

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad Ciencias de la Vida

Planificación física de una finca para la producción de maíz mediante el uso de herramientas SIG en el recinto San Antonio, cantón Chone, provincia de Manabí

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Agrícola y Biológico

Presentado por:

Barbara Elizabeth Guerrero Galvez

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a principalmente a Dios por guiarme y permitirme llegar a este punto.

A mis padres Marcos Guerrero y Germania Galvez, personas de lucha que me han motivado siempre a creer en mis capacidades y velaron por mi bienestar en todo momento, a mis hermanos Carlos, Lisette, Madeley y Margoth y a mi abuelita Margarita que aportaron un granito de arena a cada etapa de mi vida y quienes son la fuente de energía sentimental para caminar por todas la pendientes y condiciones del camino de la vida.

A Jeremy Tomalá por su apoyo, comprensión y motivación a largo de este camino y durante cada día de mi formación académica.

Sin duda alguna este logro también es suyo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por su infinita bondad, por darme la fuerza y sabiduría a lo largo de mi vida para lograr cumplir con mis metas

A mis padres, Marcos y Germania que me han acompañado durante este viaje, a mi abuelita Margarita y a mis hermanos Madeley, Margoth y Carlos, y a Jeremy porque sin ellos nada de esto fuera posible, han estado conmigo y me han apoyado en todo. Gracias por ayudarme a construir mis sueños.

A mis amigos, compañeros, profesores y a cada una de las personas que conocí a lo largo de este camino y han sido como un escalón en mi vida.

Al M.Sc. Jaime Proaño y a la Dr. Maria Isabelita por su guía en este proyecto y su apoyo durante toda mi formación académica.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Barbara Elizabeth Guerrero Galvez* y doy mi 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”



Barbara Elizabeth Guerrero Galvez

EVALUADORES

.....
María Isabel Jiménez Ph.D.

PROFESOR DE LA MATERIA

.....
Jaime Proaño Saraguro MSc.

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

En el Ecuador, la producción de maíz se considera una de las principales fuentes de ingresos para muchas familias dentro del sector agrícola, sin embargo la mayoría de las fincas y/o haciendas presentan un manejo tradicional que en muchas ocasiones suele ser deficiente y provoca pérdidas económicas e inclusive afecta el suelo. La falta de planificación influye en los objetivos y/o metas establecidas llegando a convertirse en una fuerte limitante económica de muchos productores.

El presente proyecto busca proporcionar información detallada acerca del área de interés para ello, se necesitó realizar tres estudios: el primero, el diagnóstico biofísico de la finca cuyo objetivo es determinar el área total para cultivar maíz. Segundo, diagnóstico socioeconómico que evaluó las prácticas de manejo de los productores. Finalmente, el estudio hidrológico que mostró los beneficios de la implementación de albardas para almacenamiento de agua y los establecimientos de cultivos bajo riego.

La planificación física determinó que en la actualidad existen 364.1 hectáreas para cultivar maíz, sin embargo dicho espacio no cuenta un manejo eficiente en tema de arriendo. Por otro lado, se resalta que es factible la implementación de embalses para almacenamiento de agua que favorecerán en el desarrollo de cultivos bajo riego generando ingresos y aumentando el periodo de producción durante la época seca. Cabe destacar que la planificación física como herramienta puede ser empleada para definir estrategias de manejo y optimizar el espacio y recursos presentes.

Palabras Clave: Planificación física, sectorización, albardas, maíz, optimización de recursos.

ABSTRACT

In Ecuador, corn production is considered one of the main sources of income for many families within the agricultural sector. However, most of the farms have a traditional way of management that is often not efficient and causes economic losses and even affects the soil. The lack of planning influences the established objectives and goals, becoming a strong economic constraint for many producers.

The present project seeks to provide detailed information about the area of interest. To accomplish this, it was necessary to carry out three studies. The first one, a biophysical diagnosis of the farm whose objective is to determine the total area to grow corn. Second, a socioeconomic diagnosis that evaluated the management strategies of the producers. Finally, a hydrological study that showed the benefits of the implementation of water reservoirs for water storage and irrigated crop establishments.

Physical planning determined that there are currently 364.1 hectares to grow corn. However, said space does not have efficient management in terms of rental. On the other hand, it is highlighted that it is feasible to implement reservoirs for water storage that will favor the development of irrigated crops, generating income and increasing the production period during the dry season. It should be noted that physical planning as a tool can be used to create management strategies and optimize the space and resources.

Keywords: *Physical planning, sectorization, water reservoirs, maize, resource optimization.*

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES	5
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	11
1. Introducción.....	11
1.1 Descripción del problema.....	12
1.2 Justificación del problema	12
1.3 Objetivos	12
1.3.1 Objetivo General.....	12
1.3.2 Objetivos Específicos.....	12
1.4 Marco teórico	13
1.4.1 Generalidades del cultivo de maíz	13
1.4.2 Caracterización de los modelos de producción del cultivo de maíz	14
1.4.3 Planificación del uso de la tierra	15
1.4.4 Diagnóstico de fincas.....	15
1.4.5 Estudio geográfico	16
1.4.6 Estudio hidrológico	17
1.4.7 Balance hídrico	17

1.4.8	Componentes del balance Hidrico	18
1.4.9	Sistemas de información geográfica (SIG).....	19
CAPÍTULO 2		20
2.	Metodología.....	20
2.1	Área de estudio	20
2.2	Diagnostico físico de la finca	21
2.2.1	Uso de GPS para marcar puntos de interés.....	21
2.2.2	Uso de programas AutoCAD y Qgis.....	21
2.3	Estudio hidrológico	22
2.3.1	Descarga de modelo de elevación digital.....	22
2.3.2	Determinación de la cuenca.....	22
2.3.3	Obtención de datos climatológicos.....	23
2.3.4	Cálculo de evapotranspiración potencial y del cultivo de maíz	23
2.3.5	Cálculo de balance hídrico.....	24
2.3.6	Cálculo de volumen de agua almacenada	25
2.3.7	Cálculo de hectareaje bajo riego.....	25
2.4	Diagnóstico de finca	26
CAPÍTULO 3		27
3.	Resultados Y ANÁLISIS	27
3.1	Diagnostico biofísico de la finca	27
3.2	Estudio hidrológico	29
3.2.1	Áreas destinadas para almacenamiento de agua	29
3.2.2	Cálculo de volumen de agua almacenado	31
3.2.3	Cálculo de hectárea bajo riego	32
3.3	Diagnostico sociocultural.....	33
3.4	Análisis FODA.....	36

3.5	Planeación de finca	37
3.6	Análisis de costos y beneficios	38
3.6.1	Alquiler de la finca	39
3.6.2	Compra de producción.....	39
3.6.3	Cultivos bajo riego	40
CAPÍTULO 4		42
4.	Conclusiones Y Recomendaciones	42
4.1	Conclusiones.....	42
4.2	Recomendaciones	42
BIBLIOGRAFÍA		44
ANEXOS		47

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FAO	Food and Agriculture Organization
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
SIG	Sistemas de Información Geográfica
DEM	Digital Elevation Model
GPS	Global Positioning System
ETP	Evapotranspiración Potencial
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas

SIMBOLOGÍA

Ton	Tonelada
Ha	Hectárea
mm	Milímetro
°C	Grado Centígrado
Km	Kilómetro
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cúbico
Kg	Kilogramo
qq	Quintal

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1.1 Diagrama de una cuenca hidrográfica (Vásconez M., 2019)	17
Ilustración 1.2 Diagrama de componentes de la evapotranspiración (PROAIN, 2021)	18
Ilustración 2.1 Diagrama de la metodología.....	20
Ilustración 2.2 Ubicación del área de estudio	21
Ilustración 2.3 Ecuaciones lineales de los componentes del balance hídrico.....	24
Ilustración 3.1 Mapa sectorizado de la hacienda	29
Ilustración 3.2 Mapa del excedente hídrico de la cuenca hidrográfica	30
Ilustración 3.3 Prolongación del embalse 1	31
Ilustración 3.4 Prolongación de embalse 2	31
Ilustración 3.5 Resumen de las preferencias del productor	34
Ilustración 3.6 Referencia de los quintales (qq) cosechados por funda.....	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Caracterización climática del cantón Chone, Manabí. Fuente: CONELEC – Atlas Solar y Sistema de información – FAO	27
Tabla 3.2 Sectores no productivos en la hacienda	28
Tabla 3.3 Volumen teórico almacenado para el embalse 1.....	32
Tabla 3.4 Volumen teórico almacenado para el embalse 2.....	32
Tabla 3.5 hectareaaje total teórico bajo riego	33
Tabla 3.6 Cantidad de fundas de semillas empleadas.....	34
Tabla 3.7 Labores culturales realizadas por el grupo de productores Álava	35
Tabla 3.8 Análisis FODA de la finca	37
Tabla 3.9 Estrategias de mejoramiento	38
Tabla 3.10 Ingreso económico por concepto de arriendo	39
Tabla 3.11 Ingreso económico en dependencia de la compra de producción	40
Tabla 3.12 Ganancia bruta estimada del cultivo de maracuyá.....	41
Tabla 3.13 Ganancia bruta estimada de la compra del 100% de producción.....	41

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, el maíz es un cultivo de siembra estacionaria, y, se considera de importancia económica ya que es usado para el autoconsumo dentro del mercado local y es el componente principal para la elaboración de alimento balanceado destinado para la alimentación de aves, ganado y porcinos (Albán et al., 2022).

La producción de maíz seco de invierno se localiza principalmente en la región Costa, teniendo para el 2021, una superficie cosechada de 251.658 Has con producción de 5.72 Ton/Ha (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2021). Las principales provincias productoras de maíz duro son Los Rios con una superficie sembrada de 154.417 Has y una producción anual de 782.015, Manabí con una superficie de 111.405 Has y una producción anual de 507.064 Tm, Guayas con 52.804 Has sembradas y una producción de 254.343 Tm, y El Oro con 3.25 Has sembradas y una producción anual de 9.915 Tm (INEC, 2021).

La producción industrializada de maíz duro es llevada a cabo por pequeños y medianos productores. donde, el 95% de los agricultores trabajan en un espacio de 1 a 10 hectáreas (4.57 ha por productor), de ellos el 74% son dueños de los terrenos, mientras que el 22% arrienda tierras (Bravo & Naranjo, 2016);

Bajo el contexto del arriendo, al tenerse grandes extensiones de tierra es necesario realizar una planificación del uso de la tierra con el objetivo de obtener mejores rendimientos sin degradar el ambiente. La planificación se efectúa de acuerdo con la capacidad de la tierra y busca mejorar no solo la productividad social, económica sino también la ambiental optimizando el uso de los recursos para esto, es necesario evaluar ciertos elementos como pendientes, drenajes, uso actual, etc. (FAO, 2018).

El presente documento describe la elaboración de una planificación de uso de tierra, el cual, pretende informar acerca del manejo e insumos empleados en el terreno, así como

también el área útil total aprovechable para la producción de maíz duro y posibles lugares de almacenamiento de agua.

1.1 Descripción del problema

El grupo de productores de la hacienda “La Carmelita”, que se encuentra ubicado en la parroquia San Antonio del cantón Chone provincia de Manabí cuya actividad económica está destinada el cultivo, secado y venta de maíz duro durante la época de lluvias, presenta inconformidad con la situación actual de la hacienda, ya que desconoce el área útil total aprovechable para la producción de maíz

Así también, se considera que el almacenamiento de agua, la cantidad de insumos y prácticas agrícolas realizadas en campo, presentan un bajo nivel de planificación en términos de uso del terreno y aplicaciones lo cual limita su nivel de producción y condiciona su economía.

1.2 Justificación del problema

La elaboración de este proyecto permitirá al propietario de la finca aumentar los ingresos económicos ya que mediante la planificación determinará el área total de todos los sectores aptos para arriendo y almacenamiento de agua para el ganado que se encuentra en el terreno post cosecha, de la misma manera, obtendrá conocimiento acerca de las prácticas de manejo del cultivo e insumos usados dentro de su propiedad

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Planificar el uso de la tierra mediante el empleo de herramientas SIG que permitan la sostenibilidad del cultivo de maíz.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Identificar las áreas potenciales para el desarrollo del cultivo de maíz
2. Realizar un balance hídrico mediante un estudio hidrológico en la zona de estudio

3. Determinar la cantidad de insumos y prácticas de manejo del cultivo de maíz empleadas por los agricultores mediante diagnóstico participativo.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Generalidades del cultivo de maíz

El maíz de nombre científico *Zea mays L.*, pertenece a la familia de las gramíneas, al género ZEAS y es un cultivo que puede ser empleado para consumo animal o humano. Dada la relevancia de este cultivo, se han desarrollado materiales híbridos de alto rendimiento que permiten el incremento de la productividad y una buena adaptación a zonas productoras de la misma forma se han desarrollado investigaciones que proporcionan información sobre prácticas agronómicas que permitan una producción exitosa (Caviedes-Cepeda et al., 2022)

En el Ecuador, el maíz es cultivado en grandes áreas durante la época lluviosa puesto apenas solo el 10% de la superficie sembrada tiene acceso a riego. La falta de agua es considerada como una de las principales causas del bajo rendimiento del cultivo de maíz, ya que es un cultivo sensible al estrés hídrico pudiendo ocasionar reducción en la densidad poblacional o en el rendimiento de grano (Zari, 2014).

1.4.1.1 Requerimientos hídricos del cultivo de maíz

El cultivo maíz es un cultivo exigente en agua, requiere de forma general de al menos 500 a 800 mm de precipitación distribuidas durante todo el ciclo (Álvarez & Álvarez, 2018).

Las necesidades hídricas del cultivo varían a lo largo de sus etapas fenológicas, teniéndose los requerimientos más bajos durante el brote de la plántula y los requerimientos de mayor importancia durante las fases de floración y llenado de grano (Ruiz-Espinoza et al., 2011)

1.4.1.2 Limitaciones topográficas

Según los estudios realizados por (Zaldarriaga Heredia et al., 2020) existe una diferencia muy notoria en el rendimiento del maíz establecidos en zonas planas o de baja pendiente a comparación del rendimiento obtenido en zonas altas debido a la acumulación de nutrientes esenciales y no esenciales. Por lo cual, para un desarrollo adecuado se requiere de una topografía plana u ondulada en terrenos con pendientes menores al 40%, libre de inundaciones y encharcamientos.

En lugares con precipitaciones escasas y una pendiente mayor al 15% se recomienda la implementación de zanjas transversales a la pendiente para facilitar la infiltración de agua. En pendientes pronunciadas 25 – 30% se requiere el uso de barreras para evitar el problema de erosión del suelo

1.4.2 Caracterización de los modelos de producción del cultivo de maíz

1.4.2.1 Modelo de producción tradicional

Se basa en los conocimientos heredados producto de la experiencia acumulada, este modelo sigue las “prácticas basadas en conocimientos y prácticas indígenas que se han desarrollado en conjunto con los sistemas sociales y medioambientales” (Pinzón, 2019).

Dentro de este modelo se encuentran las siguientes técnicas:

- Uso de plaguicidas naturales a base de remedios caseros hechos de plantas de locales.
- Preparación del terreno con herramientas amigables.
- Abonos a base de estiércol de animales
- Manejo de un calendario agrícola

1.4.2.2 Modelo de producción convencional

Según (Suquilanda, 2016) el modelo convencional fundamenta sus principios en la “Revolución Verde”, donde prima la introducción y uso de nuevas tecnologías (mecanización, automatización, etc.) e insumos (paquetes tecnológicos), donde predomina el monocultivo y el uso agroquímicos. Este modelo no tiene presente

la biodiversidad ya que busca el mejoramiento de la productividad (cantidad producida en una superficie).

Las principales características de este modelo son:

- Predominio de monocultivo
- Especialización de la producción
- Uso de maquinaria pesada para labranza que en algunos casos resulta excesiva.
- Uso de semillas híbridas
- Uso excesivo de agro insumos como plaguicidas, herbicidas y fertilizantes

1.4.2.3 Modelo de producción agroecológica

Este modelo se describe como disciplina teórica – práctica que propone métodos que interponen los componentes e interacciones de un agroecosistema y beneficios socioeconómicos y culturales con el objetivo de mejorar la productividad, preservar la biodiversidad, ciclaje de nutrientes, optimizar el uso de recursos locales de forma sostenible (Pinzón, 2019).

1.4.3 Planificación del uso de la tierra

La planificación es una herramienta empleada para la administración de una unidad de producción, se define como un proceso para hacer un buen uso de los recursos que se tiene para obtener mayores beneficios y permite enfrentar de forma razonable los imprevistos (Machado et al., 2015).

Una planificación proporciona información sobre las actividades que se llevan a cabo y orienta hacia una forma mejor de realizar las mismas actividades optimizando los recursos (FAO, 2018). Esta herramienta se basa en el diagnóstico de un lugar o finca y su objetivo es la sectorización de la tierra en dependencia de sus usos en un paisaje que proporcione un equilibrio económico, social y ambiental.

1.4.4 Diagnóstico de fincas

Es el análisis de la realidad actual de la finca, unidad de producción o agro empresa para proporcionar una base para el control. Según la guía metodológica propuesta por (Apollin & Eberhart, 1999) la recopilación de información se puede realizar a través de los siguientes temas:

- Caracterización geográfica, es un levantamiento topográfico que busca georreferenciar la finca, identificar pendientes, lotes de cultivo, entre otros parámetros.
- Caracterización física, donde se recupera información de fuentes hídricas y propiedades suelo para ello, es necesario tomar muestras del lote o recopilar algún historial que tenga el productor
- Caracterización productiva, sociocultural, ambiental, es necesario el uso de dinámicas de investigación participativas (IAP) como encuestas, talleres, etc.

1.4.5 Estudio geográfico

1.4.5.1 Delimitación de terreno

Refleja el área correcta de un finca o terreno, es decir, señala los límites, linderos, deslindes y superficie mediante un plano topográfico. El enfoque científico – tecnológico mediante el uso de los SIG es la alternativa más útil para la delimitación de áreas (Zarza et al., 2022).

1.4.5.2 Pendiente del terreno

Se define como el ángulo formado entre el plano horizontal y el plano tangente a la superficie del terreno, es decir, es el desnivel o la inclinación que presenta la superficie del suelo, la pendiente puede ser cuesta arriba o cuesta abajo y depende de la diferencia de altura entre dos puntos. Se considera un factor importante en la planificación ya que puede condicionar el diseño de presas y sistemas de producción (FAO, 2013)

1.4.5.3 Segmentación del terreno de la finca

Consiste en la división del terreno en distintas áreas de acuerdo con el uso actual y la pendiente, donde se pueden definir las siguientes áreas: 1) Área potencial de producción, 2) área potencial para almacenamiento de agua, 3) Área de instalaciones y de requerirse 4) área de conservación. Cabe recalcar que para definir dichas áreas dentro de la finca se deberán aplicar criterios (Japan International Cooperation Agency [JICA], 2011)

1.4.6 Estudio hidrológico

1.4.6.1 Cuenca hidrográfica

Se define como cuenca hidrográfica a un área que se encuentra delimitado por líneas divisorias de las aguas (puntos más elevados), conformado por un sistema interconectado de cursos de agua que presenta una zona única de descarga del afluente (Vásconez et al., 2019). Por lo general la cuenca hidrográfica se emplea como unidad de planificación de recursos hídricos.

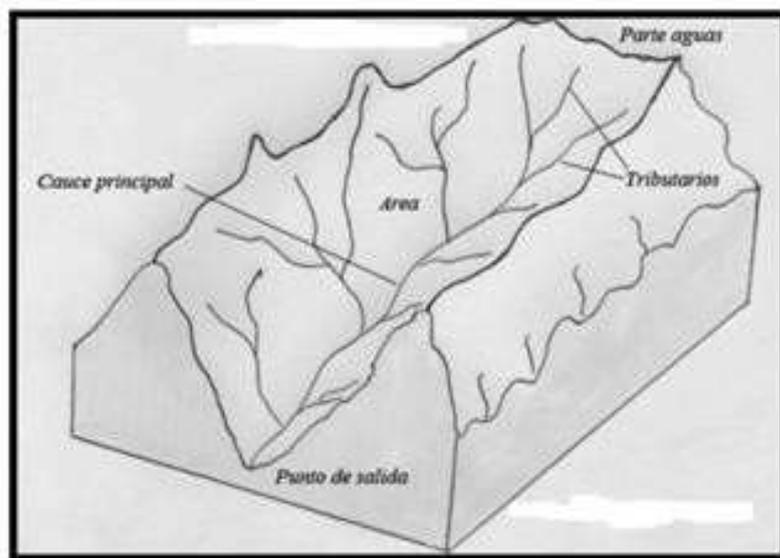


Ilustración 1.1 Diagrama de una cuenca hidrográfica (Vásconez M., 2019)

1.4.7 Balance hídrico

El balance hídrico explica el flujo del agua a través de un área o paisaje y tiene su principio en la ley de conservación de masa, donde el cambio del agua

almacenada en un sistema será igual a la diferencia entre las tasas de entradas y salidas del agua (Marshall, 2013).

Se considera una herramienta básica dentro del estudio de las cuencas hidrológicas ya que permite identificar la capacidad de abastecimiento lo que a su vez permite realizar juicios y análisis para conseguir un uso racional de los recursos de agua en el espacio y tiempo. Para ello, se utiliza información climatológica y datos de la precipitación del área de estudio, así como también herramientas SIG (Mohajerani et al., 2021).

1.4.8 Componentes del balance Hidrico

1.4.8.1 Precipitación

La precipitación se denomina la principal entrada de agua dentro del ciclo hidrológico y presenta una variación espacio – temporal entre una cuenca y una subcuenca. Dicha entrada de agua puede ocurrir como lluvia, neblina, nieve, rocío, etc. Y su medición se realiza a través de instrumentos llamados pluviómetros.

1.4.8.2 Evapotranspiración

Es la cantidad de agua que retorna a la atmosfera resultante de dos fenómenos naturales: por transpiración del cultivo o vegetación en la superficie y por la evaporación de agua en el suelo. La magnitud de la evapotranspiración depende del agua almacenada (Ordoñez Gálvez, 2011).

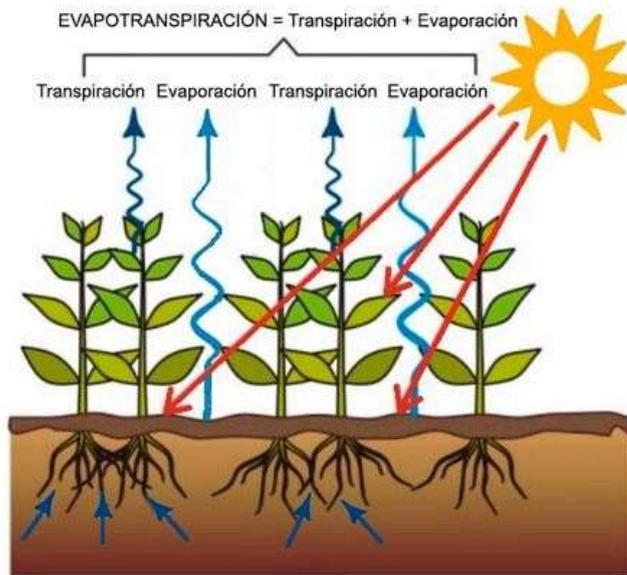


Ilustración 1.2 Diagrama de componentes de la evapotranspiración (PROAIN, 2021)

Hoy en día existen distintas metodologías para determinar la evapotranspiración potencial y en caso de requerirse la evapotranspiración de un cultivo, entre ellas, se resalta el programa computacional de uso libre Cropwat 8.0 desarrollado por la FAO, el cual mediante la fórmula de Penman – Monteith y datos climatológicos del área de estudio, se determina la evapotranspiración potencia y del cultivo, así como también precipitación efectiva y la programación de riego (Cleves Leguizamo et al., 2016)

1.4.9 Sistemas de información geográfica (SIG)

Los SIG son sistemas informáticos que permiten la visualización y lectura de datos integrados así como también su análisis, comprensión e interpretación; dichos datos pueden encontrarse en distintos formatos como información en bases de datos de coordenadas georreferencias por GPS, imágenes de satelitales, rasters, fotografías aéreas o datos cartográficos (Ioannou & Lefakis, 2010)

En la actualidad, el uso de estas herramientas se aplica a problemas de gestión ya sea en el área de agricultura, forestal, hidrológica, ambiental etc, donde en base al diagnóstico obtenido de la simulación, modelado o representaciones de los datos se puede tomar decisiones o realizar la planificación adecuada, la

importancia de estas herramientas se demuestra en casos de estudios de (Naik et al., 2013) en India donde se ha demostrado que los metodos tradicionales de estudio no pueden adecuarse a los patrones de cultivos.

Dado el caso de estudio y según la bibliografía consulta, los proceso a nivel de SIG para ubicar una cuenca hidrográfica en el área de estudio se centra en la morfométrica del sector en base a curvas de nivel (Lange & Gilbert, 2008). Programas como Qgis y ArcGIS contienen complementos que facilitan la predicción o ubicación de la cuenca hidrográfica y sus respectivos componentes (Acosta et al., 2016)

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

El presente trabajo se realizó en 3 etapas, a continuación se muestra el diagrama de la metodología seguida con el fin de cumplir los objetivos propuestos.

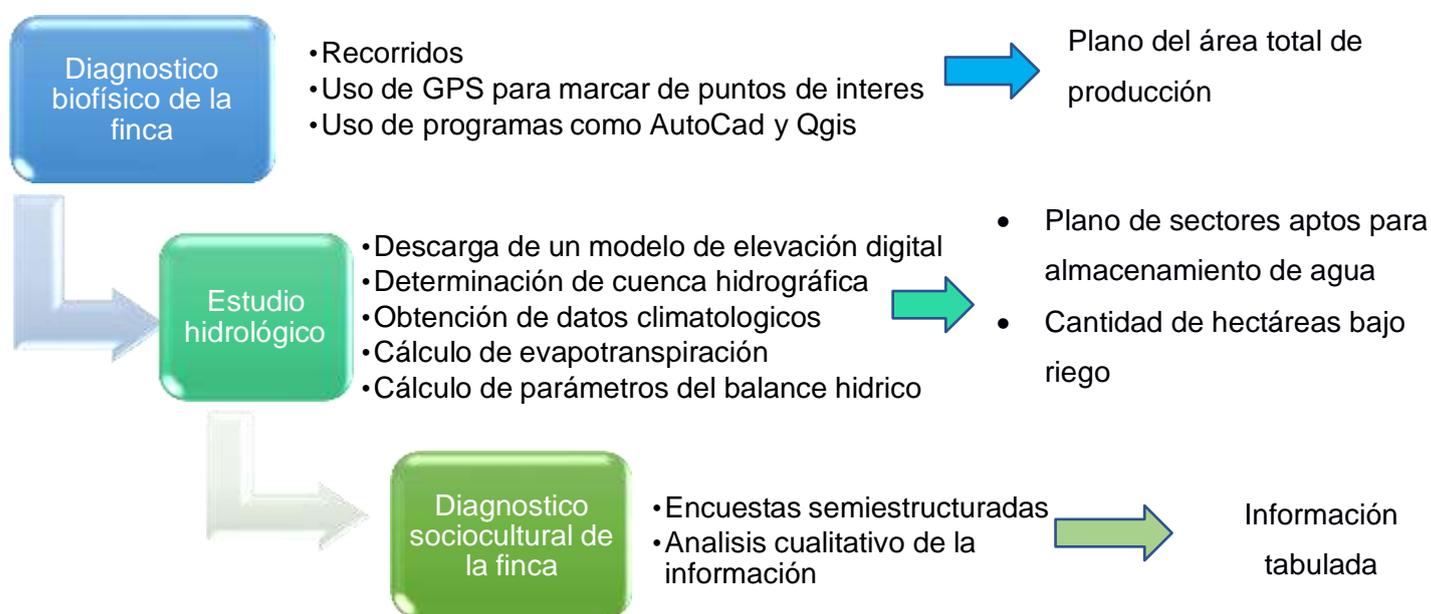


Ilustración 2.1 Diagrama de la metodología

2.1 Área de estudio

El presente estudio se realizó en una finca ubicada en la parroquia San Antonio, cantón Chone de la provincia de Manabí. La finca abarca 417 Ha aproximadamente y se encuentra situada entre las coordenadas $0^{\circ}39'33.6780''$ Latitud Sur y $80^{\circ}12'23.3384''$ de Longitud Oeste. El sector cuenta con una temperatura media que oscila entre 23 y 28°C durante la época seca, mientras que durante la época lluviosa se tiene una temperatura máxima de 34°C , las precipitaciones anuales fluctúan entre 800 y 1200 mm.

Localización de la zona de estudio

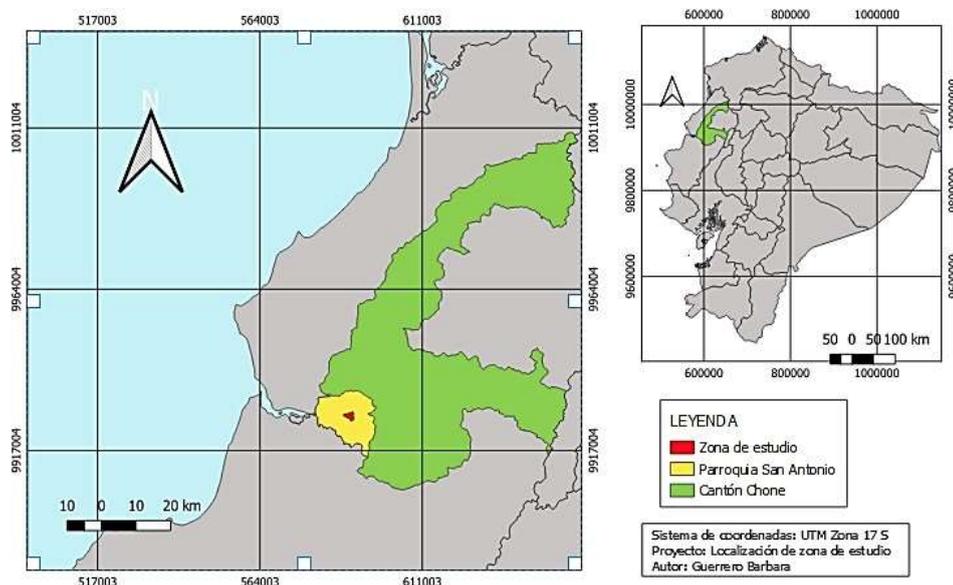


Ilustración 2.2 Ubicación del área de estudio

2.2 Diagnostico físico de la finca

2.2.1 Uso de GPS para marcar puntos de interés

Se obtuvo información por parte del representante del grupo de productores Álava, la cual, consistía en planos de linderos, hectareaje total e información sobre ventas. Posterior a ello, se efectuó una visita a la hacienda, donde se procedió a tomar puntos mediante un GPS de las áreas que no se destinan al cultivo del maíz, nuevos linderos de la hacienda, puntos de captación de agua y áreas potenciales para el desarrollo de un cultivo de maracuyá

2.2.2 Uso de programas AutoCAD y Qgis

Mediante el uso de programas como AutoCAD y Qgis se procedió a dibujar las áreas de interés y no cultivables en mapa mediante su ubicación geográfica, así también, se dibujó los nuevos linderos de la hacienda. A continuación, con la ayuda de la opción “Geometría de polígonos” se procedió a determinar el área de los sectores no cultivables, caminos y construcciones para finalmente calcular el área total aprovechable mediante la siguiente fórmula:

(2.1)

$$\text{Área}_{cultivable} (Ha) = \text{área}_{total} - \text{área}_{arbolados} - \text{área}_{construcciones}$$

2.3 Estudio hidrológico

2.3.1 Descarga de modelo de elevación digital

Una vez ubicado el sitio con la ayuda del programa Google Earth, se procedió a la obtención del modelo de elevación digital (DEM) del portal NASA EARTHDATA, de la sección ASTER Global Digital Elevation Model V003 que cuenta con una serie de información histórica del relieve desde 2000 hasta 2013

2.3.2 Determinación de la cuenca

Partiendo del ráster del DEM obtenido previamente, se empleó el programa Qgis, para determinar la cuenca hidrográfica que abarca el área de estudio, siguiendo los pasos a continuación:

1. Se eliminó de las depresiones mediante la herramienta Fill sinks xli (Wang & liu), se comprobó que no existan depresiones mediante el ráster del flujo de direcciones ya que caso contrario se debe repetir la eliminación.
2. Se determinó los canales y la cuenca de drenaje con la herramienta Channel network and drainage basin
3. Se cambió el sistema de proyección de WGS 84 EPSG 4326 a WGS 84/UTM Zona 17 EPSG 32717
4. Con la ayuda de la herramienta captura de coordenadas, se determinó el punto de desfogue del canal principal de la cuenca de interés.
5. Finalmente, se extrajo la cuenca mediante la herramienta Upslope área en un formato ráster
6. A continuación se transformó la cuenca a un formato shape y se procede a guardar todos los archivos de interés: la red hídrica principal y la cuenca en formato ráster y shape.

2.3.3 Obtención de datos climatológicos

La planificación de los recursos hídricos de un sector requiere de información meteorológica para la obtención de dichos datos se empleó el programa de uso libre CLIMWAT2 de la FAO, donde a partir de la ubicación en coordenadas geográficas del área de estudio se localizó las estaciones meteorológicas cercanas, las cuales se muestran a continuación.

Tabla 2.1 Estaciones meteorológicas cercanas a la zona de estudio

Nombre de estación	Latitud	Longitud	Distancia de la zona de estudio
<i>Chone</i>	-0.7	-80.11	13.06 Km
<i>Bahía de Caráquez</i>	-0.58	-80.4	21.25 Km
<i>Porto Viejo Granja</i>	-1.03	-80.43	47.9 Km
<i>Manta</i>	-0.95	-80.68	61.3 Km

De las estaciones presentadas en la Tabla 2.1 se escogieron las estaciones Chone y Bahía de Caráquez ya que se consideran como las más representativas para el estudio por estar entre un rango de distancia entre 20 – 25 Km.

2.3.4 Cálculo de evapotranspiración potencial y del cultivo de maíz

El cálculo de ETP y ETc se realizó mediante el programa de uso libre CROPWAT 8.0 de la FAO, el cual emplea la ecuación de Penman – Monteith que se describe a continuación:

$$ET = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (2.2)$$

Δ Pendiente de la curva de presión de vapor actual (Kpa/°C)

R_n Radiación neta en la superficie del cultivo (MJ/m2/día)

G Densidad de flujo de calor del suelo (MJ/m2/día)

γ Constante psicométrica (KPa/°C)

T Temperatura del aire a 2m de altura (°C)

u_2 Velocidad del viento a 2m de altura (m/s)
 $(e_s - e_a)$ Variación de presión de vapor (KPa)

Para conocer el requerimiento hídrico potencial de la zona y del cultivo de maíz se sumó todos los valores de ET (mm/día) en el año (doce meses), es necesario mencionar que los datos climatológicos para el empleo de la ecuación fueron obtenidos de una data de las estaciones ubicadas en la zona mediante el programa Climwat 2

2.3.5 Cálculo de balance hídrico

Una vez obtenido la precipitación y la evapotranspiración potencial del sector, se procedió a realizar el balance hídrico mediante el cálculo del excedente hídrico a través de la siguiente la fórmula:

(2.3)

$$\text{Excedente hídrico} = \text{Precipitación (mm)} - \text{ET potencial (mm)}$$

Una vez obtenido los valores de precipitación, evapotranspiración potencial y excedente hídrico por cada estación (Chone y Bahía de Caráquez), se procedió a relacionar los datos de ambas estaciones mediante ecuaciones para finalmente obtener el mapa con ayuda del programa Qgis.

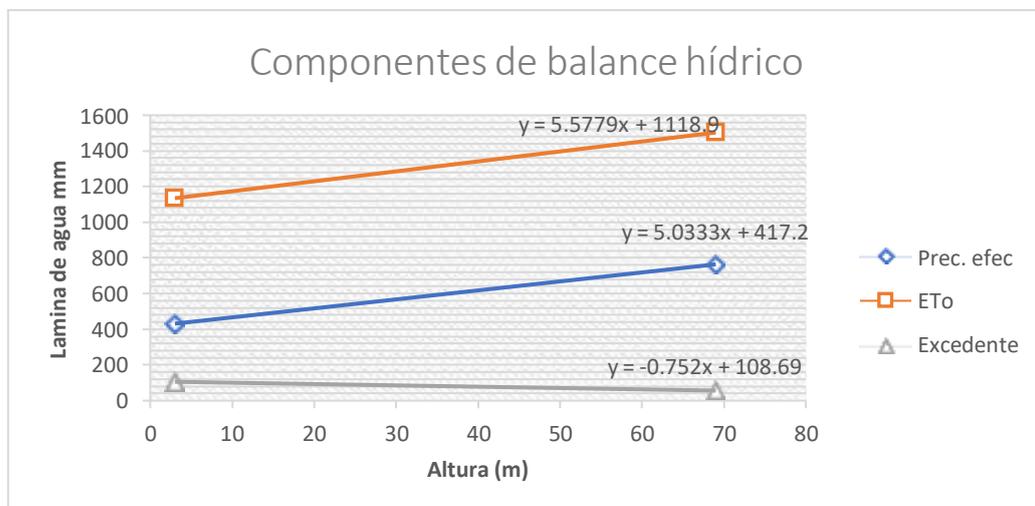


Ilustración 2.3 Ecuaciones lineales de los componentes del balance hídrico

2.3.6 Cálculo de volumen de agua almacenada

Dado la topografía del terreno se consideró el diseño de dos embalses y se determinó de forma teórica la cantidad de agua en m³ que pueden almacenar, para ello, en base a las curvas de nivel separadas 1 m de la otra, se seleccionó las curvas de nivel que se intersecan con el talud o muro del embalse.

A continuación con la ayuda de las herramientas del programa AutoCAD, se midió el área que forma cada curva y luego se empleó las siguientes formulas

$$Desnivel = Cota\ inicial - Cota\ final \quad (2.4)$$

$$Altura\ total = \sum\ desnivel \quad (2.5)$$

$$Area\ promedio = \frac{(Area\ cota1 + Area\ cota\ 2)}{2} \quad (2.6)$$

$$Volumen\ (m3) = Area\ promedio \times\ desnivel \quad (2.7)$$

$$Volumen\ total\ (m3) = \sum_{i=1}^n Volumen\ de\ n\ cotas \quad (2.8)$$

2.3.7 Cálculo de hectareaje bajo riego

A través del programa Cropwat 8.0 se realizó un balance hídrico del cultivo de maíz en secano, es decir, durante los meses de julio – octubre, donde no se tiene precipitaciones, y se obtuvo el requerimiento hídrico que deberá ser proporcionado a través de riego.

Luego para determinar la cantidad de hectáreas que se pueden regar se aplicó la siguiente formula:

(2.9)

$$\text{Hectareaje total} = \frac{\text{Volumen total almacenado (embalses)}}{\text{Volumen útil}}$$

2.4 Diagnóstico de finca

Se desarrolló una encuesta con 24 preguntas cuyo objetivo fue levantar información acerca de factores de producción (disponibilidad de mano de obra), factores externos (precios de mercado nacional, asistencia técnica) y sobre el manejo de insumos de los participantes del grupo de producción Álava. El modelo colaborativo de producción está conformado por alrededor de 150 personas, por lo cual, se delimitó una muestra N igual a 30 productores a quienes se los reunió en un sector estratégico como el centro de acopio de la finca y se procedió a realizar la encuesta de forma personal.

Una vez obtenido los datos de la encuesta se procedió a realizar un análisis cualitativo y cuantitativo de las preguntas, donde se obtuvo información acerca del gasto que representa llevar un ciclo de producción de maíz.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Diagnostico biofísico de la finca

Las características climáticas de la zona presentan dos estaciones, el periodo seco corresponde a los meses de junio a diciembre y el periodo lluvioso a los meses de enero a mayo

Tabla 3.1 Caracterización climática del cantón Chone, Manabí. Fuente: CONELEC – Atlas Solar y Sistema de información – FAO

Precipitación	Temperatura °c			Humedad relativa
mm/año	Máxima	Media	Mínima	%
800 - 1200	34°C	26°C	23°C	78.24%

Evapotranspiración de referencia	Insolación wh -m2/día			Velocidad del viento a 2 m del suelo
mm/año	Directa	Global	Difusa	m/s
119.14	2543.01	4574.99	2737.05	1.23

El sitio de estudio se encuentra dentro de la zona de vida de bosque seco tropical, por lo cual, la finca presenta un índice hídrico subhúmedo ocasionando que durante la época seca exista un déficit hídrico. Dentro del cantón Chone existe una fuerte presencia de relieve con un desnivel relativo no superior a los 100m que se concentra en las parroquias San Antonio, Boyacá y Eloy Alfaro, por lo cual, en la finca se observa una topografía con sectores planos y sectores con pendientes (Apéndice A).

Según la información recabada, la finca en un inicio contaba con 486 Has, sin embargo, una vez hecho el recorrido en el predio se observó que existen áreas no productivas debido a la presencia de formaciones boscosas, edificaciones construidas y a las condiciones de suelo ya que un área determinada presenta problemas de encharcamiento y salinidad en suelo. Por otro lado, se tiene un sector que fue puesto en venta y otro sector plano que por disposición del dueño será destinado para el cultivo de maracuyá

Tabla 3.2 Sectores no productivos en la hacienda

SECTORES	AREA (HA)
POTRERO Y CASA	0.43
CENTRO DE ACOPIO	0.17
ARBOLADO 1	0.11
ARBOLADO 2	1.02
ZONA BALDÍA	30.64
DEL CULTIVO DE MARACUYÁ	5
RESERVORIO	0.02
MURO DE LA ALBARRADA 1	0.08
MURO DE LA ALBARRADA 2	0.11
ZANJA	0.8
SECTOR VENDIDO	84
AREA TOTAL OCUPADA	121.9
AREA TOTAL DE APROVECHAMIENTO	364.1

Por lo tanto el área total donde se podrá cultivar maíz es de 364 Has aproximadamente, sin embargo, considerando que los productores siembran en el área de las pendientes aunque se menciona que se deben tener consideraciones adicionales como la implementación de canales para evitar la erosión por acción de la lluvia.

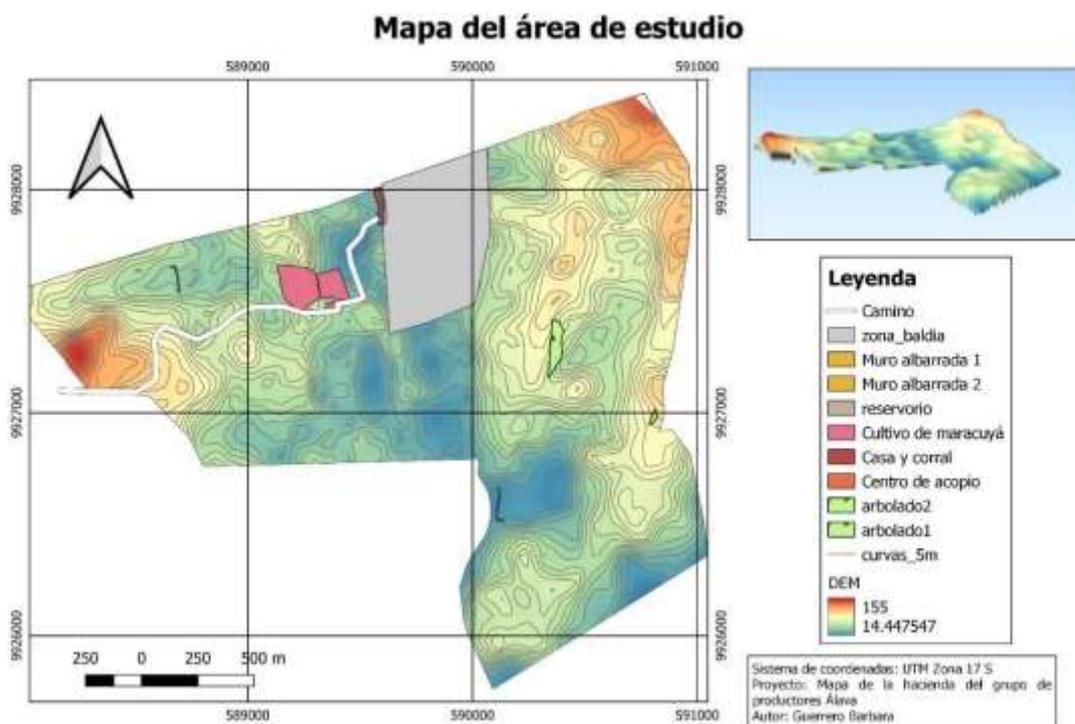


Ilustración 3.1 Mapa sectorizado de la hacienda

3.2 Estudio hidrológico

3.2.1 Áreas destinadas para almacenamiento de agua

Dado que el potencial productivo del grupo de productores se limita a la época lluviosa (diciembre – mayo), se realizó un estudio hidrológico, para ello se empleó imágenes ráster que permitió obtener un modelo digital de elevación y junto con el software Qgis se determinó la cuenca de drenaje que abarca la finca con el fin de obtener información sobre los canales y drenajes formados durante las precipitaciones para determinar si existe la presencia de sectores aptos para el almacenamiento de agua.

La figura 3.2 muestra que en la cuenca de drenaje pese que la evapotranspiración potencial de los cultivos es mayor a las precipitaciones (APENDICE B), en determinados meses las precipitaciones son capaces de suplir el requerimiento del cultivo (APENDICE C) y mostrar un excedente hídrico que puede ser

almacenado, por lo cual, existe evidencia que el desarrollo de embalses o albardas es posible.

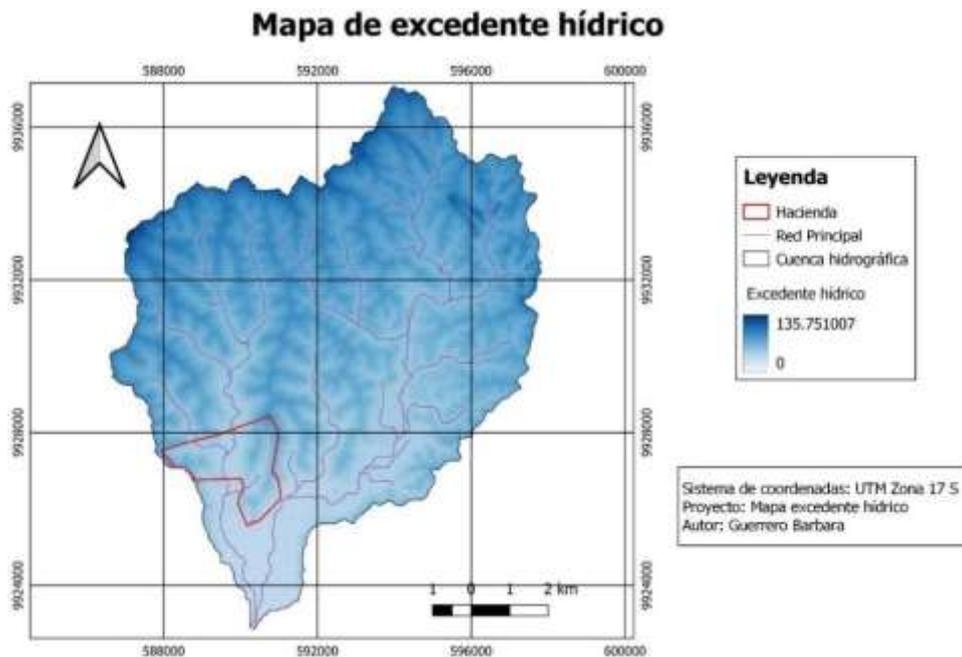


Ilustración 3.2 Mapa del excedente hídrico de la cuenca hidrográfica

Para determinar los sectores aptos para el diseño de los embalses o albardas, se consideró el desnivel natural del terreno mediante el análisis de las curvas de nivel obtenidos del modelo digital de elevación, así también se analizó el historial de diseños de embalses y estudios previos que se desarrollaron en la propiedad. Basado en lo mencionado previamente, se determinó que los embalses se deben desarrollar en dos sectores que cuentan que vestigios de muros o taludes de embalses anteriores.

Cabe mencionar que el diseño de los dos embalses se ubica en lugares opuestos de la finca, y que debido a la topografía del suelo y según un análisis teórico es necesario realizar una prolongación de aproximadamente 84 m en el embalse 1 y 54 m en el embalse 2.

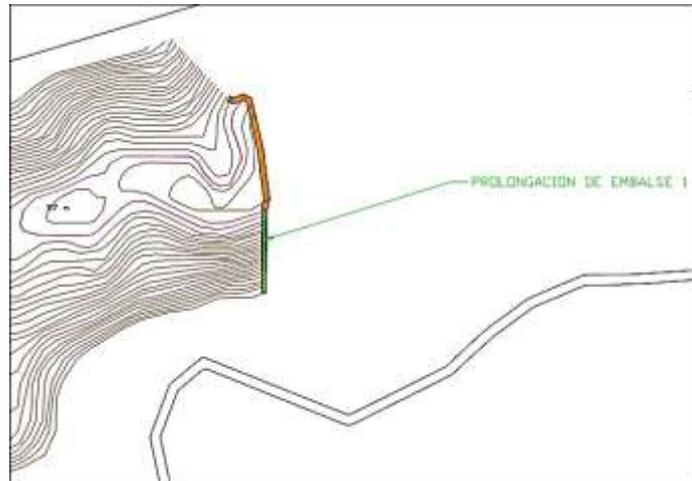


Ilustración 3.3 Prolongación del embalse 1

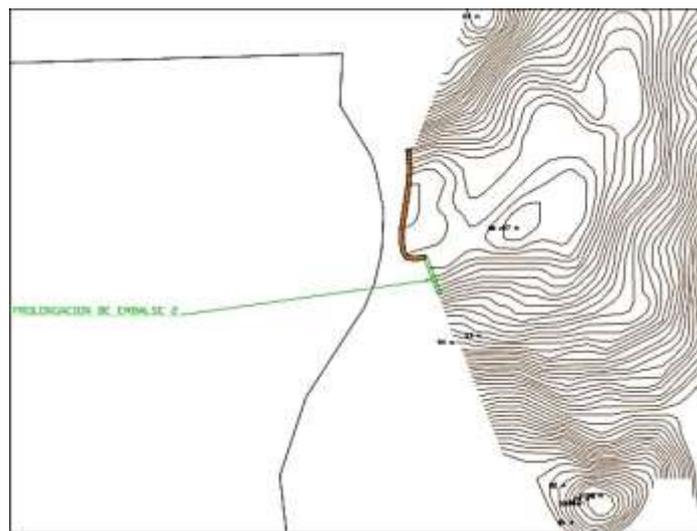


Ilustración 3.4 Prolongación de embalse 2

3.2.2 Cálculo de volumen de agua almacenado

Conocido la ubicación de los embalses se necesitó conocer el volumen de agua que se puede almacenar, para ello se determinó algunos parámetros basados en las curvas de nivel obtenidos de estudios previos.

Sabiendo que las curvas presentan una distancia equidistante de 1m entre ellas y tomando en consideración aquellas curvas que se observan en el mapa que

intersecan con el muro del embalse, se calculó el área, el área promedio y posterior a ello, el volumen de agua que teóricamente puede almacenarse que se muestra a continuación.

Tabla 3.3 Volumen teórico almacenado para el embalse 1

EMBALSE 1				
COTA	DESNIVEL	ÁREA	ÁREA PROMEDIO	VOLUMEN (m3)
1		2145.5		
2	1	6146.94	4146.22	4146.22
3	1	13470.21	9808.575	9808.58
Altura total	2		Total m3	13954.80

Tabla 3.4 Volumen teórico almacenado para el embalse 2

EMBALSE 2				
COTA	DESNIVEL	ÁREA	ÁREA PROMEDIO	VOLUMEN (m3)
1		799.12		
2	1	24651.7	12725.41	12725.41
3	1	38919.93	31785.82	31785.82
4	1	47549.07	43234.50	43234.50
5	1	59262.33	53405.70	53405.70
6	1	69340.78	64301.56	64301.56
7	1	77673	73507.29	73507.29
Altura total	6		Total m3	278960.27

3.2.3 Cálculo de hectárea bajo riego

Una vez que se ha obtenido el volumen de agua que puede ser almacenado en los embalses de finca, es posible determinar de forma teórica la cantidad de hectáreas que pueden regarse con el agua almacenada, para ello, fue necesario emplear el CROPWAT e identificar el requerimiento hídrico de un ciclo de maíz de cultivado bajo riego (APENDICE E) y relacionarlo con el volumen neto.

Tabla 3.5 hectareaje total teórico bajo riego

REQUERIMIENTO HIDRICO		HECTÁREAS BAJO RIEGO	
mm	M3	Embalse 1	Embalse 2
376.7	3767	3.7	74.1
		Total Ha	78

De forma teórica, si se implementan los dos reservorios se sabe que el total de hectáreas que pueden estar bajo riego durante la época seca son alrededor de 78 hectáreas aproximadamente. Sin embargo, para el uso eficiente del agua almacenada se propone que apenas 40 hectáreas sean utilizadas bajo esta modalidad.

3.3 Diagnostico sociocultural

De los datos demográficos obtenidos de la encuesta se obtuvo que el 66% de los entrevistados residen en el cantón Tosagua y por falta de trabajo debido a la no tenencia de tierra deben movilizarse hasta la parroquia San Antonio, del resto de los entrevistados se conoce que necesitan menos movilización ya que residen dentro de la parroquia San Antonio. Se resalta que el 31% tiene entre 51 – 60 años mientras que el 50% restante se encuentran en el rango de edad de 31 – 50 años. Referente a la modalidad de trabajo en campo se obtuvo que el 59% de los entrevistados realiza las labores de preparación de suelo en solitario mientras que el 41% recibe ayuda del núcleo familiar, por otro lado, solo el 19% trabaja en sociedad.

En cuanto a la preferencia de semillas se conoce que los productores adquieren materiales de alto rendimiento en presentaciones comerciales de fundas de 14Kg (60 000 semillas) lo que indica que no son semillas recicladas, de ello, se resalta que el 62% y 17% de los productores prefieren los híbridos ADVANTA Y DKAL respectivamente, así también, se menciona que el método de siembra más empleado es el de dos semillas por sitio ya que así aseguran la germinación.

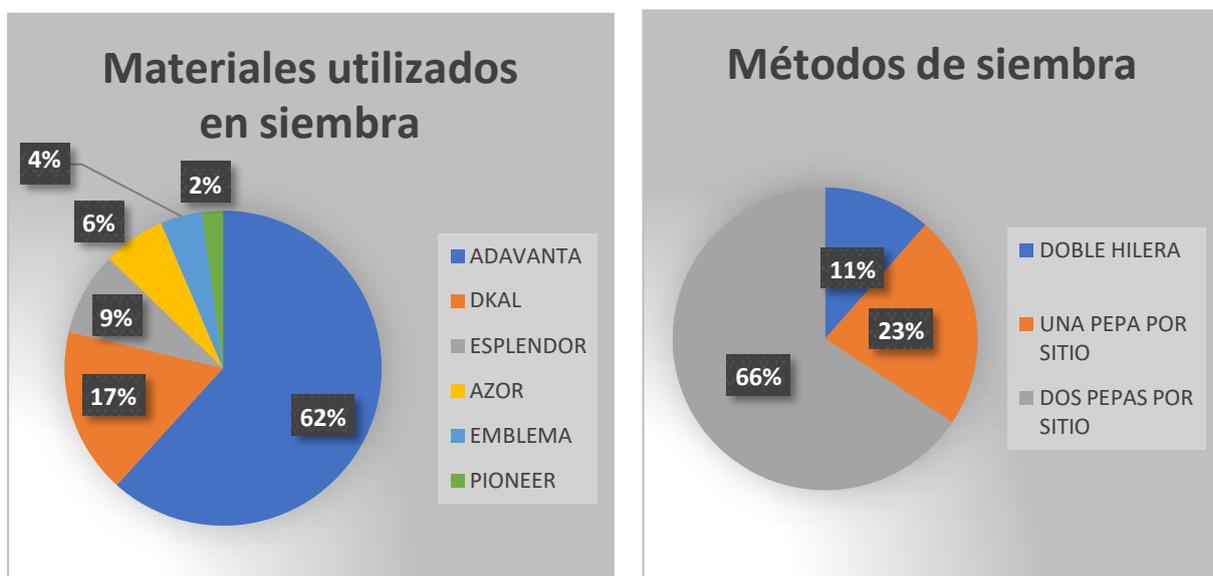


Ilustración 3.5 Resumen de las preferencias del productor

Por otro lado, se cuestionó sobre la cantidad de fundas de maíz que emplean, esta pregunta resulta de mucho interés ya que se relaciona con el espacio de trabajo que cada productor posee y el ingreso económico que tiene el dueño de la hacienda. Los resultados mostrados en la siguiente Tabla 3.5 deja entrever que los productores en su mayoría poseen de 1.4 a 2.8 Has y que apenas el 3% tiene la disposición económica para alquilar más de 11 Has, sin embargo al preguntar el hectareaje que poseen, la mayoría aseguró tener menor área de la que en realidad poseen.

Tabla 3.6 Cantidad de fundas de semillas empleadas

% productores	# de fundas	# de cuadras	Equivalente en hectáreas
38%	1 – 2	2 – 4	1.4 – 2.8
34%	3 – 4	6 – 8	4.2 – 5.6
19%	5 – 6	10 – 12	7 – 8.46
6%	7 – 8	14 – 16	9.8 – 11.3
3%	>8	>16	11.3

En cuanto a las labores culturales como: preparación de suelo se tiene que el 100% de los productores queman el rastrojo como método de limpieza, por otro lado, en cuanto a la aplicación de fertilizante, fungicidas e insecticidas se obtuvo la información que se muestra en la tabla 3.7, se resalta que el 100% de los productores coincidió en que el fertilizante más usado es urea y el 43% de los productores adicionan muriato, por otro lado, apenas el 21% aplica abonos completos. Cabe mencionar que las todas las labores que realizan las han adquirido como herencia, es decir, no cuenta con ayuda técnica.

Tabla 3.7 Labores culturales realizadas por el grupo de productores Álava

Labor cultural	Realiza la labor durante el ciclo		% de productores vs cantidad de aplicaciones	
	Si	No	2 veces	>3 veces
Aplicar fertilizante	100%	-	50%	34
Aplicar fungicida	100%	-	34%	66%
Aplicar insecticida	100%	-	45%	55%

De la parte económica se sabe que apenas el 31% de los productores adquiere paquetes tecnológicos o Kits a un valor que oscila entre 863 – 1070 USD, a ese costo, el 50% de los productores afirmó que se adiciona gastos por valores de 200 – 500USD por funda mientras que el resto aseguró invertir entre 501 – 1000 USD por funda. Por otro lado, aquellos que no adquieren kits afirman tener gastos entre 501 – 1200 USD por funda

Referente a la producción que han tenido se les cuestionó la cantidad de quintales que esperaba cosechar según su experiencia y el 13% de los productores mencionó que espera obtener alrededor de 150 – 175 qq por funda, estos valores se relacionan a dos factores: la cantidad de espacio que poseen para sembrar y las labores culturales que emplean como la fertilización con solo urea, por otro lado, el 69% de los entrevistados mencionó que esperan obtener entre 200 – 250

qq por funda, mientras que el 19% afirmó obtener ente 280 – 380 qq por funda en ambos casos se relaciona con el factor de labores culturales pese que existen productores que poseen más de 2 Ha para sembrar, se destaca el cuidado en cuanto a las labores empleadas y el monto de inversión

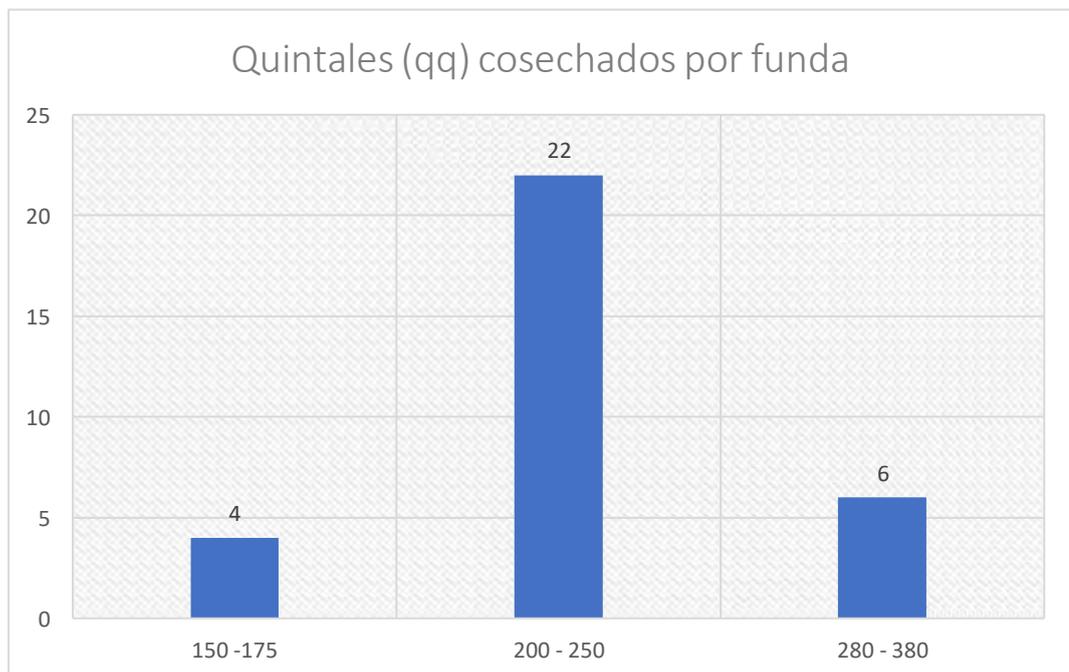


Ilustración 3.6 Referencia de los quintales (qq) cosechados por funda

Para finalizar la encuesta se preguntó acerca del ambiente laboral dentro de la finca y el 100% de los productores mencionó que se siente a gusto sembrando en el sector ya que el suelo presenta buenas propiedades lo cual permite que el cultivo se desarrolle bien, y, mencionaron también que quisieran poder obtener mejoras en el camino para poder movilizarse a sus parcelas y que dentro del centro de acopio se pueda instalar la báscula para facilitar el pesaje.

3.4 Análisis FODA

Para iniciar el proceso de planificación en la finca del grupo de productores Álava se realizó un análisis FODA como herramienta de recolección y simplificación de información

Tabla 3.8 Análisis FODA de la finca

DEBILIDADES	FORTALEZAS
<ul style="list-style-type: none">- Ausencia de un sistema de registro adecuado de las parcelas- Altos costo de producción- Bajo nivel educativo sobre erosión hídrica de los productores- Falta de un camino bien estructurado- Dependencia del sector ganadero para obtener ingresos durante la época seca	<ul style="list-style-type: none">- Buena calidad de las tierras de la finca- Excelente reputación frente a clientes y proveedores- Productores con conocimiento empírico y experiencia- Uso de semillas de alto rendimiento- Acceso a agua durante la época seca mediante tanqueros de agua
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none">- Posibilidad de adquisición de implementos- Creación del centro de acopio con respectivos equipos para secado- Posibilidad de implementar nuevos cultivos- Poca diversificación de cultivos en los alrededores	<ul style="list-style-type: none">- Inviernos retrasados o sequías provocadas por el cambio climático- Inestabilidad económica del país- Competencia por parte de los otros centros de acopio- Disminución de producción ganadera en la zona

3.5 Planeación de finca

Una vez realizado el diagnóstico biofísico que involucra la topografía del área de estudio, seguido del estudio hidrológico en base a la cuenca que abarca la finca y el diagnóstico sociocultural que dio indicios del comportamiento de los productores y potencial productivo, se establecieron estrategias de mejoramiento.

Tabla 3.9 Estrategias de mejoramiento

<i>Problema</i>	<i>Estrategia</i>
<i>Carencia de un plan de trabajo</i>	Estructuración de un plan general que aplique principios administrativos
<i>No existe administración o control sobre el tamaño de los lotes</i>	Sectorización de las parcelas antes de su establecimiento o siembra
<i>La rentabilidad de la finca depende de la producción agrícola que se da durante solo la época lluviosa</i>	Implementación de un cultivo de comercio nacional que presente un requerimiento hídrico sustentable mediante tanques
<i>La explotación agrícola se realiza sin medir consecuencias sobre erosión</i>	Implementación de barreras vivas o canales que eviten el arrastre del suelo por acción de la lluvia en pendientes
<i>La explotación agrícola solo se realiza durante la época de lluvias</i>	Establecimiento de embalses o albarradas que permita la producción durante la época seca.
<i>Los productores no realizan las labores culturales necesarias</i>	Pequeñas capacitaciones que resalten la importancia de dichas labores.
<i>Parte de la producción es comercializada fuera de la finca en otros centros de acopio</i>	Implementación de un registro de la producción
<i>El centro de acopio no dispone del equipo necesario</i>	Adquisición de equipos que faciliten el pesaje
<i>No se dispone de un camino</i>	Construcción mínima de los caminos principales que ayude a la movilización

3.6 Análisis de costos y beneficios

A continuación se muestra una comparación económica entre los posibles escenarios que se tiene en la hacienda y los ingresos económicos que se podrían obtener en caso de existir una correcta administración de los recursos.

3.6.1 Alquiler de la finca

Considerando que el arriendo se realiza por cuadra lo que equivale a 0.7 has, se tiene que existen 516 cuadras disponibles para trabajo en la hacienda. La siguiente tabla presenta los ingresos potenciales por concepto de arriendo, dado el alquiler de todo el terreno de la hacienda o un porcentaje de esta.

Se debe mencionar que dada la realidad de la hacienda donde más del 40% de los arrendadores alquilan entre 1 – 5 has no se debería tener todo el área de la hacienda ocupada, por lo cual se intuye que no existe una buena sectorización y existe pérdida económica aproximada del 45%.

Tabla 3.10 Ingreso económico por concepto de arriendo

CONCEPTO	AREA (HA)	AREA (CUADRAS)	VALOR	VALOR
			ESTIMADO CON COSTO DE 100 USD	ESTIMADO CON COSTO DE 120USD
ARRIENDO DEL 100% DEL AREA	364.1	516	\$51, 640.00	\$61, 920.00
ARRIENDO PARCIAL DEL 80% DEL AREA	291.3	412.8	\$41, 280.00	\$49, 536.00
ARRIENDO PARCIAL DEL 75% DEL AREA	273.1	387	\$38, 700.00	\$46, 440.00
ARRIENDO PARCIAL DEL 60% DEL AREA	218.5	309.7	\$30, 970.00	\$37, 164.00

3.6.2 Compra de producción

La otra entrada económica de la hacienda es la compra de producción del centro de acopio donde, dependiendo del precio de temporada, la ganancia puede variar entre 0.30 USD a 1.00USD, así también se considera que la producción que se compra no es la total producida en la hacienda sino más bien un porcentaje.

Dada la información obtenida de 30 los encuestados y asumiendo dichos valores como una producción representativa del total, se tiene una producción estimada de 29354 qq, lo que equivale a 1331497.4 Kg. A continuación en la tabla 3.11 se muestra el cómo varía la ganancia en dependencia del porcentaje de producción y la ganancia por compra.

Tabla 3.11 Ingreso económico en dependencia de la compra de producción

CONCEPTO	GANANCIA DE COMPRA		
	0.30 USD/ Kg	0.46 USD/Kg	1.00 USD/Kg
COMPRA 100% DE LA PRODUCCIÓN	\$ 399, 449.20	\$ 183, 746.6	\$ 1. 331, 497.40
COMPRA 80% DE LA PRODUCCIÓN	\$ 319, 559.40	\$ 146, 997.3	\$ 1. 065, 198.00
COMPRA 70% DE LA PRODUCCIÓN	\$ 279, 614.50	\$ 128, 622.7	\$ 932, 048.20
COMPRA 50% DE LA PRODUCCIÓN	\$ 199, 724.60	\$ 91, 873.3	\$ 665, 748.70
COMPRA 30% DE LA PRODUCCIÓN	\$ 119, 834.80	\$ 55, 124.00	\$ 399, 449.20

3.6.3 Cultivos bajo riego

Como se ha mencionado previamente, en la hacienda no se tiene un ingreso económico durante la época seca debido a la falta de agua, y como se ha

propuesto dos sectores para almacenamiento de agua, también se propone los siguientes cultivos y hectareas como una estrategia en el uso eficiente de agua.

Pese a que teóricamente se ha calculado que los embalses pueden regar 78 hectáreas, para asegurar un riego y una distribución eficiente de agua se propone sembrar de 5 – 10 hectáreas de cultivo de maracuyá y de 20 – 30 has de cultivo de maíz, teniéndose los siguientes ingresos brutos basados en los precios actuales del mercado sin considerar los costos de producción y asesoramiento técnico.

Tabla 3.12 Ganancia bruta estimada del cultivo de maracuyá

Cultivo	Area a sembrar (ha)	Precio promedio	Rendimiento estimado por Ha	total estimado	Ganancia estimada
Maracuyá	5	0.50/Kg	5.96 ton/ha	29.8 ton/ha	\$13, 787.4
	10			59.6 ton /ha	\$27, 574.8

Tabla 3.13 Ganancia bruta estimada de la compra del 100% de producción

Cultivo	Area a sembrar (ha)	Rendimiento estimado por Ha	total estimado	Ganancia estimada 0.3USD/Kg	Ganancia estimada 1.00USD/Kg
Maíz	20	7.06 ton/ha	141.2 ton/ha	\$42, 360.00	\$141, 200.00
	30		211.8 ton /ha	\$ 63, 540.00	\$211, 800.00

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- I. Dada la sectorización establecida en el presente documento, se tiene que en la propiedad el 26.85% del terreno se encuentra ocupado por edificaciones como la casa, corral, centro de acopio y por sectores con árboles, así también, se destaca el hecho que el ingreso económico por concepto de arriendo no refleja el valor correspondiente, teniéndose pérdidas de hasta el 40%
- II. Siendo la falta de acceso de agua una de las limitantes para la producción se concluye que el estudio topográfico del área de interés es determinante para la evaluación de los sectores donde se propone el establecimiento de las albarradas, en este caso, con la implementación de dichos embalses podrá regar aproximadamente 78 hectáreas del área total ya que los dos sectores permiten el almacenado de 292, 915.07 m³.
- III. El diagnóstico socioeconómico muestra que pese a que agricultores cuentan con un gran conocimiento ancestral existe aún poca tecnificación y bajo manejo agrotécnico del cultivo limitado principalmente por el factor económico y desconocimiento. Por otro lado, se tiene que el método participativo (encuestas) empleado no refleja la realidad actual en cuanto a la tenencia de tierra ya que se destaca que la mayoría de los productores aseguran alquilar menos de 2 hectáreas, sin embargo, durante el cuestionamiento de prácticas de manejo se destaca que emplean mayores cantidades de agro insumos para su limitado espacio.
- IV. La planificación física como herramienta permite adecuar estrategias de manejo y se adapta a distintos modelos de producción, procurando optimizar los recursos y generando alternativas económicas en muchas ocasiones.

4.2 Recomendaciones

- I. Sectorizar por lotes la hacienda para tener un mejor control de los terrenos arrendados.
- II. Realizar un estudio topográfico detallado mediante un modelo digital de terreno, preferiblemente con un dron con RTK para obtener una mejor precisión y obtener el área de los lotes y las curvas de nivel con mayor exactitud para diseñar las albarradas correspondientes
- III. Para realizar el diagnostico socioeconómico se recomienda realizar las visitas técnicas durante la época de trabajo con la finalidad de tener presentes a todos los productores o al menos al 50% de ellos para obtener información lo más cercano a la realidad de la hacienda.
- IV. Se recomienda realizar otro tipo de acercamiento donde se permita corroborar la información que el productor menciona y la realidad
- V. Elaborar un plan de trazabilidad e implementación de instrumentos para facilitar el seguimiento de la producción y volumen del maíz producido, facilitando el registro y venta a la industria de manufactura.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, D., Camarena, A., Chang, A., Díaz, A., Fuller, E., González, C., & Tejedor De León, A. (2016). *SOFTWARE USAGE FOR DIGITAL IMAGES PROCESSING FOR WATERSHED DEFINITION* (Vol. 2).
- Albán, G., Caviedes, M., Zambrano, J. L., Almeida Streitwieser, D., Bonaccorso, E., Cisneros-Heredia, D. F., Fernández Blanco, O., Infusino, M., Parra Narváez, R., Alexandra Pazmiño, D., Suárez, E., & Trojman, L. (2022). Generación de tecnologías en el cultivo de maíz en Iberoamérica. *Avance En Ciencias e Ingenierías [Aci]*, 14(1). <https://doi.org/10.18272/aci.v14i1>
- Álvarez, M. J., & Álvarez, H. A. (2018). *Parámetros hídricos: cultivo de maíz en el Valle de Joa, Ecuador Producción y calidad del maíz (Zea mays.L) bajo riego por goteo en el Valle de Joa, Cantón Jipijapa, Provincia de Manabí*. Editorial Académica Española.
- Apollin, F., & Eberhart, C. (1999). *Análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural: guía metodológica*.
- Bravo, E., & Naranjo, A. (2016, September 16). *La expansión del maíz híbrido en el Ecuador*. BIODiversidad.LA.
- Caviedes-Cepeda, M., Carvajal-Larenas, F., & Zambrano-Mendoza, J. L. (2022). Generación de tecnologías para el cultivo de maíz (*Zea mays*. L) en el Ecuador. *ACI Avances En Ciencias e Ingenierías*, 14(1). <https://doi.org/10.18272/aci.v14i1.2588>
- Cleves Leguizamo, J. A., Martínez Bernal, L. F., & Toro C., J. (2016). Los balances hídricos agrícolas en modelos de simulación agroclimáticos. Una revisión analítica. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(1). <https://doi.org/10.17584/rcch.2016v10i1.4460>
- FAO. (2013). *MEASURING VERTICAL ANGLES AND SLOPES*. FAO Training Series - Chapter 4.
- FAO. (2018). *Land-Use Planning Basic knowledge*.
- INEC. (2021). *Cultivos permanentes y transitorios Superficie y Producción*.
- Ioannou, K., & Lefakis, P. (2010). Data Logger: An application for recording GPS data and exporting them to GIS applications *Journal of Environmental Protection and Ecology*. *Journal of Environmental Protection and Ecology*. <https://doi.org/refwid:76004>

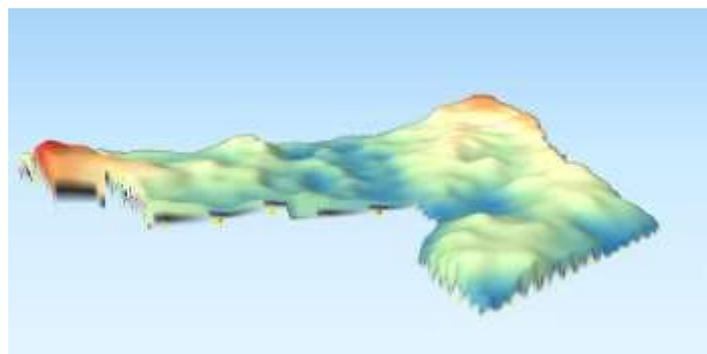
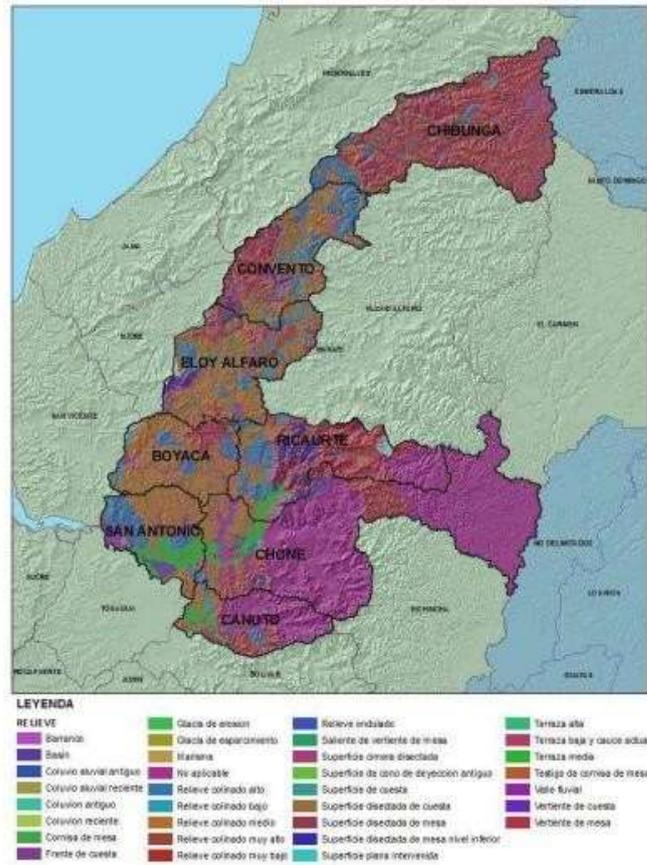
- Japan International Cooperation Agency [JICA]. (2011). Plan de uso de finca. In *Guía de extensión* (2nd ed., pp. 1–197). ANAM - JICA.
- Lange, A. F., & Gilbert, C. (2008). *Usign GPS for GIS data capture*. <http://www.trimble.com/satviz>.
- Machado, H., Miranda, T., Bover, K., & Oropesa, K. (2015). La planificación en la finca campesina, una herramienta para el desarrollo de la agricultura sostenible. *Pastos y Forrajes*, 38, 195–201. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269141594006>
- Marshall, S. J. (2013). Hydrology. *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.05356-2>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG]. (2021). *Presentación de rendimientos de maíz amarillo - Invierno 2021*.
- Mohajerani, H., Zema, D. A., Lucas-Borja, M. E., & Casper, M. (2021). Understanding the water balance and its estimation methods. In *Precipitation: Earth Surface Responses and Processes* (pp. 193–221). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822699-5.00019-7>
- Naik, G., Basavaraj, K. P., Hegde, V. R., Paidi, V., & Subramanian, A. (2013). Using geospatial technology to strengthen data systems in developing countries: The case of agricultural statistics in India. *Applied Geography*, 43, 99–112. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.06.002>
- Ordoñez Gálvez, J. (2011). *Balance hídrico superficial*.
- Pinzón, I. E. (2019). *Influencia de los modelos de producción agrícola de maíz duro al cambio climático en el cantón Shushufindi*.
- Ruiz-Espinoza, F. H., Beltran, A., Amador, B. M., & Troyo-Diequez, E. (2011, August 21). Water regime of corn in a dry area, in particular rates of evaporation. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 181–186. <https://www.researchgate.net/publication/289596992>
- Vásconez, M., Mancheno, A., Álvarez, C., & Prehn, C. (2019). *Cuencas Hidrográficas*.
- Zaldarriaga Heredia, J., Moldes, C., Gil, R., & Camiña, J. M. (2020, February 25). Effect of Topography on Maize Grains Elemental Profile: A Chemometric Approach. *Current Analytical Chemistry*, 1–9.

Zari, B. D. (2014). *Determinación de las fases fenológicas, fenométricas e índice de balance hídrico en el cultivo de maíz duro (Zea maysL.), bajo condiciones de secano, en el cantón Pinda provincia de Loja.*

Zarza, R., Cal, A., Formoso, D., Medina, S., Rey, D., & Carrasco-Letelier, L. (2022). First delimitation and land-use assessment of the riparian zones at Uruguayan Pampa. *Ecological Informatics*, 71, 101781. <https://doi.org/10.1016/J.ECOINF.2022.101781>

ANEXOS

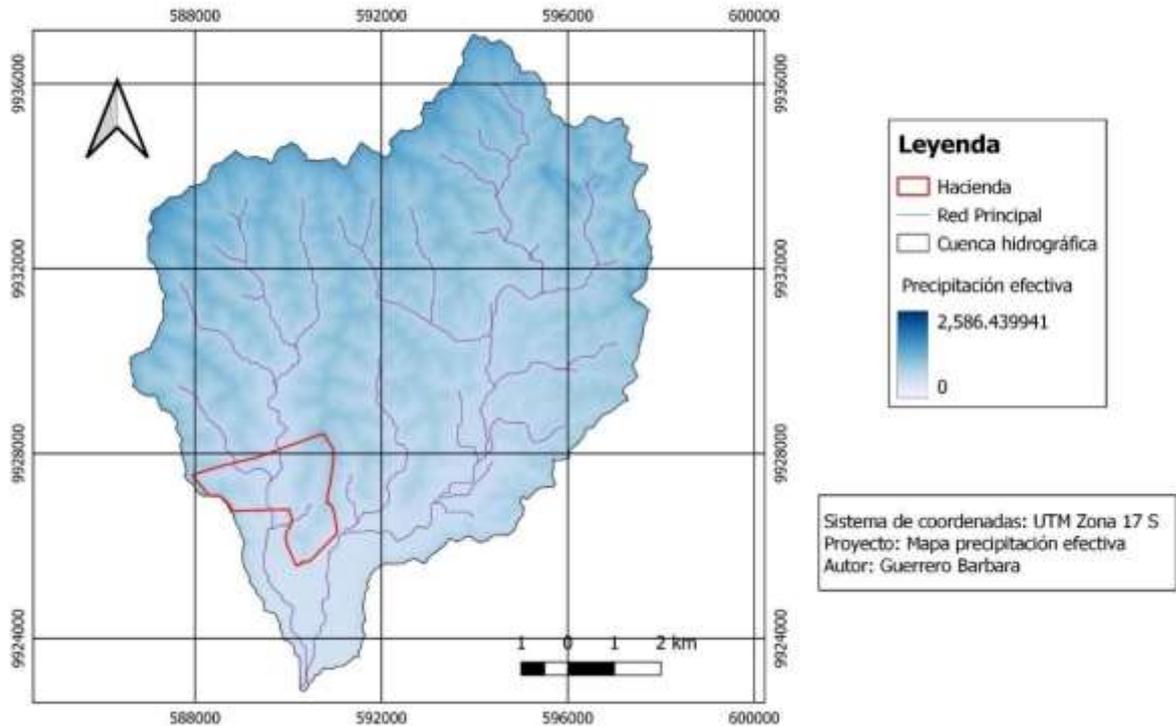
Apéndice A



En las siguientes imágenes se observa que la hacienda “La Carmelita” posee un relieve ondulado donde se observan terrenos planos y pendientes ligeras.

APENDICE B

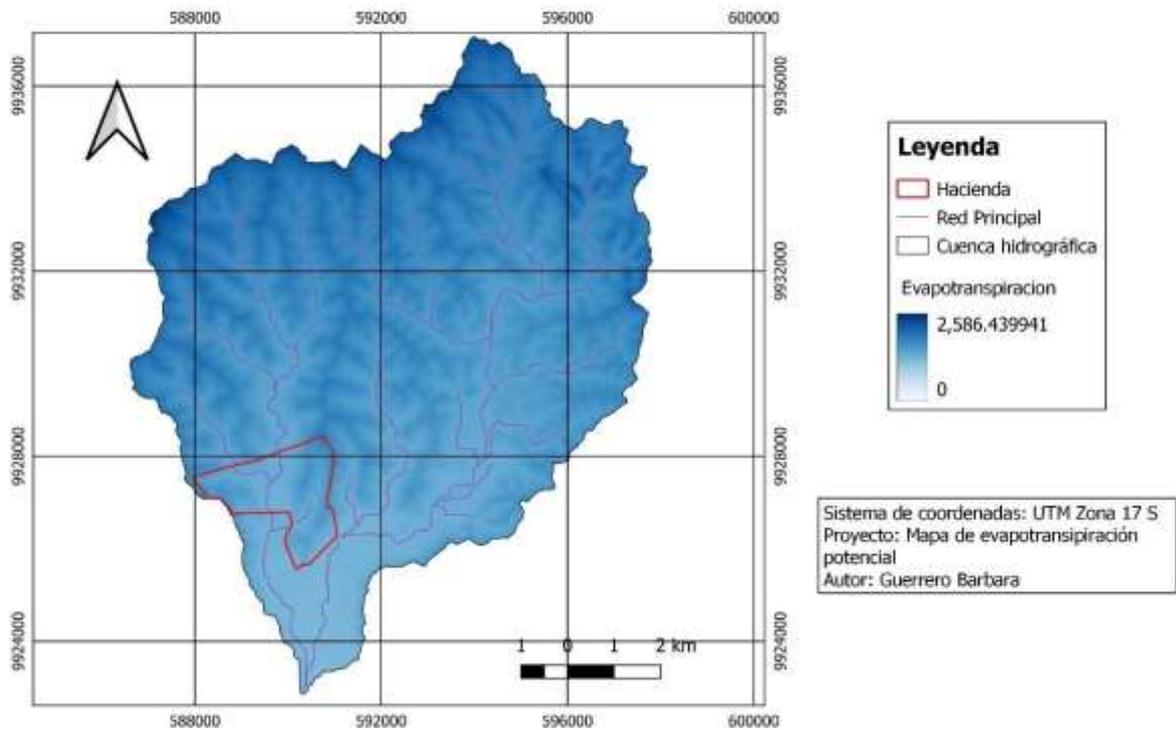
Mapa de precipitación efectiva



El siguiente mapa presenta las precipitaciones que se tiene en la cuenca hidrográfica que abarca la hacienda "La Carmelita", en este mapa se observa que las precipitaciones efectivas van de 0 mm durante la época seca y pueden alcanzar históricamente 2 586.4 mm durante la época lluviosa. Las precipitaciones revelan que existe una red hídrica y drenaje que cruzan por la hacienda, esto, permitirá que los embalses puedan almacenar suficiente agua.

APENDICE C

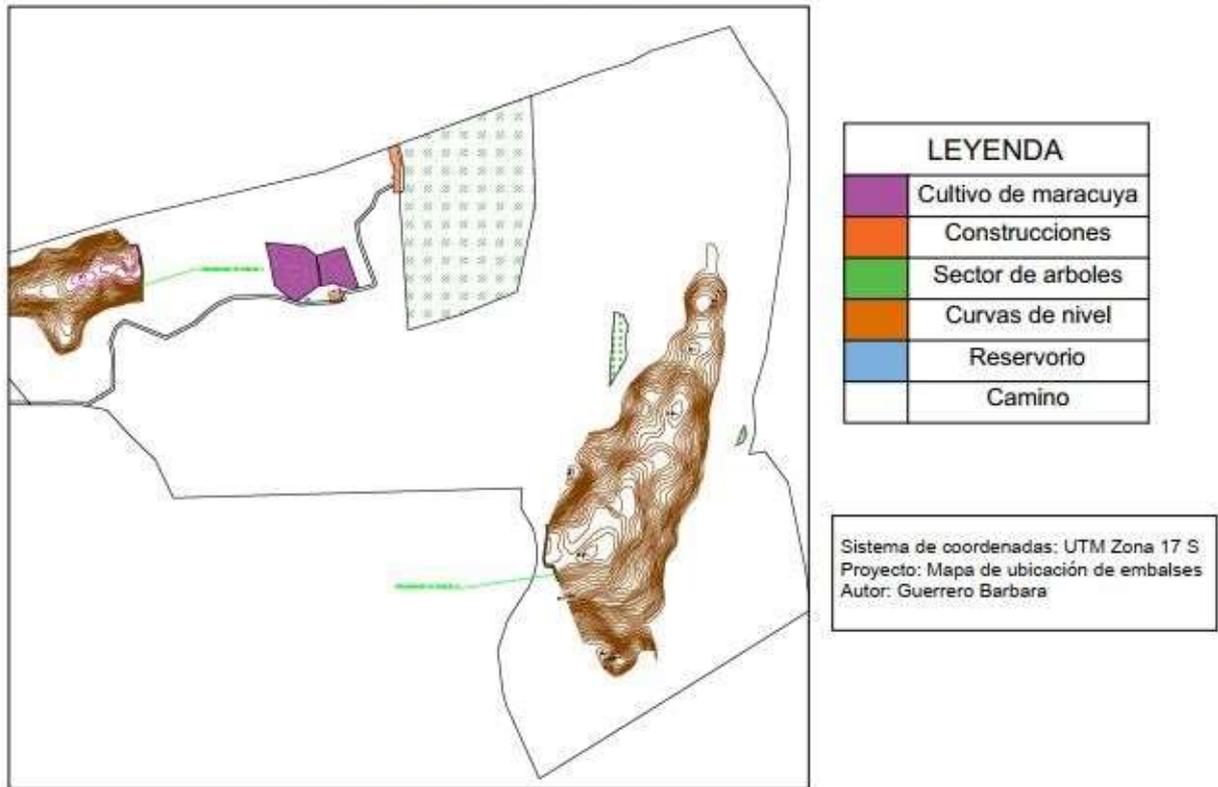
Mapa de evapotranspiración potencial



El presente mapa indica la evapotranspiración potencial de los cultivos que se encuentran establecidos dentro de la cuenca hidrográfica y la dentro del sector de interés, donde los valores van de 0mm si no se tiene vegetación y asciende a 2 586.43 mm en el sector norte. Se tiene que existe una mayor evaporación potencia en los sectores ubicados al norte de la hacienda, debido a la mayor presencia de vegetación, cabe destacar que donde existe mayor coloración se tiene una mayor demanda de agua

APENDICE D

Ubicación y diseño de los embalses



El siguiente mapa presenta la sectorización de la hacienda, donde se destaca las edificaciones como la casa, corral y el centro de acopio. Por otro lado, se tiene la representación de la ubicación de las albarradas y las formaciones boscosas dentro de la propiedad, todo ello, se realizó para determinar el área total para sembrar maíz. así también, se tiene la representación de los sectores destinados al cultivo de maracuyá a implementar bajo riego.

APENDICE E

Opciones

Requerimiento de Agua del Cultivo

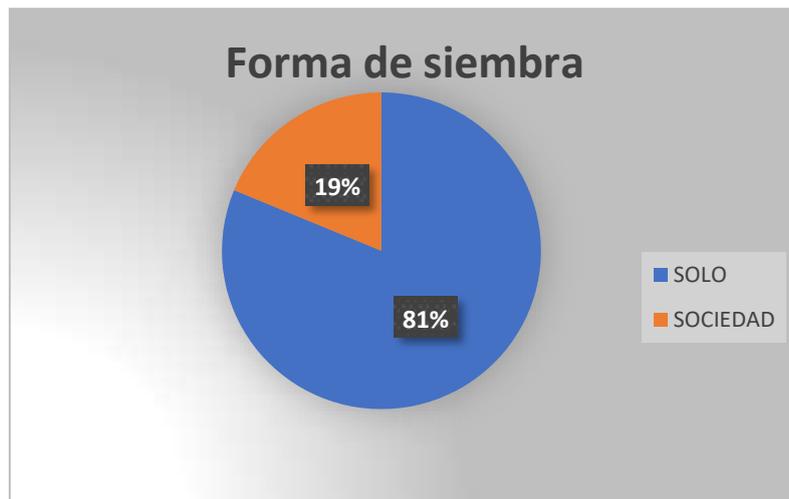
Estación ETo: Cultivo:
 Est. de lluvia: Fecha de siembra:

Mes	Decada	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req. Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Jul	2	Inic	0.30	1.15	6.9	3.0	4.4
Jul	3	Inic	0.30	1.15	12.7	4.0	8.7
Ago	1	Des	0.37	1.42	14.2	2.8	11.4
Ago	2	Des	0.60	2.34	23.4	1.2	22.2
Ago	3	Des	0.86	3.45	38.0	2.0	36.0
Sep	1	Med	1.10	4.57	45.7	3.2	42.6
Sep	2	Med	1.15	4.95	49.5	3.8	45.8
Sep	3	Med	1.15	4.88	48.8	3.8	45.0
Oct	1	Med	1.15	4.81	48.1	4.0	44.0
Oct	2	Fin	1.13	4.67	46.7	4.2	42.5
Oct	3	Fin	0.91	3.81	41.9	3.5	38.4
Nov	1	Fin	0.63	2.68	26.8	1.6	25.2
Nov	2	Fin	0.42	1.80	10.8	0.2	10.6
					413.4	37.3	376.7

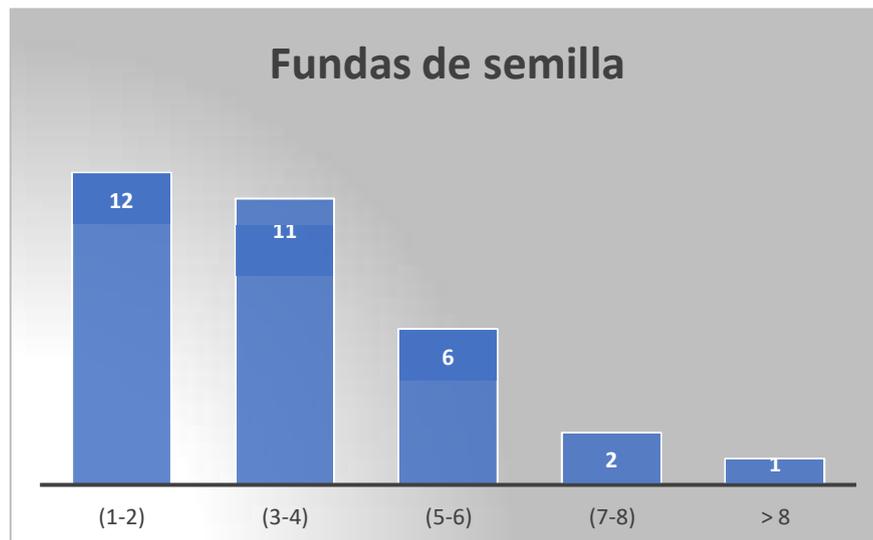
Para determinar la cantidad de hectáreas que se puede someter a riego, se necesitó calcular el requerimiento hídrico del maíz que se muestra en la siguiente imagen, para ello se hizo uso del programa CropWat 8.0 y se seleccionó un periodo de crecimiento entre la quincena de julio hasta mediados de noviembre, donde se obtuvo un requerimiento de riego de aproximadamente 376.7mm

APENDICE F

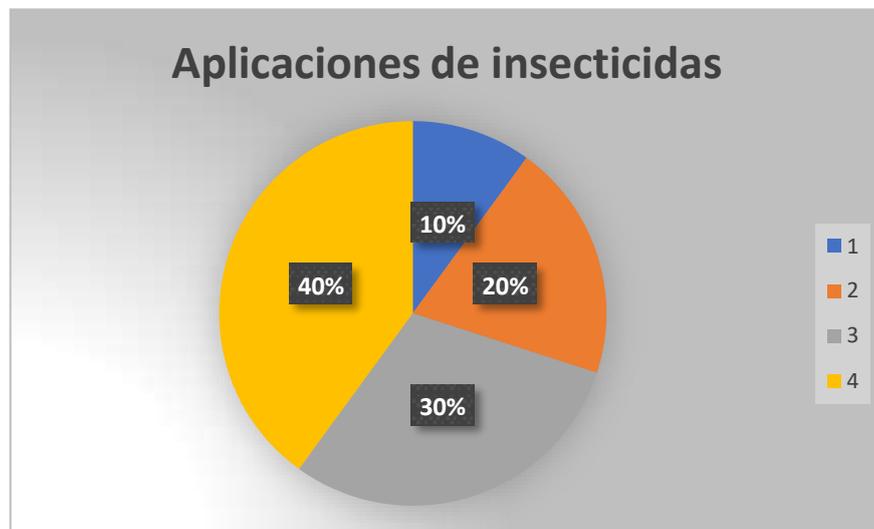
A continuación se muestra los resultados de las encuestas realizadas a 32 personas del grupo de productores de la hacienda.



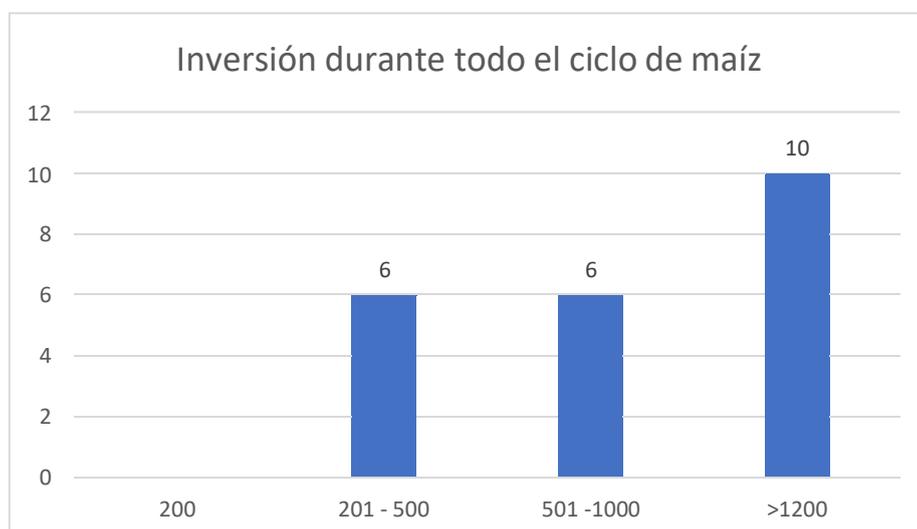
Se obtuvo el 81% de los productores que prefieren el modo de siembra en solitario, mientras que el 19% de ellos prefieren el modelo de trabajo en sociedad debido a factores económicos.



Se resalta que 1 funda de semillas alcanza para sembrar 2 cuadras, y dada las encuestas donde la mayoría emplea entre 2 y 4 fundas para sembrar se tiene que existe incongruencia con los valores de arriendo.



En cuanto a la aplicación de insecticidas se obtuvo que el 40% realiza hasta 4 aplicaciones, representando que en el sector existe incidencia de plagas, por otro lado, el 10% y 20% realiza solo de 1 a 2 aplicaciones debido a factores económicos lo que refleja su inconformidad con el rendimiento



Se recalca que se cuestionó sobre la inversión económica de cada productor para llevar a cabo su ciclo de maíz y se obtuvo que aquellos que no invierten en Kits, presenta un gasto económico superior a 1 200USD mientras que aquellos que invierten en kits su gasto económico representa entre 500 – 1 000USD puesto que invierten en materiales como fertilizantes y plaguicidas.