de metales pesados, tales como aluminio (Al), plomo (Pb) y cromo (Cr) es inferior al límite de detección evaluado por el ICP-OES; a diferencia de la concentración en cadmio (Cd) que fue de 0.06 mg/kg, cifra inferior al límite permisible establecido por el MAE, fijado en 0.5 mg/kg.

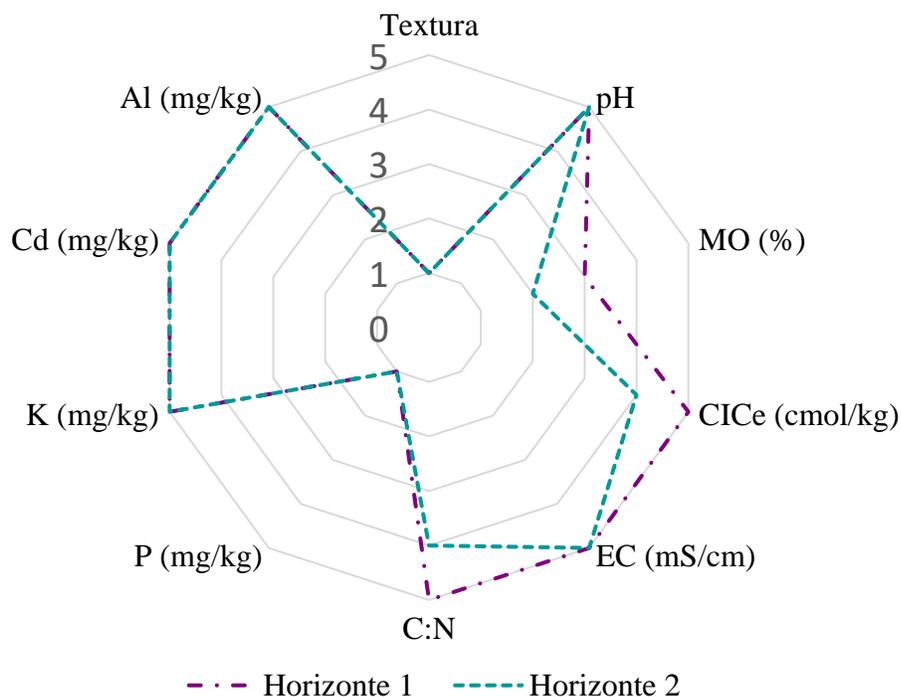
Tabla 3.6 *Contenido de metales pesados.*

Horizonte	Al (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Cr (mg/kg)
1	BLD	BLD	0.06	BLD
2	BLD	BLD	0.06	BLD

Nota. BLD: bajo límite de detección; AL: aluminio; Pb: plomo; Cd: cadmio; Cr: cromo.

En la **Figura 3.3** se muestran los indicadores de calidad de suelo, siguiendo los criterios establecidos por el MESMIS (revisar **Tabla 2.3 y 2.4**). Se observa que el Horizonte 1 (0 – 15 cm) presenta condiciones físicas y químicas superiores en comparación con el Horizonte 2 (20 – 40 cm), evidenciando aspectos como la relación de carbono y nitrógeno, capacidad de intercambio catiónico y contenido de materia orgánica.

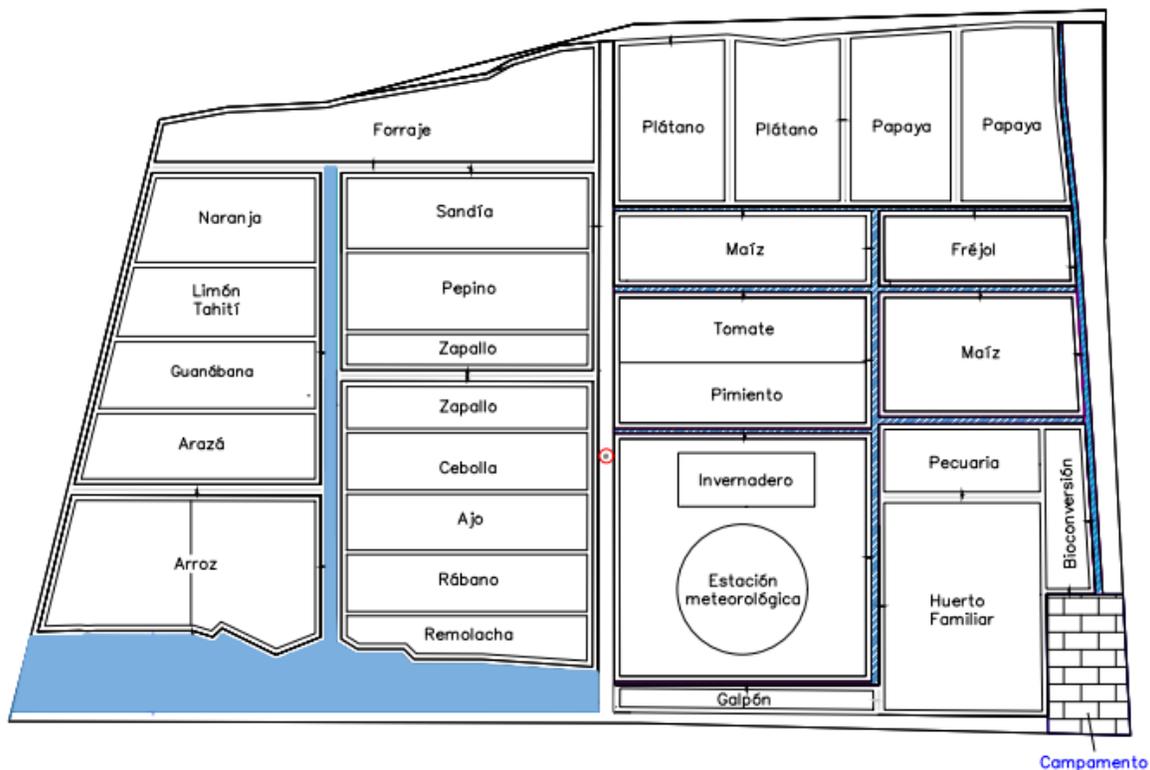
Figura 3.3 Características físicas y químicas de suelo del área de investigación.



3.3.2. Distribución de subunidades

La granja integral se segmentó en 19 subunidades, de las cuales 16 son para producción agropecuaria, según se muestra en el **Plano 3.1**. En estas subunidades, se establecieron cultivos de ciclo corto como rábano, sandía, pepino, zapallo, fréjol, arroz y maíz; ciclo perenne como naranja, guanábana, entre otros. También se designó áreas para bioconversión de residuos mediante lombricultura, invernadero para propagación vegetal, estación meteorológica y un huerto familiar dedicado a la producción de plantas medicinales, tales como albahaca, menta, jengibre y orégano. La dimensión de las subunidades se encuentra en el **Apéndice C**.

Plano 3.1 Distribución física de las subunidades de producción.



A continuación, en la **Tabla 3.7**, se describen las dimensiones específicas de cada área que conforma la granja integral.

Tabla 3.7 Área por subunidad de producción

Subunidades	Superficie (ha)
Pasto	0,40
Naranja	0,22
Limón Tahití	0,22
Guanábana	0,19
Arazá	0,24
Sandía	0,28
Zapallo	0,27
Pepino	0,27
Ajo	0,21
Cebolla	0,20
Rábano	0,21
Remolacha	0,21

Plátano	0,22
Plátano	0,22
Papaya	0,22
Papaya	0,22
Maíz	0,21
Maíz	0,29
Fréjol	0,16
Tomate	0,21
Pimiento	0,21
Arroz	0,50
Invernadero y estación meteorológica	0,78
Producción pecuaria	0,13
Huerto familiar	0,43
Bioconversión	0,08
Galpón	0,05
Total	7,19

Nota. La extensión del invernadero se estableció para una nave de 1000 m² y la estación meteorológica en el terreno se definió considerando la necesidad de evitar cualquier interferencia proveniente de árboles o estructuras próximas, manteniendo una distancia mínima de 250 metros.

3.3.3. Cálculo de la evapotranspiración de referencia y cultivo.

En función de los datos meteorológicos recopilados, se calculó la ETo de la zona para posteriormente determinar la evapotranspiración por cultivo. En la **Tabla 3.8** se presenta la ETo estimada por CROPWAT 8.0 y su validación mediante la ecuación de Hargreaves.

Tabla 3.8 Cálculo de ETo de Chongón.

Mes	ETo (mm/día)	
	Software CROPWAT 8.0	Ecuación de Hargreaves
Enero	4,06	4,10
Febrero	3,91	4,00
Marzo	4,16	4,20
Abril	4,24	4,30

Mayo	4,12	4,10
Junio	3,66	3,72
Julio	3,79	4,00
Agosto	4,30	4,30
Septiembre	4,67	4,70
Octubre	4,61	4,65
Noviembre	4,60	4,60
Diciembre	4,80	4,80
Promedio	4,24	4,28

Subsiguiente a la obtención de la ETo de la zona, se calculó la ETc de los cultivos a implementar. A continuación, en la **Tabla 3.9** se presentan los resultados por cultivo.

Tabla 3.9 *Evapotranspiración por cultivo.*

Cultivo	Kc	ETc (mm/día)
Forraje	1,05	4,45
Naranja	0,85	3,60
Limón Tahití	0,85	3,60
Guanábana	0,85	3,60
Arazá	0,85	3,60
Sandía	1,00	4,24
Zapallo	1,00	4,24
Pepino	1,00	4,24
Ajo	1,00	4,24
Cebolla	1,00	4,24
Rábano	0,65	2,76
Remolacha	1,05	4,45
Maíz	1,20	5,09
Fréjol	1,05	4,45
Tomate	1,15	4,88
Pimiento	1,05	4,45
Plátano	1,10	4,66
Papaya	1,10	4,66
Arroz	1,20	5,09

3.3.4. Diseño agronómico

Con base en las condiciones edafoclimáticas de la zona, evapotranspiración de la zona y cultivo, área bruta sujeta a riego, marco de plantación, caudal de referencia del emisor de acuerdo con el sistema aplicado (goteo, aspersión o microaspersión), se calculó las necesidades hídricas de las subunidades previamente descritas (ver **Apéndice B**). La **Tabla 3.10** exhibe la demanda hídrica por cultivo, así como las horas diarias de riego necesarias para satisfacer la demanda.

Tabla 3.10 *Diseño agronómico de los cultivos.*

Cultivo	Caudal del emisor (l/h)	Espaciamiento entre laterales (m)	Espaciamiento entre emisores (m)	Dosis bruta por turno (m^3 /turno)	Horas por turno (h/turno)
Forraje (A)	510,00	12,0	10,0	16,1	0,9
Frutales (MA)	50,00	6,0	3,0	34,6	1,4
Cucurbitáceas	1,05	1,6	0,9	32,0	1,9
Cultivos de alta densidad	1,05	0,8	0,2	16,0	0,6
Plátano	2,30	2,45	0,3	8,9	1,2
Plátano (MA)	70,00	4,9	4,0	8,9	1,0
Papaya	1,60	3,0	0,3	8,9	1,6
Papaya (MA)	50,00	5,0	4,0	8,9	1,1
Maíz	1,05	1,6	0,3	8,8	1,9
Fréjol	1,05	1,6	0,3	6,4	1,9
Solanáceas	1,05	1,6	0,3	16,8	1,9
Huerto familiar	1,05	0,8	0,2	8,8	0,6

Nota. Siendo (A): riego por aspersión y (MA): riego por microaspersión.

En el contexto de la producción de arroz, el riego será bajo el sistema por impulsos o también conocido como intermitente. En la **Tabla 3.11** se presenta los requerimientos hídricos del cultivo (ver **Apéndice D**) considerando un mecanismo de siembra por surcos, cuatro meses de crecimiento vegetativo hasta llegar a la madurez fisiológica y riego intermitente en decadales, es decir, cada 10 días.

Tabla 3.11 *Diseño agronómico del cultivo de arroz.*

Mes	Decadal	Requerimiento de riego (mm/dec)
1	1	41,8
	2	40,3
	3	41,6
2	1	43,6
	2	45,6
	3	53
3	1	50,1
	2	51,9
	3	58,7
4	1	53,3
	2	52,6
	3	40,3

3.3.5. Plan de cultivo

El plan de producción de cultivo contiene información sobre las actividades a realizarse en la etapa de establecimiento (ver **Apéndice A**). Este plan es un instrumento de guía para los productores campesinos y para las futuras generaciones. Además, busca demostrar que el manejo adecuado de las fases de producción es esencial para garantizar la calidad del producto final y satisfacción del consumidor.

3.4. Elaboración de instalación hidráulica

3.4.1. Análisis de calidad de agua

La interpretación de los resultados del análisis se presenta en la **Tabla 3.8**, lo que permitió establecer la calidad de agua para los sistemas de riego.

Tabla 3.12 *Interpretación de resultados de análisis de agua.*

Parámetro	Resultado	Condición	Interpretación
pH	7.35	6.5 – 8.4	Ligeramente alcalino
CE ($\mu\Omega$)	684	250 - 750	La conductividad es media, por lo que la salinidad es media y el agua es apta para riego

Sales disueltas (mg/L)	437	< 500	El contenido de sales totales disueltas es menor a lo permitido, siendo que el agua es apta para riego y se clasifica como C1, de acuerdo con la clasificación Riverside (ver Tabla 2.4)
Na ⁺² (meq/L)	3.34	0 - 40	Niveles de iones dentro del rango permitido, por lo que, no representa ningún daño por toxicidad para cultivo.
Cl ⁻ (meq/L)	2	0 - 30	
CO ₃ H ⁻ (meq/L)	1.25	< 1.5	El contenido de bicarbonatos es menor a la condición, por lo que no representa un daño en la calidad comercial de aquellos cultivos que requieren riego por aspersión.

3.4.2. Diseño del sistema hidráulico

En función de los requerimientos hídricos calculados en el diseño agronómico, se estimó el caudal y presión necesarios en los laterales de riego para cumplir con la demanda de cada cultivo sopesando que la variación máxima de caudales puede ser hasta 10% y de presión hasta 20% (ver **Apéndice E**). En la **Tabla 3.13** se expone la presión y caudal de operación de los laterales según el cultivo.

Tabla 3.13 *Presión y caudales de laterales de riego.*

Cultivo	Presión en lateral (mca)	Caudal en lateral (l/h)
Forraje (A)	23,0	350
Naranja	25,0	315
Limón tahití	25,0	315
Guanábana	25,0	315
Arazá	25,0	315
Sandía	10,2	154
Zapallo	10,2	154
Pepino	10,2	154
Ajo	10,7	200
Cebolla	10,7	200
Rábano	10,8	200
Remolacha	10,4	200
Maíz	10,2	150
Fréjol	10,0	200

Tomate	10,2	190
Pimiento	10,2	190
Huerto familiar	10,1	200
Plátano	11,4	260
Plátano (MA)	22,0	350
Papaya	11,4	260
Papaya (MA)	22,0	350

Nota. Para las áreas de arroz, producción pecuaria, bioconversión e invernadero, se dejó una toma de agua que opera a una presión de 20 mca y caudal de 25 m³/h.

A partir de las estimaciones de los laterales de riego, se determinó la presión, caudal y diámetro nominal necesario para las tuberías terciarias que suministrarán a través de válvulas hidráulicas a los laterales. Estos laterales presentan un diámetro interno de 15 mm, y los goteros, a excepción de los destinados al cultivo de plátano y papaya, serán no compensados.

Tabla 3.14 *Presiones, caudales y diámetros requeridos en terciarias.*

Cultivo	Presión en tubería terciaria (mca)	Caudal en tubería terciaria (m ³ /h)	Diámetro nominal de tubería (mm)
Forraje	25,5	28,5	40 – 50 – 63
Naranja	21,0	6,6	40
Limón tahití	21,0	4,8	40
Guanábana	21,0	5,6	40
Arazá	21,0	5,6	40
Sandía	10,8	5,5	40
Zapallo	10,8	5,5	40
Pepino	10,8	5,5	40
Ajo	11,0	12,9	40
Cebolla	11,0	12,9	40
Rábano	10,9	12,6	40
Remolacha	11,1	12,8	40
Maíz	11,0	4,8	40
Fréjol	10,3	3,5	40
Tomate	10,5	4,2	40
Pimiento	10,5	4,20	40
Huerto familiar	11,1	13,4	40
Plátano	11,4	6,8	40

Plátano (MA)	21,3	8,0	40
Papaya	11,4	7,7	40
Papaya (MA)	21,0	9,0	40

Nota. El área de forraje posee una tubería terciaria telescópica que incorpora tres diámetros distintos con el objetivo de optimizar el diámetro de acuerdo con los parámetros de tolerancia de presión y caudal, garantizando así la uniformidad de riego.

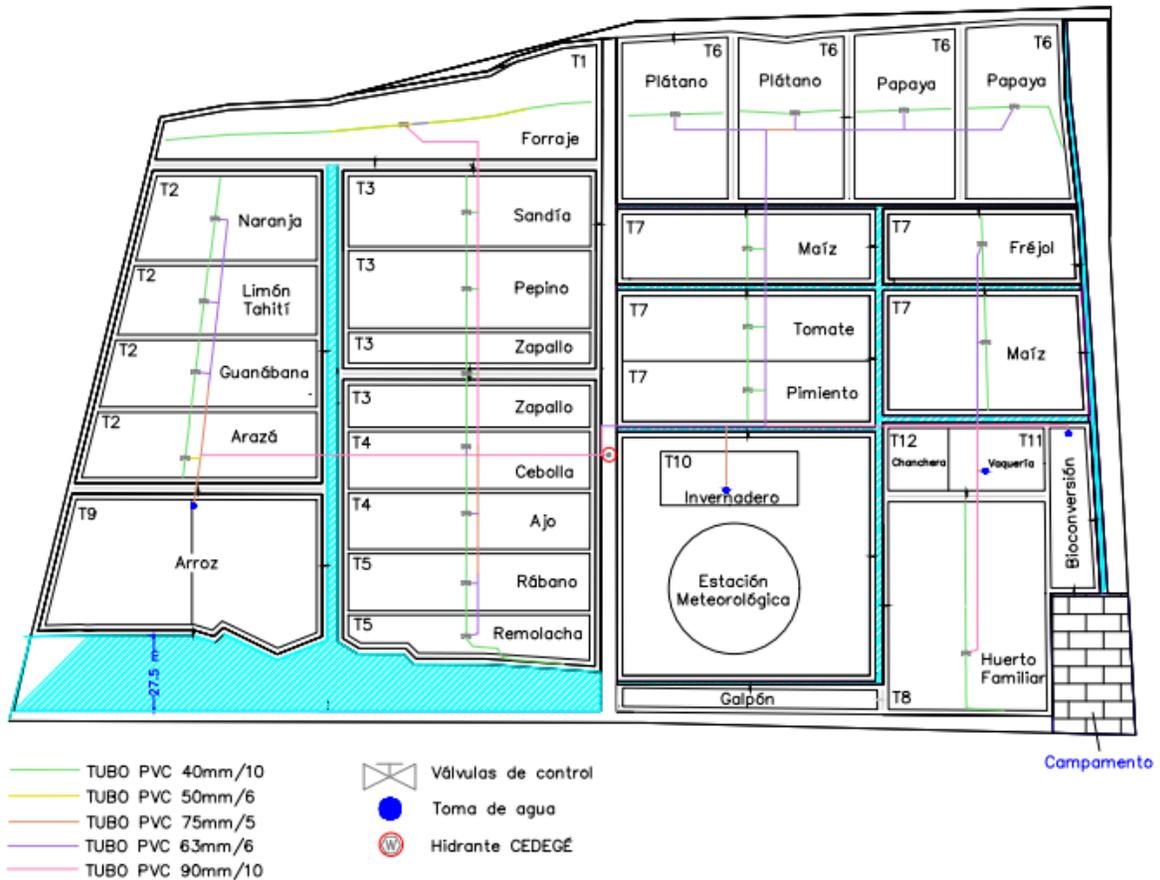
Para la determinación de las especificaciones de la tubería principal, se estableció el orden de los turnados de riego de manera que se pueda estimar la presión y caudal que debe distribuir la tubería, valorando criterios hidráulicos como: velocidad de fluido ($v \leq 2 \text{ m/s}$) y pérdidas de carga permisibles (por cada 100 metros de conducción no se admiten pérdidas mayores a tres mca).

Tabla 3.15 Operaciones de la granja experimental.

No.	Operación	Área	Lámina de riego (mm/h)	Tiempo de riego (h)	Presión (mca)	Caudal (m ³ /h)
1	Forraje	0,40	4,2	0,9	39	30
2	Frutales	0,87	2,7	1,4	33	27
3	Cucurbitáceas	0,82	2,0	3,8	18	17
4	Cebolla – ajo	0,41	2,0	0,9	19	25
5	Rábano - remolacha	0,41	2,0	0,9	20	25
6	Papaya - plátano	0,89	3,2	1,6	42	31
7	Solanáceas - maíz - fréjol	1,07	2,0	1,9	23	23
8	Huerto familiar	0,44	6,2	1,2	22	27
9	Arroz	0,50	-	-	20	25
10	Invernadero	0,78	-	-	20	25
11	Producción pecuaria	0,13	-	-	20	25

Nota. Para el cultivo de arroz y otras áreas; (-): no aplica turno de operación.

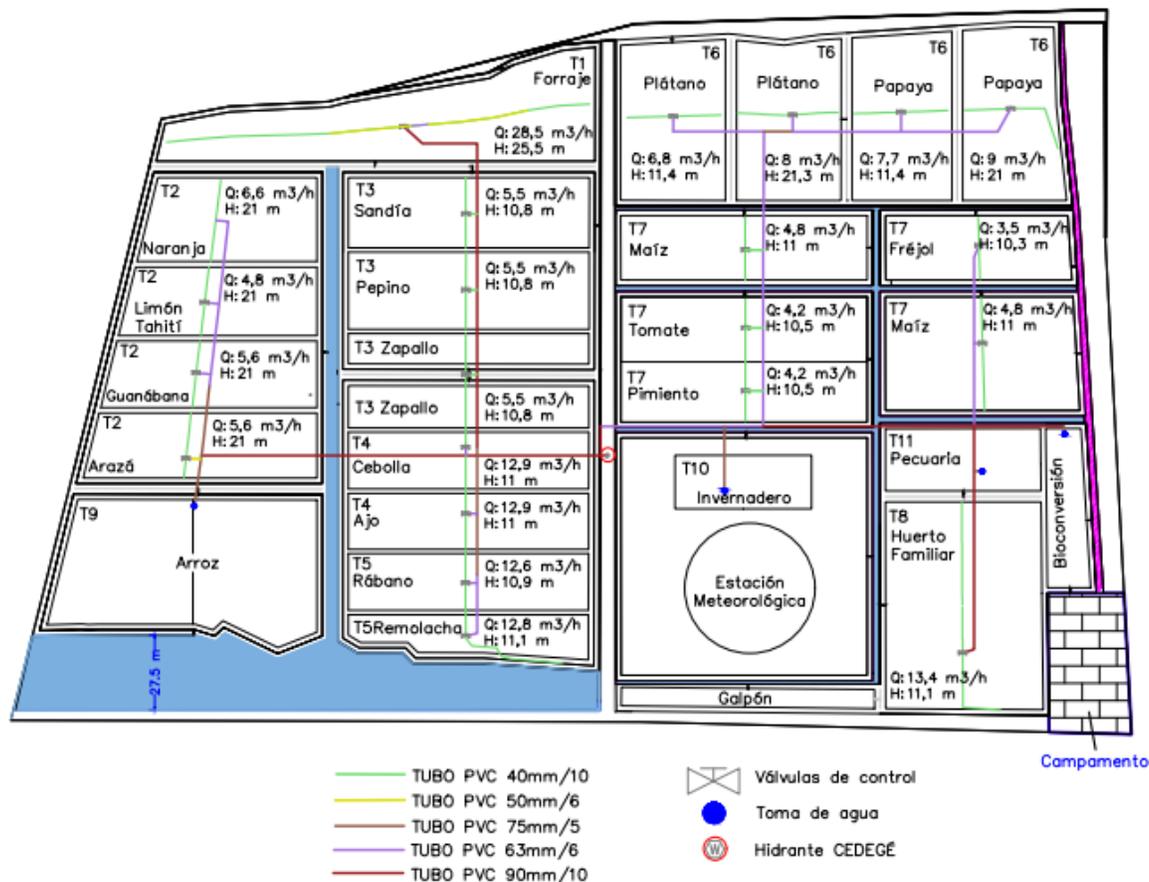
Plano 3.2 *Diseño hidráulico de la granja Chongón*



En función de la presión y caudal máximo de operación del sistema, se precisó que la tubería principal será telescópica conformada por tres diámetros (90, 75 y 63 mm) para reducir pérdidas por fricción por la variación de caudales entre lotes (ver **Apéndice F**). El cabezal de riego deberá tener la capacidad de operar a una presión de 42 mca y proporcionar 31 (m³/h) para asegurar el requerimiento hídrico en la unidad. A continuación, en el **Plano 3.2** se presenta la distribución de tuberías en el sistema hidráulico y el turno de operación por lote.

En el **Plano 3.3** se presenta el diseño hidráulico con las presiones y caudales requeridos en cada subunidad.

Plano 3.3 Diseño hidráulico y parámetros hídricos por subunidad.



3.4.3. Selección de componentes del sistema

Posterior a la definición de requerimientos del sistema hidráulico, se procedió a la selección de los materiales que lo constituirán. Para este proceso, se analizó las especificaciones técnicas de los materiales disponibles en el catálogo de NETAFIM 2023, así como, su pericia para cumplir con las demandas del sistema. En la **Tabla 3.16** se expone los componentes seleccionados.

Tabla 3.16 Componentes del sistema hidráulico.

Elemento del sistema	Descripción del componente
Tubería principal	TUB PVC 75mmX6M 0-63MPa TUB PVC 90mmX6M 0-63MPa TUB PVC 63mm X6M 0-63 MPa TUB PVC 63mmX6M 1-00MPa ARI Válvula CHECK 3" Plástica Válvula de aire combinada 2" NAVC 10 Rosca BSP PN10 Válvula PVC 2" Rosca HEMBRA BSP + UNIVERSAL PN16
Tubería secundaria y terciaria	TUB PVC 40mm X 6M 0.63MPa TUB PVC 50mmX6M 0-63MPa TUB PVC 63mmX6M 0-63MPa
Válvulas de control	Válvula ANGLE SEAT Plástica 2" Rosca Macho BSP PN10 Válvula de aire cinética 1" NAVK 10 Rosca BSP PN10
Lateral de goteo: Hortalizas	STREAMLINE X 16080 1.05L/H 0.20M STREAMLINE X 16100 1.60L/H 0.30M Manguera PE Ciega 1.60 L/H 20012 300M (4.0Bar)
Lateral de goteo: Plátano - Papaya	UNIRAM CNL 16009 1.60L/H 0.30M 500M Manguera PE Ciega 20012 300M (4.0Bar)
Lateral de riego: Microaspersión	Manguera PE Ciega 1.60 L/H 20012 300M (4.0Bar) Manguera PE Ciega 1.60L/H 20012 300M (4.0Bar)
Emisor: Frutales	Microaspersor SUPERNET LRD 50L/H Manguera PE (MICROTUBO) 4*6.5MM 500M
Emisor: Plátano - Papaya	Microaspersor SUPERNET LRD 70L/H Manguera PE (MICROTUBO) 4*6.5MM 500M
Emisor: Forraje	TUB PVC 25mm X 6M 1.00MPa TUB PVC 25mm X 6M 1.00MPa Aspersor D-NET 8550 510L/H 1/2" Rosca Macho (2.3+1.8) Gris + Verde Claro

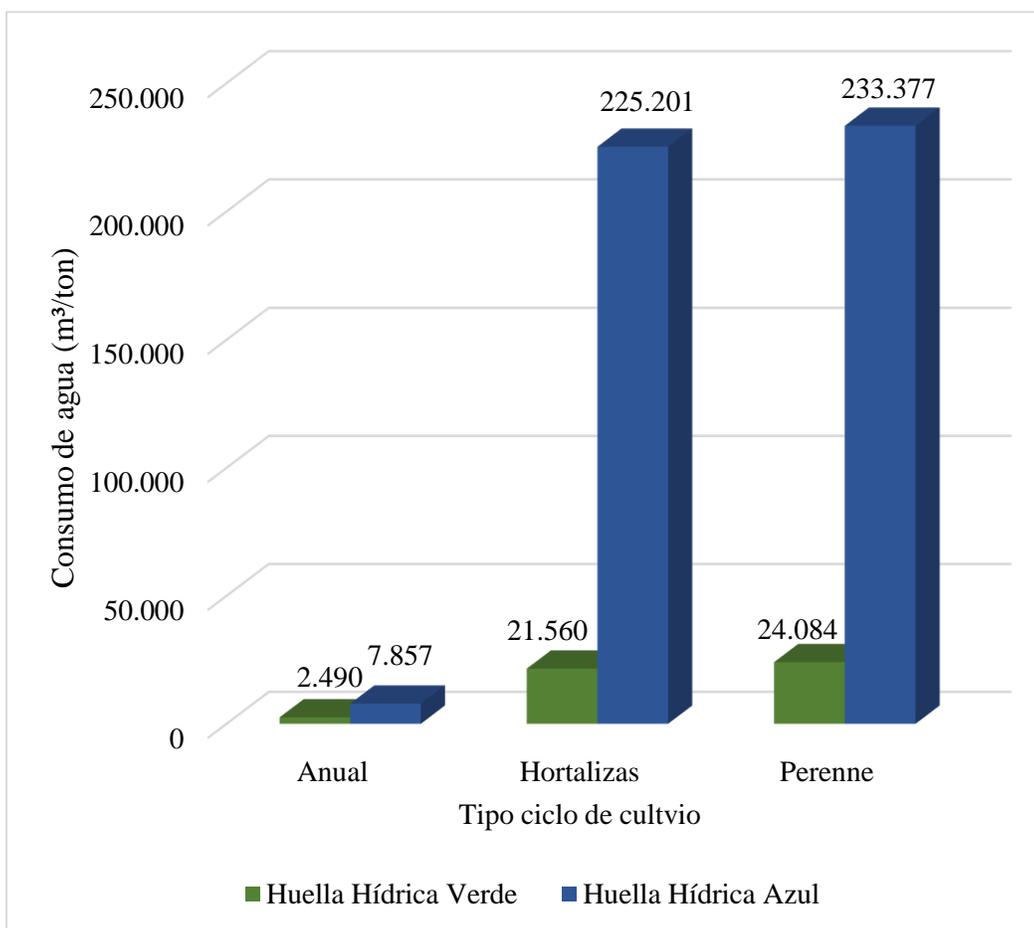
Toma de agua	Válvula de aire combinada 2" NAVC 10 Rosca BSP PN10 Manómetro 6BAR Rosca NPT 1/4"
Medidor de caudal	ARAD Hidrómetro 3" OCTAVE BRIDA ANSI c/Display digital
Cabezal de riego	Filtro de anillos 3" ALPHADISC SINGLE XL 130 Micrones plástico automático BRIDA UNIVERSAL PN10 Válvula de aire combinada 2" NAVC 10 Rosca BSP PN10 Manómetro 6BAR Rosca NPT 1/4" Conexión vertical

3.5. Evaluación ambiental

3.5.1. Cálculo de huella hídrica verde y azul.

En la **Figura 3.5**, se visualiza el consumo de agua (m³) por tonelada (ton) de producción según el tipo de cultivo. La huella hídrica azul supera a la huella hídrica verde en todos los tipos de cultivo, siendo los cultivos de ciclo perenne (HHV:24,084; HHA: 233,377) y hortalizas (HHV:21,560 ; HHA: 225,201) con un mayor uso de agua, seguido por los cultivos anuales (HHV:2,490 ; HHA:7,857). Esta diferencia volumétrica en el consumo de agua se debe a las condiciones climáticas y características propias del cultivo. En particular, las hortalizas necesitan ser cultivadas en época seca para evitar pérdidas de producción por exceso de humedad, mientras que los cultivos anuales y perennes experimentan la temporada húmeda y seca, siendo esta última prolongada, lo que implica la necesidad de obtener agua a través de acuíferos.

Figura 3.4 Comparación de huella hídrica verde y azul por tipo cultivo.



3.5.2. Actividad microbiana del suelo.

La identificación de microorganismos en el suelo destaca su importancia como indicador de fertilidad. La actividad de estos organismos interviene en la mineralización de la materia orgánica, liberando nutrientes disponibles para la planta. Además, su actividad interviene en la formación de agregados promoviendo la porosidad y retención de humedad.

A continuación, se detallan microorganismos identificados que y su papel en la descomposición de residuos vegetales.

Tabla 3.17 Diversidad microbiana en suelo de Chongón.

Microorganismo	Descripción
	<p><i>Colletotrichum gloeosporioides</i>, es un hongo que cauda la enfermedad de antracnosis en papaya (<i>Carica papaya</i>). Este microorganismo afecta al fruto de cultivos de zonas tropicales y subtropicales, afectando su vida útil.</p>
	<p>Se evidenciaron hongos como <i>Penicillium digitatum</i>, un hongo mesófilo que afecta a los cultivos cítricos en época de postcosecha; <i>Gongronella butleri</i> es un hongo blanco de baja textura algodonosa, se encarga de descomponer residuos orgánicos tiene muchas aplicaciones industriales en el compostaje de residuos biológicos sólidos.</p>
	<p><i>Rhizopus stolonife</i>, un hongo filamentoso que adquiere un tono de color negro en su fase madura actúa como saprófito al nutrirse de materia orgánica en proceso de descomposición.</p>

3.5.3. Servicios ecosistémicos

3.5.3.1. Servicio de aprovisionamiento

Las especies frutales corresponden al 20% de los cultivos a implementar en las 7.18 ha efectivas de la granja, estos árboles contribuyen a la captura de carbono atmosférico mediante el proceso de fotosíntesis. Según González (2011), los cultivos de limón Tahití (*Citrus x latifolia*) y naranja (*Citrus sinensis*) capturan 311.25 y 10.61 tC/ha/año, respectivamente. Mientras que, Ruperti (2022) afirma que los cultivos de guanábana (*Annona muricata*) y arazá (*Eugenia stipitata*) capturan 2.56 t C/ha/año y 45.89 t C/ha/año, correspondientemente.

A continuación, en la **Tabla 3.18**, se presenta la aproximación de captura de carbono de acuerdo con la extensión de cada subunidad en la granja.

Tabla 3.18 Estimación de captura de carbono en la granja integral.

Cultivo	t C/ha/año según estudios	Hectáreas de la subunidad	t C/ha/año
Limón Tahití	311.25	0.22	68.48
Naranja	10.61	0.22	2.33
Guanábana	2.56	0.19	0.49
Arazá	45.89	0.24	11.01

Los cultivos frutales por implementar en la granja capturan 82.31 t C/ha/año siendo el limón Tahití el cultivo con mayor capacidad de fijación de carbono.

3.5.3.2. Servicio de regulación

De acuerdo con los datos obtenidos del SIPA, se aproximó el rendimiento de los cultivos por área cultivada, como se muestra en la **Tabla 3.19**. Se observa que el cultivo de

papaya posee el mayor rendimiento por área cultivada, alcanzando 12.76 ton/ha/año, seguido de arazá y maíz alcanzando las 3 t/ha/año.

Tabla 3.19 *Producción anual de la granja integral Chongón.*

Cultivos	Rendimiento provincial (t/ha)	Área siembra (ha)	Rendimiento granja (t)
Ajo	1.00	0.21	0.21
Arazá	13.00	0.24	3.12
Arroz	4.51	0.50	2.26
Cebolla	10.00	0.20	2.00
Fréjol	3.50	0.16	0.56
Guanábana	0.20	0.19	0.04
Limón	1.50	0.22	0.33
Maíz	6.00	0.50	3.00
Naranja	5.60	0.22	1.23
Papaya	29.00	0.44	12.76
Pasto	30.00	0.40	12.00
Pepino	11.50	0.27	3.11
Pimiento	10.00	0.21	2.10
Plátano	9.13	0.44	4.02
Rábano	20.00	0.21	4.20
Remolacha	10.00	0.21	2.10
Sandía	9.50	0.28	2.66
Tomate	12.50	0.21	2.63
Zapallo	9.00	0.27	2.43
Total			60.74

La granja integral logra producir anualmente 60.74 toneladas de alimentos, lo que permite mantener la seguridad alimentaria mediante la diversificación de alimentos, entre ellos alimentos provenientes de cultivos anuales, hortalizas y perennes.

3.5.3.3. *Servicio de soporte*

De acuerdo con los datos obtenidos de (Gil S. , 2005) al año se podrá reciclar nutrientes de 9.12 toneladas de excremento vacuno.

3.6. Evaluación financiera

3.6.1. Costos asociados por implementación del sistema hidráulico

A continuación, en la **Tabla 3.20** se evidencian los costos de implementación del sistema hidráulico tomando como referencia los precios de venta al público (PVP) del catálogo 2023 de NETAFIM.

Tabla 3.20 Estimación de costos de implementación del sistema hidráulico.

Componente	Descripción	Metros requeridos	Metros requeridos + %SEG	Unidades requeridas	PVP sin descuento	Total PVP
Tubería principal	TUB PVC 63mmX6M 0-63MPa(91PSI)	384	387	65	\$ 13,83	\$ 898,95
	TUB PVC 75mmX6M 0-63MPa(91PSI)	160	162	27	\$ 17,90	\$ 483,30
	TUB PVC 90mmX6M 0-63MPa(91PSI)	585	591	99	\$ 24,95	\$ 2.470,05
	TUB PVC 63mmX6M 1-00MPa)			2	\$ 19,12	\$ 38,24
	ARI Válvula CHECK 3" Plástica			1	\$ 202,04	\$ 202,04
	Válvula de aire combinada 2" NAVC 10 Rosca BSP PN10			5	\$ 102,61	\$ 513,05
	Válvula PVC 2" Rosca Hembra BSP + UNIVERSAL PN16			5	\$ 42,88	\$ 214,40
Tubería secundaria y terciaria	TUB PVC 40mm X 6M 0.63MPa	753	761	127	\$ 6,38	\$ 810,26
	TUB PVC 50mmX6M 0-63MPa	67	68	12	\$ 8,52	\$ 102,24
	TUB PVC 63mmX6M 0-63MPa	6	6	2	\$ 13,83	\$ 27,66
Válvulas de control	Válvula ANGLE SEAT Plástica 2" Rosca Macho BSP PN10			23	\$ 50,73	\$ 1.166,79

	Válvula de aire cinética 1" NAVK 10 Rosca BSP PN10			23	\$	23,16	\$	532,68
Lateral de goteo: Plátano - Papaya	UNIRAM CNL 16009 1.60L/H 0.30M 500M	1843	1862	4	\$	371,25	\$	1.485,00
	Manguera PE Ciega 20012 300M (4.0Bar)	100	101	1	\$	94,92	\$	94,92
Lateral de goteo: Hortalizas	STREAMLINE X 16080 1.05L/H 0.20M	15776	15936	8	\$	230,38	\$	1.843,04
	STREAMLINE X 16100 1.60L/H 0.30M	12046	12167	7	\$	347,47	\$	2.432,29
	Manguera PE Ciega 1.60 L/H 20012 300M (4.0Bar)	800	808	3	\$	94,92	\$	284,76
Lateral de riego: Microaspersión	Manguera PE Ciega 1.60 L/H 20012 300M (4.0Bar)		2485	7	\$	94,92	\$	664,44
	Manguera PE Ciega 1.60L/H 20012 300M (4.0Bar)		101	1	\$	94,92	\$	94,92
Emisor: Frutales	Microaspersor SUPERNET LRD 50L/H	583	589	589	\$	1,17	\$	689,13
	Manguera PE (MICROTUBO) 4*6.5MM 500M			2	\$	124,53	\$	249,06
Emisor: Plátano - Papaya	Microaspersor SUPERNET LRD 70L/H	271	273	274	\$	1,17	\$	320,58
	Manguera PE (MICROTUBO) 4*6.5MM 500M			1	\$	124,53	\$	124,53
Emisor: Forraje	TUB PVC 25mm X 6M 1.00MPa	362	402	68	\$	3,99	\$	271,32
	TUB PVC 25mm X 6M 1.00MPa	52	58	10	\$	3,99	\$	39,90
	Aspersor D-NET 8550 510L/H 1/2" Rosca Macho (2.3+1.8) Gris + Verde Claro			52	\$	3,04	\$	158,08

Toma de agua	Válvula de aire combinada 2" NAVC 10 Rosca BSP PN10	1	\$	102,61	\$	102,61
	Manómetro 6BAR Rosca NPT 1/4"	1	\$	16,80	\$	16,80
Medidor de caudal	ARAD Hidrómetro 3" OCTAVE BRIDA	1	\$	1.535,35	\$	1.535,35
SUBTOTAL SIN INCLUIR ACCESORIOS Y CABEZAL DE RIEGO						\$ 17.866,39
Accesorios (10%)						\$ 1.786,64
Cabezal de riego	Filtro de anillos 3" ALPHADISC SINGLE XL 130 Micrones plástico automático BRIDA UNIVERSAL PN10	1	\$	6.374,17	\$	6.374,17
	Válvula de aire combinada 2" NAVC 10 Rosca BSP PN10	2	\$	102,61	\$	205,22
	Manómetro 6BAR. Rosca NPT 1/4" Conexión vertical	2	\$	16,80	\$	33,60
TOTAL						\$ 26.266,02

3.6.2. Indicadores financieros

Para el cálculo de VAN y TIR se proyectó cinco años de operaciones en la granja, en el año 0 se consideran solo egresos, puesto que, se realiza el establecimiento del sistema de riego e implementación de cultivos (ver **Apéndice G**). A partir del primer año, se puede percibir ingresos principalmente por venta de hortalizas, mientras que, los egresos corresponden al mantenimiento de los cultivos. En la **Tabla 3.21**, se observa que el VAN (\$13,421.05) estimado refleja que el valor de los flujos de efectivo a futuro compensa la inversión inicial y la TIR (23%) demuestra que la propuesta de diseño posee un rendimiento superior a la tasa activa (11.25%) provista por BNE.

Tabla 3.21 *Análisis financiero proyectado a cinco años.*

	Años					
	0	1	2	3	4	5
Ingreso bruto		\$ 37,254.18	\$ 37,254.18	\$ 38,053.78	\$ 38,257.49	\$ 38,257.49
Egresos		\$ 24,186.15	\$ 21,343.31	\$ 21,221.44	\$ 22,288.30	\$ 21,948.02
Ganancias		\$ 13,068.03	\$ 15,910.87	\$ 16,832.34	\$ 15,969.19	\$ 16,309.47
Inversión por cultivos	\$ 17,135.78					
Inversión por sistema de riego	\$ 26,266.02					
Inversión total	\$ 43,401.80					
Flujo	\$ (43,401.80)	\$ 13,068.03	\$ 15,910.87	\$ 16,832.34	\$ 15,969.19	\$ 16,309.47
VAN	\$ 13,421.05					
TIR	23%					
B/C	1.70					

CAPÍTULO 4

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

- Con base en los patrones estacionales climáticos de la zona y requerimientos hídricos según el ciclo de cultivo, se determinó que los meses de mayo y julio son propicios para la implementación de cultivos de ciclo corto, mientras que, diciembre y enero para los cultivos anuales y perennes.
- Los sistemas de riego diseñados aseguran una operación hidráulica eficiente con una uniformidad de riego al 93% que se ajusta a los valores estándares hidráulicos establecidos por la red de riego presurizada de la EPA (Q: 25 m³/h y H: 40 mca).
- La predominancia de hongos descomponedores de residuos vegetales en la microbiota del suelo, garantiza la existencia de una cantidad significativa de materia orgánica disponible para el crecimiento y desarrollo de los cultivos.
- La huella hídrica azul es superior a la huella hídrica verde en todos los tipos de cultivo, especialmente en los cultivos perennes y hortalizas, registrando 233,377 m³/ton y 225,201 m³/ton, respectivamente, en comparación a los cultivos anuales con 7,857 m³/ton. Por lo tanto, existe la necesidad de utilizar agua de fuentes superficiales o subterráneas para satisfacer la demanda de riego, considerando la variabilidad climática de la localidad.
- La implementación de cultivos frutales en la granja posibilita la captura de 82,31 t C/ha/año, un notable aporte a la sostenibilidad ambiental de la granja.

Lo cual destaca la capacidad de la agricultura en la mitigación del cambio climático.

- Utilizando lombrices californianas rojas, se tiene la capacidad de reciclar aproximadamente 9,12 toneladas de excremento vacuno anualmente. Resaltando el potencial para aprovechar de manera eficiente los nutrientes presentes en el excremento a través de prácticas agrícolas sostenibles.
- El establecimiento de 20 cultivos permite la producción de 60.74 toneladas de alimentos al año. Esto resalta la importancia de adoptar un enfoque integral en la agricultura, promoviendo la variedad de alimentos cultivados como una estrategia efectiva para abordar la seguridad alimentaria y fomentar la economía local.
- La propuesta del diseño demuestra su viabilidad económica mediante los indicadores financieros positivos. Con un VAN de \$13,421.05, indicando beneficios netos, y una TIR del 23%, que supera en un 12% la tasa activa de la entidad financiera.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda utilizar enmiendas con concentraciones inferiores a 2 mg/kg de cadmio y 60 mg/kg de plomo para prevenir la absorción de cadmio por parte de las plantas y su almacenamiento en los frutos, conservando la salud del suelo y asegurando alimentos nutritivos.

Se sugiere la instalación de un sistema de bombeo para extraer agua del reservorio natural con la finalidad de suplir la demanda de riego del cultivo de arroz durante la temporada seca.

En el área de huerto familiar se aconseja cultivar plantas aromáticas como albahaca, menta, romero, hierbaluisa y ruda, entre otras. Estas plantas poseen beneficios medicinales para el consumo humano y propiedades repelentes contra insectos.

Referencias

- Arrieche, R. (2012). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO, EN EL SISTEMA PRODUCTIVO ORGÁNICO. Utilizando indicadores de calidad de suelos.* Obtenido de Repositorio Institucional Javeriano:
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8990/AbiSaabArriecheRosana2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arviza, J., Balbastre, I., & Palau, C. (2016). “*DimSub*” *APLICACIÓN PARA EL DISEÑO Y DIMENSIONADO DE SUBUNIDADES DE RIEGO LOCALIZADO* . Obtenido de Depósito de Investigación de Universidad de Sevilla:
<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/41339/T-C-14.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- AutoCAD. (2011). *Manual de usuario.* Obtenido de
https://images.autodesk.com/adsk/files/autocad_aca_user_guide_spanish.pdf
- Banco Central del Ecuador. (2023). *TASAS DE INTERÉS ACTIVAS EFECTIVAS REFERENCIALES.*
<https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorMonFin/TasasInteres/TasasVigentes112023.htm>.
- BanEcuador. (2024). *Tasas de interés.* <https://www.banecuador.fin.ec/informacion-general/tasas-de-interes/>.
- Bazán, R. (2017). *MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE LOS ANÁLISIS DE SUELO Y AGUA CON FINES DE RIEGO* . Obtenido de Repositorio del Instituto Nacional de Innovación Agraria:
https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/504/1/Bazan-Manual_de_procedimientos_de_los.pdf
- Blasco, & Rubia, d. I. (1973). *Clasificación de las aguas según Riverside.* Obtenido de Repositorio de la Universidad Técnica del Norte:
<http://repositorio.utn.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/156/5/03%20REC%2068%20Anexo%206%20Normas%20Riverside.pdf>
- Bonilla, E. (2020). *Manejo de granja integral para la implementación de procesos agrícolas autosostenibles - Caso de estudio: Villeta, Cundinamarca.* Obtenido de Repositorio universidad EAN:
<https://repository.universidadean.edu.co/bitstream/handle/10882/10323/BonillaMilena2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Brust, G. (2019). *Capítulo 9- Estrategias de manejo de la fertilidad de vegetales orgánicos.* Obtenido de Science Direct:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B978012812060600009X>
- Cañadas, L. (1983). *MAPA BIOCLIMÁTICO Y ECOLÓGICO DEL ECUADOR.* Quito.

- Cardemil, M. (Junio de 2023). *El rol de la mujer en la agricultura familiar campesina*. Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/34413/1/Minuta_70_23_El_rol_de_la_mujer_en_la_agricultura_familiar_campesina_FPHM_2023.pdf
- Carrazón, J. (2007). *Manual Práctico para el diseño de sistemas de miniriego*. Obtenido de Food and Agriculture Organization: <https://www.fao.org/3/at787s/at787s.pdf>
- Castillo, R. (Octubre de 2018). *Sistematización del proceso de rediseño de la marca Alumbre, y el desarrollo del contenido gráfico de comunicación del proyecto Alumbre, Intervención Artística realizado en San Pedro de Chongón, en el año 2018*. Obtenido de Repositorio Universidad Casa Grande: <http://dspace.casagrande.edu.ec:8080/bitstream/ucasagrande/1598/1/Tesis1788CASs.pdf>
- Castillo, R., Bello, V., Loor, Y., & Ayón, C. (2022). *Captura de carbono del arbolado de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador*. Obtenido de Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad: <https://ambiente-sustentabilidad.org/index.php/revista/article/view/262>
- Castro, H. (2022). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE RIEGO PARA SEMBRÍOS EN LAS ZONAS RURALES DE 24 DE MAYO*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Estatal del Sur de Manabí: <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/4314/1/Castro%20Baque%20Henry%20Mauricio.pdf>
- CEDEGE. (1992). *Sistemas Hídricos*. Obtenido de Empresa Agua: https://www.empresaagua.gob.ec/wp-content/uploads/2023/01/INFRAESTRUCTURA-HIDRICA_compressed.pdf
- Cerezo, A., Medina, G., Viteri, R., & Álvaro, M. (2009). *Caracterización y propuesta técnica de la acuacultura en el sector de Chongón*. Obtenido de Repositorio de ESPOL: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4611/1/D-61137%20Cerezo%20Anzules.pdf>
- Daza, E., Carvajal, J., Ramos, M., Artacker, T., Rosero, F., & Singaña, D. (2021). *Agricultura Familiar Campesina Comunitaria en Ecuador*. Obtenido de Observatorio del cambio rural: <https://ocar.u.org.ec/wp-content/uploads/2021/10/AFC-COMUNITARIA-1.pdf>
- EMPA. (2024). *Precios referenciales al público*. Obtenido de EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL MERCADO DE PRODUCTORES AGRÍCOLAS: <https://www.ep-empa.gob.ec/images/A2.pdf>

- ESQUEL. (Octubre de 2020). *Agricultura Familiar y Campesina (AFC)*. Obtenido de Fundación ESQUEL: <https://esquel.org.ec/es/que-son-las-mesas-tematicas-del-pacto/agricola-campesina.html>
- FAO. (1985). *WATER QUALITY FOR AGRICULTURE - Manual 29*. Obtenido de Food and Agriculture Organization: https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/tmdl/records/state_board/1985/ref2648.pdf
- FAO. (2006). *Evapotranspiración del cultivo - Manual 56*. Obtenido de Food and Agriculture Organization: <https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>
- FAO. (Septiembre de 2013). *Breve Glosario de la AFC*. Obtenido de Food and Agriculture Organization: <http://www.cde.org.py/wp-content/uploads/2014/10/Breve-glosario-de-AFC.pdf>
- FAO. (2015). *Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura*. Obtenido de Food and Agriculture Organization: <https://www.fao.org/3/i4260s/i4260s.pdf>
- FAO. (2019). *El trabajo de la FAO en la agricultura familiar*. Obtenido de Food and Agriculture Organization: <https://www.fao.org/3/ca1465es/CA1465ES.pdf>
- FAO. (Marzo de 2022). *Agricultura de conservación*. Obtenido de Food and Agriculture Organization: <https://www.fao.org/conservation-agriculture/overview/what-is-conservation-agriculture/es/>
- FAO. (1 de Julio de 2022). *Estrategia de apoyo a la Agricultura Familiar se impulsa en Ecuador con asistencia técnica de la FAO*. Obtenido de Food and Agriculture Organization: <https://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/en/c/1585398/>
- FAOSTAT. (2021). *Cambio climático: emisiones de los sistemas agroalimentarios*. Obtenido de Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/GT>
- Fonseca, N. (2021). *Metodología para medir la sustentabilidad en agroecosistemas familiares campesinos*. Obtenido de Repositorio Universidad de Cundinamarca: <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/3524/12-05-21%20Metodologia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gil, J. (Mayo de 2020). *Clasificación zonas de vida de Holdridge*. Obtenido de Scribd.
- Gil, S. (2005). *FEEDLOT, ELEMENTOS QUE INTERVIENEN Y POSIBLES IMPACTOS EN EL MEDIO AMBIENTE*. Obtenido de SITIO ARGENTINO DE PRODUCCIÓN ANIMAL: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/76-fedlot_impactos_medio_ambiente.pdf

- Gómez, R. (Diciembre de 2014). *La agricultura sostenible: los beneficios de un sistema de producción sostenible*. Obtenido de Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico: <http://srvnetappseg.up.edu.pe/siswebciup/Files/DD1214%20-%20Gomez.pdf>
- González, M. (2011). *Capacidad de captura de carbono de los distintos sistemas de uso de la tierra en el campo experimental de Tulumayo*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Nacional de la Selva: <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/550/T.FRS-151.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González, M. (Noviembre de 2023). *¿Qué es el GPS y cómo funciona?* Obtenido de Nanova: <https://nanova.org/que-es-el-gps-y-como-funciona/>
- Google Earth. (2007). *Google Earth User Guide*. Obtenido de Google: <https://www.bing.com/search?q=manual+de+google+earth&FORM=RS1208>
- Guardado, A. (Febrero de 2023). *¿QUÉ ES EL SISTEMA DE RIEGO POR MICROASPERSIÓN?* Obtenido de Lama: <https://www.lamastore.es/blog/riego-por-microaspersion/>
- Hoekstra, A., Chapagain, A., Aldaya, M., & Mekonnen, M. (2021). *Manual de evaluación de la huella hídrica*. Obtenido de Water Footprint Network: https://www.waterfootprint.org/resources/TheWaterFootprintAssessmentManual_Spanish.pdf
- Ibañez, S., Moreno, H., & Blanquer, J. (2010). *Características del infiltrómetro de doble anillo*. Obtenido de Repositorio de Universidad Politécnica de Valencia: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/7840/AD%20Infiltrometro.pdf>
- ICO. (2019). *SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADO*. Obtenido de Instituto de Capacitación del Oriente: https://ico-bo.org/wp-content/uploads/2019/09/Cartilla_Riego_Tecnificado_GAP_web.pdf
- INAMHI. (2012). Obtenido de INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA .
- INGENIUM WORLD. (2022). *Cálculo de diseño agronómico - Israel*. Obtenido de Ingenium World by Macro: <https://world-ingenium.blogspot.com/2021/07/tabla-de-excel-calculo-del-diseno.html>
- JACTO. (Junio de 2023). *Riego por aspersión: funcionamiento, ventajas y desventajas*. Obtenido de JACTO: <https://bloglatam.jacto.com/riego-por-aspersion/>
- MAE. (2015). *Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados*. Obtenido de Portal Único de Trámites Ciudadanos: https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015_0.pdf

- MAG. (Agosto de 2019). *En la parroquia San Lucas, Loja, se desarrollan escuelas de campo*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganadería:
<https://www.agricultura.gob.ec/en-la-parroquia-san-lucas-loja-se-desarrollan-escuelas-de-campo/>
- MAG. (2019). *MAG fortalece Manual de Granjas Integrales Agroecológicas junto a productores*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganadería:
<https://www.agricultura.gob.ec/tungurahua-se-incentiva-la-diversificacion-de-cultivos-a-traves-de-las-granjas-integrales/>
- MAG. (Abril de 2021). *MAG, BanEcuador y Agrocalidad presentan crédito productivo para la agricultura orgánica*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganadería:
<https://www.agricultura.gob.ec/mag-banecuador-y-agrocalidad-presentan-credito-productivo-para-la-agricultura-organica/>
- MAG. (Febrero de 2022). *A través de las escuelas de campo, alrededor de 500 productores serán capacitados en Napo*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganadería:
<https://www.agricultura.gob.ec/a-traves-de-las-escuelas-de-campo-alrededor-de-500-productores-seran-capacitados-en-napo/>
- MAG. (2023). *Boletín de Precios Mayoristas*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganadería: <https://fliphtml5.com/ijia/mump/basic>
- MAG. (Mayo de 2023). *Manabí: MAG gradúa a 27 productores de la AFC y entrega beneficios*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganadería:
<https://www.agricultura.gob.ec/manabi-mag-gradua-a-27-productores-de-la-afc-y-entrega-beneficios/>
- MDT. (2023). *ESTRUCTURAS OCUPACIONALES – SUELDOS Y SALARIOS MÍNIMOS SECTORIALES Y TARIFAS*. Obtenido de Ministerio del Trabajo Ecuador:
<https://russellbedford.com.ec/wp-content/uploads/2022/12/2.-Salarios-Minimos-Sectoriales-2023-sin-firmas-1.pdf>
- Mendoza, R., & Espinoza, A. (2017). *Guía Técnica para Muestreo de Suelo*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Nacional Agraria:
<https://repositorio.una.edu.ni/3613/1/P33M539.pdf>
- Naciones Unidas. (Diciembre de 2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de Repositorio de CEPAL:
<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/cb30a4de-7d87-4e79-8e7a-ad5279038718/content>
- NASA EARTHDATA. (2023). Obtenido de <https://www.earthdata.nasa.gov/>
- NETAFIM. (s.f.). *Catálogo de Productos/Soluciones inteligentes de riego*. Obtenido de <https://www.netafim.com/es-ec/bynder/5987B652-B3CF-41A4-845334C47869F03F-general-product-cataloge---spa.pdf>

- Pacasa, Loza, Bonifacio, Vino, & Serrano. (2017). *Comunidad de hongos filamentosos en suelos del Agroecosistema de Kiphakiphani, Comunidad Choquenaira-Viacha*. Obtenido de Scientific Library Online: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-92942017000100002
- PDOT. (Noviembre de 2021). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2019-2023*. Obtenido de Alcaldía Ciudadana de Guayaquil: <https://guayas.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/2021-09-13-PDOT-Guayas-v2-2021-Opt.pdf>
- Pérez, A. (Abril de 2021). *¿Qué es un diagrama de Grantt y para qué sirve?* Obtenido de OBS Business School: <https://www.obsbusiness.school/blog/que-es-un-diagrama-de-gantt-y-para-que-sirve>
- Proaño, J. (2023). *Análisis de agua del embalse Chongón*. Guayaquil.
- Rivero, C. (2012). *Climadiagramas de Walter*. Obtenido de Repositorio de Universidad de la Cooperación Internacional: <https://www.ucipfg.com/Repositorio/MGTS/MGTS15/MGTSV15-05/Semana1/Lecturas1/4.pdf>
- SAAC. (Julio de 2021). *Función Judicial*. Obtenido de Sistema Automatizado de la Corte Constitucional: http://esacc.corteconstitucional.gob.ec/storage/api/v1/10_DWL_FL/e2NhcNBlDGE6J3NvcnRlbycsIHV1aWQ6JzFiNzA5ZGUzLTBINjYtNDY0OC04MmY2LTMzYmY4MGVmZjgyYi5wZGYnfQ==
- SADER. (Marzo de 2019). *Y tú, ¿conoces los beneficios del riego tecnificado?* Obtenido de Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/y-tu-conoces-los-beneficios-del-riego-tecnificado>
- Salazar, P. (Mayo de 2017). *El riego tecnificado, una opción que mejora la calidad de vida de los pequeños y medianos agricultores en Ecuador*. Obtenido de Banco Mundial: <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2017/05/04/riego-tecnificado-ecuador>
- Sánchez, J. (Enero de 2021). *Agricultura tradicional*. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/agricultura-tradicional.html>
- SENASA. (Agosto de 2022). *La Libertad: escuelas de campo impulsan la producción de alimentos inocuos desde la agricultura familiar*. Obtenido de Servicio Nacional de Sanidad Agraria: <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/la-libertad-escuelas-de-campo-impulsan-la-produccion-de-alimentos-inocuos-desde-la-agricultura-familiar/>
- SIPA. (2023). *Geoportal del Agro*. Obtenido de Sistema de Información Pública Agropecuaria del Ecuador: <http://geoportal.agricultura.gob.ec/>

Sucuy, C., & Castillo, J. (2021). *Repositorio ESPOCH*. Obtenido de Evaluación de la granulometría de la subcuenca del río Cebadas:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15318/1/236T0563.pdf>

Valverde, J. (2022). *Sistemas de riego por goteo*. Obtenido de MAG:
<https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-2235.pdf>

Westreicher, G. (Abril de 2020). *Producción agrícola*. Obtenido de Economipedia:
<https://economipedia.com/definiciones/produccion-agricola.html>

Apéndice

Apéndice A

Guía de cultivo



Presentación

La Organización de las Naciones Unidas reconoce la importancia de la agricultura sostenible para lograr la seguridad alimentaria y la nutrición, así como para promover el desarrollo rural y la igualdad de género. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible también resaltan la importancia de disminuir el impacto ambiental de la agricultura a través de prácticas de producción y consumo responsables. La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible requiere una transformación en las prácticas agrícolas, buscando asegurar una alimentación adecuada, segura y nutritiva que respete plenamente los derechos humanos.

En este contexto, con el propósito de preservar y fomentar la Agricultura Familiar Campesina en entornos periurbanos, se ha elaborado el itinerario de cultivo titulado "Guía práctica para la planificación de cultivos". Esta herramienta está diseñada para facilitar el aprendizaje y la gestión de cultivos, con el fin de cosechar productos de calidad que contribuyan a mejorar el estilo de vida de la comunidad de Chongón.





¿Conoces cuál es la importancia de la Agricultura Familiar Campesina en Ecuador?

Representa el **75%** de las Unidades de Producción Agropecuaria

Proporciona más del **70%** de alimentos consumidos en el país

Responsable del **80%** del empleo agrícola



¡Inspírate, siembra con amor y cosechemos juntos un futuro lleno de abundancia y bienestar para la comunidad de Chongón!



¿Qué es la implementación de cultivo?

Se realizan todas las actividades planificadas para establecer un cultivo específico. Esto implica poner en práctica las estrategias previamente diseñadas en la planificación del cultivo. A continuación, se muestran las prácticas por emplear,

1. Selección del terreno

- Evaluación del suelo y su fertilidad.
- Disponibilidad de agua y sistemas de riego.
- Exposición solar y sombreado.



2. Planificación de cultivos

- Selección de cultivos adaptados a la localidad.
- Rotación de cultivos para mejorar la salud del suelo.
- Diversificación de cultivos para garantizar seguridad alimentaria.



3. Preparación del suelo

- Métodos de labranza y técnicas de preparación.
- Enmiendas del suelo y compostaje.
- Control de malezas y plagas de manera sostenible.





4. Siembra y trasplante



- Época adecuada para la siembra.
- Cuando trasplantar.
- Técnicas de siembra y densidades de plantación.

5. Manejo y cuidado del cultivo



- Riego adecuado y gestión del agua.
- Control de plagas y enfermedades.
- Enmiendas orgánicas.
- Poda y tutorado.

6. Cosecha y postcosecha



- Momento adecuado para la cosecha
- Técnicas de recolección y almacenamiento

La agricultura agroecológica nos conecta a nuestras raíces, donde la tierra y el hombre coexisten en armonía



Conocer el contenido de nutrientes en el suelo



Macronutrientes

Horizonte	Profundidad	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	K(mg/kg)	P (mg/kg)
1	0 – 15 cm	4270.40	485.79	507.25	7.45
2	20 – 40 cm	3620.72	413.75	382.28	7.14

Micronutrientes

Horizonte	Fe	B	Zn	Co	Ni	Mn	Cu	Na	Mo	S
1	0.66	BLD	0.40	0.13	0.46	3.65	0.16	49.87	0.47	30.01
2	0.64	BLD	0.30	0.14	0.49	2.80	0.14	49.13	0.47	26.26

unidades: mg/kg, BLD: bajo límite de detección



Conocer los nutrientes disponibles en el suelo es fundamental para el manejo adecuado de la fertilidad del suelo y para optimizar la producción agrícola.



Enmiendas orgánicas



Las enmiendas orgánicas utilizadas en la agricultura provienen de vegetales o animales. Su función es proporcionar materia orgánica y nutrientes para mejorar la fertilidad del suelo y aumentar la productividad de los cultivos.

Consideraciones

- Asegurar la composición nutricional adecuada para no exceder del requerimiento de N, P y K por las especies cultivadas y no contaminar el ambiente.
- Presencia de metales pesados, microelementos que puedan limitar la dosis a emplear.
- Época de aplicación para evitar pérdidas de nutrientes por lixiviación en época húmeda.



Composición nutricional de diferentes enmiendas orgánicas



Parámetro	Gallinaza	Estiércol bovino	Compost de residuos vegetales	Humus de lombriz
Humedad (%)	19 – 43	75.8	11 – 60	60 – 80
pH	6.9 – 9.1	8	6.1 – 8.5	7.4 – 8.1
MO (%)	65 – 70	62	20 – 6-	70 – 80
CE (dS/m)	6 – 16	3	0.28 – 0.88	3 – 6.7
C:N	6.6 – 16.7	16.6	12 – 30	20 - 28
C total (%)	43 – 44	34.4	11 – 34	40 - 47
N total (%)	2.1 – 3.7	2.16	0.8 – 1.7	1.5 – 1.8
P total (%)	0.81 – 2.25	0.63	0.31 – 0.40	1 – 1.4
K total (%)	1.2 – 3.7	2.13	0.21 – 0.41	0.08 – 0.12
Na total (%)	0.23 – 0.78	0.28	0.05 – 0.16	0.6 – 1
Ca total (%)	1.3 – 3.1	1.38	1.1 – 1.75	2 – 2.5

Recuperado de: "Manejo sustentable de la fertilidad del suelo" (Hilzer & Salazar, 2016)





Dosis de enmiendas orgánicas en función de su demanda de N, de acuerdo con su rendimiento



Cultivo	Rendimiento (t/ha)	N (kg/t)	Estado fresco *	Dosis referencial	
				Semi compostado **	Compost ***
Pepino	20 - 50	3 - 4	4 - 10	5 - 13	8 - 20
Zapallo	60 - 100	1.5 - 2	5 - 10	7 - 13	10 - 20
Rábano	10 - 30	5 - 6	3 - 6	4 - 8	6 - 12
Tomate	50 - 100	2.5 - 3	8 - 12	10 - 15	16 - 24
Cebolla	25 - 50	3 - 3.5	6 - 10	8 - 13	12 - 20
Ajo	25 - 40	3 - 3.5	6 - 8	8 - 10	12 - 16

Cultivo	Rendimiento (qq/ha)	N (qq/ha)	Estado fresco *	Dosis referencial	
				Semi compostado **	Compost ***
Arroz	40 - 80	1.2 - 1.5	3 - 6	4 - 8	6 - 12
Fréjol	10 - 30	3 - 3.5	3 - 5	4 - 6	6 - 10
Maíz	120 - 200	2.2 - 2.5	10 - 15	13 - 20	20 - 30
Remolacha	800 - 1200	0.15 - 0.2	5 - 8	6 - 10	10 - 16

* : Gallinaza, guano de pavo, ** : Guano de cerdo, estiércol de bovino, *** : Compost de residuos



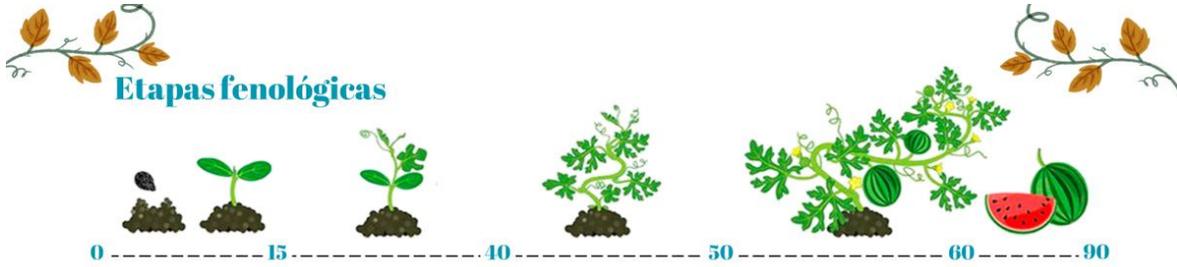
Cultivo de Sandía - *Citrullus lanatus*



La sandía es una planta herbácea de la familia Cucurbitaceae, originaria de África.

Su fruto generalmente presenta una forma redondeada o alargada, con diámetros aproximados a los 30 cm, una gama de colores en la piel que abarca la mayoría de tonos verdosos y un característico color rojo en su pulpa.

Se considera una fruta muy refrescante, compuesta en más de un 90% de agua, aporta muy pocas calorías, algunas vitaminas y minerales.



Semillero
Desarrollo foliar
Etapa vegetativa
Floración y cuaje del fruto
Madurez

Cultivo: Sandía		Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre			
Actividades	Duración (días)	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Biofertilizante	1																				
Semillero	14																				
Trasplante y biofertilización	1																				
Etapa Vegetativa	35																				
Biofertilización 2	1																				
Fase productiva	10																				
Cosecha	30																				

Nutrición vegetal

Para la producción agroecológica del cultivo de sandía se emplean fertilizantes orgánicos como el hummus de lombriz, formulados a base de algas, roca fosfórica entre otros.



Para su correcto empleo se debe calcular el requerimiento nutricional considerando la curva de absorción de los cultivos y la disponibilidad de nutrientes en el suelo.

Así podremos administrar adecuadamente el biofertilizante en la etapa que lo necesita la planta.

Manejo y cosecha

- El cultivo requiere una dosis burta de riego de 32 m3/turno.
- Para combatir insectos plaga se puede emplear plaguicidas orgánicos a base de aceites naturales como el neem o agentes biológicos para contrarrestar el problema.
- Para saber cuando cosechar, la coloración de la cáscara es más oscura.



- La cosecha del fruto debe realizarse con herramientas afiladas para cortar los tallos cerca del fruto.
- Debe almacenarse en sitios frescos y ventilados a una temperatura de 21 grados.



Cultivo: Tomate		Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre			
Actividades	Duración (días)	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Semillero	21																				
Siembra	1																				
Biofertilización	1																				
Etapas Vegetativa	56																				
Biofertilización 2	1																				
Fase productiva	21																				
Cosecha 1	14																				
Cosecha 2	7																				



Cultivo: Pimiento		Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre			
Actividades	Duración (días)	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Semillero	21																				
Siembra	1																				
Biofertilización	1																				
Etapas Vegetativa	35																				
Biofertilización 2	1																				
Fase productiva	42																				
Cosecha 1	14																				
Cosecha 2	14																				

HORTALIZAS



Plan de cultivo



Cultivo: Arroz		Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre			
Actividades	Duración (días)	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Semillero	25																				
Siembra	1																				
Biofertilización	1																				
Etapas Vegetativa	35																				
Biofertilización 2	1																				
Fase productiva	30																				
Cosecha	30																				



Cultivo: Maíz		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo			
Actividades	Duración (días)	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Semillero	-																				
Siembra	1																				
Biofertilización	1																				
Etapas Vegetativa	30																				
Biofertilización 2	1																				
Fase productiva	70																				
Cosecha	15																				

CEREALES



Cultivo: Sandía		Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre			
Actividades	Duración (días)	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Semillero	14																				
Siembra	1																				
Biofertilización	1																				
Etapa Vegetativa	35																				
Biofertilización 2	1																				
Fase productiva	10																				
Cosecha	30																				



Cultivo: Pepino		Julio				Agosto				Septiembre			
Actividades	Duración (días)	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Semillero	14												
Siembra	1												
Biofertilización	1												
Etapa Vegetativa	28												
Biofertilización 2	1												
Fase productiva	14												
Cosecha	14												



Cultivo: Remolacha		Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre			
Actividades	Duración (días)	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Semillero	15																				
Siembra	1																				
Biofertilización	1																				
Etapa Vegetativa	25																				
Biofertilización 2	1																				
Fase productiva	40																				
Cosecha	40																				



Cultivo: Cebolla		Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
Actividades	Duración (días)	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Semillero	30																								
Siembra	1																								
Biofertilización	1																								
Etapa Vegetativa	30																								
Biofertilización 2	1																								
Fase productiva	75																								
Cosecha	15																								

HORTALIZAS

HORTALIZAS



Cultivo: Zapallo		Julio				Agosto				Septiembre				Octubre			
Actividades	Duración (días)	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Semillero	14																
Siembra	1																
Biofertilización	1																
Etapa Vegetativa	42																
Biofertilización 2	1																
Fase productiva	20																
Cosecha	20																



HORTALIZAS

Cultivo: Rábano		Julio				Agosto				Septiembre			
Actividades	Duración (días)	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Semillero	10												
Siembra	1												
Biofertilización	1												
Etapa Vegetativa	10												
Biofertilización 2	1												
Fase productiva	10												
Cosecha	5												



Este cultivo es conocido por ser relativamente corto, ya que los rábanos pueden ser cosechados entre 35 a 40 días después de la siembra.



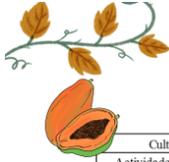
Cultivo: Fréjol		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo			
Actividades	Duración (días)	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Semillero	-																				
Siembra	1																				
Biofertilización	1																				
Etapa Vegetativa	30																				
Biofertilización 2	1																				
Fase productiva	70																				
Cosecha	14																				



LEGUMINOSA Y PASTO



Cultivo: Pasto		Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril			
Actividades	Duración (días)	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Semillero	-																				
Siembra	1																				
Biofertilización	1																				
Etapa Vegetativa	91																				
Biofertilización 2	1																				
Corte	28																				



Cultivo: Papaya		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio	
Actividades	Duración (días)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Semillero	30																										
Siembra	1																										
Biofertilización	1																										
Etap Vegetativa	190																										
Biofertilización 2	1																										
Fase productiva	120																										
Cosecha	30																										



Cultivo: Arazá		Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Enero		Febrero	
Actividades	Duración (días)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Semillero	80																												
Siembra	1																												
Biofertilización	1																												
Etap Vegetativa	150																												
Biofertilización 2	1																												
Fase productiva	190																												
Cosecha	14																												



Cultivo: Plátano		Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre	
Actividades	Duración (días)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	3	4
Semillero	60																								
Siembra	1																								
Biofertilización	1																								
Etap Vegetativa	150																								
Biofertilización 2	1																								
Fase productiva	60																								
Cosecha	90																								



Cultivo: Guanábana		Diciembre		Enero		Años				Febrero		Mayo	
Actividades	Duración	15	15	15	15	1	2	3	4	1	2	1	2
Semillero	45 días												
Siembra	1 día												
Biofertilización	1 día												
Etap Vegetativa	24 meses												
Biofertilización 2	1 día												
Fase productiva	26 meses												
Cosecha	30 días												

FRUTALES

FRUTALES



Lombricultura



La lombricultura consiste en la crianza de lombrices para descomponer residuos orgánicos y obtener humus de lombriz, un abono orgánico.



Paso 1: adquisición de lombrices y equipos

Compre únicamente lombriz roja californiana y asegúrese que estén sanas.

Herramientas:

- Rastrillo
- Carretilla
- Regadera
- Sacos de 100 lbs
- Bolsas plásticas
- Pala
- Cedazo
- Báscula



Tabla 1. Producción de estiércol y aporte de proteínas por cada 100kg de peso vivo de diferentes especies.

Especie	Excretas (Kg/día)	Proteína (%)
Bovino	8	4 - 8
Conejo	3	8 - 9
Oveja	4	9 - 10

Recuperado de: "Guía de Lombricultura" (Blandino & Aguilar, 2004)



Tabla 2. Número de lombrices a utilizar según la dimensión a utilizar.

Escala	Área (m ²)	Cantidad de lombrices (kg)
Pequeña	3	30
Mediana	50	500
Comercial	> 100	> 1000



Cuidado!, evita utilizar estiércol de aves, terneros y cerdos, debido a su alto contenido de amoníaco



Paso 2: preparación de los canteros

Los canteros contruidos con materiales como madera, ladrillos o troncos, tienen dimensiones entre 1 a 1.5 m de ancho, 0.6 m de altura y de longitud variable. Se debe orientar el cantero de tal forma que permita la salida de agua en exceso, de no hacerlo sería perjudicial para las lombrices. Utilizamos 300 galones de agua por el prelavado de 500 libras de sustrato en la mañana y tarde por 12 días, volcando el sustrato con una pala para su uniformidad.



Paso 3: selección de los sustratos

Tipos de sustratos:

- Estiercol de vaca, ovino, conejo y equinos.
- Desechos industriales como: pulpa de café, residuos orgánicos

Condiciones:

- Capacidad de retención de agua.
- No debe contaminarse con tierra
- Debe conservarse poroso y no en terrones, puede usarse después de la fase de fermentación



Paso 4: siembra de las lombrices en los canteros

Colocar en el cantero una densidad poblacional de 10 Kg/m² de lombrices en el sustrato seleccionado. Un adecuado manejo permite que las lombrices se dupliquen en 90 días. Por lo que en unos meses podremos alcanzar la densidad poblacional que nos permita sembrar lombrices en otros canteros.



Paso 5: riego de los canteros

Conservar la humedad entre 75 - 80%, regando cada 3 días, aplicando 3 gal/m². Emplear el agua con manguera, regadera o microaspersión. Para verificar que el porcentaje de humedad sea el sugerido, se debe apretar con la mano una porción de sustrato y que caiga 7 - 8 gotas.



Paso 6: alimentación de los canteros

Suministrar el alimento cada 15 - 30 días, agregando 200 lbs de sustrato por m² en capas no superiores a 10 cm.
Incorporar el sustrato lavado con agua si la fuente es de ganado bovino, equino y de conejo si es recién excretado.
Esta acción debe realizarla cuando observe que han consumido todo el alimento previamente distribuido.



Paso 7: ampliación de los canteros

La duplicación ocurre cada 90 días, sacar 4 Kg/m².
Su acoplamiento al sustrato y producción de huevos hace necesario dividir el cantero por lo menos 3 veces al año.



Paso 8: cosecha de las lombrices

Colocamos sustrato nuevo con 10 cm de altura en el cantero el cual no ha sido alimentado en 4 días, para que las lombrices se incorporen en el sustrato fresco por alimento.
Al cabo de 4 días retiramos este sustrato colonizado por las lombrices.
Repetimos esta acción 4 veces más.



Paso 9: cosecha de humus

En esta fase el humus contiene un 3% de lombrices.
Se retira en una carretilla y se coloca en un área bajo sombra para reducir su humedad hasta el 50%.
Con una malla se eliminan por filtración impurezas como paja o alimentos sin procesar, luego se pesa y almacena en sacos de 100 lbs.



Referencias



Blandino, R., & Aguilar, V. (2004). Guía de Lombricultura. Obtenido de Repositorio Universidad Nacional Agraria:
<https://repositorio.una.edu.ni/2409/1/nfo4s693.pdf>

Rodas, A. (2022). Manual técnico de recomendaciones para la elaboración y uso de lombricompost. Obtenido de Repositorio de Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas:
<https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Suelos/Manual%20ICTA%20LOMBRICOMPOST%202022.pdf>

INIA. (2016). Manejo sustentable de la fertilidad del suelo: recomendaciones para el uso de enmiendas orgánicas. Obtenido de Repositorio de Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias:
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/67616/Capitulo%202.pdf>

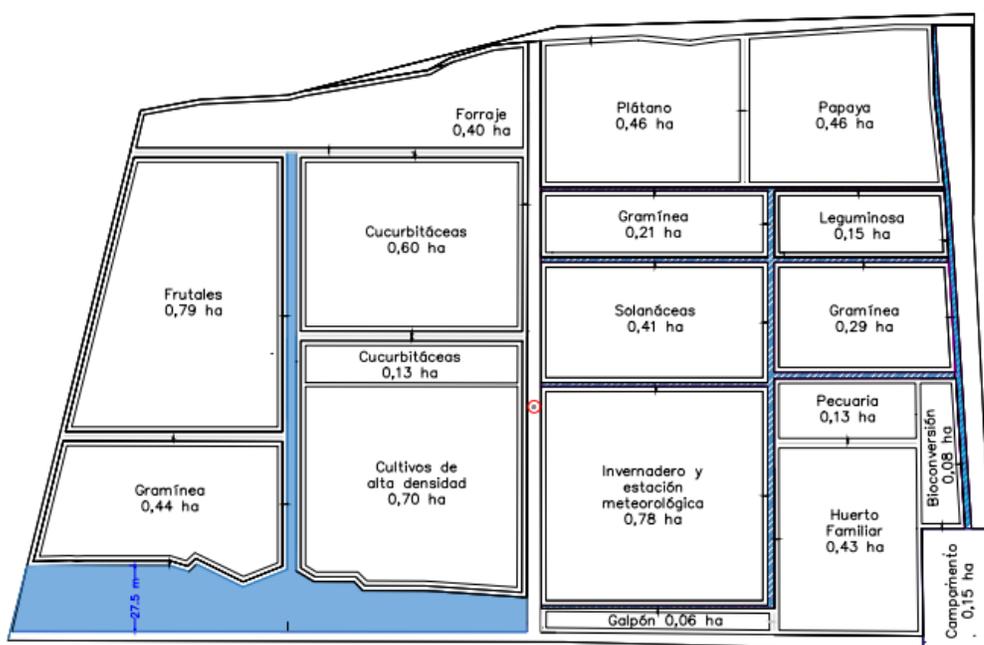
Apéndice B

Plantilla de cálculo empleada para el diseño agronómico de cultivos.

Riego de cultivos		→ MENU principal	
Datos básicos			
Cultivo:	Solanáceas		
Sistema de riego:	Goteo		
Parcela	UNIDAD		VALOR
A (area bruta)	Ha		0,42
Sr (area neta bajo riego)	Ha		0,42
Suelo			
Tipo de suelo	textura		F. arcilloso
Cc (Capacidad de campo)	%	✓	35
Pm (Punto de marchites)	%	✓	21,3
Pea (Peso específico aparente)	(gr/cm ³)	✓	1,4
Inf (Infiltración básica)	mm/h	✓	4,56
Pr (profundidad efectiva del suelo)	m	✓	0,50
Clima			
Etan (Evaporación media diaria del tanque clase "A")	mm/d		3,40
Viento > 3m/s	d(h)a(h)		
HR (humedad relativa)	%	✓	60
Fuente de agua			
Fuente de agua			hidrante
Caudal	(m ³ /h)		25,00
Calidad	mg/lit		
Cultivo			
Kc (El coeficiente del cultivo)	coeficiente		1
Zr (Prof. ef. de raíces)	m		0,5
Pa (max. agua aprovechable)	%		35%
dh (Distancia e/hileras)	m		1,60
dp (Distancia e/plantas)	m		0,30
Espaciamiento- area	m ²		0,48
Sistema de riego			
Método de riego			goteo
Ef (Eficiencia del sistema)	%		85,00%
Emisor	tipo		dripnet
Presión de operación	m(altura)		40,00
qe (Caudal del emisor)	(L/h)		1,00
dl (Espaciamiento entre laterales)	m		1,60
de (Espaciamiento entre emisores)	m		0,30
Espaciamiento de la red	m ²		0,48
d Diámetro efectivo/humedecido	m		20,38
Angulo de cuberterza	grados		360,00
Hd (Max. horas de operación por día)	H		8,00
Días de paro	d		0,00
Calculo			
Ld _{zr} (Lamina disponible de la zona radicular)	mm/zr		95,90
Vd _{zr} (Volumen de agua disponible -zona radicular)	(m ³ /Ha/zr)		959,00
Laz _r (Lamina aprov. a la prof. radicular)	mm/zr	67926,1%	33,57
Par (Porcentaje del area bajo riego)	%	326,21	100,0%
Phr (Precipitación horaria del sistema de riego)	mm/h	CIERTO →	2
Ktan (Coeficiente del tanque clase "A")			1,00
ETc (Uso consuntivo)	mm/día		3,40
Ir (Intervalo de riego)	d		9,87
Ir aj (Intervalo de riego aj.)	d		1,00
CR (Ciclo de riego)	d		1,00
LR(aj) (Lamina de riego ajustado)	mm		3,40
Pa (Porcentaje del agua aprovechada)	%		3,55%
LB (Lamina bruta)	mm		4,00
DB (Dosis de riego bruta)	(m ³ /Ha)		40,00
Ht (Horas de riego por turno)	h/turno		1,92
Td (Max. numero de turnos de riego diarios)	turno/día		4,17
Td aj (Max. numero de turnos de riego diarios ajustado)	turno/día		1,00
Hd (Horas de riego por día)	h/día	CIERTO →	1,92
Hc (Horas de turnos por ciclo)	h/ciclo		1,92
Tc (Numero de turnos por ciclo)	turnos/ciclo		1,00
St (Superficie bajo riego, por turno)	Ha/turno		0,42
DBt (Dosis de riego bruta por turno)	(m ³ /turno)		17
Qr (Caudal requerido)	(m ³ /h)	CIERTO →	9
Emt (Numero de emisores por turno)	e/turno		8.750
VBc (Volumen bruto por ciclo de riego)	(m ³ /ciclo)		17
Qe (Caudal específico)	(m ³ /Ha/h)		20,83

Apéndice C

Dimensión de las subunidades de producción y otras áreas



Apéndice D

Cálculo de requerimiento hídrico del cultivo de arroz en CROPWAT 8.0

Crop Water Requirements

ETo station: CHONGON-INAMHI Crop: Rice

Rain station: CHONGON-INHAMI Planting date: 01/01

Month	Decade	Stage	Kc coeff	ETc mm/day	ETc mm/dec	Eff rain mm/dec	Irr. Req. mm/dec
Dec	2	LandPrep	1.05	5.17	46.5	7.9	119.7
Dec	3	LandPrep	1.05	4.88	53.6	15.4	179.3
Jan	1	Init	1.10	4.76	47.6	23.1	24.5
Jan	2	Init	1.10	4.49	44.9	29.7	15.2
Jan	3	Deve	1.11	4.48	49.3	33.0	16.2
Feb	1	Deve	1.14	4.51	45.1	37.6	7.5
Feb	2	Mid	1.16	4.53	45.3	42.1	3.2
Feb	3	Mid	1.17	4.65	37.2	39.5	0.0
Mar	1	Mid	1.17	4.73	47.3	36.3	11.0
Mar	2	Mid	1.17	4.82	48.2	34.6	13.6
Mar	3	Mid	1.17	4.86	53.5	32.3	21.2
Apr	1	Late	1.14	4.80	48.0	31.5	16.5
Apr	2	Late	1.09	4.64	46.4	30.0	16.4
Apr	3	Late	1.05	4.39	43.9	21.4	22.5
					656.8	414.3	467.0

Apéndice E

Cálculo de presiones y caudales en laterales y terciarias empleando DIMSUB.

Diseño y dimensionado de subunidades de Riego Localizado

Subunidad: cebolla-goteo Sector: 1 Cota Inicio: 0

Datos Lateral

Alimentación lateral: alimentado por el extremo
Tipo Emisor: No compensante
 Auto compensante

Denominación:

Caudal emisor	1	
Longitud equivalente	0.23	m
Distancia inicial So	0.2	m
Separación emisores S	0.2	m
Longitud 1/2 lateral	46	m
Diámetro Interior Lateral	15	mm
Pendiente lateral	0	%
Coefficiente de variación CV	5	%
Temperatura de cálculo	25	°C
Número Emisores planta	1	

Resultados Lateral

Caudal inicio Lateral	230	l/h
Coefficiente F	0.366	
Pérdida de carga Lateral	0.58	mca
Variación Presión Lat	0.58	mca
Coefficiente Beta	0.735	
Coefficiente Alfa	0.5	
Presión inicio	10.42	mca
Presión final	9.85	mca
Presión mínima	9.85	mca
Uniformidad Emisión	93	%

Datos Terciaria

Alimentación terciaria: Alimentada por el medio

Disposición Laterales: Un lateral por fila de plantas
 Doble lateral fila de plantas

Tipo terciaria: Característica única
 Tubería telescópica

Datos Terciaria

Coef. Mayorante, Km	2.15	
Número laterales	14	
Distancia inicial (Lo)	0.8	m
Separación laterales (L)	0.8	m
Pendiente terciaria	0	%

Resultados Terciaria

Diámetro interior	37	mm
Diámetro Nominal	40	mm
Coefficiente Beta r	0.759	
Pérdida carga terciaria	0.72	m
Presión inicio ter.	11	m
Presión final terciaria	10.3	m
Variación presión Terciaria	0.72	m

Material terciaria

PVC UNE EN 1451
 PE 40 UNE EN 12201
 PE 100 UNE EN 1220

Emisor no compensante

Variación máx caudales	10	%
Presión nominal emisor	10	m
Exponente de descarga (X)	0.45	
Coste emisor y lateral	0	€/m

Variables Dimensionado Lateral

Variación Presión Subunidad	2.22	m
Nº emisores 1/2 lateral	230	
Desnivel lateral	0	m
Pérdida de carga admisible	2.22	m
Coefficiente mayorante	2.15	
Coefficiente C Blasius	0.453	
Coefficiente M Blasius	1.174E-06	

Variables dimensionado Terciaria

Máxima Variación Presión	1.65	mca
Caudal por derivación	460	l/h
longitud 1/2 terciaria	11.2	m
Coefficiente Christiansen	0.4	
Desnivel Terciaria	0	m
Pérdida de carga admisible	1.65	m
Caudal terciaria	6440	l/h
Caudal inicio terciaria	12880	l/h
Diámetro mínimo Terciaria	31.1	mm

Geometría Subunidad

Rectangular
 Irregular

Subunidad irregular

Dimensionado Lateral

Dimensionado Terciaria

Mediciones

Imprimir

Exportar Resultados

Leer Datos

Grabar Datos

Salir

Apéndice F

Plantilla para cálculo de diámetros de la tubería principal según el turno de operación establecido.

TURNO 6: PAPAYA - PLÁTANO												
Diseño Hidraulico												
Tramo	Diámetro (mm)		Presión de trabajo Mpa	Caudal m³/hora	Longitud m	J m/m	Δz m	hf m	V m/s	COMPROBACION	H m	COMPROBACION
	Ext.	Int.										
A a B	63	60	0,63	9,00	49	0,01	0,50	0,66	0,88	VERDADERO	33,16	VERDADERO
B a C	63	60	0,63	15,00	50	0,03	0,50	1,73	1,47	VERDADERO	35,38	VERDADERO
C a D	75	72	0,50	24,00	17	0,03	0,50	0,58	1,64	VERDADERO	36,46	VERDADERO
D a E	90	85,6	0,63	24,00	50,31	0,01	0,50	0,73	1,16	VERDADERO	37,70	VERDADERO
F a D	90	85,6	0,63	24,00	42,00	0,01	0,50	0,61	1,16	VERDADERO	38,81	VERDADERO
G a F	90	85,6	0,63	24,00	37,97	0,01	0,50	0,55	1,16	VERDADERO	39,86	VERDADERO
H a G	90	85,6	0,63	24,00	31,94	0,01	0,50	0,47	1,16	VERDADERO	39,78	VERDADERO
I a H	90	85,6	0,63	28,00	39,19	0,02	0,50	0,76	1,35	VERDADERO	41,12	VERDADERO
I a hidrante	90	85,6	0,63	31,00	52,80	0,02	0,50	1,24	1,50	VERDADERO	41,51	VERDADERO
Caudal total m3/h				31,00						Presión de operación	42,00	

Apéndice G

Costos directos de implementación por cultivo

COSTOS DIRECTOS PARA 1 HECTÁREA DE RÁBANO					COSTO DIRECTO PARA 0.28 HECTÁREAS	
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	TOTAL (\$)	TOTAL (\$)	%
Mano de obra				\$ 1,131.75	\$ 237.67	54.34%
Semillero	2	jornal	\$ 25.15	\$ 50.30	\$ 10.56	2.42%
Trasplante	8	jornal	\$ 25.15	\$ 201.20	\$ 42.25	9.66%
Aplicación Herbicida	3	jornal	\$ 25.15	\$ 75.45	\$ 15.84	3.62%
Aplicación de Fitosanitarios	3	jornal	\$ 25.15	\$ 75.45	\$ 15.84	3.62%
Aplicación de Fitosanitarios	3	jornal	\$ 25.15	\$ 75.45	\$ 15.84	3.62%
Deshierba Manual	6	jornal	\$ 25.15	\$ 150.90	\$ 31.69	7.25%
Cosecha	20	jornal	\$ 25.15	\$ 503.00	\$ 105.63	24.15%
Material vegetativo				\$ 462.00	\$ 97.02	22.18%
Semilla (200 dientes)	66	kilo	\$ 7.00	\$ 462.00	\$ 97.02	22.18%
Biofertilizante				\$ 141.00	\$ 29.61	6.77%
BIOGEN (<i>Rizzobium</i> -N)	2	litro	\$ 47.00	\$ 94.00	\$ 19.74	4.51%
Roca fosfórica (P) (50 Kg)	1	kilo	\$ 35.00	\$ 35.00	\$ 7.35	1.68%
Fertitierra (<i>B. mucilaginosus</i>) (1L)	1	litro	\$ 12.00	\$ 12.00	\$ 2.52	0.58%
Fitosanitario				\$ 93.14	\$ 19.56	4.47%
Fungy CTRL (<i>B. subtilis</i>)	1	litro	\$ 24.80	\$ 24.80	\$ 5.21	1.19%
Herbigarden (ácido acético)	1	litro	\$ 34.90	\$ 34.90	\$ 7.33	1.68%
PlagarolPlus (Azadirachtina+ <i>B. bassiana</i>)	1	litro	\$ 33.44	\$ 33.44	\$ 7.02	1.61%
Maquinarias/Equipos/Materiales				\$ 254.90	\$ 53.53	12.24%
Preparación del suelo (A+R)	3.5	Hora/maquina	\$ 35.00	\$ 122.50	\$ 25.73	5.88%
Riego (m3)	3420	Ha	\$ 0.02	\$ 68.40	\$ 14.36	3.28%
Transporte Fertilizante (unidades)	1	Flete	\$ 7.00	\$ 7.00	\$ 1.47	0.34%
Transporte cosecha (mallas de 10 kg)	114	Vehículo	\$ 0.50	\$ 57.00	\$ 11.97	2.74%
Subtotal costos directos				\$ 2,082.79	\$ 437.39	100.00%

COSTOS DIRECTOS PARA 1 HECTÁREA DE SANDÍA

COSTO DIRECTO PARA 0.28 HECTÁREAS

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL DOLÁRES	TOTAL DOLÁRES	%
COSTOS DIRECTOS						
Mano de obra				\$ 1,332.95	\$ 373.23	58.75%
Siembra	2	Jornal	\$ 25.15	\$ 50.30	\$ 14.08	2.22%
Trasplante	12	jornal	\$ 25.15	\$ 301.80	\$ 84.50	13.30%
Aplicación Insecticidas	3	Jornal	\$ 25.15	\$ 75.45	\$ 21.13	3.33%
Aplicación Fertilizantes	3	Jornal	\$ 25.15	\$ 75.45	\$ 21.13	3.33%
Aplicación Funguicida	3	Jornal	\$ 25.15	\$ 75.45	\$ 21.13	3.33%
Deshierba Manual	10	Jornal	\$ 25.15	\$ 251.50	\$ 70.42	11.08%
Cosecha	20	Jornal	\$ 25.15	\$ 503.00	\$ 140.84	22.17%
Material vegetativo				\$ 100.00	\$ 28.00	4.41%
Semillas certificada (1000)	2	sobre	\$ 50.00	\$ 100.00	\$ 28.00	4.41%
Biofertilizantes				\$ 147.43	\$ 41.28	6.50%
BIOGEN (Rizzobium-N)	2	litro	\$ 47.00	\$ 94.00	\$ 26.32	4.14%
Roca fosfórica (P) (50 Kg)	2	kilo	\$ 23.00	\$ 46.00	\$ 12.88	2.03%
Organichem (K)	1	litro	\$ 7.43	\$ 7.43	\$ 2.08	0.33%
Fitosanitarios				\$ 130.00	\$ 36.40	5.73%
KAZUGA	1	liro	\$ 95.00	\$ 95.00	\$ 26.60	4.19%
PlagarolPlus (Azadirachtina+B. bassiana)	1	litro	\$ 35.00	\$ 35.00	\$ 9.80	1.54%
Maquinarias/Equipos/Materiales				\$ 558.50	\$ 156.38	24.62%
Arada + Rastra	3.5	Hora	\$ 35.00	\$ 122.50	\$ 34.30	5.40%
Riego (m3)	3250	Ha.	\$ 0.02	\$ 65.00	\$ 18.20	2.86%
Transporte Fertilizantes	1	Flete	\$ 7.00	\$ 7.00	\$ 1.96	0.31%
Transporte Cosecha	728	Vehículo	\$ 0.50	\$ 364.00	\$ 101.92	16.04%
Total costos directos				\$ 2,268.88	\$ 635.29	100.00%

COSTOS DIRECTOS PARA 1 HECTÁREA DE REMOLACHA

COSTO DIRECTO PARA 0.28 HECTÁREAS

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL (\$)	TOTAL (\$)	%
COSTOS DIRECTOS						
Mano de obra				\$ 1,257.50	\$ 264.08	50.71%
Semillero	2	jornal	\$ 25.15	\$ 50.30	\$ 10.56	2.03%
Transplante	10	jornal	\$ 25.15	\$ 251.50	\$ 52.82	10.14%
Aplicación Herbicida	3	jornal	\$ 25.15	\$ 75.45	\$ 15.84	3.04%
Aplicación de Fitosanitarios	3	jornal	\$ 25.15	\$ 75.45	\$ 15.84	3.04%
Deshierba Manual	10	jornal	\$ 25.15	\$ 251.50	\$ 52.82	10.14%
Cosecha	22	jornal	\$ 25.15	\$ 553.30	\$ 116.19	22.31%
Material vegetativo				\$ 83.60	\$ 17.56	3.37%
Semilla	2	kilo	\$ 41.80	\$ 83.60	\$ 17.56	3.37%
Fertilizante				\$ 374.00	\$ 78.54	15.08%
Enmienda orgánica húmica (25 kg)	10	saco	\$ 35.00	\$ 350.00	\$ 73.50	14.12%
MO	2	TM	\$ 12.00	\$ 24.00	\$ 5.04	0.97%
Fitosanitario				\$ 93.24	\$ 19.58	3.76%
KAZUGA	1	litro	\$ 24.90	\$ 24.90	\$ 5.23	1.00%
Herbigarden (ácido acético)	1	litro	\$ 34.90	\$ 34.90	\$ 7.33	1.41%
PlagarolPlus (Azadirachtina+B. bassiana)	1	litro	\$ 33.44	\$ 33.44	\$ 7.02	1.35%
Maquinarias/Equipos/Materiales				\$ 671.26	\$ 140.96	27.07%
Preparación del suelo (A+R)	3.5	Hora/maquina	\$ 35.00	\$ 122.50	\$ 25.73	4.94%
Implemento acamadora	3.5	Hora/máquina	\$ 35.00	\$ 122.50	\$ 25.73	4.94%
Riego (m3)	6563	Ha.	\$ 0.02	\$ 131.26	\$ 27.56	5.29%
Transporte Fertilizante (unidades)	1	flete	\$ 7.00	\$ 7.00	\$ 1.47	0.28%
Transporte cosecha (sacos 60 lbs)	576	Vehículo	\$ 0.50	\$ 288.00	\$ 60.48	11.61%
Total costos directos				\$ 2,479.60	\$ 520.72	100.00%

Ingresos generados por la producción de cultivo

Cultivos	Área siembra (ha)	Rendimiento granja (ton)	Número de unidades	Presentación	Precio unitario (\$)	Total (\$)
Ajo	0.21	0.21	21	malla (10 kg)	\$ 14.00	\$ 294.00
Arazá	0.24	3.12	312	caja (10 kg)	\$ 2.00	\$ 624.00
Arroz	0.50	2.26	25	saca (200 lbs)	\$ 55.00	\$ 1,364.28
Cebolla	0.20	2.00	77	saco (45.5kg)	\$ 14.00	\$ 1,078.00
Fréjol	0.16	0.56	11.2	saco (50 kg)	\$ 30.00	\$ 336.00
Guanábana	0.19	0.04	2	fruta (20 kg)	\$ 16.00	\$ 30.40
Limón	0.22	0.33	9	saco (80 lbs)	\$ 16.00	\$ 145.20
Maíz	0.50	3.00	66	saco (100 lbs)	\$ 16.00	\$ 1,056.00
Naranja	0.22	1.23	17	caja (100 lbs)	\$ 12.00	\$ 203.71
Papaya	0.44	12.76	936	caja (30 lbs)	\$ 8.00	\$ 7,485.87
Pasto	0.40	12.00	528	saco (50 kg)	\$ -	\$ -
Pepino	0.27	3.11	113.85	caja (60 lbs)	\$ 5.50	\$ 626.18
Pimiento	0.21	2.10	92.4	saco (50 lbs)	\$ 5.50	\$ 508.20
Plátano	0.44	4.02	176.7568	caja (50 lbs)	\$ 5.50	\$ 972.16
Rábano	0.21	4.20	109	saco (85 lbs)	\$ 1.80	\$ 195.67
Remolacha	0.21	2.10	62	saco (75 lbs)	\$ 3.70	\$ 227.92
Sandía	0.28	2.66	4200	caja (20 kg)	\$ 1.50	\$ 6,300.00
Tomate	0.21	2.63	131	caja (20 kg)	\$ 6.00	\$ 787.50
Zapallo	0.27	2.43	486	fruto (5kg)	\$ 1.70	\$ 826.20

Cultivo	Año1	Año2	Año3	Año4	Año5
Ajo	\$ 874.77	\$ 874.77	\$ 874.77	\$ 874.77	\$ 874.77
Arazá	\$ 552.06	\$ 206.30	\$ 242.52	\$ 370.47	\$ 502.98
Arroz	\$ 3,245.64	\$ 3,245.64	\$ 3,245.64	\$ 3,245.64	\$ 3,245.64
Cebolla	\$ 492.15	\$ 492.15	\$ 492.15	\$ 492.15	\$ 492.15
Fréjol	\$ 407.10	\$ 407.10	\$ 407.10	\$ 407.10	\$ 407.10
Guanábana	\$ 412.24	\$ 384.04	\$ 219.37	\$ 242.27	\$ 284.79
Limón	\$ 881.85	\$ 220.89	\$ 242.01	\$ 349.37	\$ 445.95
Maíz	\$ 1,469.71	\$ 1,469.71	\$ 1,469.71	\$ 1,469.71	\$ 1,469.71
Naranja	\$ 860.43	\$ 131.47	\$ 131.47	\$ 109.33	\$ 256.54
Papaya	\$ 1,725.46	\$ 946.37	\$ 894.67	\$ 1,725.46	\$ 946.37
Pasto	\$ 603.86	\$ 303.99	\$ 341.15	\$ 341.15	\$ 361.15
Pepino	\$ 1,906.44	\$ 1,906.44	\$ 1,906.44	\$ 1,906.44	\$ 1,906.44
Pimiento	\$ 978.91	\$ 978.91	\$ 978.91	\$ 978.91	\$ 978.91
Plátano	\$ 2,686.42	\$ 2,686.42	\$ 2,686.42	\$ 2,686.42	\$ 2,686.42
Rábano	\$ 1,580.76	\$ 1,580.76	\$ 1,580.76	\$ 1,580.76	\$ 1,580.76
Remolacha	\$ 1,041.43	\$ 1,041.43	\$ 1,041.43	\$ 1,041.43	\$ 1,041.43
Sandía	\$ 1,270.57	\$ 1,270.57	\$ 1,270.57	\$ 1,270.57	\$ 1,270.57
Tomate	\$ 2,167.57	\$ 2,167.57	\$ 2,167.57	\$ 2,167.57	\$ 2,167.57
Zapallo	\$ 1,022.06	\$ 1,022.06	\$ 1,022.06	\$ 1,022.06	\$ 1,022.06
Total	\$ 24,179.43	\$ 21,336.59	\$ 21,214.72	\$ 22,281.58	\$ 21,941.30