

UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO

AREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES

CARRERA INGENIERIA AGROFORESTAL



PROYECTO DE GRADO

TITULO

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA PARCELA DE SISTEMAS AGROFORESTALES
BAJO RIEGO EN LA COMUNIDAD DE MUKDEN PERTENECIENTE AL
MUNICIPIO DE BOLPEBRA**

TESISTA: Juan José Javier Andrade

ASESOR: Ing. Agrof. David Gómez Roca

COBIJA-PANDO

2021

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL

PROYECTO DE GRADO

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA PARCELA DE SISTEMAS AGROFORESTALES
BAJO RIEGO EN LA COMUNIDAD DE MUKDEN PERTENECIENTE AL
MUNICIPIO DE BOLPEBRA**

HOJA DE APROBACIÓN

El presente Proyecto de Grado fue revisado y aprobado por:

CARGO	NOMBRES Y APELLIDOS	FIRMAS
Presidente	MSc Nancy Acuña Álvarez	_____
Tribunal 1	MSc Ronny Silver Balcázar Sosa	_____
Tribunal 2	Ing. Elker Soria Roca	_____
Tribunal 3	Ing. Raúl Balcarcel Fernández	_____
Asesor	Ing. Agrof. David Gómez Roca	_____

BIOGRAFÍA

El autor es hijo del señor Juan José Javier Osinaga, nació en la ciudad de “Cobija” provincia Nicolás Suarez del departamento Pando, en fecha 22 de noviembre de 1991.

Realizo sus estudio primarios en la escuela Nuestra Señora del Pilar “Fé y Alegría”, secundaria en el colegio particular “Urubo” de la ciudad de Santa Cruz, egresado en el año 2009.

Ingresó a la carrera de Ingeniería Agroforestal del Área de Ciencias Biológicas y Naturales (A.C.B.N.), De la Universidad Amazónica de Pando, el 23 de marzo del 2012, y culminando sus estudios en diciembre del 2018.

Inició su trabajo de investigación el 13 de julio del 2019, y culminando en enero del 2021 en la ciudad de Cobija – Pando – Bolivia.

DEDICATORIA

A mi familia mi mujer y mis hijos que han sido el principal motor para impulsarme a terminar mis estudios.

AGRADECIMIENTOS

Al Divino Creador por ser el pilar en mis momentos difíciles e iluminar mi camino y permitirme lograr cumplir este objetivo tan importante para mi vida.

También quiero agradecer de manera especial a mi asesor el Ing. David Gómez Roca por la paciencia y brindarme sus conocimientos en lo largo de mi investigación.

A mis tribunales el Ing. Raúl Balcarcel Fernández, el Ing. Ronny Silver Balcázar Sosa y al Ing. Elker Soria Roca por sus valiosas sugerencias en la revisión de mi Proyecto de Grado.

Agradecer también a la Universidad Amazónica de Pando (U.A.P.) por acogerme y brindarme sus conocimientos a través de cada uno de sus docentes que han puesto su granito de arena para mi formación profesionalmente.

De manera muy especial quiero agradecer de todo corazón a mi mujer Diana Suarez Sánchez que ha sido una pieza muy importante para que pueda llegar hasta aquí.

Agradezco a mi tía la Sra. Claudia Rojas Mercado por estar presente en mi vida brindándome su apoyo incondicional siendo como una madre para mí.

RESUMEN ESPAÑOL

El Proyecto de Grado Titulado, “Implementación de una parcela de sistemas agroforestales bajo riego” se ejecutó en la comunidad de Mukden perteneciente al municipio de Bolpebra provincia Nicolás Suarez, del departamento Pando, sobre la carretera Cobija-Bolpebra a 32 kilómetros de distancia de la ciudad de Cobija. El mismo tuvo como objetivo general; Evaluación e implementación de una parcela de sistemas agroforestales bajo riego por cañón, en la comunidad de Mukden perteneciente al municipio de Bolpebra, y como objetivos específicos fueron; Implementar un sistema de riego por cañón en la parcela de sistema agroforestal. Identificar y controlar las plagas y enfermedades que ataquen a las especies en estudio, determinar las propiedades físicas y químicas del suelo y evaluar las características morfológicas de los cultivos, El material vegetal que se utilizará en la presente investigación serán: Asai (*Euterpe precatoria*), Castaña (*Bertholletia excelsa*), Pacay (*Inga edulisMart.*), Mara (*Sweteniamacrophilaking*), Plátano (*Musa x paradisiaca L.*) y Limón (*Citrus latifolia Tan.*). Las principales actividades fueron: rosa, quema, basureado, preparación del terreno, transplante, aporque, identificación de plagas y enfermedades. Como recomendaciones se llegó a las siguientes: De acuerdo a lo planificado referentes a las especies descritas en el presente documento se llevó a cabo con satisfacción el transplante de todas ellas en el área del sistema agroforestal; La implementación del sistema de riego por cañón, no se pudo ejecutar por diversos motivos, tales como; la ejecución del presente proyecto de grado se ejecutó en el mes de junio del 2020 época en la que nos encontrábamos ya con la presencia del COVID 19, y en ese tiempo los vuelos estaban restringidos y por esa razón no fue posible el arribo del equipo del sistema de riego por cañón a nuestra ciudad; En cuanto a la presencia de plagas y enfermedades en la parcela de sistema agroforestal, para ello se realizó seguimiento una vez por semana durante todo el estudio, donde no se evidencio ningún tipo ataque significativo en las especies del sistema agroforestal; En los resultados del análisis de

laboratorio se evidencia que el pH de 5.20 del suelo se caracteriza por ser fuertemente ácido lo que dificulta la absorción de los nutrientes del suelo por parte de las especies; Las propiedades físicas, químicas y biológicas del área de estudio, han jugado un papel fundamental en el desarrollo vegetativo de todas las especies utilizadas, a pesar de ser un suelo ácido en la implementación de la parcela con sistema agroforestal. Y las recomendaciones fueron; Implementar parcelas sistemas agroforestales con riego por cañón en épocas secas; Como también se recomienda la réplica del presente diseño agroforestal en otras comunidades; Fertilizar el suelo ya sea con compuestos químicos como con abonos orgánicos; Implementar SAF porque son amigables con el medio ambiente, ya que mejoran el microclima del ambiente, las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, la humedad, y aumenta el hábitat de las aves y animales.

Palabras claves: Riego por cañón, Sistema Agroforestal, especies.

RESUMEN INGLES

The Degree Project entitled, "Implementation of a plot of agroforestry systems under irrigation" was executed in the Mukden community belonging to the Bolpebra municipality, Nicolás Suarez province, Pando department, on the Cobija-Bolpebra highway 32 kilometers away from the city of Cobija. The same had as a general objective; Evaluation and implementation of a plot of agroforestry systems under canyon irrigation, in the Mukden community belonging to the Bolpebra municipality, and as specific objectives were; Implement a canyon irrigation system in the agroforestry system plot. Identify and control pests and diseases that attack the species under study, determine the physical and chemical properties of the soil and evaluate the morphological characteristics of the crops. The plant material that will be used in this research will be: Asai (*Euterpe precatoria*), Chestnut (*Bertholletia excelsa*), Pacay (*Inga edulis* Mart.), Mara (*Sweteniamacrophilaking*), Banana (*Musa x paradisiaca* L.) and Lemon (*Citrus latifolia* Tan.). The main activities were: rose, burning, dumping, land preparation, transplanting, hilling, identification of pests and diseases. The following recommendations were reached: According to what was planned regarding the species described in this document, the transplantation of all of them was carried out with satisfaction in the area of the agroforestry system; The implementation of the canyon irrigation system could not be executed for various reasons, such as; The execution of this degree project was carried out in June 2020, at which time we were already experiencing the presence of COVID 19, and at that time flights were restricted and for that reason the arrival of the team from the canyon irrigation system to our city; Regarding the presence of pests and diseases in the agroforestry system plot, for this a follow-up was carried out once a week throughout the study, where no significant attack was observed in the species of the agroforestry system; In the results of the laboratory analysis it is evidenced that the pH of 5.20 of the soil is characterized by being strongly acidic, which makes it difficult for the species

to absorb nutrients from the soil; The physical, chemical and biological properties of the study area have played a fundamental role in the vegetative development of all the species used, despite being an acid soil in the implementation of the plot with an agroforestry system. And the recommendations were; Implement plots agroforestry systems with canyon irrigation in dry seasons; As the replication of the present agroforestry design in other communities is also recommended; Fertilize the soil either with chemical compounds or with organic fertilizers; Implement SAF because they are friendly to the environment, since they improve the microclimate of the environment, the physical, chemical and biological properties of the soils, humidity, and increase the habitat of birds and animals.

Keywords: Canyon irrigation, Agroforestry System, species.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.5. Justificación	7
1.6. OBJETIVOS:	8
1.6.1. Objetivo general:	8
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. SISTEMAS AGROFORESTALES	9
2.2. CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS AGROFORESTALES	9
2.2.1. Sistemas silvoagrícolas:	10
2.2.2. Sistemas agrosilvopastoriles	10
2.2.3. Sistemas silvopastoriles	10
2.3. Importancia de los Sistemas agroforestales	10
2.4. Riego	11
2.5. Riego de cañón	12
2.5.1. Características	12
2.5.2. Ventajas y desventajas	12
2.5.3. Principales componentes	13
2.6. Cañones de riego	13
2.6.1. Pivots	14
2.7. Pluviometría en función de la textura de los suelos	14
PLUVIOMETRIA QUE ADMITEN LOS TERRENOS	15
2.8. PLÁTANO	15
2.8.1. Origen	15
2.8.2. Morfología y taxonomía	16
2.8.3. Requerimientos edafoclimáticos	18
Propagación	19
2.8.4. Plagas y enfermedades	22
2.11. LIMÓN	26
2.11.1. Origen	26
2.11.2. Clasificación y descripción botánica	26
2.11.3. Plagas y enfermedades	32
2.12. PACAY	34
2.12.1. Descripción	34

Ecología	35
2.13. COPOAZÚ	36
2.13.1. Origen	36
2.13.2. Descripción taxonómica	36
2.12.3. Descripción botánica	37
2.12.4. Plagas y enfermedades	39
2.14. ASAI	40
2.14.1. Descripción	40
2.15. MARA	42
2.15.1. Descripción botánica	43
a) Temperatura	45
a) Precipitación	45
a) Clima	45
2.16. CASTAÑA	46
3. Marco referencial	50
4. MATERIAL Y METODOS	51
4.1. Ubicación del ensayo	51
4.2. Material vegetal	51
Materiales	51
4.3. MÉTODOLOGIA APLICADA	52
4.3.1. Área del SAF	52
4.3.2. Limpieza del área	52
4.3.3. Demarcación del área	52
4.3.4. Apertura de hoyos	52
4.3.5. Transplante	52
4.4. MUESTREO DEL SUELO	54
5. Evaluación del proyecto	55
6. Conclusiones	56
7. Recomendaciones	57
8. Bibliografía	58
9. ANEXOS	61

1. INTRODUCCIÓN

Los países en vía de desarrollo especialmente los de América Latina, ven cada día como los recursos naturales se van perdiendo a causa de su uso irracional. En nuestro país, las actividades agropecuarias han conducido a la deforestación de grandes superficies de bosques y degradación de los suelos, ecosistemas frágiles que han sido mal utilizadas; además que la frontera agrícola se expande cada día más.

Los conflictos de uso de los recursos, la presión demográfica y factores sociopolíticos han determinado la migración de los campesinos a los centros urbanos, olvidándose que el país necesita un desarrollo integral. Al buscar alternativas para el desarrollo rural que sean sostenibles en el tiempo y den soluciones a problemas del mal uso de los recursos naturales, surgen los Sistemas Agroforestales (SAF). Los SAF son una alternativa de manejo sustentable que le produzca alimentos y bienestar a la población, llegando a un desarrollo sostenible, cuyo objetivo final es mejorar la calidad de vida de la humanidad. Utilizan técnicas adecuadas de manejo de suelos para no deteriorar la capa arable y mantener la producción agropecuaria estable.

La pérdida de la cubierta forestal en zonas marginales o de frontera agrícola genera fenómenos de erosión, conduciendo a la pérdida de la productividad del suelo. Además de ello se producen otros serios problemas como la escasez de combustible leñoso y el desorden de los caudales hídricos con sus efectos en el abastecimiento del agua para el consumo humano, el riego y la generación de energía. Casi la mitad de la madera que se aprovecha en el mundo se utiliza para combustible. En el trópico, el 80 % del total de la madera aprovechada se quema y el 90 % de

la población la utiliza para satisfacer sus necesidades domésticas. Pero en las regiones semiáridas tropicales el crecimiento de la población sobrepasa el crecimiento del bosque. Así mismo el aumento del costo del petróleo tiende a incrementar el consumo de madera para combustible en las áreas urbanas. Como resultado los costos de la madera y del transporte suben, el estiércol animal que se utiliza como fertilizante se utiliza ahora como combustible y la destrucción de los bosques se propaga.

El desarrollo de una agricultura de monocultivo y la pérdida de prácticas tradicionales provocan problemas de pérdida de sostenibilidad, lo que también desestabiliza las poblaciones rurales. Así se aumenta la pobreza y se acelera la migración de los campesinos a las ciudades y a las zonas aisladas en búsqueda de vegetación para convertir estos lugares a su turno en nuevos focos de deterioro social y ambiental. La marginalización del campesino de las tierras más aptas para la agricultura les obliga a buscar tierras en otras zonas, en consecuencia cada día se escucha el problema de asentamiento de campesinos en áreas protegidas. Sin embargo, la investigación en el campo de la transferencia requiere de su tiempo igual que el desarrollo de la tecnología por lo que se plantea que los proyectos agroforestales deben ser financiados a largo plazo para poder cumplir los objetivos propuestos, (Pastrana Albis, 2021).

Los primeros intentos para definir la agroforestería se remontan a 1977-1979 “la agroforestería es el conjunto de técnicas de manejo de tierras, que implican la combinación de los árboles forestales, ya sea con ganadería o con cultivos. Sin embargo habría que reconocer la agroforestería como una práctica tradicional milenaria de cultivo de árboles en fincas para el beneficio de la familia del agricultor, habiendo sido traída desde el conocimiento autóctono

hasta la frontera de la investigación agrícola en las dos últimas décadas; y de allí ha sido promovido como una práctica que mejora la sostenibilidad, combinando los mejores atributos de la agricultura y la forestaría. La palabra "agroforestería" llegó al español por vía anglosajona, aunque este término se origina de dos palabras latinas (agri, campo y foresta, bosque). Pero al derivarse del inglés, su uso preocupa a algunos hispanoparlantes, particularmente a los turistas. En México a través de la FAO, se llegó a la conclusión que el término "agrosilvopastoril" define con precisión la combinación productiva de tres elementos: el bosque, los cultivos y el ganado.

La agroforestería es un nombre colectivo para sistemas de uso de la tierra en los cuales crecen árboles en asociación con cultivos agrícolas y/o pastura y ganado en un arreglo espacial o secuencial en el tiempo; en los cuales hay interacciones ecológicas y económicas entre los árboles y los componentes arbóreos y no arbóreos cada uno sirve para cubrir algunas de las necesidades de los productores para subsistencia (necesidades de alimento, forraje para ganado y leña) o en efectivo la agroforestería "es una forma de cultivo múltiple que satisface tres condiciones básicas, existen al menos, dos especies de plantas que interactúan biológicamente al menos uno de los componentes es una leñosa perenne y al menos uno de los componentes es una planta manejada con fines agrícolas, incluyendo pastos.

La agroforestería permite obtener productos y servicios. Los principales productos de los árboles de usos múltiples son combustibles leñosos, madera, forraje y alimentos. Otros productos que se encuentran menos frecuentemente, incluyen las sustancias médicas, gomas y resinas, taninos, aceites esenciales, fibras y ceras, no cabe duda que en la mente de muchos, la agroforestería es una herramienta idónea para mejorar el nivel de vida de comunidades rurales,

pero pasar de la teoría a la práctica representa un dilema. Las modalidades tradicionales tienen la ventaja de que se conocen y de hecho los que las practican a menudo tienen un nivel de conocimiento muy superior al “experto” que quiere ayudarles y esto desde luego plantea problemas. La agroforestería que se practica tradicionalmente es una tecnología relativamente barata y factible para campesinas y campesinos pobres, que puede contribuir a mejorar la producción agropecuaria y sus condiciones de vida en general, (Pastrana Albis, 2021).

1.1. Referencia geográfica del proyecto

El presente trabajo de investigación titulado “Implementación de una parcela de sistemas agroforestales bajo riego” se ejecutó en la comunidad de Mukden perteneciente al municipio de Bolpebra provincia Nicolás Suárez, del departamento Pando, sobre la carretera Cobija-Bolpebra a 32 kilómetros de distancia de la ciudad de Cobija.

Municipio : Bolpebra
Provincia : Nicolás Suárez
Departamento : Pando

Las coordenadas del área de estudio son las siguientes:

Longitud oeste : 86°11'41”
Latitud sur : 06°23'50”



1.2.Denominación del proyecto

La denominación del presente proyecto es: “Implementación de una parcela de sistemas agroforestales bajo riego en la comunidad de Mukden perteneciente al municipio de Bolpebra-Pando”

1.3.Descripción del proyecto

El presente proyecto de grado consistió en la implementación de un sistema agroforestal bajo sistema de riego por cañón, el cual tenía las siguientes dimensiones; 125 metros de largo x 80 metros ancho, haciendo una superficie total de 10.000 metros cuadrados, donde se realizó el transplante las especies de acuerdo a croquis establecido (Anexo 1), tales como: Castaña, Asai, Copoazú, Limón, Pacay, Mara y Plátano, otras de las actividades que se realizó fue la identificación y control de plagas y enfermedades durante el tiempo del proyecto de grado, así mismo se realizó un muestreo del suelo de toda el área del sistema agrforestal, donde se han determinado sus propiedades físicas y químicas del área es estudio.

El sistema de riego por cañón no fue posible su implementación, por varios factores que no permitieron tales como la pandemia que ha coincido con el presente proyecto de grado, tiempo donde se han restringido la llegada de los vuelos del interior del país, como también de acuerdo a decretos nacional y disposiciones del COE departamental, entramos al encapsulamiento total, por ese motivo se tuvo dificultades de sus implementación.

Al no poder haberse implementado el sistema de riego por cañón, se optó por el riego manual con la ayuda de regaderas de 10 litros cada una, esto con el objetivo de no perjudicar a las plantas del SAF, como al proyecto de grado.

1.4. Formulación del problema

Los sistemas agroforestales tienen muchas ventajas e importancias para el sector productivo e investigativo como los ingresos económicos a corto, mediano y largo plazo, así mismo teniendo un gran impacto sobre el medio ambiente.

El departamento pando se caracteriza por tener dos épocas bien definidas tales como la época lluviosa y época seca, en esta última es donde se tiene problemas de estrés hídrico en los cultivos, es por ello que para evitar se tiene que hacer la implementación de un sistema de riego, ya sea por cañón, aspersión y goteo, con la finalidad de asegurar el prendimiento y fructificación de frutos. Es por ello que surge la siguiente pregunta de investigación.

¿Cuál es la importancia de la implementación de un sistema de riego por cañón en una parcela de sistemas agroforestales?

1.5. Justificación

El departamento Pando se caracteriza por ser exclusivamente forestal, por su alta densidad de bosques naturales, bosques que se están deforestando ya sea para el cultivos anuales, bianuales y perennes maderables y no maderables, como también está la ganadería, esta última actividad es la que prácticas en más intensidad la deforestación de bosques primarios con el objetivo de poder aumentar el hato ganadero, a todo esto es lo que llamamos el crecimiento de la frontera agrícola.

Una de las técnicas que se está utilizando tanto a nivel mundial, nacional e iniciando a nivel departamental, son las implementaciones de los sistemas agroforestales, esto con el objetivo de aprovechar todas aquellas áreas degradadas y deforestadas, con el objetivo de recuperar la fertilidad y poder producir varios tipos de cultivos en un espacio determinado y por ende es amigable con el medio ambiente, donde se tienen ingresos económicos a corto, mediano y largo plazo.

En otros países tales como Colombia y Brasil, implementan sus sistemas agroforestales bajo sistemas de riego, ya en nuestro medio pasa lo contrario, no se usan sistemas de riego ya que nuestra región tiene dos épocas definidas tales como la época seca y lluviosa, en esta última es donde los agricultores aprovechan en sembrar dotas sus especies perennes y entre otras, es por ellos que no se implementa el riego ya sea por cañón en este caso ya que el presente trabajo pretende hacer la implementación de una parcela de sistemas agroforestales con un sistema de riego por cañón en época seca que ocurre en nuestra región.

1.6.OBJETIVOS:

1.6.1. Objetivo general:

Evaluar e implementar una parcela de sistemas agroforestales bajo riego por cañón, en la comunidad de Mukden perteneciente al municipio de Bolpebra.

1.6.2. Objetivos específicos:

- Ejecutar un sistema de riego por cañón en la parcela de sistema agroforestal.
- Identificar y controlar las plagas y enfermedades que ataquen a las especies en estudio.
- Determinar las propiedades físicas y químicas del suelo.

2. MARCO TEÓRICO

2.1.SISTEMAS AGROFORESTALES

Con base en la aplicación de “enfoque de sistemas” dentro del marco agroforestal, define un sistema agroforestal como un “conjunto de componentes agroforestales interdependientes (árboles con cultivos y/o animales) representando un tipo común de uso de tierra en una cierta región”. Las palabras “sistemas” y “prácticas” se usan frecuentemente en forma de sinónimos dentro de la literatura agroforestal. Sin embargo, se puede hacer alguna distinción entre ellas.

Un sistema agroforestal es un ejemplo local específico de una práctica, caracterizada por el ambiente, especies vegetales y su arreglo, manejo y funcionamiento socioeconómico. Una práctica agroforestal denota un arreglo característico de componentes en espacio y tiempo.

Los tres principales componentes agroforestales, árboles, cultivos y animales (o pastizales) definen las asociaciones o estructuras, las cuales se basan en la naturaleza y la presencia de estos componentes:

- Sistemas agrosilvícolas: árboles y cultivos agrícolas de temporada
- Sistemas silvopastoriles: árboles con pasos y/o animales.
- Sistemas agrosilvopastoriles: árboles, cultivos agrícolas de temporada y animales/pastizales con o sin pastoreo directo, (Pastrana Albis, 2021).

2.2.CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS AGROFORESTALES

Para entender y evaluar los actuales sistemas agroforestales, y para desarrollar planes de acción para mejorarlos, es necesario clasificarlos de acuerdo con algunos criterios comunes. El esfuerzo más organizado para entender los sistemas ha sido un inventario global de prácticas y sistemas agroforestales en los países en desarrollo emprendido por el ICRAF entre 1982 y 1987.

Esta actividad incluyó recolección, comparación y evaluación sistemática de datos pertenecientes a un gran número de tales sistemas de uso de la tierra alrededor del mundo, menciona que existe clasificación basada en su estructura, función, criterios socioeconómicos y ecológicos. Por otro lado la FAO (1994) tomando las tres categorías clásicas subdivide en:

2.2.1. Sistemas silvoagrícolas:

1. Taungya
2. Árboles productores de madera comercial con los cultivos
3. Árboles frutales asociados con cultivos
4. Árboles de sombra o mejoradores del suelo en cultivos (café, pito)
5. Cercos vivos y
6. Cortinas rompevientos

2.2.2. Sistemas agrosilvopastoriles

1. Árboles asociados con cultivos agrícolas y ganadería
2. Cercos vivos alrededor de comunidades rurales
3. Huertos familiares

2.2.3. Sistemas silvopastoriles

1. Pastoreo o producción de forraje en plantaciones forestales
2. Pastoreo o producción de forraje en bosques secundarios
3. Árboles de sombra y/o mejoradores del suelo en pastizales
4. Bancos forrajeros, (Pastrana Albis, 2021).

2.3. Importancia de los Sistemas agroforestales

La importancia de los Sistemas agroforestales, radica en los beneficios que se obtienen del sistema, como ser: aumento de la producción cultivada, existe mayor seguridad de tener productos diversificados para el autoconsumo y para la venta. Existe autoabastecimiento con

productos maderables y no maderables. Existe mayor protección de los suelos contra la erosión, (Quino Aliaga, 2013).

Aplicación de los Sistemas agroforestales

Las técnicas agroforestales son utilizadas en regiones de diversas condiciones ecológicas, económicas y sociales, en regiones con suelos fértiles, los sistemas agroforestales pueden ser muy productivos y sostenibles; igualmente, estas prácticas tiene un alto potencial para mantener y mejorará la productividad en áreas que presenten problemas de baja fertilidad y exceso o escasez de humedad en los suelos, (Quino Aliaga, 2013).

Conformación de los Sistemas agroforestales

Un sistema agroforestal está conformado por:

- Componentes: Son los elementos físicos, biológicos y socioeconómicos.
- Límites: Definen los bordes físicos; entradas (energía solar, mano de obra, insumos) y salidas (alimento, madera, y productos animales), constituyen la energía o materia intercambiada entre los sistemas.
- Interacciones: son las relaciones entre los componentes del sistema.
- Jerarquía: Indica la posición del sistema con relación a otros sistemas, (Quino Aliaga, 2013).

2.4. Riego

Los cultivos para poder crecer y desarrollarse necesitan absorber agua del suelo. Cuando el contenido de humedad es bajo se dificulta la absorción, por ello es necesario regar para reponerla y que quede disponible para las plantas. Existen diferentes métodos de riego. No existe uno mejor que otro sino que cada uno se ajusta mejor a cada situación en particular, aunque presentan diferencias en la eficiencia de aplicación del agua. En riego, siempre se deben reducir las pérdidas de agua, haciendo un uso más eficiente de la misma. La eficiencia de riego es la cantidad de agua disponible para el cultivo que queda en el suelo después de un riego, en

relación al total del agua que se aplicó. En el riego por superficie comúnmente, en algunas partes del terreno, pueden existir pérdidas por infiltración profunda, llamada también percolación. En este caso queda agua por debajo de la zona de las raíces. También, se pueden presentar pérdidas por escurrimiento quedando partes del terreno sin recibir una adecuada provisión de humedad. Con todas estas pérdidas quedará una reducida cantidad de agua disponible para las plantas, (E. Demin, 2014).

2.5. Riego de cañón

Sistema de riego de cañón aspersor

Sistema de riego superficial constituido generalmente por un equipo móvil o semi-estacionario que lleva una tubería que puede enrollarse y desenrollarse y que cuenta además con un aspersor gigante final. Se le conoce también simplemente como *enrollador*, (ECURED, 2019).

2.5.1. Características

El equipo se traslada al campo que se va a irrigar, se desenrolla el tubo y se coloca el aspersor en el lugar indicado. Una vez cumplida la norma de riego para esa área, se recoge el tubo (se enrolla de nuevo) y se traslada a otro lugar todo el equipo o solo el aspersor, en dependencia de la distancia, (ECURED, 2019).

2.5.2. Ventajas y desventajas

- **Ventajas.** El sistema de riego por aspersión imita al agua de lluvia, con lo cual la calidad de la entrega (en pequeñas gotas) y el ahorro de agua son muy superiores a lo que se logra con el aniego o la distribución por surcos. El sistema de riego con cañón aspersor tiene además la ventaja de su desplazamiento, tanto del equipo como del aspersor.
- **Desventajas.** Las desventajas estriban en que no puede cubrirse un área muy grande en cada operación. Además, el equipo es relativamente caro si se le compara con

otros sistemas que cubren iguales dimensiones de terreno. Es difícil obtener una completa uniformidad en toda el área irrigada por el cañón aspersor, (ECURED, 2019).

2.5.3. Principales componentes

- **Enrollador.** Consiste en un carro con un eje de dos ruedas neumáticas que se arrastra por un tractor y se coloca en la cabecera del campo a irrigar. Consta de un carrete o bobina gigante en el cual mediante mecanismo con reductor se enrolla y desenrolla el tubo conductor de agua.
- **Carrito porta–aspersor.** Es un pequeño carro de dos ruedas neumáticas que sostiene el aspersor. Se puede desplazar fácilmente por el terreno a medida que se desenrolla el tubo conductor. Cuando se traslada el sistema el carrito porta–aspersor se fija al conjunto del enrollador.
- **Bomba o turbina.** Consiste en una bomba hidráulica o motobomba accionada por motor que extrae el agua al producir un vacío y la impulsa a presión por la tubería. El sistema puede tener una turbina incorporada, ubicada en el carro del enrollador, o abastecerse de un hidrante o de una turbina cercana.
- **Tubo.** Es de polietileno de alta densidad, y como el sistema funciona a alta presión, está construido de una mezcla especial de gran resistencia.
- **Aspersor.** Mecanismo mediante el cual el agua a presión se convierte en gotas menudas que se esparcen uniformemente sobre la planta o el terreno. Al aspersor se le conoce también como *emisor*, y gira por la acción de la presión del agua. Como este sistema tiene un aspersor único, este es de gran capacidad de entrega y esparce el agua en un amplio radio. (ECURED, 2019).

2.6. Cañones de riego

Aspersor girante al extremo de una tubería móvil.

El Aspersor va montado sobre un trineo o carretón y se mueve en línea recta ($v = 5$ a más de 30 m/hora).

El caudal puede ser mayor a 60 m³/hora. Alcance = 50 m (con $p = 8$ atm). P normal = 6 atm.

La tubería puede ser de polietileno y se enrolla en un tambor de gran diámetro.

Propulsión: por la presión del agua, que cede parte de su energía a:

- 1) turbina en el cañón,
- 2) ruedas del carretón,
- 3) mecanismo de fuello y cilindro, que hace girar el tambor de la tubería sirviendo esta de cable de arrastre.

2.6.1. Pivots

Están constituidos por:

a) Tuberías de gran longitud (100 a 800 m), suelen ser de acero estirado, diámetro 6" y galvanizado; va montada a más de 2,5 m sobre torres colocadas a distancias de 30, 40, 50 o más. Las torres están provistas de unidades propulsoras que hacen moverse al conjunto describiendo un círculo cuyo radio es la tubería y su centro uno de los extremos de ésta. b) En el centro del círculo se coloca una torre anclada o pivot que sujeta el extremo de la tubería y por éste se aplica la acometida de agua a presión. c) Sobre la tubería van los aspersores.

d) Un sistema de control que incluye subestaciones de mando en cada torre móvil, permite mantener el alineamiento del conjunto de las torres y tubería, dentro de ciertos límites que aseguran un funcionamiento correcto.

2.7. Pluviometría en función de la textura de los suelos

Damos el siguiente cuadro como orientación de las pluviometrías que admiten los terrenos cuando al redactar un proyecto de riego por aspersión no se dispone de los Análisis Físicos correspondientes que han de figurar en todo Informe Agronómico.

PLUVIOMETRIA QUE ADMITEN LOS TERRENOS

TEXTURA	PLUVIOMETRIA ADMISIBLE
Terrenos arcillosos	6 mm/hora
Terrenos de constitución media o francos con tendencia arcillosa	6 a 12 mm/hora
Terrenos de constitución media o franco con tendencia a ligeros.	12 a 20 mm/hora
Terrenos ligeros y arenosos	20 a 30 mm/hora

Fuente: Elaboración propia

También, la pendiente que posee el terreno que ha de regarse influye en su permeabilidad para el agua, reduciéndola. Se da un cuadro de pluviometrías medias horarias que admiten los terrenos con diversas texturas, según pendiente y vegetación en ellos existente al efectuar el riego. (I, 2019).

2.8. PLÁTANO

2.8.1. Origen

El plátano tiene su origen probablemente en la región indomalaya donde han sido cultivados desde hace miles de años. Desde Indonesia se propagó hacia el sur y el oeste, alcanzando Hawaii y la Polinesia. Los comerciantes europeos llevaron noticias del árbol a Europa alrededor del siglo III a. C., aunque no fue introducido hasta el siglo X. De las plantaciones de África Occidental los colonizadores portugueses lo llevarían a Sudamérica en el siglo XVI, concretamente a Santo Domingo.

2.8.2. Morfología y taxonomía.

Familia: *Musaceae*.

Especie: *Musa x paradisiaca* L.

Planta: herbácea perenne gigante, con rizoma corto y tallo aparente, que resulta de la unión de las vainas foliares, cónico y de 3,5-7,5 m de altura, terminado en una corona de hojas.

Rizoma o bulbo: tallo subterráneo con numerosos puntos de crecimiento (meristemos) que dan origen a pseudotallos, raíces y yemas vegetativas.

Sistema radicular: posee raíces superficiales que se distribuyen en una capa de 30-40 cm, concentrándose la mayor parte de ellas en los 15-20 cm. Las raíces son de color blanco, tiernas cuando emergen y amarillentas y duras posteriormente. Su diámetro oscila entre 5 y 8 mm y su longitud puede alcanzar los 2,5-3 m en crecimiento lateral y hasta 1,5 m en profundidad. El poder de penetración de las raíces es débil, por lo que la distribución radicular está relacionada con la textura y estructura del suelo.

Tallo: el verdadero tallo es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo, que está coronado con yemas, las cuales se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado. A medida que cada chupón del rizoma alcanza la madurez, su yema terminal se convierte en una inflorescencia al ser empujada hacia arriba desde el interior del suelo por el alargamiento del tallo, hasta que emerge arriba del pseudotallo.

Hojas: se originan en el punto central de crecimiento o meristemo terminal, situado en la parte superior del rizoma. Al principio, se observa la formación del pecíolo y la nervadura central terminada en filamento, lo que será la vaina posteriormente. La parte de la nervadura se alarga

y el borde izquierdo comienza a cubrir el derecho, creciendo en altura y formando los semilimbos.

La hoja se forma en el interior del pseudotallo y emerge enrollada en forma de cigarro. Son hojas grandes, verdes y dispuestas en forma de espiral, de 2-4 m de largo y hasta 1,5 m de ancho, con un peciolo de 1 m o más de longitud y un limbo elíptico alargado, ligeramente decurrente hacia el peciolo, un poco ondulado y glabro. Cuando son viejas se rompen fácilmente de forma transversal por el azote del viento. De la corona de hojas sale, durante la floración, un escapo pubescente de 5-6 cm de diámetro, terminado por un racimo colgante de 1-2 m de largo. Éste lleva una veintena de brácteas ovales alargadas, agudas, de color rojo púrpura, cubiertas de un polvillo blanco harinoso. De las axilas de estas brácteas nacen a su vez las flores.

Flores: flores amarillentas, irregulares y con seis estambres, de los cuales uno es estéril, reducido a estaminodio petaloideo. El gineceo tiene tres pistilos, con ovario ínfero. El conjunto de la inflorescencia constituye el “régimen” de la platanera. Cada grupo de flores reunidas en cada bráctea forma una reunión de frutos llamada “mano”, que contiene de 3 a 20 frutos. Un régimen no puede llevar más de 4 manos, excepto en las variedades muy fructíferas, que pueden contar con 12-14.

Fruto: baya oblonga. Durante el desarrollo del fruto éstos se doblan geotrópicamente, según el peso de este, determinando esta reacción la forma del racimo. Los plátanos son polimórficos, pudiendo contener de 5-20 manos, cada una con 2-20 frutos, siendo su color amarillo verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo. Los plátanos comestibles son de partenocarpia vegetativa, o sea, desarrollan una masa de pulpa comestible sin ser necesaria la polinización. Los óvulos se atrofian pronto, pero pueden reconocerse en la pulpa comestible. La partenocarpia y la

esterilidad son mecanismos diferentes, debido a cambios genéticos, que cuando menos son parcialmente independientes. La mayoría de los frutos de la familia de las *Musáceas* comestibles son estériles, debido a un complejo de causas, entre otras, a genes específicos de esterilidad femenina, triploidía y cambios estructurales cromosómicos, en distintos grados.

2.8.3. Requerimientos edafoclimáticos.

Clima

El banano exige un clima cálido y una constante humedad en el aire. Necesita una temperatura media de 26-27 °C, con lluvias prolongadas y regularmente distribuidas. Estas condiciones se cumplen en la latitud 30 a 31° norte o sur y de los 1 a los 2 m de altitud. Son preferibles las llanuras húmedas próximas al mar, resguardadas de los vientos y regables. El crecimiento se detiene a temperaturas inferiores a 18 °C, produciéndose daños a temperaturas menores de 13 °C y mayores de 45 °C.

En la cuenca Mediterránea es posible su cultivo, aunque no para producir frutas selectas, en las localidades donde la temperatura media anual oscila entre los 14 y 20 °C y donde las temperaturas invernales no descienden por debajo de 2 °C.

En condiciones tropicales, la luz, no tiene tanto efecto en el desarrollo de la planta como en condiciones subtropicales, aunque al disminuir la intensidad de luz, el ciclo vegetativo se alarga.

El desarrollo de los hijuelos también está influenciado por la luz en cantidad e intensidad.

La pluviosidad necesaria varía de 120 a 150 mm de precipitaciones mensuales o 44 mm semanales. La carencia de agua en cualquier momento puede causar la reducción en el número y tamaño de los frutos y en el rendimiento final de la cosecha.

Los efectos del viento pueden variar, desde provocar una transpiración anormal debida a la reapertura de las estomas foliar, siendo el daño más generalizado, provocando unas pérdidas en

el rendimiento de hasta un 20%. Los vientos muy fuertes rompen los peciolos de las hojas, quiebran los pseudotallos o arrancan las plantas enteras inclusive.

Suelos

Los suelos aptos para el desarrollo del cultivo del banano son aquellos que presentan una textura franco arenosa, franco arcillosa, franco arcillo limosa y franco limosa, debiendo ser, además, fértiles, permeables, profundos (1,2-1,5 m), bien drenados y ricos especialmente en materias nitrogenadas. El cultivo del banano prefiere, sin embargo, suelos ricos en potasio, arcillo-silíceos, calizos, o los obtenidos por la roturación de los bosques, susceptibles de riego en verano, pero que no retengan agua en invierno.

La platanera tiene una gran tolerancia a la acidez del suelo, oscilando el pH entre 4,5-8, siendo el óptimo 6,5. Por otra parte, los plátanos se desarrollan mejor en suelos planos, con pendientes del 0-1%.

Propagación

La platanera es incapaz de producir semillas viables por lo que solo es posible su reproducción y perpetuación a través de la propagación vegetativa o asexual. Por tanto, las "semillas" utilizadas para la siembra corresponden a partes vegetativas tales como retoños y cormos o hijos que, una vez separados de la planta madre, pueden realizar su ciclo de crecimiento y producción. Lo más recomendable es que el agricultor seleccione el material de siembra a partir de plantas madres vigorosas, sin signos visuales de ataques de plagas y enfermedades, realizando limpieza y desinfección del mismo. Los hijos seleccionados deben ser tipo espada, evitando el uso de aquellos catalogados como orejones o de agua, ya que han perdido su vitalidad por desequilibrios nutricionales o estrés hídrico.

Existen diversos métodos y formas de propagación:

- **Propagación tradicional:** es el sistema de propagación más antiguo y hace uso de hijos o retoños. Se caracteriza por la escasa o nula aplicación de prácticas culturales básicas, de manera que las plantas se encuentran bajo libre crecimiento, lo que provoca un alto índice de competencia entre ellas. El material de propagación usado en este sistema proviene generalmente de la misma plantación, siendo la eficiencia del mismo baja, existiendo, además, riesgo de diseminación de plagas y enfermedades.

- **Propagación por división de cormos:** puede ser aplicada a cormos procedentes de plantas jóvenes o recién cosechadas. Para su aplicación es necesario ubicar e identificar las yemas presentes en el cormo, lo que hace que el sistema sea altamente eficiente. Las principales etapas para su aplicación son las siguientes:

- **Selección del material:** se recomienda el uso de cormos aparentemente sanos y vigorosos. El número de plantas a generar dependerá del tamaño del mismo, por lo que los cormos pequeños no son recomendables.
- **Limpieza y lavado:** a los cormos seleccionados se les eliminan los restos de tierra, las raíces, aquellas partes que se encuentren afectadas por diversos daños y la parte aérea.
- **Desinfección:** se prepara una solución de agua y cloro a razón de $5 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ de agua, en la cual se sumergen los cormos durante tres minutos para su desinfección.
- **Exposición de las yemas:** se corta la base de la hoja más externa hasta llegar a la siguiente, quedando expuesta una yema lateral en un punto en forma de "V" formado por la intercepción de las bases de las hojas.

- **Corte:** una vez descubiertas todas las yemas posibles en el cormo, se procede a realizar cortes en secciones, tratando en lo posible de dejar en cada sección una yema visible.

- **Siembra:** se realiza en canteros previamente preparados o directamente en bolsas de plástico tratando que la yema se encuentre cubierta por tierra o por el sustrato y cercana a la superficie.

- **Propagación por división de brotes:** se utilizan cormos provenientes de plantas jóvenes o recién cosechadas. El cormo se divide en 4-8 porciones (cada porción debe tener al menos una yema), que son sembradas en canteros, los cuales deberán emitir nuevos brotes. En ese momento, estos brotes son divididos cada uno en cuatro partes, que son tratados y sembrados exactamente como el conjunto del cormo original. En muchos casos, algunos de estos brotes divididos producen meristemas múltiples, que pueden ser separados y sembrados. A través de este sistema se pueden obtener más de 500 retoños de un solo cormo en un periodo de ocho meses.

- **Propagación por ruptura y eliminación de la yema central:** consiste en eliminar la yema apical con el fin de "romper" la dominancia apical para inducir la activación de las yemas laterales y producir mayor número de hijos por cormo, tanto en plantas cosechadas como en plantas jóvenes. El número de hijos generados dependerá de varios factores como el tipo de clon, las condiciones fisiológicas de la planta y las condiciones climáticas.

- **Propagación a través del uso de hijuelos o cormitos:** el peso no debe ser menor de 150 g y se recomienda pelarlos antes de la siembra con cuidado de remover solo las raíces y la capa superficial de la corteza para mantener la conformación original del mismo. El momento de

llevarlas a campo estará determinado por la presencia de cuatro hojas verdaderas y una altura de 20 a 25 cm.

- **Propagación a través de "vitroplantas"**: tiene la capacidad de generar gran cantidad de plantas para la siembra a medio plazo, en estado fitosanitario relativamente óptimo. A partir de un ápice es posible lograr en un año, centenares de plantas libres de nematodos, hongos, y de algunos virus y bacterias. A nivel comercial, se basa en el uso exclusivo del meristemo o yema central para la propagación in vitro.

- **Propagación y producción simultánea (PPS)**: tiene como funciones básicas la propagación de materiales de musáceas y la producción de frutos simultáneamente. Se basa en el establecimiento de un plantel de plantas madres provenientes de cultivo in vitro, en el manejo de una alta densidad de siembra, donde la mitad de la población es destinada para el establecimiento del cultivo y la otra para la producción de "semillas" y en la inducción de brotes laterales con ablación de la yema central. (infoAgro.com, 2019).

2.8.4. Plagas y enfermedades

Gusano peludo de la hoja del banano

Nombre Científico: *Ceramidia sp.*

Es una de las principales plagas que ataca al banano, hasta el momento no se conoce otra planta hospedera donde se alimente. La apariencia de las hembras adultas es negra - azulosa y con manchas blancas en el abdomen. Este insecto deposita los huevos en el envés de las hojas y las larvas recién emergidas raspan el envés en franjas alargadas y angostas. A medida que la larva crece la franja se amplía y el daño mantiene una dirección perpendicular a la nervadura central que finalmente perfora la hoja. La pupa queda envuelta en numerosos "pelos" de la larva, los cuales sirven de defensa contra las condiciones ambientales y depredadores. Las pupas se

encuentran principalmente en el envés de la hoja en su nervadura central, en las guascas y esporádicamente se pueden encontrar en los racimos.

Gusanos Cabritos del banano

Nombre Científico: *Opsiphanes spp*

Causan daño en los cultivos de plátano y banano, los adultos de esta plaga son mariposas diurnas o nocturnas que tienen un tamaño entre 8 y 10cm. Las alas anteriores son de color café oscuro y poseen una banda blanca o amarilla que las cruza en su extremo, tiene dos pequeñas manchas de color blanco; las alas posteriores son de color café oscuro con tonalidades rojizas. El macho de Opsiphanes presenta dos mechones de pelos que no tienen las alas de las hembras, en su parte ventral tiene manchas que asemejan ojos. Los adultos se posan en el día sobre la fruta de rechazo o racimos en descomposición para alimentarse de sus sustancias azucaradas, comportamiento que se aprovecha ampliamente en Urabá cuando se elaboran trampas con banano maduro para su atracción y captura.

La larva busca sitios secos para formar la pupa, la cual tiene forma arriñonada de color verde amarillento recién formadas y cambian a pardo claro cuando está a punto de emerger la mariposa, además presenta una pequeña área plateada y brillante situada lateralmente en el extremo del cuerpo.

Cabrillo negro

Nombre Científico: *Caligo sp*

Son mariposas de gran tamaño. Se caracterizan por presentar grandes ocelos en la parte ventral de las alas posteriores, las larvas permanecen en grupos, con bandas longitudinales, algunas veces con espinas cortas y colas bifurcadas. Son exclusivas del trópico, viven en

bosques y áreas de cultivo. Las larvas se alimentan de plantas musáceas; plátano, banano, heliconias. Los adultos se alimentan de las frutas en fermentación y excrementos.

No rev i s ten importanc ia económica, ya que tienen gran cantidad de enemigos naturales.

En banano esta plaga no representa altas pérdidas económicas, pero si en plátano, por las altas poblaciones que ocasionalmente se presentan en este cultivo.

Gusano canasta

En banano esta plaga no representa altas pérdidas económicas, pero si en plátano, por las altas poblaciones que ocasionalmente se presentan en este cultivo.

Gusano cogollero

Nombre Científico: *Spodoptera sp*

Se presenta ocasionalmente en cultivos de banano, sus poblaciones no llegan a ocasionar daño económico. Consumen la lámina de la hoja haciendo perforaciones, por lo general atacan la hoja bandera. En ocasiones pueden atacar al fruto ocasionándole roeduras en la cáscara, dañando la calidad de ésta.

Colaspis

Nombre Científico: *Colaspis sp*

Se le considera la principal plaga del fruto en las zonas de exportación del plátano y banano. Al emerger los adultos del suelo, vuelan directamente al fruto en donde al alimentarse dejan marcados los dedos con cicatrices o perforaciones en las hojas. Este insecto mordisquea a lo largo de los filos como a través de las superficies planas de los dedos tiernos..

Picudo Negro

Nombre Científico: *Cosmopolites sordidus*

Es una de las plagas de mayor importancia en los cultivos de plátano y banano en Colombia, son cucarrones que miden 1.5 a 2.0cm de largo, la cabeza presenta un pico largo y encorvado, posee dos antenas grandes, el color varía de café oscuro, cuando están recién nacidos; a negro cuando están desarrollados.

Enfermedades

Sigatoka Negra

Nombre Científico: *Mycosphaerella fijiensis*

Se considera la enfermedad más limitante en los cultivos de plátano y banano en Colombia, ataca las hojas de la planta, produciendo un deterioro acelerado del área foliar cuando se deja progresar sin ningún control, produce reducción de la calidad de la fruta, porque favorece la maduración prematura.

Daño

El daño inicial se observa en el envés de la hoja, al alrededor de los 10 a 12 días después de la infección con pizcas de color rojizo, las lesiones se alargan paralelas a la venación y cambian luego a color café oscuro en el envés y casi negro por el haz; estas pizcas se unen dando origen a una mancha oscura sin zonas amarillas en su contorno. Cuando hay alta inoculación gran parte del tejido se seca.

Moko

La enfermedad conocida comúnmente como Moko o Maduraviche del plátano y banano es ocasionada por la bacteria *Ralstonia solanacearum* raza 2.

Síntomas

En las hojas centrales es típico la formación de un halo amarillo, con marchites y amarillamiento de hojas y secamiento de la hoja bandera. Inflorescencia y racimos atrofiados, madurez

prematura del racimo. En el pseudotallo los vasos conductores se tornan rojizos, pardos claros a oscuros y en el corno es característico el punteamiento rojizo de haces vasculares con exudación de Moko.

Mancha Jonston

Nombre Científico: *Pyricularia griseae*

Son manchas redondas hendidas que originan una zona café rojiza que rodea el centro hundido de la lesión, fuera de ésta se detecta un área verde acuosa, el centro de la lesión se raja y no afecta normalmente la pulpa. El control de este problema consiste en mantener regulada la humedad de la plantación. (Colombia, 2009).

2.11. LIMÓN

2.11.1. Origen

El Limón Pérsico, también conocido como Lima Tahití o Tahití Lime en inglés, es de origen desconocido. Se considera un híbrido entre lima mexicana (*Citrus aurantifolia* Swingle) y la cidra (*Citrus medica* Linn) puesto que las flores están desprovistas de granos de polen u óvulos viables y los frutos raras veces tienen semilla. Es una fruta relativamente nueva que aparece en los huertos de California en el siglo XIX, presumiblemente procedente de Tahití en Oceanía. En El Salvador se conoció en los años 40's, cuando se estableció la primera plantación en la estación experimental San Andrés. El cultivo se ha extendido a todos los países tropicales del mundo.

2.11.2. Clasificación y descripción botánica

Clasificación botánica Clase: Dicotiledóneas

Sub-clase: Arquiclamídeas

Orden: Geraniales

Sub-orden: Geraniineas

Familia: Rutaceae

Sub-familia: Aurantioideas

Género: Citrus

Especie: latifolia

Nombre Científico: Citrus latifolia Tan.

Sinónimos: Citrus aurantifolia (Christm. Swingle) var. Latifolia Yu. Tanaka, Citrus aurantifolia (Christm. Et Panz.) Swingle var. Tahití

Nombres comunes en diferentes idiomas: Español: Limón Pérsico, Lima común de Persia, Lima de Tahití. Inglés: Tahití Lime, Seedles Lime, Persian Lime, Bears Lime. Francés: Leme de Perse, Lime de Tahití, Limettier-Limonellenbaum. Portugués: LimeriaBears.

Descripción Árbol: Es pequeño con muchas ramas o un arbusto arborescente; alcanza una altura de 6 a 7 metros y un diámetro de 5 a 6 metros. Su tronco es corto y sus ramas crecen en varias direcciones por lo que es necesario realizar poda de formación de manera sistemática. Posee brotes con espinas cortas y muy agudas.

Hojas: Son oblongas-ovales o elípticas-ovales, de 2.5 a 9 centímetros de largo, 1.5 – 5.5 centímetros de ancho, con la base redondeada, obtusa, el ápice ligeramente recortado, los márgenes un tanto crenuladas y una característica fragancia a limón cuando se les tritura; los pecíolos son alados en forma notoria, pero angostos y espatulados. Inflorescencia: Las flores fragantes son portadas en inflorescencias axilares de 1 a 7 flores. Cuando están plenamente expandidas, las flores son de 1.5 a 2.5 centímetros de diámetro con lóbulos del cáliz y pétalos de color blanco amarillento, estos últimos teñidos de morado a lo largo de sus márgenes. Las yemas son blancas en el interior y pequeñas.

El fruto: Tiene forma oval o de globo, con un ápice ligeramente deprimido, coronados por una cicatriz estilar corta en forma de pezón, tersa y con numerosas glándulas hundidas, de tamaño mediano, con un diámetro ecuatorial que oscila entre 50 y 70 milímetros; la pulpa es verde - amarilla y con ausencia de semillas, es jugosa, ácida y fragante. La cáscara presenta una coloración verde, desde tonalidades intensas hasta claras, es delgada, se rompe fácilmente y tiene sabor amargo. El peso promedio del fruto es de 76 gramos.

Requerimientos agroclimáticos

El cultivo de Limón Pérsico presenta determinadas necesidades, en referencia a las condiciones de suelo y clima en las cuales se desarrolla y produce mejor. Aunque teóricamente éstas se conocen, e incluso son numeradas en forma casi precisa por diferentes autores y/o tratados, en la práctica no se encuentran reunidas todas en el sitio en donde se desea establecer la plantación. Esto no significa que no pueda cultivarse en aquellas localidades que posean una o más características diferentes a las consideradas como las óptimas para el cultivo, lo cual ocurre con frecuencia, pero cuanto más se aproximen las condiciones presentes a las necesidades teóricas específicas, se incrementan las posibilidades de éxito. Siempre que se presentan estos casos de condiciones desfavorables, es necesario efectuar acciones y cuidados especiales para compensar o disminuir los posibles efectos de este factor negativo.

Clima. Este término muy general y un poco vago, considera una serie de elementos, muchas veces independientes entre sí, pero que en conjunto determinan todas las condiciones típicas de cada lugar. Los factores que se toman en cuenta son: 1. Temperatura. Su importancia es indirecta y directa. Como temperatura, se entienden los valores de temperatura máxima,

mínima, media horaria, media mensual y media anual. Estos datos son importantes para conocer la respuesta de la planta a la incidencia de los mismos. Es importante tomar en cuenta las temperaturas máximas y mínimas que ellos pueden soportar en condiciones normales sin sufrir daños visuales, así como los valores de temperatura óptima para su crecimiento y producción. El Limón Pérsico, presenta un nivel bastante amplio de adaptación a zonas de diferentes temperaturas. El Limón Pérsico, tiende a una floración repartida durante todo el año cuando se encuentra en condiciones de clima cálido, y una floración más estacional bajo climas de estaciones más marcadas. La temperatura influye de forma tal que el Limón Pérsico varía el tiempo desde la floración hasta la maduración, acortándose en zonas de clima cálido y se alarga en regiones frescas y frías, pudiendo variar de dos meses y medio a cuatro meses. Por ejemplo, en la zona del bajo Lempa el tiempo de fructificación es corto y en zonas del Norte de Ahuachapán es más largo.

También influye en el proceso de maduración, incluyendo la concentración de azúcares y desarrollo de la coloración de la cáscara. Concluyendo, la temperatura óptima del cultivo es de 22° a 28° grados centígrados, con temperatura mínima de 17.6° y una máxima de 38.6° grados.

Precipitación. La precipitación tiene gran influencia como fuente de humedad y como elemento decisivo en la toma de decisiones de riego del cultivo. En el país existen muchas plantaciones que dependen exclusivamente del período de lluvia y otras que se han adaptado a un sistema mixto, utilizando la lluvia y complementando con riego en época de verano.

Se estima que la cantidad de agua necesaria para un cultivar es de 6,300 y 8,400 m³ por manzana y por año, equivalentes a una precipitación de 900 a 1,200 milímetros. El inconveniente en nuestro país, no es la cantidad de agua necesaria, sino es que el régimen de precipitación es estacional con eventuales lluvias durante la época seca que impide la producción a menos que

se cuente con riego. Para el desarrollo adecuado de la plantación y sin tener problemas hídricos se recomiendan de 1,200 a 2,000 milímetros de agua por año.

Suelo. En el país se encuentran plantaciones en condiciones normales en una gran variedad de suelos. Pero al mismo tiempo, su desarrollo y productividad están estrechamente relacionados con la calidad del suelo en que se encuentren. Por lo general, los suelos deben reunir las siguientes condiciones:

1. Profundidad Efectiva. Se recomienda que sea superior a 2 metros, para garantizar un normal desarrollo radicular; aunque bajo condiciones de buen manejo, iniciando con el ahoyado profundo, se pueden tener buenos resultados en suelos de menor profundidad.

2. Adecuado. El mal drenaje puede ocasionar problemas fitosanitarios y en ciertos casos salinización en el suelo, afectando esto la producción y vida útil de la planta.

3. Libre de Pedregosidad. Debe tener baja concentración de pedregosidad, tanto en la superficie como en el perfil del suelo, ya que limita la nutrición, el desarrollo radicular y la mecanización, donde esta última es posible.

4. Pendiente Adecuada. La pendiente debe ser moderada, para un mejor aprovechamiento del riego y evitar problemas de erosión. Si se cumple con otras condiciones y se tiene un terreno con pendiente pronunciada, se debe establecer el cultivo con obras de conservación de suelo, tal como es el caso de algunas plantaciones de Cojutepeque, departamento de Cuscatlán, con terrazas múltiples, siendo el establecimiento encarecido por esta labor. Otra obra de conservación que es una alternativa más económica es la terraza individual, con la desventaja que se dificulta la cosecha de la producción.

5. Permeabilidad Conveniente. Esto se consigue manteniendo o mejorando la estructura del suelo, con aplicación de materia orgánica, complementando con cultivos de abonos verdes.

6. Libre de problemas de Salinidad. Las sales influyen en el crecimiento y producción de los árboles de limón, ya que son muy sensibles. Los efectos por el contenido de sales del suelo, dependen de la textura, sales predominantes, pluviometría, calidad y cantidad de agua de riego y la combinación del cultivar / patrón entre otras cosas.

7. Contenido de Materia Orgánica. La fertilidad del suelo está muy ligada a la cantidad de humus presente, y esta se debe mantener aplicando estiércol de ganado, gallinaza, composta u otro material orgánico descompuesto adecuadamente. El contenido de materia orgánica debe mantenerse entre el 2 y 4%.

pH

El limón se desarrolla bien en suelos con pH entre 5.5 y 8.5, siendo el óptimo de 5.5 a 7.0. Realmente se debe mantener el pH más en base a la disponibilidad de varios elementos nutritivos como el Fósforo P, Nitrógeno N, Calcio Ca, Potasio K, Magnesio Mg, Azufre S y Molibdeno Mo.

Al mismo tiempo se mejoran las condiciones físicas del suelo como la permeabilidad, aireación, velocidad de infiltración y capacidad para retener la humedad. Además, con un pH mayor a 6.5, la capacidad total de cambio del suelo aumenta, dándole una mayor fertilidad potencial. Otro aspecto importante, es la influencia sobre la solubilidad de elementos como el Aluminio Al, Cobre Cu, Hierro Fe y Manganeso Mn, los cuales resultan tóxicos, cuando el pH es demasiado bajo. Cuando el pH es muy alto, pueden aparecer deficiencias de Hierro Fe, Manganeso Mn, Zinc Zn y Boro B. 9.

Calcáreo, Carbonato de Calcio o Caliza. Este aspecto está relacionado con las condiciones físicas del suelo y la reacción. Teniéndose que un contenido de 1 a 3% resulta ventajoso si el suelo contiene adecuada cantidad de materia orgánica, en el caso contrario puede traer

problemas en la asimilación de ciertos elementos nutritivos, tales como Fósforo P, Hierro Fe, Cobre Cu, Zinc Zn, Manganeseo Mn y Boro B. (V., 2019).

2.11.3. Plagas y enfermedades

El Ácaro del tostador (*Phyllocoptruta oleivora*)

Daños: Los mayores daños son producidos sobre los frutos tiernos. Para su alimentación pica y succiona células de la epidermis con los estiletes de su aparato bucal. La evidencia visual de los daños se manifiesta por la decoloración o toma de un color café oscuro a negro cuando el ataque se ha realizado sobre frutos jóvenes, alcanzando grandes áreas o el fruto completo³. Cuando ataca las hojas, provoca en ellas manchas oscuras, daño que disminuye la capacidad fotosintética de la planta y puede provocar la caída prematura de las hojas.

Picudo (*Compsus sp*)

El picudo en la región es uno de principales problemas en los huertos, por lo cual el ICA está implementando un plan de choque con Regen (fenil-pirasol) el cual está regalando a los agricultores, para luego aplicar beaoveria bassiana y metharrizyum... En la Hacienda la cristalina esta plaga ya afecto algunos lotes en su totalidad; aunque se realizaron aplicaciones de beaoveria bassiana y metharrizyum y en la actualidad se están realizando aplicaciones con karate y control manual para medir la población.

TRIPS (*Heliothrips sp, Selenothrips sp, Frankiniella sp*)

Estos insectos empiezan a alimentarse dejando manchas estrechas, alargadas y grisáceas sobre los pequeños frutos recién cuajados. En los frutos ya más desarrollados, las manchas alargadas son más anchas y de color negruzco, en limón; otras veces son circulares, alrededor del ombligo. Pueden atacar a flores y hojas nuevas, produciendo deformaciones¹⁶. Lo trips son muy polífagos, atacan todas las variedades de cítricos.

Pulgones (*Aphis spiraeicola, A. citricola, Toxoptera aurantii, Myzus persicae*)

Existen varias especies de pulgones considerados plaga en los cítricos, pero los más comunes e importantes son el Pulgón negro y el verde. Entre las principales especies de pulgones que atacan cítricos se encuentran: El Pulgón negro *Toxoptera aurantii*, Pulgón verde *Aphis spiraeicola* y el Pulgón café *Toxoptera citricidus*. Los áfidos o pulgones son insectos chupadores que se alimentan de la savia de las hojas tiernas causando su deformación. Su principal daño ocurre en plantas jóvenes. Infestaciones fuertes pueden reducir el crecimiento, producir desprendimiento de flores y frutos y apareamiento de fumagina.

Podredumbre blanca de la raíz (*Rosellinia necatrix*)

Este hongo está presente en todos los suelos y en maderas muertas o en descomposición; pudiendo producir daños hasta en plantas jóvenes de vivero. SINTOMAS Existen diferentes tipos de síntomas aéreos que pueden observarse en los cítricos infectados por este hongo y que consisten en la defoliación y muerte lenta: los árboles suelen presentar un retardo en su crecimiento con ausencia de formación de nuevos brotes. Durante el verano aparece un amarilleo del follaje, con hojas más pequeñas de lo normal, dando lugar a una prematura defoliación al final del verano. En el sistema radicular los síntomas se manifiestan con la pudrición de pequeñas raíces por el micelio blanco del hongo que invade después las grandes raíces, que se pardean al principio y después se ennegrecen. La invasión se extiende a través del cortex y cambium del tronco y progresa hacia arriba produciendo exudados de savia. -Factores que favorecen el desarrollo de la enfermedad. • Los suelos pesados, con elevado contenido en arcilla (50%). • Elevada humedad (75-100%). • Temperaturas entre 20-25°C. • pH entre 5 y 7. • Suelos con alto nivel de materia orgánica. • Suplementos como superfosfato cálcico y paja de arroz.

GOMOSIS (*Phytophthora nicotianae*, *P. citrophthora*)

Síntomas

Esta enfermedad ataca a plántulas en almácigos, viveros, así como a árboles jóvenes y adultos en sus diferentes etapas de desarrollo. Los síntomas aparecen como manchas irregulares de color oscuro, en la base del tallo, la corteza se agrieta y se produce un exudado de goma de color pardo. Los árboles afectados presentan amarillamiento de las hojas, declinación y finalmente si el tronco está completamente anillado se produce la muerte del árbol. El ingreso del patógeno en la planta ocurre por

heridas, aunque en las plantas jóvenes debido a que los tejidos no están lignificados, puede haber entrada del patógeno sin necesidad de heridas. En los frutos producen una pudrición marrón del fruto. El factor más crítico además de la temperatura y de la susceptibilidad del hospedero es la alta humedad del suelo, en especial cuando está en contacto con el cuello de la planta. El agua es el principal agente de diseminación de la enfermedad.

Secamiento de los cítricos (*Ceratocystis fimbriata*)

Esta enfermedad también es llamada “muerte basal” o “muerte súbita”. **SÍNTOMAS** Los síntomas externos se caracterizan por la pérdida de brillo en las hojas de una o varias ramas del árbol. Posteriormente ocurre un amarillamiento de hojas, doblamiento de bordes hacia arriba y posterior defoliación. Luego las ramas se secan y muere la copa del árbol. La sintomatología externa puede ser confundida con síntomas característicos de otro tipo de enfermedad vascular. (Barrientos Moreno, 2009).

2.12. PACAY

Otros nombres: Guama, Pacay, Pacai, Ingá-cipo, Guano de oso

Nombre botánico: *Inga edulis* Mart. *Edulis* significa comestible.

Familia: Fabaceae

Nombres botánicos anteriores: *Feuillea edulis*, *Inga benthamiana*, *Inga edulis* var. *grenadensis*, *Inga minutula*, *Inga scabriuscula*, *Inga vera*, *Inga ynga*, *Mimosa inga*, *Mimosa yunga*

2.12.1. Descripción

Altura: 6-15 m. Árbol del estrato intermedio alto. Tronco: 15-40 cm de diámetro. Corteza: lisa de color claro, por dentro la corteza interna es amarillenta. Hojas: compuestas, paripinnadas, alternas, raquis con peciolo de 5-18 cm de largo, pubescentes, de los cuales 1-4 cm corresponden al peciolo, con 3-5 excepcionalmente 6 pares de folíolos, opuestos, elípticos o elíptico

lanceolados de 4-20 cm de largo por 2-8 cm de ancho, los folíolos apicales de mayor tamaño, pubescentes en ambas caras, la inferior con nervaduras prominentes, impresas en la superior, márgenes enteros, pecíolos breves de hasta 1 mm de largo, raquis alado y con una glándula sécil circular en cada yugo.

Flor: Inflorescencias espiciformes de 5-10 cm de largo de los cuales 1-1,5 cm corresponden al pedúnculo, raquis y pedúnculos pubescentes. Flores sésiles blanco cremosas, cáliz tubuloso de 5-7 mm de largo por 2-3 mm de ancho, exteriormente pubescentes y provisto de surcos longitudinales, limbo 5-dentado, dientes triangulares, de 1-1,5 mm de largo. Corola tubulosa exteriormente hirsuta con tubo de 8-10 mm de largo, limbo 5-lobulado, lóbulos de 3 mm de largo.

Fruto: Vaina oblonga, alargada, marginada, pubescente de 5-12 cm de largo por 1,5 cm de ancho, indehiscente. Semillas numerosas de 12 mm de largo por 8 mm de ancho.

Ecología

Fenología: Árbol perennifolio.

Distribución: en Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Paraguay y Uruguay. En Argentina se encuentra en la provincia de Salta y Jujuy. En Yungas se encuentra en el sector norte y centro, en el piso ecológico de la Selva Montana.

Usos: la madera se usa para postes, leña, carbón. La pulpa blanca y carnosa de las semillas es comestible y dulce. Además las semillas son usadas por nativos por sus propiedades narcóticas. (ProYungas, 2019).

2.13. COPOAZÚ

2.13.1. Origen

El copoazú o cupuassú, o cacao blanco, *Theobromagrandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum., es un pariente muy cercano del cacao (*T. cacao*), originario de la amazonia oriental, el cual es considerado una fruta tropical muy promisoriosa para los trópicos húmedos, el copoazú es una especie nativa de la Amazonía oriental. Se encuentra en estado silvestre en la parte sudoeste del estado de Pará, y en la pre Amazonía hacia el estado de Maranhão, Brasil. La distribución espontánea de esta especie incluye áreas de tierra firme y de terrazas aluviales, así como bosques vírgenes. Debido a que es un cultivo precolombino, es difícil separar con precisión las áreas de ocurrencia natural de aquellas donde está presente por acción antrópica.

2.13.2. Descripción taxonómica

La siguiente taxonomía pertenece al copoazú.

Reino Vegetal

Subreino Embryobionta

División Magnoliophyta

Clase Magnoliopsida

Subclase Dilleniidae

Orden Malvales

Familia Sterculiaceae

Género *Theobroma*

Especie *T. grandiflorum*

2.12.3. Descripción botánica

El copoazú, *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum., es una especie arbórea que alcanza hasta los 18 metros de altura.

Raíz

La raíz es típica y normal por su origen. A los 10 años las raíces laterales y ramificaciones que se desprenden de la raíz principal, se profundizan hasta dos m y le sirven de anclaje al árbol. En los primeros 20 cm del suelo se encuentran las raíces laterales o secundarias que pueden alcanzar una longitud de 5 a 6 cm.

Tallo

El tallo es erecto, su cáscara es marrón oscura y consta de ramificaciones tricotómicas, con las ramas superiores ascendentes y las inferiores horizontales. El crecimiento de la parte aérea obedece a un patrón bien definido. El tallo crece en etapas de 1.0 a 1.5 m, emitiendo ramas plagiotrópicas trifurcadas al final de cada período.

Hojas

Las hojas son simples, subcoriáceas, glabras, oblongas u oblongo-ovaladas de color verde en el haz y verde claro o rosado en el envés, el cual cuenta con un revestimiento delicado de pilosidad. Llegan a medir de 25 a 35 cm de longitud por 6 a 10 cm de ancho.

Flor

Las inflorescencias son cimas pequeñas localizadas en las ramas horizontales, compuestas por cinco flores o más; cada flor tiene 5 sépalos, 5 pétalos, 5 estambres y un ovario pentagonal con 5 lóculos.

Las inflorescencias están localizadas en las ramas plagiotrópicas; los cinco sépalos del cáliz pueden estar parcialmente unidos o libres; los cinco pétalos de la corola presentan cada una

forma de túnica en la base, con la parte superior laminar de color rojo oscuro; los cinco estambres se hallan en el interior de la túnica; el ovario pentagonal es obovado y consta de cinco lóculos multiovalados.

Fruto

Los frutos son bayas drupáceas oblongas de 12 a 15 cm de largo y de 10 a 12 cm de diámetro. El fruto contiene entre 20 y 50 semillas envueltas en una pulpa mucilaginosa con un aroma agradable.

El promedio de semillas halladas en cada fruto es de 32, las cuales se hallan superpuestas en hileras verticales en torno a las placentas envueltas por una abundante pulpa acidulada.

El fruto es elipsoidal, liso por fuera y llega a pesar más de 1.5 Kg. El endocarpio es blanco, terso y tiene un sabor ácido. Contiene de 25 a 50 semillas superpuestas en cinco filas. Se lo cosecha cuando madura y cae al suelo.

Ecología

El copoasú tiene como hábitat natural el bosque tropical húmedo de las tierras altas no inundables, siendo sombreado parcialmente por los árboles de mayor tamaño.

Se adapta favorablemente a las regiones muy húmedas de los trópicos y en especial en la amazonía y orinoquía. Requiere buen drenaje, tolera sombra y crece bien en suelos profundos, con alta fertilidad.

Distribución geográfica, el copoazú se halla distribuido por la Cuenca amazónica, América Central y el Caribe.

Factores climáticos Las condiciones climáticas favorables para el desarrollo del copoazú son bastante variables. En las zonas de ocurrencia natural, la temperatura media varía entre 21.6 a 27.5° C, la humedad relativa del aire está comprendida entre 64 y 93% y las precipitaciones

pluviales anuales fluctúan entre 1,900 y 3,100 mm. Se ha observado buen desempeño de la especie en regiones con clima subhúmedo y súper húmedo, con lluvias anuales superiores a 1,800 mm, bien distribuidas donde la temperatura media anual es superior a los 22°.

2.12.4. Plagas y enfermedades

La broca (*Conotrachelushumeropticus*) es un coleóptero que se alimenta de la parte interna del fruto, causando pudrición en la pulpa. Se puede utilizar pulverizaciones de insecticidas fosforados al 1%.

Entre las enfermedades, el mayor problema del copoasú es la escoba de bruja, causada por el hongo *Crinipelis pernicioso*. Produce supercrecimiento y superbrotamiento de las ramas, que se encorvan, secan y mueren; si el ataque alcanza a las flores y frutos, no se desarrollan y se secan. Se debe eliminar las ramas y frutos atacados, las ramas se deben cortar a 20 cm debajo del área infectada durante los meses de mayor intensidad de lluvias. La aplicación de funguicidas cúpricos al 0.4% reduce la incidencia de la enfermedad.

El hongo *Lasiodiplodiatheobromae* ocasiona pudrición interna de los frutos, causando oscurecimiento total o parcial de la pulpa; el hongo ingresa a través de heridas generadas por insectos, por lo que el empleo de insecticidas de contacto reduce la incidencia de la enfermedad.

La antracnosis (*Collethotricumgloesporoides*) produce manchas cloróticas de tamaño variable con secamiento progresivo de las hojas atacadas. Se puede controlar con pulverizaciones quincenales de funguicidas cúpricos al 0.3%, estas pulverizaciones también resultan efectivas al controlar la antracnosis.

Fenología

La floración del copoasú se inicia entre abril y septiembre y la fructificación se distribuye entre octubre y mayo, con picos en los meses de diciembre, enero y febrero.

Propagación

Las semillas más grandes y más pesadas son las que producen plántulas más vigorosas, debiendo descartarse las semillas pequeñas y livianas. La germinación se inicia a los 12- 13 días y a los 25 días el porcentaje de germinación es del 90%.

Las semillas se pueden almacenar por espacio de 6 a 8 días, ya que siendo recalcitrantes, pierden el poder germinativo rápidamente, especialmente cuando son expuestas a baja humedad relativa del aire o a bajas temperaturas. Las semillas destinadas a la producción deben ser despojadas del mucílago mediante una fermentación ligera.

Uno de los métodos de propagación recurre a semillas pregerminadas en un sustrato de aserrín descompuesto, que luego son transferidas a bolsas de plástico que contengan un sustrato constituido por una mezcla de tierra de bosque y estiércol de corral en proporción volumétrica 1:1. (Ugalde, 2019).

2.14. ASAI

2.14.1. Descripción

Euterpe precatoria Mart. Es una especie perteneciente a la familia de las palmas (Arecaceae), descrita por Martius en 1842. Se caracteriza por tener tallo solitario, rara vez cespitoso, erecto, alcanza entre los 10-20 m de altura y entre 10-23 cm de diámetro, sostenido por un cono de raíces epigeas rojizas muy juntas. Tiene una corona con 10 a 20 hojas, con vainas formadas por un pseudocaule de cerca de 1 m de largo, raquis con 2-3 m de largo, 60-90 pinnas angostas y péndulas que llegan hasta 80 cm de largo y 2-3 cm de ancho.

La inflorescencia tiene un pedúnculo de cerca de 20 cm de largo, el raquis alcanza cerca de 40 cm de largo y posee alrededor de 90 raquillas péndulas, blanquecinas y tomentosas. Los frutos son esféricos de poco más de 1 cm de diámetro, de color negro violáceos en la madurez, con semillas globosas rodeadas de fibras delgadas y con endospermo homogéneo. Se reconocen dos variedades: var. precatória y var. longevaginata, las cuales se diferencian por características morfológicas y de distribución geográfica. La variedad precatória crece específicamente en tierras bajas de la Amazonia, en bosques de galería de los Llanos Orientales y las tierras bajas del Catatumbo; la variedad longevaginata por su parte, se encuentra naturalmente en los Andes, en las tierras bajas del Pacífico y en el Valle del Magdalena.

E. precatória es similar a E. oleracea, pero esta última se caracteriza por tener tallos cespitosos, semillas con endospermo ruminado y sus plántulas tienen hojas bífidas.

Nombres comunes La especie en Colombia recibe diferentes nombres comunes; en la región amazónica y el oriente colombiano es conocida como: asaí (Amazonas), guasaí, huasaí (Guainía, Guaviare y Vaupés), manaca (Casanare, Guainía, Meta y Vichada), maizpepe, palmicha (Meta), manaco, manaqué (Casanare, Meta y Vichada). En otras regiones del país: Cecilia (Nariño), chapín, murrapo, solita, palma solita (Chocó), macana (Antioquia), naidicillo (Cauca), palmiche (Antioquía, Santander) palmicho (Antioquia, Norte de Santander). En Bolivia: panabí (Chácobo), Brasil: açai, açai da mata, assaí da mata; Ecuador: ini-bue (Siona), palmito, sadke (Shuar); Perú: huasaí, tuncisadke; Venezuela: manaca, mapora, palmito manaca.

Uso Presenta múltiples usos, pero los principales a nivel comercial están enfocados al aprovechamiento del palmito y los frutos para la preparación de diferentes bebidas. Los frutos maduros tienen gran cantidad de aceite y son de rico sabor, lo cual los hace muy apetecidos por

las comunidades de la región, se cocinan ligeramente en agua tibia y se toman en jugo o chicha; el cogollo se consume como palmito; y el tronco se utiliza en construcción de casas y malocas.

Distribución geográfica La especie se distribuye desde Centroamérica y las Antillas hasta el Norte de Suramérica, incluyendo toda la cuenca amazónica (Henderson, 1995). En Colombia se encuentra específicamente en la Amazonia, en bosques de galería de los Llanos orientales, en tierras bajas del Catatumbo, en el Magdalena medio, en el Alto Sinú, en el Pací

Ecología El asaí es una especie heliófita que crece en bosques húmedos desde el nivel de mar hasta los 2000 m de altitud. Se encuentra en crestas de montañas en elevaciones por debajo de 2000 m y en tierras bajas, a lo largo del borde del río por debajo de los 350 m, siendo típica de márgenes de ríos de aguas blancas, en ecosistemas de várzeas, asociada con el Mirití o canangucha en zonas inundables.

En los bosques inundables del área en aprovechamiento, se identificó que esta especie tiene el mayor índice de valor de importancia ecológica y se encuentra principalmente junto con *Oxandrapolyantha* (Annonaceae) y *Mauritia flexuosa* (Canangucha).

Con menor porcentaje dentro del índice, se encuentran otras especies de las familias Fabaceae (*Diplotropis* y *Pterocarpus*), Myristicaceae, Violaceae, Lecythidaceae y Euphorbiaceae.

Floración y fructificación La duración del ciclo reproductivo de *E. precatoria* es de 12 meses (un año), el cual se manifiesta desde la formación de la espata, su apertura y exposición de los botones florales, anthesis floral masculina, apertura y fecundación de las flores femeninas, cuajamiento, desarrollo, maduración y caída de los frutos hasta dejar de observar la presencia del racimo seco en la planta (SINCHI, 2015).

2.15. MARA

Clasificación taxonómica

La siguiente taxonomía pertenece a la Mara (*Swietenia macrophylla* King).

Reino *Plantae*

Sub Reino *Embryobryota*

División *Magnoliophyta*

Clase *Rosales*

Subclase *Rosidae*

Orden *Rutales*

Familia *Meliaceae*

Género *Swietenia*

Especie *Swietenia macrophylla* King

N.Común *Mara o Caoba*

2.15.1. Descripción botánica

Árbol

Árbol nativo de los bosques del Centro y Sud América, perennifolio o caducifolio, de 30 a 60 m de altura; los árboles adultos miden entre 75 a 350 cm a la altura de pecho.

Fuste

Es recto y libre de ramas en buena proporción bastante cilíndrico, los contra fuertes pueden tener una altura de más de 4 metros.

Corteza

Presenta una corteza externa de color gris a pardo rojizo, con muchas fisuras profundas a lo largo del fuste, áspera con grietas profundas, de color castaño claro. La parte interior es de color rosado a rojo, fibrosa de 2000).

Copa

Es redondeada y abierta, amplia que puede llegar a medir 14 metros de diámetro, con forma de sombrilla.

Tronco - Ramas

El tronco es derecho y limpio, ligeramente acanalado con contrafuertes bien formados hasta de 2 a 5 metros de alto. Pocas ramas gruesas ascendentes y torcidas por arriba de los 25 m.

Follaje

Esta especie es distintiva en los bosques en los meses de junio, julio y agosto, por el crecimiento de retoños de nuevas hojas de color verde claro que son visibles a distancia. Esta característica facilita la identificación preliminar desde lejos en el campo.

Hojas

Hojas son compuestas paripinadas, alternas, sin estipula, la yema terminal a las ramillas es rodeada de pequeñas brácteas alargadas de punta aguda. De 3 a 5 partes de hojuelas opuestas, anchas, de verde amarillentas y verde oscuro en el haz y verde pálido en el envés, sin pelos.

Flores

Están dispuestas en pequeñas panículas de color blanco verdoso, con flores pequeñas con cinco pétalos blancos amarillentos y 10 estambres diminutos de color castaño, esta comienza a florecer entre los 12 a 15 años, las flores aparecen en noviembre y en marzo.

Fruto

El fruto es una capsula erecta leñosa, alargadas a ovoide, de color pardo grisáceo, que se abren longitudinalmente en la base hacia el ápice para dejar caer las semillas aladas, de sabor desagradable.

Semilla

Semillas numerosas de 1 cm de largo, irregulares, comprimidos de color canela, provisto de una prolongación en forma de ala de 8 a 10 cm de largo y 2 a 2.5 cm de ancho. Las semillas son sumamente amargas y astringentes son muy livianas esponjosas.

Ecología

Es una especie pionera longeva (pioneras especies que aparecen en el bosque y permanecen por muchos años). Aun que es heliófila, es tolerante a la sombra leve, propiedad que le permite desarrollarse bajo la sombra de pioneros iniciales como Balsa (*Ochroma pyramidale*) y Guarumo (*Cecropia spp.*). Se

encuentra en pequeñas manchas en el bosque, frecuentemente separadas.

Distribución Geográfica

Tiene una dispersión que va desde México hacia toda América central, Venezuela, Colombia, Perú, Ecuador y Bolivia. En Bolivia se encuentra en bosques húmedos (basal) sub tropical de los departamentos de Santa Cruz, Beni, Pando, La Paz y Cochabamba.

Factores climáticos

a) Temperatura

Para el crecimiento de la Mara o Caoba según define la temperatura media anual de 24 °C ó mayor, estableció un rango de temperatura día anual de 23 a 28 °C con extremas de 12 a 35 °C.

a) Precipitación

La Mara o caoba es una especie de la región climática súper húmeda con 1000 a 2500 mm de lluvias; cultivada hasta con 5000 mm; aunque prefiere término medio de 1600 mm con estación seca, no tolera temporadas de sequías. Prospera en regiones de abundante precipitación pero puede vivir en zonas de clima tropical.

a) Clima

Según La FAO/ PAF – BOL. MDSP, 1999, nos indica que en Bolivia se encuentra en bosques húmedos tropicales, bosques húmedos premontanos tropicales, bosques secos sub tropicales, y bosques húmedos subtropicales de los departamentos de Santa Cruz, Beni, La Paz y Cochabamba.

Suelo

Especie que prefiere suelos profundos, bien drenados y ricos en materia orgánica. Su desarrollo óptimo ocurre en suelos franco arenoso, fértiles, con buen drenaje interno y externo y un pH entre 6 a 7.5.

Altitud

Su distribución altitudinal abarca desde los 1500 msnm. Pero se encuentra principal mente en altitudes hasta los 450 m.

Plagas y enfermedades

Señala que el mayor problema que se presenta en el cultivo de la caoba (tanto en plantaciones como en repoblación natural) es el ataque de los árboles jóvenes por los barrenadores de los brotes *Hypsipyla*, *Grandella* en (América) y *Hypsipyla Robusta* (Asia) los cuales producen formas arbustivas y es casos extremo la muerte de la planta.

Por esta razón se aconseja no plantar esta especie en gran escala, pues además del ataque de la *Hypsipyla*, *Grandella* hay otras plagas como insectos *scolytidae*, (Q. 1999).

2.16. CASTAÑA

Clasificación taxonómica

Reino: Vegetal

Subreino: Embryobionta

División: Spermatophyta

Subdivisión: Angiospermae

Clase: Monocotiledónea

Familia: Lecythidaceae

Género: Bertholletia

Especie: B. excelsa H.B.K.

Tronco

Árbol de porte muy grande, llegando a medir hasta 60 m de altura, con diámetro a la altura del pecho de 2 m, fuste cilíndrico, recto, liso, cónico y desprovisto de ramas hasta la copa; corteza externa fisurada gris oscura o negrusca. Corteza interior color crema-amarillenta, muy fibrosa. Madera moderadamente pesada (densidad 0.75 g/cc) superficie sin brillo y lisa, buena resistencia al ataque de organismos xilófagos.

Hojas

Las hojas son deciduas, con pecíolos de 5 a 6 cm de longitud, en forma cóncava, lámina cartáceo-coriácea, verde brillante en el haz y verde pálido en el envés, color marrón rojizo cuando jóvenes, con 25 a 35 cm de longitud y 8 a 12 cm de ancho, oblongas o elíptico-oblongas, base aguda, ápice obtuso-redondeado y ligeramente acuminado, márgenes ondulados, nervadura central prominente en la cara inferior y de sección rectangular; nervaduras laterales abundantes, delicadas y rectas, en ángulos de 60° con la nervadura central

Inflorescencia.

La castaña presenta inflorescencias espiciformes, axilar o en panículas terminales, de pocas ramas, erectas, raquis anguloso de 12 a 16 cm de longitud.

Flores

La castaña presenta flores zigomórficas, con dos a tres sépalos y seis pétalos amarillos, no adherentes e imbricados, levemente desiguales, gruesos y carnosos en la base; andróforo con la parte superior hemisférica, conteniendo interiormente numerosas escamas arqueadas, con ápice acuminado, numerosos estambres dispuestos alrededor del orificio de la lígula; ovario ínfero, tetralocular o pentalocular, lóbulos generalmente con cuatro a seis óvulos, estilete tubulado, deflexo para el lado del andróforo, estigma capitado y multipapiloso. También indica que las flores solitarias o en racimos son pequeñas, de unos 2 cm de diámetro. Están formadas por el cáliz bífido, corola con seis pétalos duros cóncavos y amarillentos y al centro el andróforo, este es un cuerpo curvo formado de una parte superior cóncava, de cuyo lado interno salen numerosos estaminodios y de una inferior aplanada, que tiene una abertura rodeada de estambres por la cual sale el pistilo, largo y curvo.

Fruto y semilla

El fruto es una cápsula de tipo pixidio incompleto, llamado popularmente “coco”, en español y “ourico”, en portugués. Es esférico o ligeramente achatado, con cáscara dura y leñosa; ápice del fruto con una región diferenciada de 7 a 10 cm de diámetro, en cuyo centro se encuentra un orificio de 1 cm de diámetro, correspondiendo al opérculo.

El peso de cada fruto varía entre 200 y 2000 g, con diámetro de 10 a 25 cm, un promedio de 18 semillas angulosas de 4 a 7 cm de longitud, con cáscara coriácea y rugosa, conteniendo en su interior una almendra blanco lechosa, recubierta por una epidermis de color marrón. 1 kg de semillas contiene aproximadamente 70 unidades, viables cinco meses. Los frutos se desprenden del árbol con gran ruido y caen al suelo. Dentro del pixidio hay de 15 a 20 semillas grandes, de 4 a 5 cm de largo, con un lado cóncavo y los otros dos planos; el primero esta inmediato a la cáscara, los otros dos se aplanan por la presión con la otras semillas. La testa es dura y oscura, cubierta de estrías transversales. El mismo autor indica que la estructura de la semilla muestra que la testa se compone de dos capas; una externa, en empalizada, de esclereidas que contiene el lumen muy abierto hacia la superficie y miden cerca de 1 mm de largo; y otra interno y oscuro constituida por varios estratos de células muy pequeñas y compactas. También señala que el embrión está cubierto por una capa delgada de endosperma, que se forma del hipocótilo y principalmente del parénquima que contiene abundantes granos de aleurona. La cosecha es manual, los frutos maduros caen del árbol y son recolectados del suelo, durante la estación lluviosa, generalmente por la mañana. Por la tarde, el fruto es abierto con hacha o machete, las semillas extraídas se lavan inmediatamente, después de secadas por pocas horas son almacenadas bajo techo. El secado posterior al sol por algunos días y su almacenamiento en ambiente seco, favorecen la calidad de la semilla para su procesamiento y también mejora el

precio del producto.

Germinación y propagación Cuando las semillas son sembradas con cáscara, la germinación es extremadamente lenta y con acentuada desuniformidad, iniciándose 180 días después de la siembra, con solamente 25% de germinación a los 70 días. Por otro lado cuando las semillas son sembradas desprovistas del tegumento, las primeras plántulas emergen en el sustrato de germinación a los 25 a 30 días después de la siembra. A los 90 días el porcentaje de germinación sobrepasa el 80%. En condiciones naturales la emergencia puede demorar de 6 a 18 meses. La castaña puede ser propagada por semilla, injerto y por cultivo de embriones inmaduros. En el caso de la propagación por injerto, la semilla es el elemento esencial en el manejo, pues el porta injerto es la propia castaña, obtenida por vía sexuada. Los rendimientos de árboles de 30 años de edad son estimados en 300 kg de nueces/árbol/año; lo que da una densidad de 25 plantas/ha y asciende a 7500 kg/ha. Árboles injertados a los 12 meses producen 23 litros de castaña, cantidad superior a la producción de árboles nativos que en promedio producen de 5-14 litros/planta. El mismo autor indica que en agroforestería sucesional multiestrata, entre el sexto y décimo año se ha registrado la producción de 6-25 frutos/árbol, con un promedio de 17 semillas/fruto. Otras informaciones señalan producciones de árboles de 16 años de 30-50 frutos. La siembra directa en el campo no es recomendable, en vista que las semillas son de difícil germinación y también debido a los riesgos de ataque de roedores y el alto costo de mantenimiento del área plantada. La propagación por injerto es usada con bastante éxito en la instalación de cultivos comerciales, cuando el objetivo principal es la producción de castaña, que produce la primera cosecha entre los 10 y 15 años.

Plagas y Enfermedades

La plaga de ocurrencia más común es la hormiga cortadora (*Atta sexdens*), que corta las hojas

y que puede ser controlada con cebos formícidas, distribuidas en el área. El coleóptero *Tribolium castanum* que ataca las castañas almacenadas, también ha sido registrada como plaga, siendo su ocurrencia, por ahora, rara. El control de este coleóptero puede ser efectuado fumigando la castaña con fosfina. También indica que hasta el presente, la castaña es poco atacada por enfermedades. Solamente se tiene registrada la mancha parda de las hojas, cuyo agente etiológico es el hongo *Cercospora Bertholletia* y el “tostado de los injertos”, causada por *Phytophthora heveae*, que ocasiona la muerte de los injertos, la primera puede ser controlada con fungicidas cúpricos (0,3%) o con Benomyl (0,1%) y la segunda por medio de pulverizaciones con Metalax más Mancozeb (0,1%). (Chiquimia Careaga, 2007).

3. Marco referencial

De acuerdo a bibliografías consultadas, si se evidencias otras investigaciones y proyectos relacionados exclusivamente a los sistemas agroforestales

4. MATERIAL Y METODOS

4.1. Ubicación del ensayo

El presente proyecto de grado titulado “Implementación de una parcela de sistemas agroforestales bajo riego” se ejecutó en la comunidad de Mukden perteneciente al municipio de Bolpebra provincia Nicolás Suarez, del departamento Pando, sobre la carretera Cobija-Bolpebra a 32 kilómetros de distancia de la ciudad de Cobija.

4.2. Material vegetal

El material vegetal que se utilizará en la presente investigación serán: Asai (*Euterpe precatoria*), Castaña (*Bertholletia excelsa*), Pacay (*Inga edulisMart.*), Mara (*Sweteniamacrophilaking*), Plátano (*Musa x paradisiaca L.*) y Limón (*Citrus latifolia Tan.*).

Materiales

- Maquina rosadora
- Machetes
- Wincha métrica
- Estacas
- Boca de lobo
- Regaderas
- Carretilla
- Camioneta
- Pita

4.3. MÉTODOLÓGIA APLICADA

Para lograr los objetivos específicos planteados en el proyecto de grado, a continuación se detallan las principales actividades a ejecutarse:

4.3.1. Área del SAF

El área total que se utilizó para la implementación de la parcela de sistema agroforestal fue de 125 metros de largo x 80 metros ancho, haciendo una superficie de 10.000 metros cuadrados.

4.3.2. Limpieza del área

Esta actividad se realizó con la ayuda de machetes, azadón, rosadora y una motosierra, esta última con el propósito de eliminar los troncos de toda la superficie, área que fue utilizada anteriormente con el cultivo de yuca.

4.3.3. Demarcación del área

Actividad que se realizó con la ayuda de una pita (cuerda) y una wincha para la delimitación y ubicación de los hoyos para la deposición de los plantines utilizados en la implementación del sistema agroforestal.

4.3.4. Apertura de hoyos

Actividad que se ejecutó con la ayuda de un boca de lobo, excavando en cada uno de los sitios correspondiente de acuerdo al croquis de campo.

4.3.5. Transplante

➤ Castaña

Esta actividad se realizó de forma manual utilizando herramientas menores tal como boca de lobo, azadón y pala, utilizando un distanciamiento de 20 m entre plantas x 20 m entre hieleras, haciendo un total de 35 plantas.

➤ **Asai**

Esta actividad se realizó de forma manual utilizando herramientas menores tal como boca de lobo, azadón, utilizando un distanciamiento de 5 m entre plantas y 20 m entre hieleras, haciéndose un total de 84 plantas, estas ubicadas sobre las hileras de las castañas.

➤ **Copoazú**

Actividad que se transplantó a una distancia de 5 m entre plantas y 20 m entre hieleras

➤ **Limón**

Distanciamiento de 20 x 20 metros, haciendo un total de 30 plantines

➤ **Pacay**

Distanciamiento de 10 x 20 metros, haciendo un total de 48 plantines

➤ **Mara**

Esta actividad se realizó de forma manual utilizando herramientas menores tal como boca de lobo, azadón y pala, utilizando un distanciamiento de 20 m entre plantas x 20 m entre hieleras, haciendo un total de 24 plantas.

➤ **Plátano**

Esta actividad se realizó de forma manual utilizando herramientas menores tal como boca de lobo, azadón y pala, utilizando un distanciamiento de 5 m entre plantas x 20 m entre hieleras, haciéndose un total de 102 plantas.

➤ **Identificación y control de plagas y enfermedades**

Periódicamente se efectuaron evaluaciones de la incidencia de plagas y enfermedades mediante observación directa de los síntomas, desde el inicio del ensayo hasta la culminación del mismo no se identificó un ataque significativo de plagas y enfermedades, fue por ello que tampoco fue

necesario la aplicación de insecticidas y plaguicidas a las plantas de la parcela de Sistema Agroforestal.

4.4. MUESTREO DEL SUELO

Esta actividad se realizará de forma manual, donde se procederá a la toma de las sub-muestras de suelos al azar, sub-muestras que se colectará a una profundidad de 0 a 40 cm, para ellos se utilizará una pala y un azadón, una vez obtenidas todas las sub-muestras se las depositará en un balde limpio y luego se homogenizará y se cuarteará obteniendo una muestra representativa equivalente a un kilo, muestra de suelo que será enviada al Laboratorio de Análisis Físico-Químico de Suelos, del Área de Ciencias Biológicas y Naturales, de la Universidad Amazónica de Pando.

Resultados del análisis de suelo

Características del suelo del área experimental

Variables	Unidad	Valor	Interpretación
pH (1:5 agua destilada)	pH	5,20	Fuertemente Ácido
Conductividad eléctrica	Uscm-1	31	Bajo
M.O.	%	1,20	Bajo
N Total	%	0,05	Bajo
P	Mg kg-1	5	Bajo
K	Cmol/kg-1	0,24	Medio
Ca	Cmol/kg-1	1,40	Medio
Mg	Cmol/kg-1	0,60	Medio
Na	Cmol/kg-1	0,03	Bajo
Textura	%	Ar – 66	Franco arcilloso arenoso
		L - 10	
		Y – 24	

Fuente: Laboratorio de suelos CIAT-SANTA CRUZ DE LA SIERRA- BOLIVIA

5. Evaluación del proyecto

a) Evaluación Económica

Los sistemas agroforestales por sus grandes bondades que ofrece, tales como los ingresos económicos de los productos a corto, mediano y a largo plazo, producción que colectan para el autoconsumo familiar como para vender en los mercados más cercanos a la parcela, lo cual esto viene a mejorar las condiciones económicas y por ende garantizar el sustento familiar del agricultor.

b) Evaluación Social

Los SAF, es una técnica que se utiliza ya hace mucho tiempo atrás, principalmente por sus ventajas propias, el haber implementado una parcela de sistemas agroforestales en la comunidad de Mukden, esto contribuirá en la toma de decisiones en el ámbito productivo e investigativo.

c) Evaluación Ambiental

En o ambiental los sistemas agroforestales es una técnica sostenible que brindan bastantes beneficios para el medio ambiente en que vivimos tales como: mejoran el microclima, las características físicas, químicas y biológicas de los suelos, proporcionan sombra y sea para otras plantas, personas y animales, nuevos hábitat de aves y animales, mantienen la capa arable sostenible, proporcionan materia orgánica, entre otras. Podemos decir que los SAF son amigable con el medio ambiente.

6. Conclusiones

Una vez concluido el Proyecto de Grado se llegó a las siguientes conclusiones:

- ✓ De acuerdo a lo planificado referentes a las especies descritas en el presente documento se llevó a cabo con satisfacción el transplante de todas ellas en el área del sistema agroforestal.
- ✓ La implementación del sistema de riego por cañón, no se pudo ejecutar por diversos motivos, tales como; la ejecución del presente proyecto de grado se ejecutó en el mes de junio del 2020 época en la que nos encontrábamos ya con la presencia del COVID 19, y en ese tiempo los vuelos estaban restringidos y por esa razón no fue posible el arribo del equipo del sistema de riego por cañón a nuestra ciudad.
- ✓ En cuanto a la presencia de plagas y enfermedades en la parcela de sistema agroforestal, para ello se realizó seguimiento una vez por semana durante todo el estudio, donde no se evidencio ningún tipo ataque significativo en las especies del sistema agroforestal.
- ✓ En los resultados del análisis de laboratorio se evidencia que el pH de 5.20 del suelo se caracteriza por ser fuertemente ácido lo que dificulta la absorción de los nutrientes del suelo por parte de las especies.
- ✓ Las propiedades físicas, químicas y biológicas del área de estudio, han jugado un papel fundamental en el desarrollo vegetativo de todas las especies utilizadas, a pesar de ser un suelo ácido en la implementación de la parcela con sistema agroforestal.

7. Recomendaciones

A partir de lo todo lo expuesto anteriormente, para posteriores estudios, es posible efectuar las siguientes recomendaciones:

- Implementar parcelas sistemas agroforestales con riego por cañón en épocas secas.
- Como también se recomienda la réplica del presente diseño agroforestal en otras comunidades.
- Fertilizar el suelo ya sea con compuestos químicos como con abonos orgánicos.
- Implementar SAF porque son amigables con el medio ambiente, ya que mejoran el microclima del ambiente, las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, la humedad, y aumenta el hábitat de las aves y animales.

8. Bibliografía

Barrientos Moreno, C. (2009). *Reconocimiento y Manejo de las plagas y enfermedades de mayor importancia económica en los cítricos de la hacienda la Cristalina en el Municipio de Tamesis*. Caldas - Antioquia.

Careaga, R. P. (Domingo 17 de Agosto de 2019). *Google.com*. Obtenido de Google .com:
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5216/T-1143.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Chiquimia Careaga, R. P. (2007). *ESTUDIO DE LA DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA CASTAÑA (Bertholletia excelsa) EN EL MUNICIPIO DE EL SENA DE LA PROVINCIA MADRE DE DIOS, PANDO* . Pando.

Colombia, A. d. (2009). *Identificación y manejo integrado de PLAGAS en Banano y Plátano Magdalena y Urabá Colombia*. Medellín Colombia.

E. Demin, P. (2014). Aportes para el mejoramiento de los sistemas de riego. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*, 3.

ECURED. (Domingo de Agosto de 2019). *ECURED*. Obtenido de Sistema de riego cañón aspersor:
https://www.ecured.cu/Sistema_de_riego_de_ca%C3%B1%C3%B3n_aspersor

Figueroa, E. P. (2018). Sistemas Agroforestales. En E. P. Figueroa, *Sistemas Agroforestales* (pág. 2). Huehuetán, Chiapas, Mexico.

I, T. d. (Domingo de Agosto de 2019). *Google.com*. Obtenido de Google.com:
<http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/riego/Archivos/Cap%2013%20-%20Riego%20por%20Aspersion.pdf>

infoAgro.com. (Domingo de Agosto de 2019). *infoAgro.com*. Obtenido de infoAgro.com:

http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/platano.htm

Macuyasa Gómez, M. S. (2012). *Determinación del efecto de sustratos y tratamientos pre-germinativos de mara (Swietenia macrophylla king) y Serebo (Schizolobium sp) en el municipio de San Juan Buenaventura, La Pza. la Paz.*

Pastrana Albis, Á. (Domingo de Abril de 2021). *Los sistemas agroforestales para la seguridad alimentaria de bolivia, para vivir bien, considerando el manejo y conservación de suelos*. Obtenido de Google.com:

<http://www.ecosaf.org/congreso5/Los%20Sistemas%20Agroforestales%20para%20la%20Seguridad%20Alimentaria%20de%20Bolivia.pdf>

ProYungas, F. (Domingo de Agosto de 2019). *Google.com*. Obtenido de Google.com:

<http://www.ambienteforestalnoa.org.ar/userfiles/especies/pdf/Ingaedulis.pdf>

Quino Aliaga, J. (2013). *Sistematización y análisis de las investigaciones realizadas en sistemas agroforestales en la facultad de Agronomía de la U.M.S.A., departamento de La Paz. La Paz.*

SINCHI, I. a. (2015). Asaí. En I. a. SINCHI, *Instituto ama´zonico de investigación científica SINCHI* (págs. 14-19). Colombia.

Ugalde, R. C. (Domingo de Agosto de 2019). *Google.com*. Obtenido de Google.com:

<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/10773/T-1065.pdf>

V., M. d. (Sábado de Agosto de 2019). *Guia Técnica Cultivo del Limón*. Nueva San Salvador, Nueva San Salvador: EDITORIAL MAYA. Obtenido de Google.com: 24

Valencia, O. L. (1998). Proyecto Recuperación de Ecosistemas Naturales en el Piedemento Caqueteño. En O. L. Valencia, *Sistemas Agroforestales* (pág. 2). Caqueño - Colombia.

9. ANEXOS

Diseño

Sistema Agroforestal





Habilitación del área para la implementación del Sistema Agroforestal



Excavación de hoyos y transplante de especies en la parcela de Sistema Agroforestal



Transplante de especies en la parcela de Sistema Agroforestal



Bombeo de agua para riego en parcela de Sistema Agroforestal



Muestreo de suelo en la parcela de Sistema Agroforestal



Control de malezas en la parcela de Sistema Agroforestal



Parcela de Sistema Agroforestal



*Visita de los miembros del tribunal en el área de estudio
Parcela de Sistema Agroforestal*