



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO**



**INFORME FINAL: ACTIVIDADES REALIZADAS PERIODO
SEPTIEMBRE-ABRIL 2022 ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE
AGRICULTURA**

**RONY OSWALDO CAMPOSECO MONTEJO
CARNET: 201703520**

Guatemala, abril de 2022



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA

ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE
AGRICULTURA

-ENCA-

FACULTAD DE AGRONOMIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO-EPS-




INFORME DE RESULTADOS FINALES PARA LA ESCUELA NACIONAL
CENTRAL DE AGRICULTURA -ENCA-, BAJO SUBVENCION Y PROGRAMACION
DE DESEMBOLSOS.

Periodo: septiembre 2021-abril 2022

Producto.

- Mantenimiento y evaluación de huerto semillero forestal.
- Producción y manejo de vivero de especies vegetales.
- Elaboración de 3 diseños agroforestales
- Informe borrador de investigación en Eucalipto

f 

Rony Oswaldo Camposeco
Estudiante EPS

f 

Ing. Mario Buch
Jefe de la sección de investigación



Barcena, Villa nueva, Guatemala mayo de 2022.

OBJETIVOS

General

Describir actividades realizadas en los servicios durante el EPS realizado desde el mes de septiembre de 2021 a abril del año 2022 en la Escuela Nacional Central de Agricultura ENCA.

Específicos

- Realizar el diseño espacial de 3 sistemas agroforestales así como los requerimientos de las especies a implementar para el área del IAN de la Escuela Nacional Central de Agricultura que de acuerdo al diagnóstico aportara a corregir el uso del área de acuerdo al ECUT realizado.
- Realizar el manejo y evaluación del huerto semillero en el IAN de la ENCA.
- Producir especies vegetales, forestales para diseños agroforestales y para el huerto semillero de eucalipto de la ENCA.

PRESENTACION

Durante los meses de septiembre del año 2021 a abril del año 2022 se realizó el ejercicio profesional supervisado, en el área del Instituto Agrario Nacional -IAN- (Actualmente no existe, pero se conserva el nombre IAN), aldea de bárcena municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala. Periodo de 8 meses el cual inicio con la realización de un diagnóstico del área, evaluando y priorizando problemas, para luego plantear y realizar diferentes servicios con la finalidad de solucionar las problemáticas del área en estudio. Así como aprovechar oportunidades que se puedan encontrar en el área. Se realizará

OBJETIVO GENERAL

Colaborar con la Escuela Nacional Central de Agricultura con la finalidad de mitigar problemáticas presentes en el área del IAN para un mejor aprovechamiento tanto productivo como académico.

SERVICIOS PRESENTADOS EN LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA

1. Diseño y arreglos especiales de tres sistemas agroforestales; café, silvopastoril y agrosilvicultura.

Introducción

Una de las principales problemáticas es la sub utilización de áreas productivas en el área del IAN de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-, esto se puede observar en que el área es usada en su mayoría para la producción de granos básicos tales como frijol, maíz entre otras. También se ha cultivado maíz con objetivos de ensilado para la alimentación del ganado bobino.

Como parte del rediseño que se realizara en el área se establecerán sistemas agroforestales, los cuales son una combinación ideal para el aprovechamiento del área, se propones 3 diseños agroforestales (SAF) los cuales son: sistema silvopastoril estratificado, café-banano-especie maderable y un huerto familiar multi estrato, estos sistemas incluyen una variedad de cultivos que se complementan al momento del desarrollo.

Objetivo

General

- Generar 3 sistemas agroforestales para su aplicación en el área del IAN de la Escuela Nacional central de Agricultura

Específicos

- Crear el diseño espacial del sistema agroforestal de café en combinación con banano y una especie forestal.
- Generar los planos de diseños espaciales del sistema agroforestal silvopastoril con especies forrajeras y forestales.
- Realizar el diseño parcelar de un sistema agroforestal como huerto familiar multi estrato para el área del IAN de la Escuela Nacional Central de Agricultura

Metodología

- Investigación bibliográfica sobre sistemas agroforestales, criterios para incentivos de la ley probosque.
- Investigación bibliográfica sobre especificaciones técnicas de cultivos para los sistemas agroforestales.
- Elaboración de mapas de diseño de los sistemas agroforestales, así como los espaciamientos de cada especie incluida en los sistemas agroforestales planteados para la Escuela Nacional Central de Agricultura.

Resultados

- **SISTEMA AGROFORESTAL CAFÉ-BANANO-ESPECIE MADERABLE.**

Área: 1ha

Numero de estratos: 3

- **Superior:** Cedro (*Cedrela montana*)
- **Medio:** banano (*Musa paradisiaca*)
- **Inferior:** café (*Coffea arabica*)

JUSTIFICACION

- **CEDRO** (*Cedrela montana*):

Según el manual de criterios y parámetros probosque, el cedro (cedro spp.) se encuentra entre las especies forestales maderables que tendrán prioridad en la aprobación de proyectos en la modalidad de sistemas agroforestales, por lo que es una buena opción para el establecimiento en dicho sistema agroforestal, además que esta especie en especifica (*C. montana*) o también llamada como cedro de altura se caracteriza por tener una mejor adaptación en regiones con mayor altura (1500m a 3000 msnm) en comparación a otra especie (*C. odorata*) (desde el nivel del mar hasta 800 msnm), estando la Escuela Nacional Central de Agricultura a una altitud aproximada de 1462 msnm. Según el Instituto nacional de bosques (INAB) el cedro (*Cedrela spp*) es una de las especies juntamente con la caoba (*Swietenia macrophylla*) con mayor mercado a nivel mundial, esto se debe a que la madera extraída es de una excelente calidad.

- **BANANO** (*Musa paradisiaca*)

Variedad Valery

El banano es un cultivo muy importante ya que en Guatemala se tiene una alta demanda de dicho fruto tanto para el mercado local como la exportación, siendo Guatemala el país número 3 en exportación de banano. Las plantas de banano se caracterizan por tener hojas de gran tamaño lo cual ocasiona que generen sombra lo cual para el café con que realizara un asocio se verá beneficiado por dicha sombra, la variedad Valery se caracteriza por ser relativamente resistente a la sigatoka negra (*Mycosphaerella Fijiensis*) la cual es una de las principales enfermedades que afectan al banano, siendo esta la que acabo con las principales plantaciones de la variedad Gross Michel, además los frutos poseen un tamaño mayor.

- **CAFÉ** (*Coffea arabica*)

Variedad Obata

El café es un cultivo que posee alta demanda tanto a nivel nacional como internacional ya que Guatemala es un gran exportador de café para el mundo, ANACAFE posee distintas variedades de café disponibles para el país, sin embargo la variedad Obata posee características que la hacen especial, tal es el caso de ser una planta de porte bajo con buen desarrollo secundario, sus frutos poseen una muy buena calidad de taza, se adapta bien a alturas de hasta 1600 msnm, también es tolerante a la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*) el cual es la principal enfermedad del café, en la actualidad se encuentra disponible para su adquisición en la Asociación Nacional del café (Anacafé).

Nombre común: Café

Especie : Coffea arabica

- **Habito de crecimiento:** Arbusto
- **Tiempo a cosecha:** 3 a 4 años
- **ciclo productivo:** 20 años
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** drenados y ventilados, con buen nivel nutricional y alto contenido orgánico. Arcillas pesadas y arenas y gravas con fácil lixiviación deben de evitarse.
 - **Altitud:** 500 a 1700 msnm
 - **PH:** 4.0 a 5.2
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 17 a 23°C
 - **Precipitación:** 1000 a 3000 mm
- **Distanciamientos:** 1.5 m entre hileras* 1.5 entre plantas, la profundidad de 25-30 cm por 20 cm de ancho se considera apropiada para la planta
- **Principales plagas:**
 - Broca
 - **Meloidogyne exigua (agallas en raíces).**
 - **Pratylenchus spp (pudrición de raíces).**
 - **Gallina ciega (Phyllophaga spp)**
 - **Geococcus, Rhizoecus (piojillo blanco de la raíz)**
 - **Dysmicoccus, Pseudococcus, Planococcus (cochinilla del tallo en plantas jóvenes)**
- **Principales enfermedades:** 295 qq
 - **Ojo de gallo** (Mycena citricolor Berk & Curt)
 - **Roya del café** (Hemileia vastatrix; Berk. & Broome)
 - **Antracnosis** (Colletotrichum spp)
- **Producción /Ha:**
- **Importancia económica:** Cultivo de exportación para Guatemala, esta se encuentra en los primeros 5 productores a nivel mundial, por lo que es relevante en su exportación así como en su comercio local. El café es un producto de consumo diario para la mayoría de las personas.

(costarrica, 2011)

Nombre común: Banano

Especie: *Musa paradisiaca*

- **Habito de crecimiento:** Herbácea gigante
- **Tiempo a cosecha:** 10 a 11 meses
- **ciclo productivo:** 10 a 11 meses
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** desarrolla en suelos distintos alrededor del mundo, pero es exigente en cuando a anclaje y nutrientes
 - **Altitud:** de 0 a 2000 msnm ideal 400 a 600 msnm se puede atrazar la el ciclo por cada 100 m de diferencia.
 - **PH:** 5.5 a 6.5
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 20 a 30 °C
 - **Precipitación** de 1400 a 2400 mm

(INTAGRI, 2018)

- **Distanciamientos:** 3 entre planta y 3 entre surcos
- **Principales plagas:**
 - **Gorgojo o Picudo negro**
 - Thrips (*Chaetanaphothrips signipennis*)
- **Principales enfermedades**
 - ***Sigatoka negra - Mycosphaerella fijiensis Morelet***
 - ***Sigatoka amarilla (Cercospora musae).***
 - ***Mancha cordana (Cordana musae)***
 - ***El virus del rayado del banano (BSV)***
 - ***La enfermedad del mosaico del banano (CMV)***

(Rojas, 2013)

- **Producción /Ha:**13 ton/Ha
- **Importancia económica:** El banano ha sido parte importante de la historia de Guatemala y continúa siendo de importancia para la economía del país. En el período de enero a mayo de 2019, productores de banano han exportado más de US\$ 368 millones. Este monto representa un incremento de 13.5 % en divisas generadas —y en 10 % en volumen— en comparación con la exportación de banano de 2018.

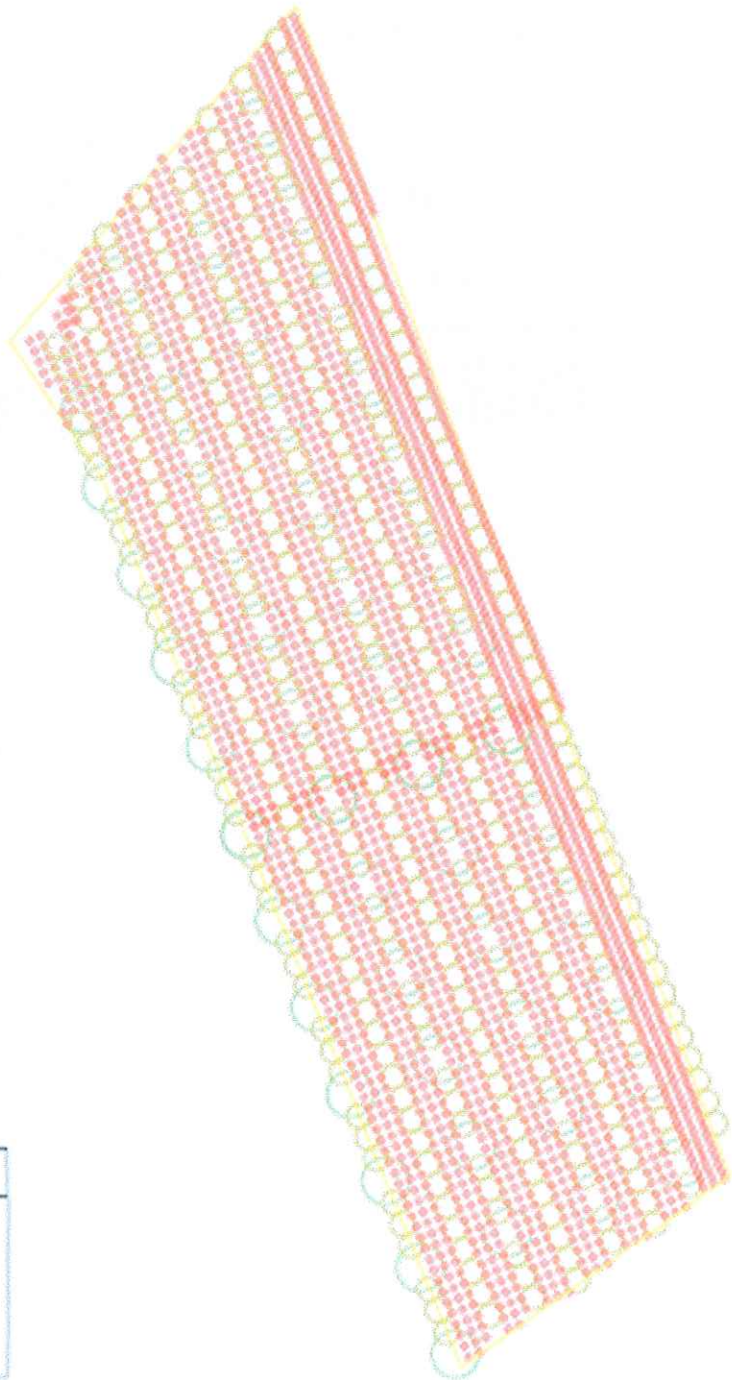
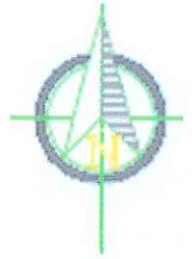
1. Nombre común: Cedro

Especie: *Cedrela montana*

- **Habito de crecimiento:** arbol
- **Tiempo a cosecha:** 20 años
- **ciclo productivo:** Perenne
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** arcillas derivadas de piedra caliza, pero crece también en sitios bien drenados sobre suelos ácidos derivados de rocas volcánicas
 - **Altitud:** nivel del mar hasta 1300msnm
 - **PH:** 5 a 6.1
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 23 a 36 °C
 - **Precipitación:** 2500 a 4000 mm anuales
- **Distanciamientos:** 3*3 por 40 cm de profundidad
- **Principales plagas**
 - Barrenador, taladrador de las meliáceas (*Hypsipyla grandella*)
 - Barrenador de la xilema / barrenador del tallo (*Chrysobothris* sp. / *C. yucatanensis*)
- **Principales enfermedades**
 - Cancro (muerte descendente) (*Botryosphaeria* sp.)
 - Roya del Cedro (*Gymnosporangium clavipes*)
- **Producción /Ha**
- **Producción por año**
- **Importancia económica:** Según el manual de criterios y parámetros probosque, el cedro (cedro spp.) se encuentra entre las especies forestales maderables que tendrán prioridad en la aprobación de proyectos en la modalidad de sistemas agroforestales, por lo que es una buena opción para el establecimiento en dicho sistema agroforestal. Según el Instituto nacional de bosques (INAB) el cedro (*Cedrela* spp) es una de las especies juntamente con la caoba (*Swietenia macrophylla*) con mayor mercado a nivel mundial, esto se debe a que la madera extraída es de una excelente calidad.



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



Leyenda	
	Cafe
	Banano
	Cedro

- **SISTEMA SILVOPASTORIL**

AREA: 1ha

NUMERO DE ESTRATOS: 2

- **Estrato superior:** Cedro (*Cedrela montana*)
- **Estrato inferior:** Especies forrajeras
 - Caulote: (*Guazuma ulmifolia*)
 - Morera (*Morus alba*)
 - Madrecacao (*Gliricidia sepium*)
 - Leucaena (*Leucaena leucosephala*)

JUSTIFICACION:

- **Cedro (*Cedrela montana*)**

Según el manual de criterios y parámetros probosque, el cedro (cedro spp.) se encuentra entre las especies forestales maderables que tendrán prioridad en la aprobación de proyectos en la modalidad de sistemas agroforestales, por lo que es una buena opción para el establecimiento en dicho sistema agroforestal, además que esta especie en específica (*C. montana*) o también llamada como cedro de altura se caracteriza por tener una mejor adaptación en regiones con mayor altura (1500m a 3000 msnm) en comparación a otra especie (*C. odorata*) (desde el nivel del mar hasta 800 msnm), estando la Escuela Nacional Central de Agricultura a una altitud aproximada de 1462 msnm. Según el Instituto nacional de bosques (INAB) el cedro (*Cedrela spp*) es una de las especies juntamente con la caoba (*Swietenia macrophylla*) con mayor mercado a nivel mundial, esto se debe a que la madera extraída es de una excelente calidad.

- **Cratylia: (*Cratylia argentea*)**

La especie ramifica desde la base del tallo y se reportan hasta 11 ramas en plantas de 1.5 a 3.0 m de altura, se adaptan a suelos asidos, se desarrolla de mejor forma altitudes menores de 1250 msnm, por lo que en altura mayores el desempeño es menos, sin embargo, bajo un buen manejo agronómico se obtendrá un mejor desarrollo, puede alcanzar hasta un 23.5% de proteína cruda, es una buena fuente de nitrógeno fermentable en el rumen.

- **Morera (*Morus alba*)**

La morera es un forraje que se adapta fácilmente a las condiciones climáticas ya que puede desarrollarse desde una altitud de los 0 msnm a los 4000 msnm, por lo que se podría decir que se puede desarrollar en la mayoría de lugares, este posee una buena digestibilidad para los animales (75 a 85%) según J. Benavides. Y altos

niveles de proteína (de 20 a 40%). Su reproducción, al propagarse de forma asexual a través de estacas es más sencilla.

- Madrecacao (*Gliricidia sepium*)

Esta especie se adapta ampliamente a las condiciones edafoclimáticas de La Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) ya que puede cultivarse en terrenos que se encuentran a una altitud de hasta 1600 metros sobre el nivel del mar, además es usado comúnmente como una fuente de forraje de buena calidad debido a que su porcentaje de proteína va de 18 a 27% además es utilizado con el fin de recuperar suelos pobres, degradados y para estabilizar y colonizar suelos destapados. Se le pueden realizar 3 cortes anuales.

- Leucaena (*Leucaena leucosephala*)

Esta es una especie muy conocida la cual se adapta principalmente a altitudes bajas por debajo de los 1000 msnm, sin embargo, bajo un buen manejo agronómico en altitudes superiores puede presentar un buen desarrollo, sus principales características es la resistencia a sequillas, inundaciones, suelos alcalinos también al ser una leguminosa posee la capacidad de aportar nitrógeno al suelo, también funciona como un método de conservación de suelos al tener un buen desarrollo radicular. Como forraje representa una buena opción para rumiantes con un 20 a 27% de proteína y con una digestibilidad de 60 a 70%, en el caso de mamíferos no rumiantes puede presentar toxicidad por un aminoácido llamado mimosina

INFORMACION DE LAS ESPECIES.

1. Nombre común:

Especie: *Leucaena leucosephala*

- **Habito de crecimiento:** Arbusto
 - **Tiempo a cosecha:** cuando alcance una altura aproximada de 1.5 m
 - **ciclo productivo:** 30 años
 - **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** Se adapta a un rango amplio de suelos, incluyendo los suelos pedregosos y someros.
 - **Altitud:** 0-1500 msnm
 - **PH:** 6.5 a 7.5
 - **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 20 a 30 °C
 - **Precipitación:** 350 a 2300 mm anuales
- (Navarrete, 2014)
- **Distanciamientos:** Distancia entre surcos de 1 m y de 10 a 12 semillas por metro lineal.
 - **Principales plagas:**
 - Hormiga
 - gusano cogollero
 - Pulgón
 - **Producción /Ha**
 - **Producción por año**
 - **Importancia económica:** La *Leucaena* un arbusto que es utilizado comúnmente como barrera, esto debido a que se usa como practica de conservación de suelo, de la misma forma es usada como forraje para el ganado bovino, este en sistemas silvopastoriles en donde el ganado consume directamente el follaje de dicha planta.

2. Nombre común: Madrecacao

Especie: *Gliricidia sepium*

- **Habito de crecimiento:** Arbol
- **Tiempo a cosecha:**
- **ciclo productivo:**
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** se adapta a la mayoría de suelos a excepción de aquellos mal drenados
 - **Altitud:** 800 a 1800 msnm
 - **PH:** 5.5 a 7
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 23 a 28°C
 - **Precipitación:** 500 a 1500 mm anuales
- **Distanciamientos:** 0.5 entre plantas * o.5 entre surcos
- **Principales plagas**
 - Gusano peludo (*spodoptera* spp)
 - Gusano cortador (*Agrotis* spp)
 - Pulgon (*Aphis gossypii*)
- **Principales enfermedades**
 - Damping off (*Fusarium* spp.)
 - Herrumbre del cipres (*Pestalotia* spp)
- **Producción /Ha**
- **Producción por año**
- **Importancia económica:** En Guatemala el árbol de madrecacao es usada comúnmente como cercos, estas plantas están reconocidas en el manual de criterios para probosque como especies de servicios, forraje y energético, por lo que se pueden usar para completar los árboles requeridos para iniciativas de probosque.

(CATIE-ROCAP, 1991)

3. Nombre común: Cratylia

Especie: Cratylia argentea

- **Habito de crecimiento:** arbusto
- **Tiempo a cosecha:** 4 meses
- **ciclo productivo:**
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** suelos bien drenados, se adapta a distintos suelos, no presenta uno en específico para su desarrollo (M., Hidalgo Ardon, Lobo Di Palma, & Acuña Redondo, 2001)
 - **Altitud:** 300 a 900 msnm
 - **PH:** 5,5 a 7
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 21 a 25°
 - **Precipitación:** 1000 mm a los 4000 mm
- **Distanciamientos:** 0.5' 0.5 m

(Argel, 2011)

- **Principales plagas:** no se ha reportado plagas que provoquen daños de importancia
- **Producción /Ha:** 4.5 ton
- **Producción por año**

Importancia económica. En Guatemala este forraje no se exporta, sin embargo, es usada para la alimentación animal, así como también se puede usar en sistemas agroforestales y silvopastoriles.

4. Nombre común: Morera

Especie: *Morus alba* L.

- **Habito de crecimiento:** árbol bajo
- **Tiempo a cosecha:**
- **ciclo productivo:**
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** Se desarrolla en una gran variedad de suelos, prefiriendo los suelos sueltos y rehuyendo los compactos y mal drenados
 - **Altitud:** 0 a 4000 msnm
 - **PH:** 4.9 y 8

(Benavides, 1995)

- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 18 y 38 °C.
 - **Precipitación:** 600 a 2500 msnm

(García, 2012)

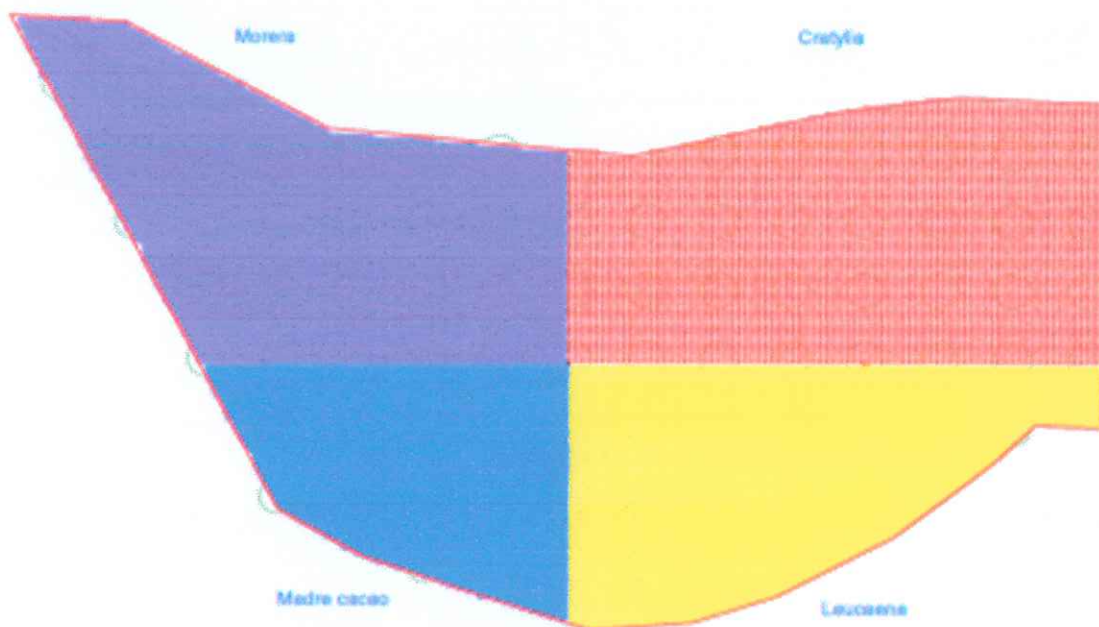
- **Distanciamientos:** 0.7 entre surcos * 0.5 entre plantas
- **Principales plagas**
 - **Pulgones:** (*Aphis* spp.)
- **Principales enfermedades**
 - **Bacterial Leaf Scorch** (*Xylella fastidiosa*)
 - **Moho polvoriento** (*Phyllactinia corylea*)
 - **Mancha de la hoja** (*Cercospora*, *Coniothyrium*, *Mycosphaerella* y *Phyllosticta*)
 - **Cancro** (*Botryosphaeria dothidea*)

(journalísimo, s.f.)

- **Producción /Ha**
- **Producción por año**
- **Importancia económica:** es un árbol de uso múltiple que tradicionalmente se utiliza como alimento para el gusano de seda, pero también tiene uso como forraje para el ganado bovino, ovino, caprino y monogástricos (cerdos, aves, conejos) (M., Hidalgo Ardon, Lobo Di Palma, & Acuña Redondo, 2001)



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



Leyenda	
Madre cacao	Moresa
Leucena	Craylia
Cedro	

HUERTO FAMILIAL MULTI ESTRATO

JUSTIFICACION

Un huerto familiar es una metodología que se realiza con el fin de tener una producción sustentable para una familia, en esta se deben incluir especies diversas que puedan suplir las necesidades alimenticias, por lo que es necesario introducir una gran cantidad de especies, tales como hortalizas, especies frutales, plantas medicinales, enredaderas, así como un cerco que limite dichas plantaciones, así mismo aportar beneficios al mismo.

Con la implementación de este tipo de huertos en áreas donde predomina el cultivo de subsistencia la alimentación de las familias será mas variada, asi mismo mas equilibrada.

- **HORTALIZAS:**

Las hortalizas son cultivos generalmente de ciclo corto, los cuales no necesitan de mucho espacio para desarrollarse, estos cultivos son la base para la alimentación, ya que con estas se pueden realizar una gran variedad de alimentos, los cuales están repletos de vitaminas esenciales para el desarrollo de las personas, estos cultivos poseen distintas partes aprovechables, como lo son; las raíces, las hojas, las flores, los frutos entre otros. Siendo así una variedad de requerimientos por los que se puede dar un manejo adecuado para evitar el deterioro de las áreas de cultivo.

- **ENREDADERAS:**

Las enredaderas son plantas que poseen tallos elongados, estos no poseen la capacidad de sostenerse por sí mismo, por este motivo necesita una ayuda o un soporte para su buen desarrollo fenológico. Existen gran variedad de enredaderas, entre las que poseen mayor importancia económica las de consumo alimenticio, por lo que son una buena opción para cultivar, generando así productos alimenticios, estos complementan productos como hortalizas.

- **MEDICINALES**

La medicina es una parte vital para el desarrollo humano, por lo que es una prioridad para el mismo. No en todos los lugares se tiene acceso a medicinas u puestos de salud, por lo que las plantas medicinales son una opción viable para tener un pequeño respaldo contra enfermedades que puedan padecer, la medicina natural ha sido una opción viable para el tratamiento de malestares y enfermedades, así mismo existen plantas alimenticias o de condimento para los alimentos. Es necesario tener plantas medicinales cercanas para emergencias que se puedan llegar a dar.

- **FRUTALES**

El consumo de frutas puede contribuir a mejorar la calidad y variedad de la dieta y a proteger de enfermedades a los consumidores de estos alimentos, estas plantas pueden estar en lugares con condiciones más adversas, por lo

que el desarrollo es favorable. Existen una gran cantidad de especies frutales, por lo que son una buena opción para el aprovechamiento del lugar.

- **CERCO**

El cerco lo incluyen especies arbustivas o leñosas las cuales limitan los linderos del terreno que se posee, así mismo las divisiones del mismo, así mismo se utilizan especies a las cuales se les pueda extraer algún beneficio, tal es el caso del cedro, el cual proporciona una madera de una gran calidad, muy cotizada. Así mismo especies como la moringa y el gandul se le puede extraer beneficios tanto alimenticio, para personas y para animales y también algunos beneficios como planta medicinal en el caso de la moringa.

INFORMACION DE LAS ESPECIES

ENREDADERAS

1. Nombre común: Loroco

Especie: *Fernaldia pandurata*

- **Habito de crecimiento:** Enredadera
- **Tiempo a cosecha:**
- **ciclo productivo:** 11 meses
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** Se adapta a diversos tipos de suelo desde francos a franco arcillosos
 - **Altitud:** 0 a 1200 msnm
 - **PH:** 5.5 a 7
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 20 a 32°C
 - **Precipitación:** 500 a 1800 mm anuales
- **Distanciamientos:** 0.6 entre platas
- **Principales plagas**
 - GALLINA CIEGA (*Phyllophaga* spp)
 - Áfido o pulgón (*Aphis gossypii*), (*A. Neri*), (*A. Neri*)
 - ZOMPOPO (*Atta mexicana*)
 - ACARO AMARILLO: (*Polyphagotarsonemus latus*)
- **Principales enfermedades**
 - MANCHA FOLIAR (*Cercospora* sp.)
 - PUDRICIÓN DE LA RAÍZ. (*Fusarium* spp,) (*Rhizoctonia* sp)
 - SEPTORIA (*Septoria* sp.)

(MAG, 2011)

- **Producción /Ha:**
- **Producción por año**

- **Importancia económica:** es un cultivo no tradicional que ha cobrado importancia económica en los últimos años en Guatemala ya que tiene gran demanda en el mercado nacional como el internacional. Esta difundido en forma comercial en la región de oriente y suroriente del país y como un cultivo de exportación a partir de la década de los años 90 Actualmente se encuentran plantaciones comerciales en los departamentos de El Progreso, Zacapa, Chiquimula, Jutiapa y Santa Rosa

(PADILLA, 2019)

2. Nombre común: Güisquil

Especie: (*Sechium edule* Jacq)

- **Habito de crecimiento:** Enredadera
- **Meses de cosecha:** Septiembre a enero.
- **Tiempo a cosecha:** 9 meses
- **ciclo productivo:** 3 años
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** suelos sueltos, profundos, bien drenados para evitar problemas asociados con hongos y ricos en materia orgánica
 - **Altitud:** 1000 a 1500 msnm
 - **PH:** 4.5 a 6.5
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 13 y 21°C
 - **Precipitación:** 1.500 y 2.000 mm
- **Distanciamientos:** 4 m entre platas * 4 m entre surcos
- **Principales plagas**
 - Chinchas (*Falconia intermedia*, *Pycnoderes incurvus*)
 - Chicharrita, especie *Empoasca*, Orden Homoptera, familia Cicadellidae).
- **Principales enfermedades**
 - guífta del güisquil (micoplasmas)
- **Producción /Ha**
- **Producción por año**
- **Importancia económica:** Es un cultivo que se adapta a distintas áreas, esta es un producto presente en la demanda en el mercado de la alimentación

(Mynor Raul Otzoy Rosales, 2003)

3. Nombre común: Granalla

Especie: (*Passiflora edulis* Sims)

- **Habito de crecimiento:** Enredadera
- **Meses de cosecha abril y agosto**
- **Tiempo a cosecha:** 1 año
- **ciclo productivo:** 5 años
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** se puede cultivar en suelos desde arenosos hasta arcillosos, siendo preferibles los de textura areno arcillosos que tengan una profundidad mínima de 60 cm., sueltos, con buen drenaje y de fertilidad media a alta
 - **Altitud:** 1,200 a 2,090 msnm
 - **PH:** 5.5. a 7
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 12 a 32°C
 - **Precipitación:** 800 a 1750 mm anuales
- **Distanciamientos:** 4 m entre plantas
- **Principales plagas:**
 - **Gusano defoliador o gusano negro del maracuyá** (*Dione | juno*)
 - **Chinche patas de hoja** (*Leptoglossus zonatus*)
 - **Barrenador del tallo** (*Ciclocephala melanocephala*)
 - **Mosca de la fruta** (*Anastrepha* spp. y *capitata*)
 - **Pulgones** (*Myzus persicae*, *Aphis gossypi*)
 - **Ácaro rojo** (*Pulgones (mexicanum)*)
- **Principales enfermedades**
 - **Mal del talluelo** (*Pythium* sp., *Phytophthora* sp., *Rhizoctonia* sp. y *Fusarium* sp)
 - **Antrácnosis** (*Colletotrichum Antracnosis*)
 - **Verrugosis o roña** (*Cladosporium herbarum*)
 - **Marchites por Fusarium** (*Fusarium oxysporum*)
 - **Mancha aceitosa.** (*Xanthomonas campestris* pv. *Passiflorae*)
- **Producción /Ha:** 16.5 ton
- **Producción por año**
- **Importancia económica:**

(RAMIREZ, 2003)

4. Nombre común: Luffa

Especie: Luffa cilíndrica

- **Habito de crecimiento:** Enredadera
- **Meses de cosecha:**
- **Tiempo a cosecha:** 4 meses
- **ciclo productivo:** 15 meses
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** ricos en materia orgánica, con buena fertilidad, especialmente niveles altos de nitrógeno y fósforo son idóneos debido a las exigencias nutricionales de esta planta. Una textura areno-arcillosa para proveer un buen drenaje, es preferible a aquellos muy arcillosos que retienen más humedad de la requerida por el cultivo.
 - **Altitud:** 900 a 1200 msnm
 - **PH:** 6 y 7
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 22 a 25°C
 - **Precipitación:**
- **Distanciamientos:** 0.7 entre plantas
- **Principales plagas**
 - chinche pata de hoja (*Leptoglossus zonatus*,)
 - Polilla del gusano del melon (*Diaphania hyalinata* D. nitidalis)
- **Principales enfermedades**
 - *Esclerotinia* (*Sclerotinia* sp,)
 - *Esclerotium* (*Sclerotium rolfsii*)
 - *Fusarium* (*Fusarium* sp)
 - *Nematodos* (*Meloidogyne* sp, *Pratylenchus* sp y *Helicotylenchus* sp)
- **Producción /Ha:** 33 000 frutos
- **Producción por año:**
- **Importancia económica:** Hay algunas variedades de esponja cuyo cultivo tiene una importancia económica creciente, ya que las esponjas de luffa se están haciendo populares con los movimientos verdes y la reducción del uso de plásticos.

(TEMUCO, 2011)

5. Nombre común: Melocotón largo

Especie: *Sicana odorifera*

- **Habito de crecimiento:** Enredadera
- **Meses de cosecha:** Febrero- marzo
- **Tiempo a cosecha:**
- **ciclo productivo:**
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** necesitan de suelos franco-arenosos ya que estos tienen características de filtrar más rápido el agua, puesto que estas plantas son susceptibles a la humedad y tienden a podrir la raíz provocando la muerte de la misma
 - **Altitud:** 100- 1300 msnm
 - **PH:** 6 a 7
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 20 a 27 °C
 - **Precipitación:** 1400 a 1800 mm anuales
- **Distanciamientos:**
- **Principales plagas**
 - La Mosca blanca (aleyrodidae).
 - La araña roja (tetranychus urticae)
 - Pulgones/áfidos (Aphididae).
- **Principales enfermedades**
 - Damping-off (*Phytophthora* spp., *Pythium* spp.)
 - Mildiu (*Pseudoperonosporacubensis*)
 - Oídio (*Erysiphecichoracearum*)
- **Producción /Ha**
- **Producción por año**
- **Importancia económica**

(Vergara, 2018)

MEDICINALES

1. Nombre común: Ruda

Especie: Ruta

- **Habito de crecimiento:** Arbusto
- **Meses de cosecha:** todo el año
- **Tiempo a cosecha:**
- **ciclo productivo:**
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** suelos sueltos, profundos y fértiles
 - **Altitud:** 1500 a 2400 msnm
 - **PH:** 6.5 a 7.7
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 5 y 28 °C
 - **Precipitación:** 1200 a 1600 mm anuales
- **Distanciamientos:** 1 m entre surcos * 0.6 m entre plantas
- **Principales plagas**
 - Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)
 - Defoliadores
- **Principales enfermedades**
 - Cenicilla (*Oidium* sp.)
 - Tizon (*Phoma* sp)
 - Quemazón (*Cladosporium* sp.)
- **Producción /Ha**
- **Producción por año**

Importancia económica: Algunos sectores del país no tienen acceso a medicina moderna por lo que es necesario el uso de plantas medicinales para su atención primaria.

(COBO, 2015)

2. Nombre común: Sábila

Especie: *Aloe vera* L

- **Habito de crecimiento:** Suculenta
- **Meses de cosecha:** Todo el año
- **Tiempo a cosecha:** 1 años
- **ciclo productivo:** 10 años
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** tiene una amplitud de adaptación a diferentes climas y suelos, pudiendo encontrarse creciendo en suelos con pendientes del 30%, con pobreza en la fertilización y poco suelo fértil, sin embargo, podemos encontrarla en suelos planos o ligeramente inclinados
 - **Altitud:** 0 a 2000 snm
 - **PH:** 6 a 8
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 17 a 27 °C
 - **Precipitación:** 200 a 2000 mm anuales
- **Distanciamientos:** 1 entre surcos*0.7m entre plantas

(Pineda, 2014)

- **Principales plagas**
 - Pulgón (*Aphis* sp.)
 - Cochinilla Algodonosa (*Planococcus citri*)
 - Mosca Blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)
 - Araña Roja (*Tetranychus urticae*)
- **Principales enfermedades**
 - Pudricion de raíz (*Rhizoctonia solani*)
 - *Fusarium oxysporum*
 - Cenicilla (*Oidium* sp.)
 - *Alternaria*
 - Pudricion (*Erwinia chrysanthemi*)
- **Producción /Ha**
- **Producción por año**

Importancia económica: Es utilizada como planta medicinal, en quemaduras, raspones, entre otros, de la misma forma se utiliza en bebidas para el consumo humano.

(industrial, 2017)

3. Nombre común: manzanilla

Especie: *Matricaria recutita* L.

- **Habito de crecimiento:**
- **Meses de cosecha**
- **Tiempo a cosecha:** 60 a 75 días
- **ciclo productivo:** 6 meses
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** no es exigente con respecto a la calidad de los suelos
 - **Altitud:** 1500 a 2400 msnm
 - **PH:** 6.5 a 7.5
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 15 a 23°C
 - **Precipitación:** 1120 mm anuales
- **Distanciamientos:** 1*0.5m
- **Principales plagas**
 - gusanos cortadores
 - pulgones (*Aphis gossypii*)
 - gallina ciega (*Phyllophaga* spp.)
- **Principales enfermedades**
 -
- **Producción /Ha:** 1.700 kg/ha
- **Producción por año**

Importancia económica: la manzanilla es una planta sumamente utilizada para fines medicinales, pero con el pasar del tiempo ha disminuido su utilización paulatinamente, sin embargo, en zonas rurales es utilizada con mayor frecuencia para distintos padecimientos.

(Cameroni)

4. **Nombre común:** te de limón

Especie: *Cymbopogon citratus*

- **Habito de crecimiento:** Herbáceo
- **Meses de cosecha:**
- **Tiempo a cosecha:** 8 meses
- **ciclo productivo:** 4 años
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** Se adapta a suelos arenoso-franco a franco-arcillosos (PASOLAC)
 - **Altitud:** 0 a 1400 msnm (Serrano, 2004)
 - **PH:** 6 a 7.5
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 21-23 °C (PASOLAC)
 - **Precipitación:** por encima de 700 mm
- **Distanciamientos:** 1 metro entre surcos * 0.5 m entre plantas y 30 cm de profundidad
- **Principales plagas**
 - Gallina ciega (*Phyllophaga spp*)
 - Sapillo
- **Principales enfermedades**
 - Podredumbre del pseudotallo y la raíz (*Marasmius sp*)
 - Roya (*Puccinia sp.*)
 - (*Sclerotium rulfrofsii Sacc*)

(Soto Ortiz, Vega Marrero, & Tamajon Navarro, 2002)
- **Producción /Ha:** 715 qq húmedos/año

Importancia económica: Él te de limón es un producto de exportación potencial, sin embargo, las especificaciones del producto son exigentes, actualmente se comercializa y utiliza en el país, con mayor cantidad en zonas rurales para el tratamiento de distintos padecimientos.

(Serrano, 2004)

5. Nombre común: jengibre

Especie: *Zingiber officinale Roscoe*

- **Habito de crecimiento:** herbácea
- **Meses de cosecha:**
- **Tiempo a cosecha:** 8 meses
- **ciclo productivo:** 9 meses
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** sueltos, con alto contenido de materia orgánica, de fácil labranza y con buen drenaje son los más recomendables (Rica, 1991)
 - **Altitud:** 0 a 1500 msnm
 - **PH:** 5.5 a 6.5 (Méndez García & Amaya Robles, 2012)
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 25 y 30°C
 - **Precipitación:** 2.000 mm anuales (Rica, 1991)
- **Distanciamientos:** 0,40 m entre plántulas (Rica, 1991)
- **Principales plagas**
 - Cortadores de hoja
 - Barrenador de brote
 - Nematodo, verruga del rizoma
- **Principales enfermedades**
 - Marchitamiento bacterial (*Pseudomonas solanacearum*)
 - Nematodo de agallas (*Meloidogyne* spp.) (Rica, 1991)
 - Pudrición (*Erwinia*)
 - Pie negro (*Rosellinia* sp)
- **Producción /Ha** 100 qq/ha
- **Producción por año**

Importancia económica: Guatemala actualmente exporta jengibre dentro de la categoría de especias, en la cual en el año 2019 se registró US\$5.8 millones en exportaciones de los mismos. (economía, 2019)

6. Nombre común: Verbena

Especie: *Verbena officinalis*. L

- **Habito de crecimiento:** Herbácea
- **Meses de cosecha**
- **Tiempo a cosecha:** 6 meses
- **ciclo productivo:** 2 años
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** se adapta de forma sorprendente a todo tipo de suelos. Eso sí, preferiblemente, se recomiendan suelos arenosos, con gran capacidad de drenaje. (redondo, 2018)
 - **Altitud:** 2000 a 4000 msnm
 - **PH:** 7 a 8
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 15-25°C
 - **Precipitación:** 2000 a 4000 mm anuales
- **Distanciamientos:** 0.5 m entre plantas
- **Principales plagas**
 - *Pulgón (Aphis gossypii)*
 - *Araña roja (Tetranychus urticae)*
- **Principales enfermedades**
 - Oídio (*Uncinula necátor*)
 - Pudricion (*Botrytis* sp.)
 - Pudricion de tallo (*Rhizoctonia* sp.)
- **Producción /Ha:** 851 kg
- **Producción por año**

Importancia económica: En Guatemala bajo la medicina natural es utilizado ampliamente para aliviar los malestares y congestiones nasales de la gripe, tiene propiedades calmantes, relajante muscular, disminuye la fiebre

Especie: *Nicotina tabacum* L.

- **Habito de crecimiento:** Herbáceo
- **Meses de cosecha**
- **Tiempo a cosecha:** 90 días
- **ciclo productivo:** 125 días
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** Los mejores son los de textura franco arenosa, con una fertilidad media a baja, que tenga un buen drenaje interno, con un 3% de materia orgánica
 - **Altitud:** 900^a 1600 msnm
 - **PH:** 5.2 y 6.2
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 18 a 28°C
 - **Precipitación:** 2500 mm
- **Distanciamientos:** 0.5 m entre plantas
- **Principales plagas**
 - Mosca blanca (*Bemisia tabaco*)
 - Gusano cogollero (*Heliothis Virescens*)
 - Gusano Cachudo (*Manduca sexta*)
 - Pulgones o áfidos (*Myzus persicae*)
 - Trips del tabaco (*Thrips tabaco*)
 - Lorito verde (*Oacanthus* spp)
- **Principales enfermedades**
 - Tallo hueco (*Erwinia carotovora*)
 - Marchitez bacteria (*Pseudomonas solanacearum* E. F. Smith)
 - Moho blanco (*Erysiphe cichoracearum* DC)
 - Virus del mosaico del tabaco V. M T.
 - Virus del mosaico del pepino V.MP.
 - Marchitez moteada del tomate
 - Nematodo del nudo de raíz *Meloidogyne* spp.
- **Producción /Ha:** 2.85 ton/Ha
- **Producción por año**

Importancia económica: La importancia del tabaco se debe al crecimiento del su consumo y es cultivada alrededor de 90 países. El tabaco es una de las pocas cosechas que llega al mercado mundial totalmente a base de hojas, siendo la planta comercial no comestible más cultivada en el mundo.

(Corradini, y otros, 2005)

8. Nombre común: epazote

Especie: *Chenopodium ambrosioides* (L.) Weber

- **Habito de crecimiento:** herbácea
- **Meses de cosecha**
- **Tiempo a cosecha:** 2 a 3 meses
- **ciclo productivo:** 1 a 2 años
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** Es preferible proporcionar un suelo rico en materia orgánica, suelto, bien drenado.
 - **Altitud:** 1000 a 3000 msnm
 - **PH:** 5,2 y 8.3
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 4 a 31°C
 - **Precipitación:** 300 a 600 mm
- **Distanciamientos:** 0.3m 2 hileras
- **Principales plagas:** no atrae plagas por sus altos niveles de aceites esenciales
- **Principales enfermedades**
 - Mancha foliar por Septoria (Septoria.
 - Marchitez bacterial (Pseudomonas.
 - Marchitez vascular (Fusarium.)
- **Producción /Ha:** 11.2 ton/h
- **Producción por año**

Importancia económica: En la actualidad en lugares en los que no se tiene un buen acceso a la medicina este tipo de hierbas es muy utilizada para distintos tratamientos, esto debido a sus grandes propiedades medicinales.

9. Nombre común: Alcachofa

Especie: *Cynara scolymus* L.

- **Habito de crecimiento:**
- **Meses de cosecha**
- **Tiempo a cosecha:** 75 a 90 días
- **ciclo productivo:** 2 a 3 años
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** suelos profundos (más de 80 cm), bien drenados y de textura media. Deben evitarse los suelos livianos, que tienen un excesivo drenaje y poca conservación de la humedad, debido a que las producciones obtenidas son muy escasas. (Bertini, 2011)
 - **Altitud:** 0 a 3200 msnm
 - **PH:** 6.4 hasta 6.8 (AGRICULTURA, 2011)
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 15°C a 18°C (Bertini, 2011)
 - **Precipitación:** 2500 mm
- **Distanciamientos:** 1*0.8m
- **Principales plagas**
 - Pulgones (*Aphis fabae*, *Capitophorus elaeagni*, *Dysaphis cynarae*)
 - Larvas minadoras (*Agromyza apfelbeckii*, *Liriomyza huidobrensis*.)
 - Gusanos cortadores (*Agrotis bilitura*) (Bertini, 2011)
- **Principales enfermedades**
 - Hongos del suelo (*Fusarium*, *Phytium*, *Phytophthora* y *Verticillium*)
 - *Alternaria* spp. y *Botrytis* spp. (Bertini, 2011)
- **Producción /H:** Se tiene rendimientos, entre 18 a 15 ton/ha (AGRICULTURA, 2011)

Importancia económica

10. Nombre común: Tomillo

Especie: *Thymus vulgaris* L

- **Habito de crecimiento:** Arbustivo
- **Meses de cosecha:** Mayo a noviembre
- **Tiempo a cosecha:** 2 años
- **ciclo productivo:** 6 años
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** Suele cultivarse en lugares de suelos sueltos,
 - **Altitud:** 0 a 1000 msnm
 - **PH:** 7 a 8.5
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 12 a 35°C
 - **Precipitación:** 750 a 1200 mm
- **Distanciamientos:**
- **Principales plagas:** No se presentan plantas significantes para el tomillo
- **Principales enfermedades:** No se presentan plantas significantes para el tomillo (Marques Garcia, Garcia alonzo , Guerra Barrena , Blanco Salas, & Vasquez Prado, 2021)
- **Producción /Ha:** 5000 Kg
- **Producción por año**

Importancia económica: Se comercializa en los mercados populares en manojos verdes o secos, este es usado con fines medicinales para tratar padecimientos como la tos entre otros.

11. **Nombre común:** hierba buena

Especie: *Mentha spicata*; L.

- **Habito de crecimiento:**
- **Meses de cosecha**
- **Tiempo a cosecha:** 1 a 2 meses
- **ciclo productivo:** 2 años
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** prefiere las tierras ligeras ricas en materia orgánica y con cierta humedad
 - **Altitud:** 1500 a 2700 msnm
 - **PH:** 6 a 7.5
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 15-30°C
 - **Precipitación:** 600 a 1300 mm
- **Distanciamientos:** 0.4m entre platas 2 hileras en surco de 1 m de ancho
- **Principales plagas**
 - Gusanos del suelo (*Phyllophaga* spp)
 - Mosca blanca (*Bemisia tabacii*)
- **Principales enfermedades**
 - Roya (*Puccinia menthae*)
- **Producción /Ha**
- **Producción por año**

Importancia económica Actualmente, en la industria cosmética, es ampliamente utilizada. De la hierbabuena se extrae un aceite esencial que contiene potentes principios activos usados en salud y belleza, de la misma forma es usada para la preparación de alimentos y bebidas.

12. Nombre común: ajenjo

Especie: *Artemisia vulgaris* L.

- **Habito de crecimiento:** Herbáceo
- **Meses de cosecha**
- **Tiempo a cosecha:** 1 año
- **ciclo productivo:** 3 a 5 años
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** crecerá preferentemente en suelos no muy pesados (arenosos)
 - **Altitud:** 1700 a 2000 msnm
 - **PH:** 5.5 a 7.5
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 20 a 25°C
 - **Precipitación:** 600 a 650 mm anuales
- **Distanciamientos:**
- **Principales plagas**
 - Langostas (*Schistocerca cancellata*)
 - Grillos (*Gryllus bimaculatus*)
 - Conejos (*Oryctolagus cuniculus*)
 - Pájaros
- **Principales enfermedades**
 - *Pudrición (Rhizoctonia sp.)*
 - *Oídio*
- **Producción /Ha**
- **Producción por año**

Importancia económica: Es vendida en mercados locales, este tiene popularidad por ser usad como fármaco, así como de uso terapéutico, por lo que en lugares sin un buen acceso a medicina moderna es una opción viable para complementar las medicinas alternativas.

(Artemisa, 2020)

13. Nombre común: Malva

Especie: *Malva parviflora* L.

- **Habito de crecimiento:** Herbáceo
- **Meses de cosecha**
- **Tiempo a cosecha:** 1 año
- **ciclo productivo:** 2 años
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** No tiene mucha exigencia en cuanto al tipo de suelo
 - **Altitud:** 0 a 1000 msnm
 - **PH:** 5.5 a 7
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 15-20°C
 - **Precipitación:** 1000 a 2500 mm anuales
- **Distanciamientos:** 1 entre surcos * 0.5m entre plantas
- **Principales plagas**
- **Principales enfermedades:**
 - Roya de la malva (*Puccinia malvacearum*)
- **Producción /Ha:** 1000 a 1500 kg/Ha
- **Producción por año**

Importancia económica: Esta planta es utilizada comúnmente para aliviar problemas estomacales, como descongestionante, lesiones o irritación en la piel, entre algunas otras por lo que es importante en la economía de pueblos que no tienen acceso a medicinas, siendo estas opciones viables para mejorar su estado de salud.

14. Nombre común: romero

Especie: *Rosmarinus officinalis* L

- **Habito de crecimiento:**
- **Meses de cosecha**
- **Tiempo a cosecha:** 15 meses
- **ciclo productivo:** 10 años
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** Las plantas de Romero pueden crecer en terrenos bien drenados
 - **Altitud:** 0 a 1500 msnm
 - **PH:** 5,5 a 8
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 20 a 30°C
 - **Precipitación:**>500 mm anuales
- **Distanciamientos:** 1 entre surcos *0.5m entre plantas
- **Principales plagas**
 - Cochinilla (*Planococcus* spp.)
 - Escamas (Fam. Coccoidea)
- **Principales enfermedades**
 - Mildiu polvoriento (*Erysiphe cichoracearum*)
- **Producción /Ha:** 20.5Ton/Ha (wikifarmer, 2020)
- **Producción por año**

Importancia económica: el romero tiene su importancia en el uso de este en el uso dentro de los cosméticos, así como los saborizantes de comida, de la misma forma desde el punto de vista médico es usada para tratar personas con asma, dolores de cabeza.

15. Nombre común: diente de león

Especie: *Taraxacum officinale* Weber

- **Habito de crecimiento:** Herbácea
- **Meses de cosecha:** todo el año
- **Tiempo a cosecha:** 10 a 12 meses
- **ciclo productivo:** 1 año
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** no importa realmente qué tipo de suelo tienen si el drenaje es adecuado, porque estas plantas son increíblemente resistentes y tolerantes a las malas condiciones (Alonso, s.f.)
 - **Altitud:** 0 a 2000 msnm
 - **PH:** 4.5 a 7.5.
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 10°C a 25°C
 - **Precipitación:** 700 a- 900 mm
- **Distanciamientos:**
- **Principales plagas:**
 - Babosas (*Deroceres* spp)
 - Caracoles (*Helix aspersa*)
 - Oruga (*helipalus humuli*)

(Alonso, s.f.)

- **Principales enfermedades**
 - *Oídio* (*Sphaerotheca pannosa*)
 - *Cenicilla* (*Podosphaera pannosa*)

(Pérsico, 2017)

- **Producción /Ha**
- **Producción por año**

Importancia económica

16. Nombre común: ajo

Especie: *Allium sativa* L

- **Habito de crecimiento:** herbacea
- **Meses de cosecha:**
- **Tiempo a cosecha:** 5 meses
- **ciclo productivo:** 5 meses
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** Prefiere los suelos ricos en materia orgánica, ligeros y fértiles (Quintero, 2019)
 - **Altitud:** 0 a 3500 msnm
 - **PH:** 6 a 7 (Quintero, 2019)
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 15 a 18°C (Quintero, 2019)
 - **Precipitación:** 800 a 1200 mm anuales
- **Distanciamientos:** 15 cm entre planta * 3 hileras
- **Principales plagas**
 - Gusano rojo (*Dyspessa ulula*):
 - Gorgojo del ajo (*Brachycerus algirus*):
 - Trips (*Thrips tabacii*)

(Quintero, 2019)

- **Principales enfermedades**
 - Mildiu:
 - Podredumbre blanca (*Sclerotinia cepivorum*)
 - Botrytis (*Botrytis allii*)
 - Alternaria (*Alternaria porri*)
 - Roya (*Puccinia* sp.)

(Quintero, 2019)

- **Producción /Ha:** 8 ton/Ha
- **Producción por año**

Importancia económica: Las exportaciones de ajos en el 2014 y 2015 se mantuvieron con un promedio de US\$82,233. Es en el 2016 que se observa una tendencia al alza, logrando en el 2017 ser el punto más alto con un crecimiento de 66% versus el año anterior. Para el 2018 las exportaciones decrecieron -12% vs 2017, sin embargo, supera tres veces más que las exportaciones del 2014. (Economía, 2018)

HORTALIZAS

1. Nombre común: Tomate

Especie: *Solanum lycopersicum*

- **Habito de crecimiento:** Herbáceo
- **Meses de cosecha:** Mayo agosto y diciembre
- **Tiempo a cosecha:** 2 a 3 meses
- **ciclo productivo:** 1 año
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** Suelo franco arcillosos, con buena profundidad y altos niveles de materia orgánica.
 - **Altitud:** 20 a 2000 msnm
 - **PH:** 5.5 a 6
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 16 a 30°C
 - **Precipitación:** 300 a 1000 mm anuales
- **Distanciamientos:**
- **Principales plagas**
 - **Gallina ciega (*Phyllophaga* sp.)**
 - **Nematodos (*Meloidogyne* incógnita)**
 - **Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)**
 - **Pulgón verde (*Myzus persicae*)**
 - **Tortuguillas (*Diabrotica* sp)**
 - **Minador de la hoja (*Liriomyza* sp, Diptera)**
 - **Gusano prodenia, cortador (*Spodoptera latifascia*, Walk)**
 - **Gusano cortador, gusano cuerudo (*Agrotis subterranea*)**
 - **Gusano del fruto de tomate (*Heliothis zea* Boddie)**
 - **Falso medidor (*Pseudoplusia includens*)**
 - **Falso medidor (*Trichoplusia ni*)**
 - **Acaro del bronceado (*Aculops lycopersici* Masee)**
 - **Araña roja (*Tetranychus urticae*)**
 - **Paratrioza (*Bacticerca cokerelli*)**
- **Principales enfermedades**
 - **Mal del talluelo (*Fusarium* sp., *Pythium* sp., *Rizocthonia* sp., y *Sclerotium* sp.)**
 - **Virus del mosaico amarillo del tomate (TYLCV)**
 - **Tizón temprano (*Alternaria solani*)**
 - **Tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mill)**
 - **Marchitez en tomate (DORMILONA, BACTERIOSIS, MALLA, MARCHITEZ BACTERIANA) (*Ralstonia solanacearum*)**
 - **Mancha bacteria (*Xanthomonas campestris* PV *Vesicatoria*)**
 - **Marchitez causada por (*Fusarium oxysporum*)**
- **Producción /Ha:** 24,971.56 kg

- **Producción por año**

Importancia económica: su variedad de uso para el consumo fresco, como ingrediente principal en jugos, pastas, bebidas y otros concentrados, sabor universalmente apreciado, ya que existen más de 120 recetas culinarias, su alto valor nutritivo, porque contiene relativamente mucha vitamina A y C y su alto valor comercial por unidad de superficie cultivada, en Guatemala

2. Nombre común: zanahoria

Especie: *Daucus carota*; L.

- **Habito de crecimiento:**
- **Meses de cosecha:** depende de la siembra
- **Tiempo a cosecha:** 90 a 120 días
- **ciclo productivo:** 120 días
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** suelos fértiles, ligeros y bien drenados.
 - **Altitud:** 750 a 1000 msnm
 - **PH:** 5.5 a 6.8(Payan, 1995)
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 16 a 25°C (Payan, 1995)
 - **Precipitación:** 1000 a 1300 mm anuales
- **Distanciamientos:**
- **Principales plagas**
 - Gusano del follaje (*Spodoptera* sp.)
 - Gusano del suelo (*Agrotis* sp., *Philoophaga* sp., *Prodenia* sp.)
 - Trips (*Thrips palmi*, *thrips tabaci*)
 - Pulgones (*Myzus* sp., *Aphis*)
 - Diabrotica (*Diabrotica balteata*)
 - Ácaros (*Tetranychus* sp.)(Payan, 1995)
- **Principales enfermedades**
 - Tizon de la hoja (*Alternaria* sp.)
 - Moho blanco de la raíz (*Sclerotium* sp.)
 - Pudrición de la raíz (*Erwinia* sp)
 - Mancha de las hojas (*Cercospora caroteae* (Pass))
 - Tizon bacteriano (*Xanthomonas campestris* pv *carotae* (Kenedick) Dye)
 - Nematodos (*Meloidogyne*)(Payan, 1995)
- **Producción /Ha** 40 ton/Ha
- **Producción por año**

Importancia económica: En Guatemala la zanahoria es un producto de exportación, en el año 2016 se obtuvieron por concepto de exportación de zanahoria un estimado de \$7, 800,000 según el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA)

3. Nombre común: frijol

Especie: *Phaseolus vulgaris* L

- **Habito de crecimiento:**
- **Meses de cosecha:** Mayo-junio
- **Tiempo a cosecha:** 120 135 días
- **ciclo productivo:** 5 a 7 meses

- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** El cultivo de frijol requiere suelos fértiles, con buen contenido de materia orgánica; las texturas del suelo más adecuadas son franco arcilloso y franco arenoso
 - **Altitud:** 400 a 1500 msnm
 - **PH:** 6.5 y 7.5

(Cordova, 2018)

- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 15 a 27 °C,
 - **Precipitación:** 350 y los 500 mm
- **Distanciamientos:** 35 entre planta 2 hileras (Cordova, 2018)

- **Principales plagas**
 - Gallina ciega: (*Phyllophaga* sp)
 - Gusanos cortadores (*Agrotis* ípsilon)
 - Babosas (*Vaginulus plebeius*)
 - Crisomélidos: (*Diabrotica* sp y *Cerotoma* sp)
 - Lorito verde o chicharrita (*Empoasca kraemeri*)
 - Trips (*Frankliniella occidentalis*)
 - Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*)
 - Áfidos, Pulgones (*Aphis* sp)
 - Picudo de la vaina (*Trichapion godmani*)
 - Gorgojo (*Zabrotes subfasciatus*)

(Cordova, 2018)

- **Principales enfermedades**
 - Mosaico Común (VMCF)
 - Virus del Mosaico dorado amarillo (BGYMV)
 - Bacteriosis común (*Xanthomonas campestris* pv. *Phaseoli*).
 - Mustia hilachosa o Mal de hilachas, telaraña,
 - hielo y requemo negro
 - Antracnosis.

- La roya o herrumbre (*Uromyces phaseoli*)

(Cordova, 2018)

- **Producción /Ha:** 50 qq/Ha (Cordova, 2018)

Importancia económica: El frijol es uno de los granos básicos más importantes en la alimentación guatemalteca en conjunto con el maíz, estos forman parte de la canasta básica, Guatemala actualmente exporta frijol a distintos países como lo son Costa Rica y el Salvador. (Cordova, 2018)

4. Nombre común: chile

Especie: Capsicum annum L

- **Habito de crecimiento:**
- **Meses de cosecha:** diciembre a febrero si se siembra en agosto
- **Tiempo a cosecha:** 120 a 150 días
- **ciclo productivo:** 6 a 12 meses

(Jaikel, 2010)

- **requerimientos edáficos**

- **Tipo de suelo:** Textura ligera, suelos profundos con buena capacidad de retención de humedad
- **Altitud:** 0 a 2300 msnm
- **PH:** 5 a 7

(Jaikel, 2010)

- **requerimientos climáticos**

- **Temperatura:** 15 a 30°C
 - **Precipitación:** 600 a 1200 mm
- (Jaikel, 2010)

- **Distanciamientos:** 35 cm entre plantas al 3 bolillo

- **Principales plagas**

- Picudo del chile (*Anthomonus eugenii cano*)
 - Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)
 - Minador de la hoja (*Liriomyza* sp)
 - Pulgones (*Myzus persicae* Sulzer)
 - Acaros (*Tetranychus urticae* (kock))
 - Acaro blanco (*Poliphagotarsonemus latus* Banks)
 - Gallina ciega (*Phyllophaga* sp)
 - Gusano del fruto (*Heliothis* spp.)
 - Gusano cortador (*Agrotis* spp.)
 - Nematodos (*Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *pratylenchus*)
- (Jaikel, 2010)

- **Principales enfermedades**

- Mancha Cercospora (*Cercospora capsici* heladwolf)
- Mancha bacteriana (*Xhantomonas vesicatoria*)
- Mal de talluelo (*Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Pythium*, *Phytophthora capsici*)
- Pudricion (*Erwinia carotovora*)
- Marchitez bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*)

- Antracnosis (*Colletotrichum phomoides*)
- Pudrición del moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum*)
- Fusarium (*Fusarium oxysporum*)
- Podredumbre basal (*Phytophthora capsici* Leonin)
- Oídio (*Erysiphe polygoni*)
- Mildiu veloso (*Cladosporium fulvum*)
- Encrespamiento foliar
- Virus del mosaico del tabaco VMT
(Jaikel, 2010)
- **Producción /Ha 20 a 30 ton/Ha (Jaikel, 2010)**

Importancia económica: Según el MAGA, el chile pimiento en el año 2016 tuvo un ingreso aproximado de \$15 millones, por lo que el chile representa un cultivo de alto valor económico, además de ser de comercialización en mercados cantonales y supermercados en todo el territorio nacional.

5. Nombre común: Cebolla

Especie: *Allium cepa* L.

- **Habito de crecimiento:** Herbáceo
- **Meses de cosecha**
- **Tiempo a cosecha:** 4 meses
- **ciclo productivo:** 1 año
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** suelos de textura media, preferentemente franco arenoso, con buen drenaje y rico en materia orgánica, que favorecen el buen desarrollo de las raíces y de los bulbos.
 - **Altitud:** 0 a 1700 msnm
 - **PH:** 5,80 y 7
(García, 2012)
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 20 a 26°C
 - **Precipitación:** 350 a 600 mm anuales
- **Distanciamientos:** 35 cm entre plantas al 3 bolillo
- **Principales plagas**
 - **Trips** – (*Thrips tabaco*)
 - **Orugas** – (*Spodoptera spp.*)
 - **Oruga** (*Agrotis ípsilon*)
 - **Vaquita** – (*Diabrotica speciosa*)
 - **Hormigas cortadoras** – (*Acromyrmex spp; Atta spp*)
(Garay, 2019)
- **Principales enfermedades**
 - **Mancha púrpura** - *Alternaria porri*
 - **Antracnosis** - *Colletotrichum gloesporioides*
 - **Pudrición basal** - *Fusarium oxysporum*
(Garay, 2019)
- **Producción /Ha** 17700 kg/Ha

Importancia económica: La exportación de cebollas representa un negocio de Q37 millones para los productores de este cultivo en Guatemala. Según datos de comercio exterior del Banco de Guatemala, además que se comercializa grandemente dentro del territorio nacional tanto en mercados cantonales como centros comerciales.

6. Nombre común: Lechuga-Acelga

Especie: *Lactuca sativa - Beta vulgaris var. cicla*; (L.) K. Koch

- **Habito de crecimiento:** herbácea
- **Meses de cosecha**
- **Tiempo a cosecha:** 20 a 60 días
- **ciclo productivo:** 50 a 65 días
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** Los suelos preferidos por la lechuga son los ligeros, arenoso-limosos, con buen drenaje
 - **Altitud:** 2000 a 2500 msnm
 - **PH:** 6,7 y 7,4.
(Infoagro, 2017)
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 14-18°C (Infoagro, 2017)
 - **Precipitación:** 1000 a 1200 mm
- **Distanciamientos:**
- **Principales plagas**
 - *TRIPS* (*Frankliniella occidentalis*)
 - *MINADORES* (*Liriomyza trifolii* y *Liriomyza huidobrensis*)
 - *MOSCA BLANCA* (*Trialeurodes vaporariorum*).
 - *PULGONES* (*Myzus persicae*, *Macrosiphum solani* y *Narsonovia ribisnigri*)
(Infoagro, 2017)
- **Principales enfermedades**
 - *ANTRACNOSIS* (*Marssonina panattoniana*)
 - *BOTRITIS* (*Botrytis cinerea*)
 - *MILDIU VELLOSO* (*Bremia lactucae*)
 - *ESCLEROTINIA* (*Sclerotinia sclerotiorum*)
 - *SEPTORIOSIS* (*Septoria lactucae*)
 - *VIRUS DEL MOSAICO DE LA LECHUGA (LMV)*.
 - *VIRUS DEL BRONCEADO DEL TOMATE (TSWV)*.
(Infoagro, 2017)
- **Producción /Ha** 20 ton/Ha

Importancia económica:

En 2019, Guatemala exportó \$4,81M en Lechugas Repolladas, Frescas O Refrigeradas, convirtiéndolo en el exportador número 19 de Lechugas Repolladas, Frescas O Refrigeradas en el mundo, así mismo en el territorio nacional es ampliamente consumida por lo que es altamente comercializada.

7. Nombre común: papas

Especie: *Solanum tuberosum*; L.

- **Habito de crecimiento:** Herbáceo
- **Meses de cosecha**
- **Tiempo a cosecha:** 90 días
- **ciclo productivo:** 90 días
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** Las raíces laterales fibrosas pueden llegar hasta 1.20m de profundidad, en suelos francos y profundos.
 - **Altitud:** 1,500 a 2500 msnm
 - **PH:** 5.5 a 6.5
(Cortez & Hurtado, 2002)
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 15 a 20°C
 - **Precipitación:** 600 mm anuales
(Cortez & Hurtado, 2002)
- **Distanciamientos:**
- **Principales plagas:**
 - Gallina ciega (*Phyllophaga* spp)
 - POLILLA DE LA PAPA (*Tecia solanivora* y *Phthorimaea operculella*)
 - MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci*, *Trialeurodes* sp)
 - MOSQUITA MINADOR (*Liriomyza* sp,) Diptera: *Agromyzidae*.
 - AFIDOS (*Myzus persicae*)
 - PSÍLIDO DE LA PAPA (*Paratrioza cockerelli*)
 - ACARO (*Polyphagota rsonemus latus*)
(Cortez & Hurtado, 2002)
- **Principales enfermedades**
 - TIZÓN TARDÍO DE LA PAPA (*Phytophthora infestans*)
 - MARCHITEZ BACTERIAL (*Ralstonia solanacearum*)
 - El virus del enrollamiento de la papa (PLRV)
 - Virus Y (PVY).
 - El virus X (PVX).
(Cortez & Hurtado, 2002)
- **Producción /Ha:** 27.3 ton/ha

Importancia económica: El cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) puede ser una de las opciones para contribuir a contrarrestar la crisis alimentaria en nuestro país, especialmente por su potencial productivo, por su valor nutritivo carbohidratos y proteínas, por ser un producto agrícola sembrado por una gran cantidad de familias rurales. Lamentablemente no se cuentan con variedades certificadas

AGRICOLA

1. Nombre común: Café

Especie

- **Habito de crecimiento:** Arbusto
- **Tiempo a cosecha:** 3 a 4 años
- **ciclo productivo:** 20 años
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** drenados y ventilados, con buen nivel nutricional y alto contenido orgánico. Arcillas pesadas y arenas y gravas con fácil lixiviación deben de evitarse.
 - **Altitud:** 500 a 1700 msnm
 - **PH:** 4.0 a 5.2
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 17 a 23°C
 - **Precipitación:** 1000 a 3000 mm
- **Distanciamientos:** 1.5 m entre hileras* 1.5 entre plantas, la profundidad de 25-30 cm por 20 cm de ancho se considera apropiada para la planta
- **Principales plagas:**
 - Broca
 - **Meloidogyne exigua (agallas en raíces).**
 - **Pratylenchus spp (pudrición de raíces).**
 - **Gallina ciega (Phyllophaga spp)**
 - **Geococcus, Rhizococcus (piojillo blanco de la raíz)**
 - **Dysmicoccus, Pseudococcus, Planococcus (cochinilla del tallo en plantas jóvenes)**
- **Principales enfermedades:**
 - **Ojo de gallo (Mycena citricolor Berk & Curt)**
 - **Roya del café (Hemileia vastatrix; Berk. & Broome)**
 - **Antracnosis (Colletotrichum spp)**
- **Producción /Ha:**
- **Producción por año:**
- **Importancia económica:** Cultivo de exportación para Guatemala, esta se encuentra en los primeros 5 productores a nivel mundial, por lo que es relevante en su exportación así como en su comercio local. El café es un producto de consumo diario para la mayoría de las personas.

(costarrica, 2011)

2. Nombre común: Banano

Especie: *Musa paradisiaca*

- **Habito de crecimiento:** Herbácea gigante
- **Tiempo a cosecha:** 10 a 11 meses
- **ciclo productivo:** 10 a 11 meses
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** desarrolla en suelos distintos alrededor del mundo, pero es exigente en cuando a anclaje y nutrientes
 - **Altitud:** de 0 a 2000 msnm ideal 400 a 600 msnm se puede atrazar la el ciclo por cada 100 m de diferencia.
 - **PH:** 5.5 a 6.5
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 20 a 30 °C
 - **Precipitación** de 1400 a 2400 mm
- (INTAGRI, 2018)
- **Distanciamientos:** 3 entre planta y 3 entre surcos
- **Principales plagas:**
 - **Gorgojo o Picudo negro**
 - Thrips (*Chaetanaphothrips signipennis*)
- **Principales enfermedades**
 - **Sigatoka negra - *Mycosphaerella fijiensis* Morelet**
 - **Sigatoka amarilla (*Cercospora musae*).**
 - **Mancha cordana (*Cordana musae*)**
 - **El virus del rayado del banano (BSV)**
 - **La enfermedad del mosaico del banano (CMV)**

(Rojas, 2013)

- **Producción /Ha**
- **Producción por año**

Importancia económica: El banano ha sido parte importante de la historia de Guatemala y continúa siendo de importancia para la economía del país. En el período de enero a mayo de 2019, productores de banano han exportado más de US\$ 368 millones. Este monto representa un incremento de 13.5 % en divisas generadas —y en 10 % en volumen— en comparación con la exportación de banano de 2018.

3. Nombre común: Cítricos

Especie: Citrus × latifolia - Citrus X síntesis - Citrus reticulata

- **Habito de crecimiento:** Arbol
- **Meses de cosecha**
- **Tiempo a cosecha:** 2 a 3 años
- **ciclo productivo:** 15 años
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** Prefiere suelos francos o franco-arenosos con buena cantidad de materia orgánica, con pendiente suave y buen drenaje
 - **Altitud:** 20 a 900 msnm
 - **PH:** 5.5 a 6.5
(Casaca, 2005)
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 25 a 30 °C.
 - **Precipitación:** 400 y 1,200 mm por año
(Casaca, 2005)

Distanciamientos: 3*3m Limón persa 6*6m Naranja 6*3m Mandarina

- **Principales plagas**
 - Ácaros (*Brevipalpus phoenius*)
 - Chinche pata de hojas (*Leptogloseus zonatus*)
 - Escama roja (*Aonidium*)
 - Hormiga brava (*Solenopsis geminata*)
 - Zompopos (*Atta* spp.)
(Casaca, 2005)
- **Principales enfermedades**
 - Antracnosis (*Glomerella cingulata*)
 - Fumagina (*Capnodium citri* ByP)
 - Gomosis (*Phytophthora* *Cifrophthora* parasitica)
 - Mancha grasienta (*Mycosphaerella citri*)
 - Roña (Fawcetti)
 - Tristeza de los Cítricos (Virus de la tristeza, Grupo Closterovirus)
(Casaca, 2005)
- **Producción /Ha:** 22 y 25 toneladas por hectárea por año

Importancia económica: Según agexport, existe un comité de cítricos, estos exportan cítricos como limón, naranja entre otros a distintos países, así mismo se comercializa en el interior del país, esto debido a que este producto es de uso cotidiano.

4. Nombre común: Aguacate

Especie: *Persea americana* var. *hass*

- **Habito de crecimiento:**
- **Meses de cosecha:** Enero-febrero
- **Tiempo a cosecha:** 5 años
- **ciclo productivo:** mayor a 15 años
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** en suelos de una amplia variedad de texturas, incluso en suelos arcillosos y franco-arcillosos siempre que exista un buen drenaje, siendo el suelo de textura ligera el óptimo.
 - **Altitud:** 1900-2400 msnm
 - **PH:** 5.5 a 7.0 (Soto, 2018)
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 5 a 19°C
 - **Precipitación:** 1,000 a 2,000 anuales (Soto, 2018)
- **Distanciamientos:**
- **Principales plagas**
 - **BARRENADOR DEL HUESO Y RAMAS** (*Stenomacrus* *catenifer* Walshingam)
 - **BARRENADOR DEL TRONCO Y RAMAS** (*Copturus aguacatae* Kissinger)
 - **ARAÑA ROJA O ÁCAROS** (*Oligonychus punicae* Hirst.)
 - **TRIPS (géneros *Scirtothrips*, *Frankliniella* y *Leptothrips* sp)** (Soto, 2018)
- **Principales enfermedades**
 - **PUDRICIÓN DE RAÍCES Y MARCHITEZ POR** *Phytophthora* (*Phytophthora cinnamomi* var. *cinnamomi* Rands)
 - **ANTRACNOSIS** (*Colletotrichum gloeosporioides*)
 - **ROÑA** (*Sphaceloma perseae* Jenk) (Soto, 2018)
- **Producción /Ha:** 6 Ton/ha

Importancia económica: es una fruta con creciente aceptación en los consumidores por su contenido nutricional en proteínas, vitaminas, minerales y su beneficio en la salud humana gracias a su grasa mono insaturada que contribuye a la disminución del colesterol y los triglicéridos totales del cuerpo. Además, por ofrecer diferentes opciones para su consumo en fresco, procesado y su uso en la industria cosmética genera empleos permanentes y temporales en toda la cadena agraria comercial, beneficiando a productores, comercializadores, prestadores de servicios, industrializadores y consumidores. actualmente Guatemala exporta aguacate a distintos países (Soto, 2018)

5. Nombre común: Maíz

Especie: *Zea mays* L.

- **Habito de crecimiento:** Herbáceo
- **Meses de cosecha**
- **Tiempo a cosecha:** 60 a 80 días dependiendo de la variedad y región.
- **ciclo productivo:** 120 días
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** suelos que presenten buenas condiciones tales como textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención del agua (López, 2002)
 - **Altitud:** 0 a 2500 msnm (López, 2002)
 - **PH:** 5.5 a 8
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 21 a 27°C
 - **Precipitación:** 500 a 700 mm (López, 2002)
- **Distanciamientos:** 1m entre surcos*0.2m entre plantas
- **Principales plagas**
 - *Phyllophaga* spp (Coleoptera: Scarabaeidae) (Gallina Ciega)
 - *Dalbulus maydis* (Homoptera: Cicadellidae) (Chicharrita del maíz)
 - *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidade) (Gusano cogollero)
 - *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidade) (Gusano Elotero)
 - Araña Roja (Acarina: Tetranychidae) (López, 2002)
- **Principales enfermedades**
 - Achaparramiento del maíz (*Spiroplasma kunkeli*)
 - Helminthosporium maydis y H. turcicum (Tizon Foliar)}
 - Puccinia sorghi, Puccinia polysora, Physopella zea (Royas del maíz)
 - Curvularia lunata y C. pallescens (Mancha Foliar por curvularia)
 - *Physoderma maydis*
 - Gibberella zea y G. fujikuroi (Pudriciones de mazorca por Gibberella)
 - Diplodia maydis, D. macrospora (Pudrición de la mazorca por Diplodia)
 - *Aspergillus* spp (Pudrición de la mazorca por Aspergillus) (López, 2002)
- **Producción /Ha:** 93 qq/ha

Importancia económica: Según las cifras oficiales del Banco de Guatemala, el cultivo de maíz contribuye con el 1 % del Producto Interno Bruto y el 4 % del PIB agrícola. En Guatemala, muchas veces se considera la producción de maíz como un sector de importancia «social» más que «económica»

CERCO

1. Nombre común: Cedro

Especie: *Cedrela montana*

- **Habito de crecimiento:** arbol
- **Tiempo a cosecha:** 20 años
- **ciclo productivo:** Perenne
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** arcillas derivadas de piedra caliza, pero crece también en sitios bien drenados sobre suelos ácidos derivados de rocas volcánicas
 - **Altitud:** nivel del mar hasta 1300msnm
 - **PH:** 5 a 6.1
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 23 a 36 °C
 - **Precipitación:** 2500 a 4000 mm anuales
- **Distanciamientos:** 3*3 por 40 cm de profundidad
- **Principales plagas**
 - Barrenador, taladrador de las meliáceas (*Hypsipyla grandella*)
 - Barrenador de la xilema / barrenador del tallo (*Chrysobothris* sp. / *C. yucatanensis*)
- **Principales enfermedades**
 - Cancro (muerte descendente) (*Botryosphaeria* sp.)
 - Roya del Cedro (*Gymnosporangium clavipes*)
- **Producción /Ha**
- **Producción por año**
- **Importancia económica:** Según el manual de criterios y parámetros probosque, el cedro (cedro spp.) se encuentra entre las especies forestales maderables que tendrán prioridad en la aprobación de proyectos en la modalidad de sistemas agroforestales, por lo que es una buena opción para el establecimiento en dicho sistema agroforestal. Según el Instituto nacional de bosques (INAB) el cedro (*Cedrela* spp) es una de las especies juntamente con la caoba (*Swietenia macrophylla*) con mayor mercado a nivel mundial, esto se debe a que la madera extraída es de una excelente calidad.

2. Nombre común: gandul

Especie: *Cajanus cajan* (L.) Millsp

- **Habito de crecimiento:** Arbusto
- **Meses de cosecha:**
- **Tiempo a cosecha:** 3 a 4 meses
- **ciclo productivo:** más de 5 años
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** Sobrevive hasta en los suelos más pobres, bajos en nutrimentos debido a su rusticidad. Produce muy bien en suelos drenados, de topografía ondulada ya que su crecimiento se afecta en suelos anegados.
 - **Altitud:** 0 a 2000 msnm
 - **PH:** 5.5-6.5
(echocommunity, 2019)
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 20-30° C
 - **Precipitación:** 100 a 1000 mm anuales (echocommunity, 2019)
- **Distanciamientos:**
- **Principales plagas**
 - No hay plagas de importancia económica
- **Principales enfermedades**
 - el mildiu (*Pseudoperonospora* sp.)
 - oídio (*Sphaerotheca* sp)
- **Producción /Ha** 5 ton de grano verde /Ha

Importancia económica: El gandul es valioso por su producción de guisantes verdes y vainas comestibles, así como también un frijol seco, mientras que otras plantas del huerto no lo harán. También funciona como un cultivo de cobertura o forraje por su capacidad de fijar nitrógeno, es una especie poco conocida, por tal motivo la venta es limitada, sin embargo, con la publicidad adecuada puede llegar a ser un producto por sus altos niveles alimenticios, un producto accesible.

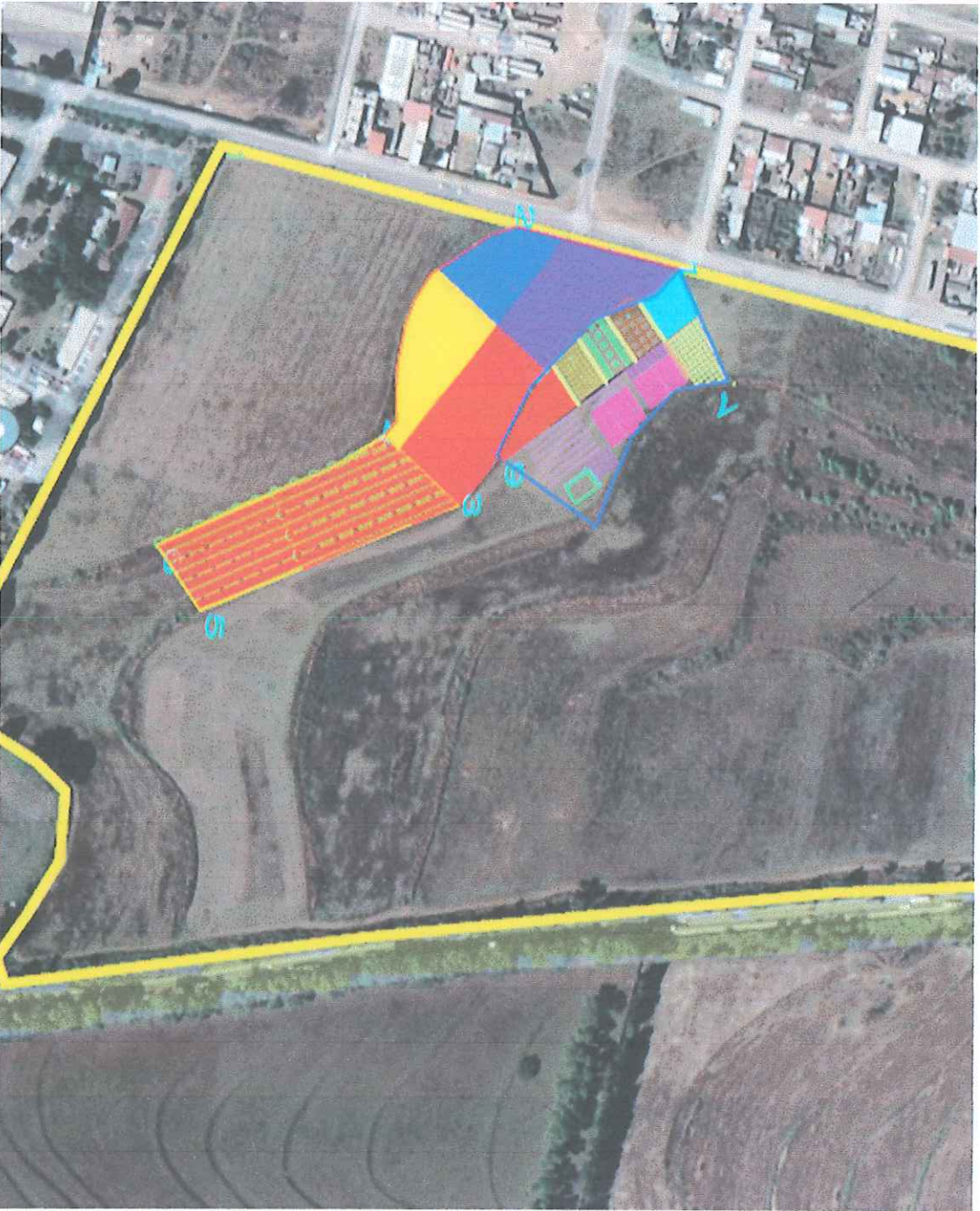
3. Nombre común: Moringa

Especie: *Moringa oleifera*

- **Habito de crecimiento:**
- **Meses de cosecha**
- **Tiempo a cosecha:** 3 meses (Cerrato, 2008)
- **ciclo productivo:** Mas de 5 años
- **requerimientos edáficos**
 - **Tipo de suelo:** todo tipo de suelos
 - **Altitud:** hasta 1,000 m.s.n.m.
 - **PH:** 4.5 y 8 (Cerrato, 2008)
- **requerimientos climáticos**
 - **Temperatura:** 25-35°C
 - **Precipitación:** 250 a 1500 mm anuales
- **Distanciamientos:** 2 metros entre plantas (Cerrato, 2008)
- **Principales plagas**
 - Zompopos (*Atta mexicana*)
- **Principales enfermedades**
 - mal de talluelo (*Pythium sp.*)
- **Producción /Ha** 192 kg/HA

Importancia económica: La *Moringa oleifera* es la especie económicamente más valiosa y procede de Asia meridional, donde crece en las estribaciones del Himalaya, pero se cultiva extensamente en los trópicos, por sus grandes propiedades medicinales es comercializada en el interior del país, para la realización de medicina alternativa.

MAPA GENERAL DE SISTEMAS AGROFORESTALES



2. Mantenimiento y evaluación de huerto semillero forestal.

Introducción

En la Escuela Nacional Central de Agricultura actualmente tiene un convenio con la empresa Popayán ® la cual realiza híbridos de eucalipto con distintas especies. Para lo cual están establecidos 3 bloques, los cuales poseen una gran cantidad de plantas de eucalipto, es necesario realizar el mantenimiento de este huerto, entre las actividades de mantenimiento se encuentran inventarios tanto de plantas como el del estado de la floración, es importante realizar la reposición de plantas que no se encuentren en el ensayo para obtener mejores resultados, otras actividades de mantenimiento es el manejo de plantas arvenses. Estos híbridos son utilizados en la empresa como híbridos para producción ya que estos tienen un mejor desarrollo.

Objetivos

General

Proporcionar el manejo adecuado al huerto semillero de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.

Específicos

- Realizar inventarios de floración para tener un registro para de esta forma saber que plantas se encuentran listas para la polinización y para extracción de polen.
- Realizar polinización artificial para la obtención de híbridos de eucalipto (*Eucalyptus spp.*) en la Escuela Nacional Central de Agricultura
- Apoyar en la producción y manejo de vivero para la resiembra de plantas de eucalipto que no se encuentren en el área.

Metodología

- Realización de recorridos en el área del IAN.
- Toma de datos con respecto a la floración
- Identificación de plantas existentes en el huerto semillero, así como las ausentes.
- En las plantas que tengan flores en punto de polinización se realizara dicho proceso.
- Colecta de flores para la recolección de polen
- Llenado de bolsas de vivero para plantas de eucalipto a replantar.

Objetivos

Descripción de actividades y resultados

- Desmalezado

Con el apoyo de estudiantes del segundo año de la carrera de perito forestal pertenecientes al curso de manejo de plantaciones se llevaron las chapeadoras motorizadas, con las que se realizó el desmalezado de las filas de eucalipto del huerto semillero del IAN, en este se realizó la eliminación de las malezas con un ancho de 0.8 a 1 metro de distancia del lado derecho y del lado izquierdo de la planta a manera de dejar una calle sin malezas, para posteriormente con ayuda del machete eliminar las plantas de maleza más grandes que con la chapeadora no sea posible eliminar. Se realizó el desmalezado de los bloques 1 y 2 del huerto.



- Colocación de cedazo

Con ayuda de estudiantes del curso de manejo de plantaciones pertenecientes a la carrera de perito forestal de segundo año se retiró el cedazo que poseía con anterioridad, esto se debe a que este se encuentra en mal estado en algunos casos y en otros el tamaño ya no es el adecuado, esto puede causar estrangulamiento que repercutirá en la muerte de las plantas, de esta forma se libera de todo tipo de obstrucciones y artículos que puedan causar dicho estrangulamiento.

Posteriormente se corta el cedazo de manera que proteja lo más posible del tronco de las plantas de eucalipto, esto se realiza con el objetivo de evitar daños por roedores como lo son conejos, ratones los cuales con sus dientes dañan la parte baja del tronco formando un anillo el cual hace que dañen el floema generando así la muerte de las mismas. Una vez cortado el cedazo se le da la forma de un cilindro, el cual rodea el tronco de las plantas para posteriormente asegurarlos con rafia en la parte superior, media e inferior del cedazo.



- **Colecta de semillas**

En conjunto con estudiantes de tercer año de la carrera de perito agrónomo del curso de Dasonomía se impartió una charla en la que se explicó lo que se está realizando en el huerto semillero de eucalipto, en la que se describieron actividades como polinización artificial de eucalipto, selección de botones florales para recolección de polen y para polinización, así mismo el proceso después de la polinización para identificar las características de las capsulas para el punto de cosecha de los mismos.

Para la cosecha de capsulas es importante verificar que estas posean una cruz o una estrella dependiendo de la especie, la cual corresponde a la dehiscencia, esto garantiza que, al ser cosechadas, estas puedan abrir de una buena forma para la recolección de semillas, para esto se almacenan en un lugar fresco, para posteriormente en un área donde la temperatura sea mayor se puedan almacenar para que estas capsulas puedan abrirse completamente y extraer la mayor cantidad de semillas posibles.





- **Inventario de supervivencia**

Se realizan con el objetivo de saber con qué material se cuenta para completar el huero semillero ubicado en el área denominada IAN de la Escuela Nacional Central de Agricultura, está tomando en cuenta el material que se posee vivo en el área antes descrita.

Para eso se realizó un cuadro en el que se identificó por bloque y por especie las plantas según el diseño experimental y con las que se cuenta en el área establecida. De la misma forma se compara con la disponibilidad de plantas que se encuentra en el vivero forestal de la ENCA.

De esta forma se presentan los siguientes resultados de plantas

- **Inventario de floración**

Materiales

- Libreta
- Lapicero
- Formato de inventario
- Croquis del área

De acuerdo con el croquis del área se realizará un recorrido por las líneas y filas del cada bloque del huerto semillero

Se verificará en cada árbol si existe floración, así como el estado de esta, separando los árboles en cuatro grupos de acuerdo a la proximidad que se encuentran para la realización de polinización artificial, siendo estos a corto, mediano y largo plazo, así como las plantas que no se encuentran en floración llenando de esta forma los formatos para la realización de dicho inventario

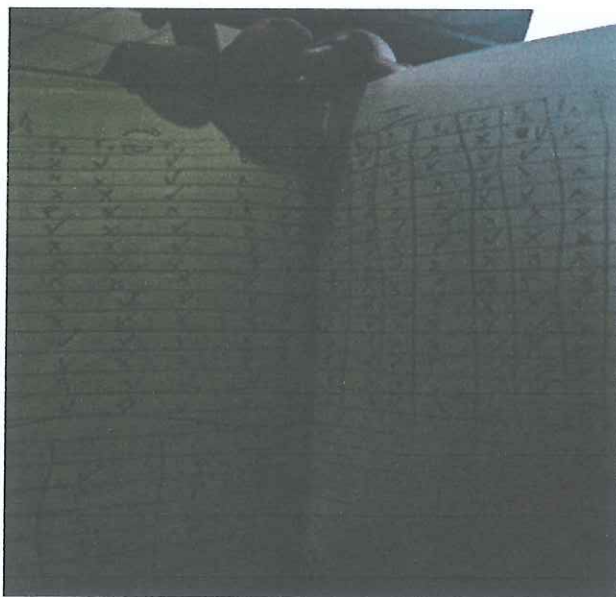





Ilustración 1: base de datos de supervivencia en libreta de campo



Ilustración 2: Toma de datos de supervivencia




BLOQUE 1

fila	Línea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	GR4	UZ7	GS22	UZ8	GF1	UZ1	GR14	UZ7	GR18	UZ3	GS19	UM 40	T14	
2	UM4	GV	UM11	GS7	UM18	GS11	UM25	C4	UM32	C14	UM34	GR22	T13	
3	R10	GS3	R5	P4	GR10	Tt	R4	GS14	GC2	GS18	P8	UZ4	T12	
4	C10	UM7	GR7	UM14	R14	UM21	UZ6	UM28	GR17	UM35	GR21	T25	T11	
5	GR3	GB	R6	GC3	C3	Tt	GR13	GC	C13	R13	CP	T24	T10	
6	UM3	P1	UM16	GS6	UM17	GS10	UM34	R3	GF4	GS17	UM38	T23	T9	
7	C11	GS2	UZ6	P3	GR9	P7	GF3	GS13	UM3X 1	GV3	GR20	T22	T8	
8	GB	UM6	GR6	UM13	GV	UM20	GB	UM27	GR16	UM34	UZ10	T21	T7	
9	GR2	R4	C2	P2	R11		GR12	R2	P6	GV5	C8	T20	T6	
10	UM2	GF6	UM9	GS5	UM16	GS9	UM23	C5	UM30	GS16	UM37	T19	T5	
11	R15	GS1	R7	GC4	GR8	P5	R12	GS12	GC1	R1	GR19	T18	T4	
12	C1	UM5	GR5	UM2	GF5	UM19	GF2	UM26	GR15	UM33	GB5	T17	T3	
13	GR1	GV	UZ5	R8	GB3	C6	GR11	C12	GV4	C7	UZ9	T16	T2	
14	UM1	GS2	UM8	GS4	UM15	GS8	UM22	GS20	UM29	GS15	UM36	T15	T1	

Leyenda	
Planta presente	
Planta ausente	
Planta patrón	


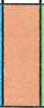

BLOQUE 2

Línea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	GS19	GF1	UZ3	UZ8	GR16	GS22	UZ2	UZ7	GR14	GR4	UZ11	GR22	T19
2	UM39	UM18	C14	GS7	UM32	UM11	C4	GV3	UM25	UM4	GS11	-	T9
3	P8	GR10	GS18	P4	GC2	R5	GS14	GS3	R4	R10	-	-	T25
4	GR21	R14	UM35	UM14	GR17	GR7	UM28	UM7	UZ4	C10	UM21	T4	T18
5	C9	C3	R13	GC3	C13	R6	GC5	GB2	GR13	GR3	-	T13	T8
6	UM38	UM17	GS17	GS6	GF4	UM10	R3	P1	UM24	UM3	GS10	T3	T24
7	GR20	GR5	GV3	P3	UM31	UZ6	GS13	GS2	GF3	C11	P7	T14	T17
8	UZ10	GV2	UM34	UM13	GR16	GR6	UM27	UM6	GB4	GB1	UM20	T12	T7
9	C8	R11	GV5	P2	P6	C2	R2	R9	GR12	GR2	UM40	T2	T23
10	UM37	UM16	GS16	GS5	UM30	UM9	C5	C5	UM23	UM2	GS5	T21	T16
11	GR19	GR8	R1	GC4	GC1	R7	GS12	GS1	R12	R15	P5	T11	T6
12	GB5	GF5	UM33	UM12	GR15	GR5	UM26	UM5	GF2	C1	UM19	T1	T22
13	UZ9	GB3	C7	R8	GV4	UZ5	C12	GV1	GR11	GR1	C6	T20	T15
14	UM36	UM15	GS15	GS4	UM29	UM8	GS20	GS21	UM22	UM1	GS8	T10	T5

Legenda	
Planta presente	
Planta ausente	
Planta patrón	

BLOQUE 3

línea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	C8	R11	GV5	P2	P6	C2	R2	R9	GR12	GR2	UM40	-	T18
2	UM36	UM15	GS15	Gs4	UM29	UM8	GS20	GS21	UM22	UM1	GS8	-	T22
3	GS19	GF1	UZ3	UZ8	GR18	GS22	UZ2	UZ7	GR14	GR4	UZ1	-	T11
4	C9	C3	R13	GC3	C13	R6	GC5	GB2	GR13	GR3	-	T12	T5
5	UM32	UM16	GS16	GSS	UM30	UM9	C5	GF6	UM23	UM2	GS9	T19	T17
6	UM39	UM18	C14	GS7	UM32	UM11	C4	GV3	UM25	UM4	GS11	T6	T23
7	UM38	UM17	GS17	GS6	GF4	UM10	R3	P1	UM24	UM3	GS10	T13	T3
8	GR12	GR8	R1	GC4	GC1	R7	GS12	GS1	R12	R15	GS10	T10	T10
9	P8	GR10	GS18	P4	GC2	R5	GS14	GS3	R4	R10	GR22	T20	T16
10	GR20	GR5	GV3	P3	UM31	UZ6	GS13	GS2	GF3	C11	P7	T7	T24
11	GB5	GF5	UM33	UM12	GR15	GR5	UM26	UM5	GF2	C1	UM19	T14	T4
12	GR12	R14	UM35	UM14	GR17	GR7	UM28	UM7	UZ4	C10	UM21	T2	T9
13	UZ10	GV2	UM34	UM13	GR16	GR6	UM27	UM6	GB4	GB2	UM20	T21	T15
14	UZ9	GB3	C7	R8	GV4	UZ5	C12	GV1	GR11	GR1	C6	T8	T25

Leyenda	
Planta presente	
Planta ausente	
Planta patrón	

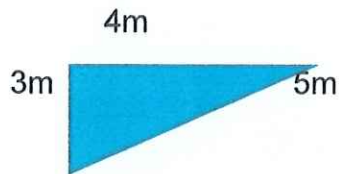
3. Trazado en huerto semillero

Materiales

- Cinta métrica
- Pita o rafia
- Estacas
- Machete
- Maso de madera

Para la realización del trazado se comenzó en el bloque numero 3, esto con ayuda de estudiantes del curso de manejo de plantaciones del segundo año de la carrera de perito forestal, para ello se tomó como guía las plantas que ya se encuentran sembradas, verificando que cumplan con el distanciamiento de 6m entre plantas por 6m entre surcos. Una vez verificado se realizó una rafia de 24 metros aproximadamente en los que se señaló cada 6 metros, con esta rafia se verifica si cumple con los distanciamientos establecidos.

Posteriormente al llegar al borde del bloque se identificó si la plantación establecida se encuentra alineada a 90°, esto se hizo con ayuda del teorema de Pitágoras.



$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$C = \sqrt{(a^2 + b^2)}$$

$$C = \sqrt{(3^2 + 4^2)}$$

$$C = \sqrt{9 + 16} = 5$$

Con ayuda de este teorema nos indica que tomando la dirección de la pita se toma 4 metros al nivel de las filas y 3 metros a la dirección de las columnas, de esta forma la hipotenusa debe ser 5, sin embargo, al momento de tomar los datos se observó que la hipotenusa fue de 6.3 metros por lo que se concluye que la plantación no se encuentra completamente alineada. Sin embargo, para el trazado se sigue la alineación que posee. De esta forma con ayuda de la rafia señalizada se determina la posición en la que las plantas a trasplantar deben estar.

Gracias a esta actividad se colocaron estacas en los lugares donde debe ir cada planta faltante, para su posterior trasplante a campo. Con esta actividad garantizamos que las plantas a establecer, continúen con la densidad de siembra antes establecida y así puedan tener un buen desarrollo.



Ilustración 4: alineación y trazado del huerto semillero

4. Colocación de tutor de plantas del huerto semillero

Materiales

- Machete
- Estacas
- Paso de madera

Para la colocación fue necesario con la ayuda del machete la búsqueda de tutores de aproximadamente 1.2 m de largo haciéndoles una punta para su fácil encaje en el suelo. Para esto fue necesario darle golpes con ayuda de un mazo para que este penetre en el suelo, esto debido a que por ser época seca el suelo se encuentra muy compacta, una vez sembrado el tutor a una distancia aproximada de 10 cm del tronco se procede a amarrarlo con pita o rafia, esto para garantizar que el tronco se mantenga inmóvil y evitar el daño provocado por el viento.



Ilustración 5: Planta de eucalipto con su respectivo tutor para evitar el acame

3. Producción y manejo en vivero de especies vegetales: Frutales, forestales forrajeras y otras, para los SAF.

Introducción

La etapa de vivero es muy importante ya que en esta se proporcionan las condiciones adecuadas para su desarrollo inicial, entre estas condiciones se encuentran las del sustrato, el cual debe mantener cierto grado de humedad en él, debe estar suelto para garantizar el desarrollo radicular. También es importante garantizar la buena genética de las especies utilizadas, siendo de esta forma la selección de las variedades o especies adecuadas para el aclimatamiento de dichas plántulas.

En la etapa de vivero se realizan actividades como preparación de sustratos, llenado de bolsas entre otras, las cuales nos dan como resultado bolsas con plantas listas para su establecimiento en campo, estas tienen mayor porcentaje de sobrevivencia en el campo definitivo. Es necesario proporcionarle la fertilización adecuada para su buen desarrollo inicial.

Objetivos

General

Realizar actividades de manejo y producción de especies vegetales en la fase de vivero en la Escuela Nacional Central de Agricultura.

Específicos

- Realizar llenado de bolsas para vivero de especies vegetales para los distintos cultivos a establecer en el área del IAN.
- Proporcionar mantenimiento a plántulas en la etapa de vivero de distintas especies vegetales.

Metodología y resultados

- **Preparación de materiales para el sustrato**

Materiales

- Palas
- Azadones
- Cernidoras
- Carretas
- Libretas
- Lápiz
- Camión

Metodología

Se realizó el cálculo de material necesario por cada material necesario para la realización del sustrato, este se realizará en una relación 2:1:1 con tierra, arena y materia orgánica respectivamente.

10.48 m³=2.64 m³≈3m³

Es importante preparar cada material por separado. En el caso de la arena es importante picar la arena y cernirla para después transportarla al vivero en donde se realiza la mezcla de sustrato.

La materia orgánica fue necesario extraerla y cernirla para obtener una mejor consistencia del mismo.

La tierra fue necesario cernirla de la misma manera que la arena y la materia orgánica para que el sustrato tenga una consistencia adecuada para el desarrollo radicular de las plantas.

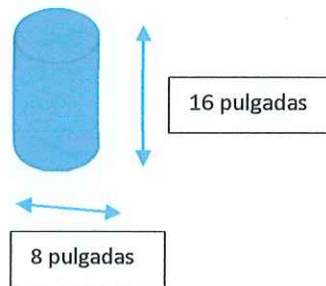
Una vez obtenidos los materiales se realiza la mezcla en la relación 2:1:1 para el llenado de bolsas

De esta manera se obtuvo un total de 12 m³ de sustrato.

- **Cálculo de sustrato**

- Lápiz
- Libreta de apuntes
- Calculadora
- Regla
- Bolsas plásticas

Para realizar el cálculo de bolsas es necesario tomar las medidas especificadas de las bolsas a llenar.



$$8 \text{ " } * \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ "}} = 20.32 \text{ cm}$$

$$16 \text{ " } * \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ "}} = 40.64 \text{ cm}$$

Volumen de la bolsa

$$\pi * r^2 = \text{area} \quad \pi * \left(\frac{20.32}{2}\right)^2 = 324.93 \text{ cm}^2$$

$$324.93 \text{ cm}^2 * 40.64 \text{ cm} = 13146.72 \text{ cm}^3$$

$$\frac{13146.72 \text{ cm}^3}{(100 \text{ cm})^3} = \frac{0.0131 \text{ m}^3}{\text{bolsa}}$$

$$\frac{0.0131 \text{ m}^2}{\text{bolsa}} * 800 \text{ bolsas} = 10.48 \text{ m}^3 \text{ de sustrato}$$

- **Llenado de bolsas**

Llenado de bolsas

Materiales

- Sustrato
- Bolsas
- Pala hechiza a partir de una porción de PVC.

Procedimiento

Para cumplir con esta actividad es necesario que con la ayuda la pala de PVC se agarra el sustrato para poder introducirlo a las bolsas que poseen 8 pulgadas de ancho por 16 pulgadas de alto, estas son de este tamaño para garantizar que se preservaran con vida para su próximo trasplante a campo definitivo en la próxima época lluviosa. Para esto es importante apelmazar el sustrato para que este proporcione una firmeza adecuada para el enraizamiento de las plantas en cuestión. De esta forma se llenan hasta un nivel de 2/3 de su capacidad para que al momento del trasplante completar este nivel con el sustrato del tubetes y agregando más sustrato si hiciere falta.



- **Trasplante de plántulas**

Materiales

- Sustrato
- Plántulas de eucalipto (*Eucalyptus* spp)
- Tubete
- Carretilla

Procedimientos

Con la ayuda de una carretilla se lleva sustrato hacia donde se encuentran las plantas, posteriormente las plántulas son retiradas del tebete para ser sumergidas en agua, posteriormente se realiza un agujero con la ayuda de un Tubete en el sustrato, para luego colocar la planta en la bolsa, una vez en su lugar se rellena con sustrato la bolsa, apelmazando de una buena forma dicho sustrato para que tenga un buen anclaje en dicho sustrato. Es importante que las plantas se encuentren en una buena postura para garantizar su buen desarrollo. De esta forma se trasplantaron 645 plantas de distintas especies como lo son *Eucalyptus globulus*, *E. pellita*, *E. camaldulensis* *E. grandis* y plantas de *Corimbia torrelliana*

- **Aplicación de enraizaste**

Materiales

- Regadera
- Baldes
- Agua
- Basext®

Procedimiento

Para la aplicación del enraizaste Basext® es importante tomar en cuenta las recomendaciones del fabricante, por lo que se descargó la ficha técnica del producto en la que se observó que la dosis recomendada era de 2

ml por litro de agua, de esta forma se calculó cuanto era necesario para la preparación de la solución en una cubeta de agua.

$$\frac{2ml}{l} * \frac{3.785 l}{1 gal} * \frac{5 gal}{1 cubeta} = 37 ml \text{ de producto}$$

- **Aplicación de fertilizantes**

Materiales

- Agua
- Asperjadora mecánica de 16L.
- Vainero SL ®
- Varilla mezcladora

Procedimiento

Para la aplicación del fertilizante Vainero SL ® es importante tomar en cuenta las recomendaciones del fabricante, por lo que se descargó la ficha técnica del producto en la que se observó que la dosis recomendada era de 1 ml por litro de agua, de esta forma se calculó cuanto era necesario para la preparación de la solución en una bomba de mochila, siendo necesarios 16 ml de producto, utilizando así 15 ml para su fácil medición.

Una vez medido el producto se realiza la mezcla en una cubeta adicional para luego introducirlo a la bomba de mochila, luego con la boquilla de la asperjadora formando un cono lleno se aplicó el producto al follaje de las plantas de eucalipto, esto debido a que el producto a aplicar es un fertilizante foliar, el cual contiene tanto nutrientes mayores como menores. Así como se aplicó a plantas jóvenes se les aplicó a las que se encuentran desde mayor tiempo atrás en el vivero.

- **Tutorado de plántulas**

El tutorado es una actividad de gran importancia para la etapa del vivero, esto se debe a que las plantas por acción de la gravedad y el peso de los brotes tienden a arquearse o doblarse, lo que daña la estructura del mismo.

Para la realización del tutorado es necesario coleccionar los tutores, estos son a base de carrizo (*Arundo donax*) y de bambú (*Phyllostachys aurea*) esta con la ayuda de un machete con la que se cortan tutores de 80 cm a 1 metro. Luego se trasladan al vivero en donde se encuentran las plántulas del vivero.

Una vez en el vivero se procede a insertar el tutor en el sustrato de la bolsa a un costado de la planta, esto con el objetivo de brindarle a la planta una guía en la que se apoyara para desarrollarse de buena forma y no continuar con el doblamiento en el que se encuentra

Luego con la ayuda de rafia o pita cortada previamente a un largo de aproximadamente 30 cm se realiza un nudo para fijar la plántula al tutor y así garantizar el desarrollo vertical de las plántulas, se realizan dos nudos, uno en la base del tutor y otro en la parte más alta del mismo.

- **Deshije**

El deshije es una actividad importante en la que se retiran los rebrotes provenientes del patrón de la planta injertada. Esto con el objetivo de evitar que el patrón aproveche los nutrientes de la planta, haciendo de esta forma que el injerto se desarrolle de buena forma.

Para la realización es importante identificar las plantas que necesitan el deshije. Una vez identificada la planta se procede a desinfectar la herramienta empleada, con alcohol, esto se realiza en cada planta que se realiza el deshije, de esta forma se eliminan los brotes que la planta posea.



- **Riego**

Materiales

- Manguera
- Agua
- Bomba de agua

Procedimientos

Una vez encendida la bomba de riego se abre la llave de paso en la que está conectada la manguera, con ayuda de esta se aplica a gusa a presión para hacer que las partículas de agua sean más pequeñas evitando así que el sustrato de las bolsas salga disparado fuera de ellas, humedeciendo de esta forma el sustrato, esto para que las plantas absorban dicha humedad y mantenerse así en buen estado. También es importante mantener un buen nivel de humedad en el suelo para el

aprovechamiento de nutrientes que el sustrato proporciona a las plantas para su desarrollo.

- **Identificación de plantas**

Materiales

- Cinta de colores
- Marcadores
- Hoja de inventario con códigos de plantas
- Lapiceros

Procedimiento

Para la identificación se cortaron tiras de cinta de color con una longitud aproximada de 20 cm. En la que se le colocara el código que la empresa proveedora nos da en la hoja de inventario del cargamento. De esta forma se sabrá de donde se origina dicho material, que especie es, así como la especie del patrón. Esto con ayuda de marcadores permanentes, y se ira chequeando en dicho listado las plantas ya identificadas, esto con el objetivo de que al momento de que las plantas se trasplantan a campo definitivo se tenga la certeza de que especie se posee para la realización de los cruces genéticos a través de la polinización artificial que se está realizando.

- **Desmalezado de bolsas**

- **Materiales**
Cubeta

Procedimiento

El desmalezado es una actividad importante en el mantenimiento del vivero ya que la presencia de malezas puede generar la incidencia de plagas y enfermedades, las cuales pueden generar perdidas del material genético que se encuentra en el rescatado en el vivero que servirá para completar el huerto semillero en un futuro. Para realizar el desmalezado se procede a identificar las plantas que posean malezas, para posteriormente retirarlas manualmente, luego se coloca en una cubeta en la que se almacena la maleza retirada de las bolsas.

CONCLUSIONES

- Los diseños agroforestales (silvopastoril, huerto multi-estrato, café-banano-cedro) son una alternativa para la Escuela Nacional Central de Agricultura para poder llegar a tener un uso correcto del suelo de acuerdo a su capacidad de uso, además siendo estos modelos para explotación ejemplares para la educación de peritos agrónomos y forestales que posteriormente dirigirán para la producción agrícola y forestal en el país.
- El cultivo de eucalipto como toda especie cultivada necesita de manejo adecuado para su buen desarrollo, entre las actividades de manejo se puede mencionar actividades como la colocación de tutores, desmalezados, manejo de plagas, riego, estas son realizadas durante el proceso de ejecución del EPS.
- La producción de plántulas a nivel de vivero es la fase previa al huerto semillero. En esta etapa se realizan actividades como el trasplante de tubetes a bolsas, así como su posterior adaptación a las mismas antes de ser trasplantado a terreno definitivo durante la época lluviosa.

BIBLIOGRAFIA

- AGRICULTURA, M. D. (2011). *PROGRAMAS DE CULTIVOS: ALCACHOFA "Cultivo potencial de exportación"*. Arequipa, peru : MINISTERIO DE AGRICULTURA.
- Alonso, R. G. (s.f.). *sembrar100*. Obtenido de https://www.sembrar100.com/flores/diente-de-leon/#Plagas_y_enfermedades_que_afectan_al_diente_de_leon
- Argel, P. J. (18 de 04 de 2011). *Fao. org*. Obtenido de <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/agrofor1/Lascan11.htm>
- Artemisa, M. d. (2020). *Manual de cultivo y transformacion de artemisa*. Mansionartemisa.org.
- Benavides, J. (12 de 05 de 1995). *Utilización de la Morera en sistemas*. Obtenido de <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/agrofor1/bnvdes12.htm>
- Bertini, C. R. (2011). *CULTIVO DE ALCACHOFA (Cynara cardunculus sub scolymus L.)*. Chile: INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, CENTRO DE INVESTIGACIÓN ESPECIALIZADO EN AGRICULTURA DEL DESIERTO Y ALTIPLANO (CIE).
- Cameroni, G. (s.f.). *Ficha tecnica manzanilla*. Argentina: Ministerio de agricultura, ganaderia y pesca.
- Casaca, Á. D. (2005). *Cultivo de limon persa (Citrus Latifolia)*. Costa Rica: Banco Interamericano de Desarrollo.
- CATIE-ROCAP. (1991). *Gliricida sepium (Jacquin) especie de arbol de uso multiple en america central*. Costa Rica: CATIE.
- Cerrato, I. (2008). *Cultivo de moringa (Moringa oleifera)*. Honduras: SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA PROGRAMA NACIONAL DE DESARROLLO AGROALIMENTARIO.
- COBO, P. C. (2015). *USO TRADICIONAL DE LA RUDA COMO PLANTA MEDICINAL EN EL CANTÓN VICOTZ, DEL MUNICIPIO DE NEBAJ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ*. Quiche: CUSACQ.
- Cordova, E. A. (2018). *Cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris L.)*. El Salvador : Centro Nacional de Tecnologia Agropecuaria y Forestal.
- Corradini, E., Zilocchi, H., Cuesta, R., Segesso, R., Jiménez, M. L., & Musco, J. M. (2005). *CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR PRODUCTOR TABACALERO EN LA REPUBLICA ARGENTINA*. Argentina: Universidad catolica argentina Santa Maria de los Buenos Aires.

- Cortez, M. R., & Hurtado, G. (2002). *Guía técnica del cultivo de la papa*. La Libertad, el Salvador : CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL.
- costarrica, I. d. (2011). *Guía técnica para el cultivo de café*. San José, Costa Rica: Litografía e Imprenta LIL, S.A.
- echocommunity. (03 de 2019). *echocommunity*. Obtenido de <https://www.echocommunity.org/es/resources/81d5fd86-74e7-41c9-af1e-a8da7a265bd2>
- Economía, M. d. (2018). *Ficha Producto – “Cebollas, chalotes, ajos, puerros y demás hortalizas aliáceas, frescos o refrigerados”*. Guatemala: Gobierno de Guatemala.
- economía, M. d. (2019). *Infografía especias sin cardamomo*. Guatemala: Ministerio de economía.
- Garay, C. R. (2019). *Cultivo de cebolla*. San Lorenzo Paraíso: PPT.
- García, J. P. (2012). *Morus alba L.* España: Universitat de Lleida.
- industrial, H. (2017). *Plagas y enfermedades en el cultivo de sábila*. Colombia.
- Infoagro. (2017). *Infoagro*. Obtenido de <https://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>
- INTAGRI. (12 de 03 de 2018). *Intagri.com*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/frutales/requerimientos-de-clima-y-suelo-para-el-cultivo-de-banano>
- Jaikel, L. F. (2010). *Manual de recomendaciones en el cultivo de chile*. San José Costa Rica: INTA.
- journalisimo. (s.f.). *journalisimo*. Obtenido de <https://www.journalisimo.com/zRGoLXXE/>
- López, R. F. (2002). *EL CULTIVO DEL MAIZ EN GUATEMALA Una guía para su manejo agronómico*. Guatemala.
- MAG. (2011). *EL CULTIVO DE LOROCO Fernaldia pandurata (woodson)*. el Salvador: Ministerio de agricultura y ganadería (MAG).
- Marques García, F., García alonzo, D., Guerra Barrena, M. J., Blanco Salas, J., & Vasquez Prado, F. M. (2021). *Manual de cultivos PAM extremadura*. España: Unión Europea.
- Méndez García, E., & Amaya Robles, J. (2012). Fenología y producción de masa fresca y oleorresina de jengibre (*Zingiber officinale* L.) con diferente materia orgánica. *Ciencia y Tecnología*, 182.

- Mynor Raul Otzoy Rosales, D. A. (2003). *“Búsqueda, Colecta, Caracterización y Determinación del manejo agrícola de cultivos tradicionales de Güisquil (Sechium edule, Jacq) en la Zona Sur-Occidental de Guatemala”*. Mazatenango, Guatemala: USAC.
- Navarrete, E. T. (04 de 11 de 2014). *Elsemillero.net*. Obtenido de <https://elsemillero.net/la-leucaena-leguminosa-multiproposito-de-amplio-cultivo/>
- PADILLA, L. E. (2019). *CARACTERIZACIÓN BOTÁNICA IN SITU DEL CULTIVO DE LOROCO (Fernaldia sp.) Y MAPEO DE PRODUCTORES EN LOS DEPARTAMENTOS DE ZACAPA Y CHIQUIMULA*. Zacapa: CRIA ORIENTE.
- PASOLAC. (s.f.). *Ficha tecnica zacate de limon* . Nicaragua: PASOLAC.
- Payan, J. P. (1995). *Cultivo de Zanahoria*. Republica Dominicana: Centro de informacion FDA.
- Pérsico, L. (2017). *laregaderaverde*. Obtenido de <https://laregaderaverde.com/diente-de-leon/>
- Pineda, B. A. (2014). *“Producción y aprovechamiento de la sábila (Aloe vera) como planta medicinal y sus beneficios”*. Santa Cruz del Quiché: CUSACQ.
- Quintero, J. J. (2019). *El cultivo del ajo*. Madrid: Ministerio de agricultura pesca y alimentacion.
- RAMIREZ, A. R. (2003). *EXPERIENCIAS EN EL CULTIVO DE GRANADILLA ACIDA (Pasiflora sp.) EN JALAPA, GUATEMALA*. Jalapa : USAC.
- redondo, J. (26 de 01 de 2018). *Elblogverde*. Obtenido de <https://elblogverde.com/verbena-cultivo/>
- Rica, M. d. (1991). *Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica*. José, Costa Rica: MAG.
- Rojas, J. C. (2013). *Manejo integrado de plagas y enfermedades en Banano organico y convencional*. Piura- Peru.
- Serrano, M. d. (2004). *Cultivo de Zacate de limon Organico* . Venezuela: Proyecto EPAD IICA/USAID.
- Soto Ortiz, R., Vega Marrero, G., & Tamajon Navarro, A. L. (05 de 2002). *scielo*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962002000200007
- Soto, C. E. (2018). *Cultivo de Aguacate (Persea americana miller)*. El Salvador: CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL.



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA**



EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

**COMPATIBILIDAD DE POLINIZACIÓN ARTIFICIAL EN CUATRO ESPECIES DE
EUCALIPTO (*Eucalyptus spp.*) EN LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE
AGRICULTURA, EN BARCENA, VILLA NUEVA GUATEMALA, DURANTE LA
ÉPOCA SECA.**

**RONY OSWALDO CAMPOSECO MONTEJO
CARNET: 201703520**

Guatemala, octubre de 2021

1. INTRODUCCION

El eucalipto (*Eucalyptus spp.*) es una especie que tiene una gran cantidad de usos tales como en construcción general, muebles y pisos. También como cortinas rompe viento ebanistería de mediana calidad en oficinas y hoteles, para fabricar cajas de embalaje para frutas, para usar como postes telefónicos y para electricidad. producción de pulpa para papel, entre los que destacan el energético (Leña), la construcción de muebles, estructuras para la elaboración de papel, entre otras, por este motivo es una planta de importancia para Guatemala. (INAB, Guía de especies forestales para leña , 2016)

Se encuentran distintas especies distribuidas en todo el territorio nacional. Cada una tiene características específicas como la calidad de la madera, adaptabilidad, entre otras. La polinización en las plantas de eucalipto se realiza comúnmente por agentes vectores, tales como insectos, aves y raramente por el viento (Carmona, 2014). Este proceso es vital para generar la variabilidad genética en los cruces de las plantas, generando así hibridación en ciertas características.

Este proceso puede ser sustituido por polinización asistida o polinización artificial, con el objetivo de realizar hibridaciones en las que se obtengan características de ambos parentales para una mejor adaptabilidad o aprovechamiento, sin embargo, entre especies puede haber incompatibilidad por lo que no se realizan los cruces de manera efectiva, por este motivo es importante realizar ensayos de cruces genéticos para conocer que especies se cruzan con mayor facilidad. Actualmente en Guatemala se ha realizado poca investigación en este ámbito, por lo que se desconoce si las especies presentes en el país son compatibles en su totalidad o en que cruces se encuentra mejor desarrollo.

La ENCA cuenta con un acuerdo con la empresa Popoyan, en la que se implemento el huerto semillero de eucaliptos, con el objetivo de producir híbridos de estas especies, así mismo la ENCA podrá utilizarla como método de enseñanza para los estudiantes y generar conocimiento valioso tanto para el sector estudiantil como

para el sector forestal en general. De esta manera Guatemala tendrá información adaptada al territorio nacional guatemalteco, que que actualmente no se tiene registros de ello, a diferencia de países del sur de América, como lo son Chile y Brasil.

Por lo cual se plantea una investigación en la que se harán cruces a través de polinización artificial entre distintas especies para evaluar si son compatibles entre ellas, para así poder realizar híbridos con características ideales de adaptabilidad, desarrollo y calidad de la madera. Al generar esta información se tendrá registro de que cruces son más efectivos con el fin de eficientizar la generación de híbridos.

2. OBJETIVOS

General

Evaluar la compatibilidad que existe entre cuatro especies de eucalipto (*Eucalyptus spp.*) presentes en el país en el proceso de polinización artificial.

Específicos

- Determinar el porcentaje de cápsulas viables para la obtención de semilla resultante de la polinización artificial entre seis especies de eucalipto (*Eucalyptus spp.*) a través del conteo de las mismas en la toma de datos.
- Identificar el parental polinizador y el parental receptor de polen ideal para cada cruce realizado en la polinización artificial por medio de un análisis estadístico en el programa Infostat de los cruces realizados.

3. JUSTIFICACION

El eucalipto es una planta forestal de alto valor energético, siendo usada como leña para distintos fines, por lo que en el Manual criterios y parámetros PROBOSQUE 2020 indica que es una especie energética. Se considera como planta energética a aquellas que cumplen con tres de cinco características deseables. Crecimiento rápido (fácil manejo silvicultural en turnos cortos de rotación), capacidad de rebrote, alto rendimiento de biomasa por hectárea, poder calorífico alto y capacidad de reproducirse fácilmente por semilla o en forma asexual.

Existen distintas especies de eucalipto (*Eucalyptus spp.*) en el territorio nacional, con características específicas cada una. Estas características pueden ser heredadas a las siguientes generaciones por lo que cobran importancia en procesos de hibridación. La polinización artificial ayuda a generar cruces en los que se seleccionan los parentales específicos para la realización de híbridos entre especies. Es necesario realizar la investigación en polinización artificial en seis especies de eucalipto para determinar la compatibilidad que existe al momento de la polinización entre especies para la formación de semillas con parentales de distintas especies, como parte de un proceso de hibridación en dicha especie.

Según Flores (2018) los híbridos suelen tener mayor vigorosidad que los parentales, lo que se obtiene mayor rendimiento. Este fenómeno ha sido aprovechado en muchos cultivos a gran escala, sin embargo, en especies forestales se ha realizado menos investigación que en otro tipo de especies.

La Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) con la realización de la investigación generará información valiosa para el ámbito forestal de Guatemala ya que actualmente no existe información de este tema para el territorio nacional.

4. DEFINICION DEL PROBLEMA

En Guatemala no se cuenta con información generada en el país sobre cruces genéticos realizados a través de polinización artificial entre especies, con la finalidad de realizar programas de hibridación.

La polinización artificial corresponde a la intervención humana en el proceso de polinización, en la que se garantiza la procedencia de los parentales, siendo seleccionados estos la genética específica para cada cruce a realizar.

Con estos programas de investigación se podrá determinar si la generación de híbridos es una herramienta importante para la producción ya que los híbridos suelen tener mayor vigorosidad que los parentales.

Se realizará la presente investigación con la finalidad de determinar si existe incompatibilidad entre las especies de eucalipto (*Eucalyptus spp.*) que se encuentran en el huerto semillero de la ENCA través de la polinización artificial bajo el sistema One Stop Pollination (OSP), el cual consiste en la realización de la polinización en una sola visita, realizando un corte para dejar expuesto el estilo en donde se colocara el polen para llevar a cabo la polinización según (Carmona, 2014).

Así mismo se identificará las especies que son mejores como parental masculino y femenino a través de pruebas de medias entre dichos cruces. El estudio se llevará a cabo durante la época seca que se da entre los años 2021 y 2022.

5. MARCO CONCEPTUAL

5.1 Origen y distribución natural del eucalipto

Según Bush, (2011) citado por Carmona (2014) indica que los eucaliptos son unas 950 especies pertenecientes a la familia Myrtaceae, mayoritariamente nativas y endémicas de Australia, solo unas pocas especies se extienden en su distribución natural hacia territorios insulares al norte de Oceanía y sur de Asia; Papúa Nueva Guinea y Timor, Sur de Indonesia y sur de Filipinas (Espejo C., Ipnza C., & M.Potts, 1996)

Son especies que se han adaptado a una gran variedad de condiciones ambientales, aparecen como los árboles dominantes en las áreas de mayores precipitaciones de Australia y tienen una representación menor en las zonas más secas. Los bosques naturales de eucaliptos ocupan una superficie mayor de 115 millones de hectáreas, sin embargo, en Australia consideran esta cifra una estimación variable, dependiente de la definición de bosque.

El primer eucalipto descrito fue *Eucalyptus oblicua* L'Hér. y su descripción la efectuó el botánico francés L' Héritier de Brutelle en 1788, quién le dio el nombre al género, usando muestras colectadas en Tasmania por el Capitán Cook. El nombre del género deriva del griego eu y calypto, que significa bien cubierto y se refiere al opérculo de la yema floral que protege las estructuras reproductivas durante su desarrollo. Obliqua en tanto proviene del griego obliquus, que significa oblicuo y alude a la asimetría de las hojas. (Carmona, 2014)

5.2 Clasificación botánica

Los eucaliptos son árboles perennes de porte recto. Pueden llegar a medir más de 60 m de altura. La corteza exterior es de color marrón claro con aspecto de piel y se desprende a tiras dejando manchas grises o parduzcas sobre la corteza interior. Las hojas de los eucaliptos son sésiles, ovaladas y grisáceas. Estas se alargan y se tornan de color verde azulado brillante de adultas, contienen un aceite esencial, de característico olor balsámico. Presenta flores blancas y solitarias con el cáliz y

la corola unidos por una especie de tapadera que cubre los estambres y pistilo la cual, al abrirse, libera multitud de estambres de color amarillo. Los frutos son grandes cápsulas de color casi negro con una tapa gris azulada que contiene gran cantidad de semillas. (INAB, 2016)

El eucalipto es una planta leñosa de tronco recto y único, con variadas formas de copa, por lo que se le denomina de hábito de crecimiento árbol. (Carmona, 2014)

5.3 Especies de mayor importancia

Harwood (2011) indica que las plantaciones en el mundo se han incrementado de unos 6 millones de hectáreas existentes en 1990 a más de 20 millones de hectáreas en la actualidad. Estima que nueve especies principales y varios híbridos manifiestan más del 90% de la superficie global de bosques plantados de eucaliptos y señala las siguientes:

Tabla 1: Principales especies que ocupan el 90% de los bosques de eucalipto.

Nombre común	Nombre técnico
Eucalipto hembra	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>
Eucalipto	<i>Eucalyptus dunnii</i>
Eucalipto blanco	<i>Eucalyptus globulus</i>
Eucalipto rosado	<i>Eucalyptus grandis</i>
Eucalipto brillante	<i>Eucalyptus nitens</i>
Eucalipto colorado	<i>Eucalyptus pellita</i>
Eucalipto saligna	<i>Eucalyptus saligna</i>
Eucalipto rojo	<i>Eucalyptus tereticornis</i>
Eucalipto urofila	<i>Eucalyptus urophylla</i>

Fuente: (Carmona, 2014)

Gran parte de las plantaciones se ubican en climas tropicales, subtropicales y templados cálidos, solo *E. camaldulensis*, *E. globulus* y *E. nitens* prosperan en climas templados fríos y solo estas, de entre las nueve.

Según Bush, (2011) citado por Carmona (2014) menciona las nueve especies principales indicadas por Harwood (2011) que representarían el 95% de las

plantaciones de eucaliptos en el mundo, pero destaca cuatro que darían cuenta de alrededor del 85% de estas y son descritas en la Tabla 2:

Tabla 2: Principales especies de eucaliptos presentes en las plantaciones del mundo.

Nombre común	Nombre técnico
Eucalipto hembra	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>
Eucalipto blanco	<i>Eucalyptus globulus</i>
Eucalipto rosado	<i>Eucalyptus grandis</i>
Eucalipto urofila	<i>Eucalyptus urophylla</i>

Fuente: (Carmona, 2014)

5.4 Biología reproductiva

Los eucaliptos son naturalmente protándricos, que es presumiblemente una adaptación para sus exocruzadas Eldridge et al., (1993). Sus yemas florales están cubiertas por un opérculo, derivado de la fusión de los pétalos y sépalos (*Eucalyptus*, del griego Eu = bien y Kalyptus = cubierto). La caída del opérculo en las flores maduras es seguida inmediatamente por el despliegue de los estambres con las anteras, mientras el estigma no llega a ser receptivo sino varios días después. El tiempo que transcurre desde la caída del opérculo hasta la máxima receptividad del estigma, varía entre especies siendo de 4-6 días en *E. grandis*, hasta 10-14 en *E. regnans*.

Las flores de los eucaliptos generalmente se presentan en inflorescencias que nacen en la axila de las hojas. Las yemas florales crecen en forma individual o en grupos impares de tres o más unidades, como se observa en la Figura 1. Las yemas florales individuales se presentan en pocas especies, entre ellas en *E. globulus*.

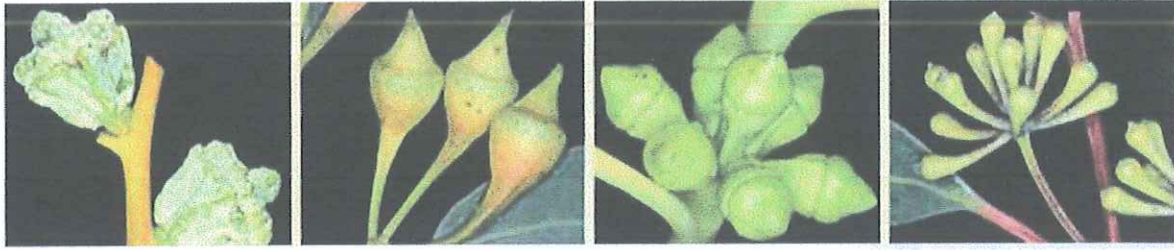


Figura 1: inflorescencias de eucaliptos con 1, 3, 7 y más yemas florales

FUENTE: Carmona, (2014)

El control de la floración depende de factores tanto ambientales como genéticos, este aspecto es de gran importancia para determinar las condiciones necesarias para los cruces genéticos en los huertos semilleros.

5.5 Especies de eucalipto presentes en el huerto semillero de la ENCA

Eucalyptus camaldulensis

Es un árbol siempre verde, alcanza 25 m de altura, tronco grueso de base recta y generalmente retorcido, pudiendo alcanzar 60 cm a 1.0 m de diámetro. Posee copa abierta e irregular, corteza lisa, blanca, con manchas de grises a rojizas que se desprende con facilidad en tiras anchas o en placas irregulares. Hojas jóvenes opuestas y posteriormente alternas. Las hojas adultas son lanceoladas, pecioladas, delgadas y plántulas dobladas, de borde liso, lampiñas de color verde opaco. Produce con rapidez un exuberante sistema radicular estableciéndose con éxito en suelos que se secan rápidamente. Las flores blanquecinas, alcanzan hasta 1 cm de diámetro y se encuentran reunidas en número de cuatro a catorce, en pequeños racimos axilares como se observa en la Figura 2.



Figura 2: Hojas, flores y frutos de Eucalyptus camaldulensis.

Es una especie originaria de Australia donde se distribuye naturalmente en una extensa área, cubriendo todos los estados a excepción de Tasmania.

Se ha observado que presenta una buena adaptación a zonas mediterráneas y subtropicales particularmente condiciones de clima semiárido o árido debido a su gran plasticidad, alta productividad y posibilidades de utilización (Serra, 1997)

Eucalyptus grandis

Árbol que puede alcanzar los 60 m de altura y 2 de diámetro, el tronco es recto de buena forma, posee una copa amplia cuando crece en sitios abiertos. La corteza es fibrosa de color gris claro. Las ramillas son delgadas con hojas alternas horizontales o colgantes de peciolo delgado y corto, lanceoladas delgadas con las nervaduras secundarias finas, regulares y de borde entero. Las flores son blancas y crecen en grupos de 5 a 12 flores. La madera es suave de color rojo claro, moderadamente durable en contacto con el suelo y con un peso específico de 0.40 a 0.6 g/cm³ (Basse, 1992)

Se localiza en forma natural en zonas costeras de Nueva Gales del Sur y Queensland; se encuentra más frecuentemente por debajo de los 350 msnm, en las partes tropicales su distribución se encuentra a los 900 msnm. Es de los más importantes eucaliptos en África y América, en condiciones de bosque húmedo

tropical, tanto por la amplitud de sus plantaciones como por su excelente desarrollo. (Basse, 1992)

Eucalyptus robusta

Su fuste alcanza los 30 m; madera pesada (cerca de 850 kg/m³), muy dura, textura, razonablemente apta para trabajar. Para construcción (tablas, vigas), paneles, botes. Bien cotizada para pisos y muebles debido a su rico color miel oscuro. Se adapta a muchos tipos de climas y fue introducida en muchos climas tropicales, subtropicales y templados cálidos: Puerto Rico, Sur de Florida, costas de California, Hawái; estando completamente *naturalizada. Conocido comúnmente como caoba de los pantanos en Australia, en Estados Unidos se la llama «*robusta eucalyptus*» y como robusta, eucalipto o «*beakpod eucalyptus*» en Puerto Rico.

E. robusta es nativa de la costa australiana de New South Wales y el sureste de Queensland. Se le encuentra principalmente en los pantanos y al borde de las lagunas y ríos costeros, en donde se ve sujeto a inundaciones periódicas. La temperatura máxima promedio durante el mes más caliente es de 30 a 32 °C; la temperatura mínima promedio durante el mes más frío es de aproximadamente 3 a 5 °C. Ocurren de 5 a 10 heladas ligeras cada año en su área de distribución natural (Skolmen, 1990)

Eucalyptus urophylla

Es un árbol que puede sobrepasar los 50 m de altura en sitios favorables con diámetros de hasta dos metros y fustes rectos y limpios hasta la mitad o las dos terceras partes de la altura total del árbol. Tiene considerable variación en su corteza hasta fustes que se encuentran completamente cubiertos de una corteza áspera y fibrosa. Posee crecimiento rápido y buen comportamiento en distintas altitudes (Otarola Toscano, Sequeira Mondragon, Diaz Alvarado, Lanuza Rodriguez, & Caldero Sequeira, 1997)

Se encuentra en Timor y otras islas de Indonesia. Ha crecido sumamente bien en Brasil, Camerún, la Costa de Marfil y la República Popular del Congo. National Academy of (National Academy of Sciences, 1984)

5.6 Mejoramiento genético de eucalipto, historia y estado actual

Un análisis intensivo sobre la domesticación y mejoramiento de los eucaliptos es realizado por Eldridge et al. (1994), donde al analizar la importancia de los eucaliptos en el mundo toca aspectos históricos del uso de la población base, procedencia y variación intraespecífica, huertos semilleros, propagación vegetativa y micro propagación. Según al análisis hecho por Eldridge a los antecedentes aportados por Raymond y Apiolaza (2004), Griffin (2008) y Tibbits et al. (1997), se puede establecer que, si bien la domesticación de especies de *Eucalyptus* se inició hace cerca de 150 años, fue en la década de los 70 y 80 del siglo XX cuando comienza a despegar el mejoramiento formal para caracteres de importancia económica. Los primeros programas en *E. globulus* se iniciaron a finales de la década de los 60 en Portugal y Australia, mientras que en otros países que ahora cultivan esta especie (Chile, Argentina, España, Portugal, Sudáfrica, Nueva Zelanda, entre otros) estos programas comenzaron entre fines de los 80 y principios de los 90. En el caso de *E. nitens* los primeros programas de mejora se iniciaron a mediados de los 70 en Australia, aunque la mayoría de los programas de los demás países comenzaron recién a inicios de los 90.

Inicialmente las plantaciones se establecían con semilla de poblaciones silvestres, que numerosos forestales sudamericanos y de otras regiones del globo colectaban en Australia, o adquirirían a diversos centros semilleros australianos, principalmente al Australian Tree Seed Centre de CSIRO. Como consecuencia, se hizo evidente la gran variabilidad intraespecífica en los caracteres de interés y se dio cabida a los primeros trabajos de mejoramiento, los que se concentraron en establecer en distintos ambientes (sitios) ensayos de especies y de progenie y procedencias que llevan la expresión del genotipo, para determinar la idoneidad de diversos materiales genéticos en condiciones locales de producción y sus interacciones con el medioambiente, donde el clima, el suelo la densidad de plantación, los agentes bióticos (plagas y enfermedades forestales), los tratamientos silviculturales, la altitud y la exposición modifican y afectan la expresión de fenotipo, que es lo que finalmente se puede observar y medir. Como resultado, el fenotipo (genotipo + medioambiente) (Falconer y Mckay, 1996) y la variabilidad intraespecífica de las

especies de interés pudieron ser establecidos y analizados, de modo que cada país los ha usado como base para el mejoramiento en condiciones locales y según los objetivos de su interés.

Los ensayos de introducción de especies permitieron seleccionar los materiales más promisorios, se efectuó extensas colectas de semillas de familias individuales dentro de procedencias específicas y se estableció completos ensayos de progenies y procedencia en diversas condiciones de sitio. Estos ensayos constituyeron las poblaciones base de mejora para cada especie y permitieron la obtención de parámetros genéticos para diversos rasgos de interés que ayudaron a la toma de decisiones relacionadas con el progreso de los programas de mejora. En muchos casos la población base y la población de mejoramiento es la misma población física, pero con distintas funciones.

Posteriormente los programas de selección han dado interés a caracteres relacionados con la tolerancia a condiciones adversas, como frío, sequía, enfermedades, plagas u otros, los cuales se relacionan con la capacidad de los individuos para sobrevivir bajo determinadas condiciones que deben enfrentar en sus áreas de plantación.

La formalización de objetivos de mejora surgió de la necesidad de alinear los programas de mejoramiento con los objetivos económicos de las empresas, situación que se tradujo en un mayor énfasis en las propiedades de la madera, tal como la densidad específica, y en las formas de muestrearlas y evaluarlas. Sin embargo, hasta los años 90 los trabajos sobre evaluación de caracteres relacionados con propiedades de la madera en los programas de mejoramiento de eucaliptos eran escasos, debido a varias razones. Los programas requieren analizar un gran número de árboles individuales y de familias, y los métodos tradicionales de análisis de propiedades de la madera son caros y usualmente destructivos, lo que limita el número de muestras que pueden ser procesadas. Adicionalmente, para especies como *E. globulus* y *E. nitens* que no se propagan fácilmente en forma vegetativa, el muestreo destructivo involucra la pérdida de

genotipos valiosos para el programa de mejoramiento. En este particular, en las últimas décadas las principales áreas de investigación para la selección de eucaliptos con miras a mejorar las propiedades de su madera han sido: Desarrollar métodos de muestreo no destructivos, en este sentido surge la tecnología NIR (Near Infrared Spectroscopy), fundamentalmente para la densidad de la madera, rendimiento pulpable, módulo de elasticidad y ángulo microfibrilar, entre otros; Evaluar métodos o criterios de selección sobre variables alternativas que sirvan como estimadores de otros caracteres más difíciles o caros de determinar; Y evaluar el grado y estructura de la variación genética de los caracteres relacionados con calidad de la madera. En este sentido, la técnica NIR se ha convertido en un estándar especialmente para los eucaliptos, Raymond, (2002).

5.7 Sistema de polinización artificial (OSP) Sistema una Sola Visita

El sistema más efectivo en términos de costo y eficiencia operacional en cruzamientos controlados masivos efectuados en huertos semilleros corresponde al denominado Polinización en una sola etapa One Stop Pollination (OSP) Harbard Griffin, (1999) o una sola visita One Single Visit (OSV) Williams et al., (1999). El método considera la emasculación de la yema floral madura, o cercana a la fase de ántesis, el corte horizontal del estilo Barbour y Spencer, (2000) usando un bisturí o tijera, y la aplicación del polen en la superficie del corte.



Figura 3: Corte transversal de estilo para la polinización de tipo OSP

También han sido probados otros tipos de corte, como el corte longitudinal del estilo, en especies con flores grandes como *E. globulus*. Los cortes horizontales han sido empleados en especies con flores pequeñas como *E. dunnii* Barbour y Spencer, (2000). La posible contaminación de polen indeseable es impedida con tubos de plástico Tygon con diferentes diámetros interiores para calzar en el diámetro del estilo según el clon donde se efectúan las polinizaciones controladas. Generalmente este dispositivo es inocuo, no daña la flor y es removido naturalmente cuando se produce la caída del estilo como consecuencia de la fertilización de la flor.

La tecnología OSP se sustenta en lo siguiente: a) No es necesario esperar el proceso natural de maduración del estigma para su receptividad del grano de polen y asegurar el éxito de la fertilización de los óvulos y b) El uso de bolsas aislantes no es la única forma de proteger las flores de la contaminación por los insectos. *E. globulus* presenta incompatibilidades unilaterales para el cruzamiento con especies de flores pequeñas.

5.7.1 Manejo del polen

El manejo del polen es vital para evitar mermas en los cruzamientos genéticos para la producción de semillas.

Según Espejo C, et al., (1996) los estambres son hojas modificadas encargadas de formar los granos de polen. Corresponden a hojas bifaciales cuyas zonas o bordes se transforman formando los sacos polínicos. Los estambres son formados por filamentos que sostienen las anteras, este contiene cuatro sacos polínicos que se presentan en dos lóbulos y están separados por un tejido estéril conocido como "conectivo".

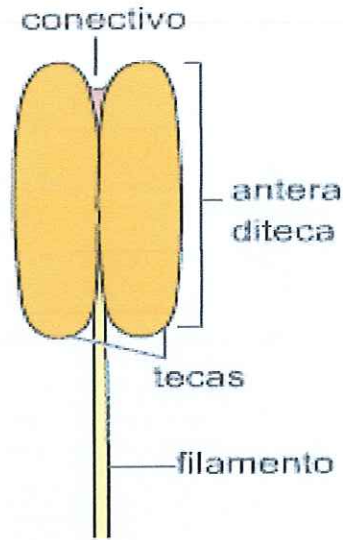


Figura 4: Partes de una antera

Las células de las capas subepidérmicas del tejido de las anteras se dividen por mitosis para formar el tejido, que es responsable de formar las células madres del grano de polen. Para formar el grano de polen, las células madres se dividen meioticamente formando una tétrada.

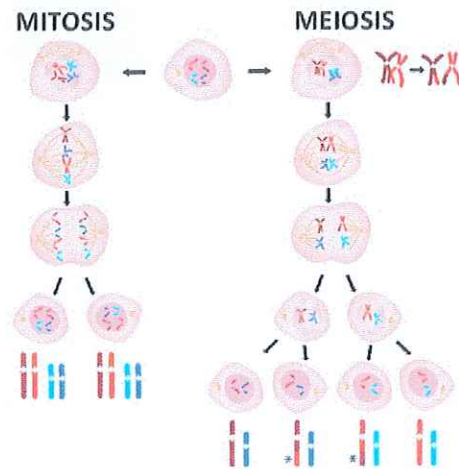


Figura 5: Proceso de división celular por mitosis y meiosis

El grano de polen maduro contiene una gran cantidad de pigmentos y almidón, este es usado para formar el tubo polínico, el cual ejerce una altísima presión osmótica alta que la de las células del estilo, a través de las que el tubo debe atravesar. Un grano de polen maduro se rodea de una pared primaria que corresponde a una

delgada capa de pectina y celulosa, la "Intina". Esta capa rodeada por otra denominada "exina", cuyo principal componente es la esporopolenina una sustancia muy rígida que proporciona la durabilidad al grano de polen. La esporopolenina es sintetizada por polímeros oxidados de carotenoides o de esteres carotenoides. La intina contiene proteínas que son precursoras de enzimas digestoras de la pared del estilo y de la cutícula del estigma.

5.8 Factores que afectan la viabilidad

Los eucaliptos exhiben un grano de polen normalmente binucleado. Se ha encontrado una menor viabilidad y capacidad germinativa en granos de polen trinucleado, en relación al binucleado. Algunos estudios revelan que la pared de los binucleados presenta mayor cantidad de carbohidratos y metabolitos secundarios. (Espejo C., Ipnza C., & M.Potts, 1996)

Durante el almacenamiento pueden ocurrir alteraciones fisiológicas, las cuales conllevan a un decrecimiento en la viabilidad, se han señalado alteraciones en la velocidad de respiración y conversión de azúcares en ácidos orgánicos, acumulación de metabolitos secundarios, alteraciones de los lípidos (autooxidación) de la exina del polen y la inactivación de las enzimas, hormonas de crecimiento y ácido pantoténico. El estado nutricional del árbol donante del polen es un factor a considerar. Un ejemplo es la deficiencia de boro que provoca anomalías en los tejidos de las anteras. (Espejo C., Ipnza C., & M.Potts, 1996)

El nivel de humedad, es un factor importante al referirnos al almacenamiento. La presencia de contenido de humedad puede conducir a la formación de hielo intracelular (ruptura de la pared celular).

Por otro lado, el empleo de bajas temperaturas está asociada a la reducción del metabolismo del polen. Temperaturas para almacenar el polen de *Eucalyptus* oscilan de 4°C hasta -18°C. (Espejo C., Ipnza C., & M.Potts, 1996)

5.9 Hibridación

Es el proceso, a través del cual se cruzan plantas o animales de diferente constitución genética con el objeto de lograr una resultante o producto con las características deseables presentes en los progenitores. En forma operacional, el proceso consiste en fertilizar un ovulo de la planta progenitora seleccionada como planta madre, con el polen de la planta escogida como padre. (CIAT, 1997)

5.10 Barreras para la hibridación

5.10.1 Barreras previas a la polinización

- Flores en tiempo
- Polinizadores (Potts & Gore, 1995)

5.10.2 Posterior a la polinización

- Estructura de la flor
- Barreras en el estigma
- Barreras en el estilo (Potts & Gore, 1995)

5.10.3 Después de la dispersión

- Esterilidad
- Vigor de la F1 (Potts & Gore, 1995)

Barreras reproductivas

Conocimiento previo de las barreras reproductivas entre individuos de diferente especie es necesaria para el éxito de las combinaciones interespecíficas y de plantaciones comerciales. Las barreras pre y post-cigóticas impiden el uso del vigor híbrido entre numerosas especies de *Eucalyptus* (Pryor, 1957; Gore et al., 1990; Ellis et al. al., 1991). En general, los principales subgéneros están reproductivamente aislados. y, dentro de estas, las especies con mayor distancia taxonómica presentan barreras más significativas. Las especies de la misma subsección tienen barreras más bajas pre-cigóticas después del apareamiento (Cauvin, 1983; Potts et al., 1987; Tibbits, 1989). Estas barreras están relacionadas en su mayoría con barreras fisiológicas. Eucalipto y Embrapa: cuatro décadas de investigación y desarrollo que resultan en anomalías en el desarrollo del tubo polínico (Ellis et al., 1991, Potts; Dungey, 2004). especies pertenecientes a una misma subserie o subsección, como *E. globulus* y *E. nitens* (Subgénero *Symphyomyrtus*, Serie *Viminalis*, Subserie *Globulinae*), es más probable que generen semillas híbridas con buen potencial productividad y resistencia a plagas

(Pryor; Johnson, 1971). Sin embargo, las barreras para el tamaño de las estructuras reproductivas pueden dificultar la polinización de estas especies. *Y. nitens*, por ejemplo, siempre debe usarse como padre, ya que presenta especies reproductivas más pequeñas que *E. globulus* (Gore et al., 1990). Ciertamente, un cierto grado de divergencia genética/taxonómica es esperada para el éxito en cruzamientos y en la expresión del vigor híbrido, resultando expresión por consanguinidad en un extremo y los efectos de cruces interespecíficos en el otro (Potts et al., 1987; Potts et al., 1992).

Las anomalías ocurren en proporciones significativas en las familias híbridas, principalmente entre *E. globulus*, *E. nitens* y *E. bicostrata*, expresando en diferentes etapas del ciclo de vida (Potts et al., 1992). El mecanismo genético de la expresión de estas anomalías es diferente de la consanguinidad y no es predecible. Se han observado algunos problemas para los híbridos. Uno de ellos se refiere a baja producción de semillas viables para satisfacer las demandas de las plantaciones. Más allá de eso, la producción de semillas híbridas entre especies relacionadas es menor (16% al 35%) que las de polinizaciones intraespecíficas. Además, las anomalías y la mortalidad de las plántulas puede ser de tres a cuatro veces mayor en las progenies híbridas. Para que se produzca el éxito en la siembra de híbridos, es necesario probarlos, junto con los padres, en diferentes ambientes (Martin, 1989). Para uso en plantaciones comerciales, los híbridos deben ser validados. Por lo tanto, el desarrollo de híbridos interespecíficos debe centrarse en especies con facilidad de propagación vegetativa por esquejes. La clonación (micropropagación), cuando se lleva a cabo, debe ser directamente de las semillas, para evitar la obtención de material vegetativo estéril. Sin embargo, cuando la clonación se realiza a una edad temprana, un porcentaje Se puede incorporar un número significativo de anomalías en comparación con edades más avanzadas. avanzado. (Aparecida de Sousa, Virgínia de Aguiar, & Pinto Júnior, 2021)

Compatibilidad Genética.

La compatibilidad es aquel estudio de la capacidad de la fecundación de una flor receptora la madre con el donador el padre en la cual es nominada genéticamente y son heredables; en la auto compatibilidad el polen de la flor le sirve para la misma flor. El factor ecológico es un papel importante sobre el fenómeno de la compatibilidad sexual. La proximidad de los órganos sexuales en las flores que son hermafroditas incrementa considerablemente la probabilidad de autofecundación

Tipos de compatibilidad:

- **Auto-compatibilidad:** Es cuando las flores de un árbol de Eucalipto pueden fecundarse a sí mismas o a otras flores del mismo árbol.
- **Inter-compatibilidad:** Es cuando el polen de las flores de un árbol de Eucalipto puede fecundar a las flores de otro árbol.
- **Auto-incompatibilidad:** Es cuando las flores de un árbol no pueden fecundarse a sí mismas o a flores del mismo árbol.

- **Inter-incompatibilidad:** Es cuando el polen de las flores de un árbol de Eucalipto no puede fecundar a las flores de otro árbol (Alvarado G., Pérez, Velásquez C., & Velásquez C., 2017)

6. MARCO REFERENCIAL

6.1 Ubicación geográfica

Según el software Google Earth pro el IAN se encuentra ubicada en las coordenadas 14°31'36.8"N 90°37'01.3"O específicamente en la aldea Barcena, del municipio de Villa Nueva, Guatemala a una altitud de 1450 metros sobre el nivel del mar.

6.2 Vías de acceso

Las vías de acceso a la finca se pueden llegar por varias vías ya sea por la carretera asfaltada que se comunica con la autopista CA-9 que comunica a la Ciudad Capital en tan solo 17 Km. o bien la interconexión Bárcena -Antigua Guatemala con 18 Km. de distancia, con lo cual la ENCA se encuentra dentro de una formación urbana con un acceso estratégico hacia las distintas zonas agrícolas del altiplano central, movimiento rápido hacia centros de mayoreo o bien centrales distribuidoras.

6.3 Clima:

En Villa Nueva, la temporada de lluvia es nublada, la temporada seca es mayormente despejada y es caliente durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 14 °C a 28 °C y rara vez baja a menos de 11 °C o sube a más de 30 °C

La parte más despejada del año en Villa Nueva comienza aproximadamente el 17 de noviembre; dura 5.0 meses y se termina aproximadamente el 17 de abril.

La temporada más lluviosa dura 5.4 meses, de 13 de mayo a 25 de octubre, con una probabilidad de más del 29 % de que cierto día será un día mojado. La temporada más seca dura 6.6 meses, del 25 de octubre al 13 de mayo. (weatherspark, 2016)

6.4 Suelo: Los suelos del IAN se desarrollaron a partir de la era Cuaternaria y pertenecen a los rellenos y cubiertas gruesas de cenizas pómez de origen diverso (**Sáenz, 2019**)

6.5 Ubicación del experimento

En la Figura 7 se puede observar la ubicación del área en la que se realizará la presente investigación. Localizada en el área de huertos semilleros.

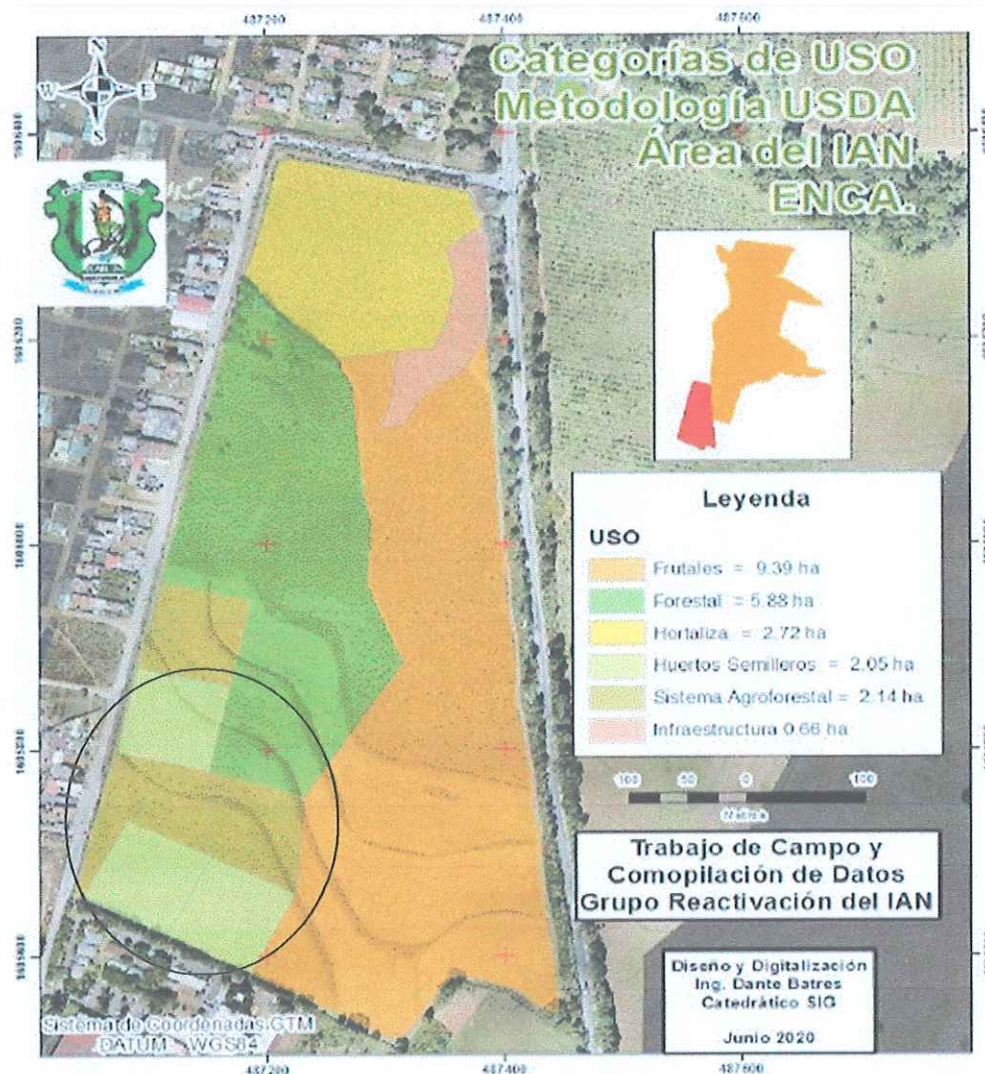


Figura 6: ubicación de los huertos semilleros en los que se realizaron la investigación.

Fuente: Dante Batres, catedrático ENCA 2020.

El IAN cuenta con una extensión 25.83 manzanas, equivalentes a 18.23 hectáreas. El IAN se abastece de agua principalmente de las precipitaciones que se dan en época lluviosa, con anterioridad se abastecían a través de agua del pozo ubicado en el área de producción animal de la Escuela Nacional Central de Agricultura.

Antecedentes

Según la investigación realizada por; (Rojas, Perret, & Paz Molina, 2007) nos indica que el uso del sistema One Stop Polinitation (OSP) presenta una mejor cantidad de capsulas con semillas hibridas que las realizadas con polinización con flores dehiscentes.

En el informe de mejoramiento genético de Chile nos indica que hay especies que poseen incompatibilidades anatómicas entre estas, tal es el caso de la especie de *Eucalyptus globulus*, el cual se caracteriza por que al momento que el tubo polínico se desarrolle este genera uno demasiado grande que al momento de querer desarrollarse en el estilo de flores pequeñas este no lo logra hacer por lo que no se lleva a cabo el proceso de fecundación y por ende no genera semillas, por este motivo es importante verificar esta condición en otras especies de importancia para el país y para el sector forestal.

7. HIPOTESIS

Nula

Ho: No existen diferencias significativas de compatibilidad en los cruces de cuatro especies de eucalipto (*Eucalyptus spp.*)

Alternativa

Ha: Si existen diferencias significativas de compatibilidad en al menos un cruce de eucalipto (*Eucalyptus spp.*).

8. METODOLOGIA

Para la consecución de los objetivos planteados se seguirán los siguientes pasos:

8.1 Factor de estudio

- **Especies:** La compatibilidad que existe al momento de la polinización entre elementos de distintas especies.
- **Factor parental:** Se refiere a la dirección en la que se da el proceso de polinización en la que se evalúa si el porcentaje de capsulas obtenidas es estadísticamente distinto al momento de realizar un cruce una determinada especie funge como parental polinizado o parental polinizador.

8.2 Tratamientos y repeticiones

Se definió como material experimental plantas de eucalipto (*Eucalyptus spp.*), establecidas en la ENCA. Los tratamientos planteados son los cruces entre las especies de *Eucalyptus robusta*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus camaldulensis*.

La especie de *Eucalyptus camaldulensis* no se cuenta con polen suficiente por lo que solo se utilizara como planta madre en la investigación con el fin de determinar su compatibilidad con otras especies.

Tabla 3 se muestran las especies que se usarán como padres (en las filas) y madres (en las columnas).

Tabla 3: tratamientos a establecer.

Padre/madre	<i>Urophylla</i>	<i>Camaldulensis</i>	<i>Grandis</i>	<i>Robusta</i>
<i>Urophylla</i>	X	x	x	X
<i>Camaldulensis</i>		X		
<i>Grandis</i>	x	x	X	X
<i>Robusta</i>	x	x	x	x

Fuente: Propia

Tabla 4: identificación de tratamientos

TRATAMIENTO	CRUCE
T1	<i>Urophylla</i> * <i>Urophylla</i>
T2	<i>Camaldulensis</i> * <i>Camaldulensis</i>
T3	<i>Grandis</i> * <i>Grandis</i>
T4	<i>Robusta</i> * <i>Robusta</i>
T5	<i>Urophylla</i> * <i>Camaldulensis</i>
T6	<i>Urophylla</i> <i>Grandis</i>
T7	<i>Grandis</i> * <i>Urophylla</i>
T8	<i>Urophylla</i> <i>Robusta</i>
T9	<i>Robusta</i> * <i>Urophylla</i>
T10	<i>Grandis</i> * <i>Camaldulensis</i>
T11	<i>Robusta</i> * <i>Camaldulensis</i>
T12	<i>Robusta</i> * <i>Grandis</i>
T13	<i>Grandis</i> * <i>Robusta</i>

Fuente: Propia

8.3 Unidad de experimental

Unidad experimental serán dos árboles de Eucalipto debido a que de esta forma la aplicación de todos los tratamientos será menos complicados con respecto al espacio y la disponibilidad de material vegetal.

8.4 Diseño estadístico

Se utilizará un arreglo bifactorial combinatorio bajo el diseño en bloques completos al azar, contará con 13 tratamientos y 3 repeticiones. Los distintos tratamientos fueron distribuidos de forma aleatoria. Se distribuirán como se muestra en la Figura 8.



Figura 7: distribución de los bloques en el área de trabajo.

8.5 Aleatorización

La distribución de las especies en los bloques está realizada de manera completamente al azar, distribuidos como se observan en las figuras 8,9 y10.

BLOQUE 1

Línea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	GR4	UZ7		UZ8			GR14	UZ7	GR18	UZ3		UM 40	T14
2	UM4		UM11	GS7	UM18	GS11	UM25	C4	UM32		UM34	GR22	T13
3	R10		R5		GR10		R4	GS14	GC2			UZ4	T12
4	C10	UM7	GR7		R14		UZ6		GR17	UM35	GR21	T25	T11
5			R6		C3		GR13			R13		T24	T10
6	UM3			GS6									T9
7		GS2	UZ6									T22	T8
8		UM5	GR6	UM13				UM27		UM34			T7
9		R4	C2		R11		GR12	R2				T20	T6
10	UM2	GF6			UM16		UM23	C5	UM30	GS16	UM37	T19	T5
11	R15		R7						GC1	R1	GR19	T18	T4
12	C1			UM2				UM27	GR15	UM33		T17	T3
13	GR1	GV	UZ5	R8			GR11			C7		T16	T2
14		GS2	UM8	GS4	UM15	GS8	UM22		UM29			T15	

Leyenda
Planta presente

Figura 8: Distribución de las plantas en el bloque 1

BLOQUE 2

Línea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1					GR16			UZ7	GR14	GR4	UZ11	GR22	T19
2	UM39			GS7	UM32	UM11			UM25		GS11	-	
3		GR10	GS18					GS3	R4		-		T25
4		R14	UM35		GR17		UM28	UM7		C10		T4	T18
5	C9		R13		C13	R6			GR13		-	T13	T8
6					GF4				UM24			T3	T24
7	GR20	GR5			UM31	UZ6						T14	T17
8					GR16	GR6	UM27					T12	
9		R11		P2			R2	R9	GR12	GR2		T2	
10		UM16	GS16	GS5	UM30			C5	UM23				T16
11						R7			R12			T11	
12			UM33	UM12	GR15	GR5	UM26						
13			C7	R8		UZ5			GR11	GR1	C6	T20	T15
14		UM15			UM29				UM22	UM1		T10	T5

Leyenda
Planta presente

Figura 9: Distribución de las plantas del bloque 2

BLOQUE 3

Línea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1		R11				C2	R2	R9	GR12		UM40		T18
2	UM36	UM15	GS15	GS4	UM29				UM22		GS8		T22
3					GR18	GS22				GR4			T11
4						R6		GB2	GR13			T12	T5
5	UM32	UM16	GS16										T17
6	UM39	UM18		GS7	UM32							T6	
7			GS17	GS6					UM24			T13	
8	GR12						GS12	GS1	R12				T10
9		GR10					GS14		R4	R10		T20	T16
10		GR5				UZ6		GS2				T7	
11					GR15			UM5					T4
12		R14	UM35	UM14	GR17	GR7		UM7					T9
13			UM34	UM13		GR6		UM6					T15
14			C7	R8		UZ5			GR11	GR1		T8	

Leyenda
Planta presente

Figura 10: Distribución de las plantas del bloque 3

Leyenda

U= Urophylla

G= Grandis

R= Robusta

C= Camaldulensis

8.6 Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = La variable respuesta porcentaje de capsulas

μ = Media general

α_i = Efecto del factor especie

β_j = Efecto del factor parental

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción de los factores

γ_k = Factor bloque

ε_{ijk} = Error experimental asociado a las unidades experimentales

8.7 Variable respuesta

Porcentaje de capsulas: se tomará en cuenta el total de capsulas formadas a partir de la cantidad de flores polinizadas, considerando que existen combinaciones en las que no se consigue la polinización debido a incompatibilidades físicas, y genéticas

8.8 Manejo del experimento

Las plantas que se encuentran en el huerto semillero ENCA, son plantas injertadas, las cuales entre las características que poseen es que no tienen un porte alto, aproximadamente de 1.5 a 2.5 metros de altura, por lo que el proceso de polinización se puede realizar de mejor manera, así mismo el proceso de recolección de polen de estas especies. Estas plantas poseen 2 años de edad.

Para la recolección de polen es necesario identificar aquellas flores que se encuentren en un punto adecuado. Siendo aquellas que presentan una coloración blanca cremosa, la cual indica que está a punto de abrir y que los órganos sexuales se encuentran desarrollados. Esto se hace con el objetivo de garantizar que el polen que se obtenga sea completamente de la planta de la que se extrajo.

Posteriormente, una vez cortada las flores, se les quita el opérculo con el objetivo de dejar expuestos los estambres, con la ayuda de una navaja de afeitar se retiran los estambres, luego de esto con la ayuda de un pincel y un tamiz del número 100

se tamizarán los estambres a manera que solo el polen sea el que pase. Una vez tamizado se introduce en un tubo de ensayo para su almacenamiento.

Para iniciar la polinización es necesario identificar las plantas que se encuentren en etapa de floración, auxiliado por el inventario de floración y el croquis del área, una vez localizada la planta es necesario realizar la eliminación de flores que no se encuentren en punto de polinización así como aquellas capsulas que se encuentren en la rama para luego identificar las flores que se encuentren en punto de polinización, estas son las que presentan una coloración entre verde y blanco cremoso y completamente blancas.

Una vez seleccionada las flores es necesario desinfectar las herramientas de trabajo, el pincel y la navaja para luego tomar una flor y realizar un corte radial a una distancia aproximada de 2 mm del borde con el objetivo de cortar el estigma de la planta y dejar el estilo, para que en ese lugar se deposite el polen con la ayuda de un pincel con el que se extrae el polen del tubo de ensayo. Una vez polinizado se identifican con ayuda de cinta de color en la que se anotan datos del padre; especie, procedencia, número de árbol, fecha de colecta del polen, y datos de la madre; línea en la que se encuentra, fila, especie, fecha de polinización, estos datos son necesarios para llevar un control de los cruces.

Es importante realizar monitoreos constantes de las capsulas al menos una vez por semana para observar el estado de madurez de las mismas, con el objetivo de identificar el punto ideal para la cosecha, esta se observa en la dehiscencia de la capsula. Cuando se empieza a abrir se debe realizar la cosecha.

La cosecha se realiza al momento de observar el inicio de la dehiscencia en las capsulas. Con tijeras se cortan las cápsulas con el pedúnculo. Se introducen en una bolsa de papel y se identifican debidamente para tener un registro adecuado. Es necesario identificar el parental polinizador y el parental receptor de polen para cada cruce realizado en la polinización artificial.

Se realizará un conteo de las capsulas obtenidas de cada punto polinizado, para obtener el porcentaje de capsulas obtenidos de acuerdo a las flores polinizadas.

De la misma forma es importante realizar desmalezados a manera de evitar la incidencia de plagas y enfermedades en el área, esto para asegurar que el material biológico se encuentre disponible para la realización de la investigación en las cantidades necesarias.

8.9 Análisis estadístico de información

Verificación de supuestos

Normalidad: De forma gráfica se puede verificar con una gráfica de Q-Q plot en la que se observara la distribución de los residuos generados en software infostat. También se puede realizar una prueba de Shapiro-Wilks modificada

Homocedasticidad: de forma grafica se debe realizar un diagrama de dispersión en la que deben observar dispersiones similares.

Análisis de varianza: Se realizará con la ayuda del software de infostat en la que se evaluaran los distintos tratamientos planteados. En este análisis se observará si existe significancia en las diferencias entre los tratamientos.

Pruebas de medias: Con la ayuda del software infostat se pondrán en contraste los cruces para la comprobación del factor parental del experimento.

Pruebas estadísticas: Se utilizarán comparadores de tukey para identificar los mejores tratamientos.

RESULTADOS

TRATAMIENTO	REPETICION	BLOQUE	% DE CAPSULAS
1	1	1	75.00
1	2	1	88.89
1	3	1	84.62
1	1	2	100.00
1	2	2	78.57
1	3	2	69.23
1	1	3	78.95
1	2	3	72.73
1	3	3	80.00
2	1	1	93.33
2	2	1	100.00
2	3	1	83.33
2	1	2	90.91
2	2	2	77.78
2	3	2	78.57
2	1	3	100.00
2	2	3	77.78
2	3	3	80.00
3	1	1	77.78
3	2	1	88.89
3	3	1	90.91
3	1	2	80.00
3	2	2	100.00
3	3	2	93.75
3	1	3	91.67
3	2	3	75.00
3	3	3	100.00
4	1	1	72.73
4	2	1	85.71
4	3	1	100.00
4	1	2	100.00
4	2	2	76.47
4	3	2	45.45
4	1	3	66.67
4	2	3	57.14
4	3	3	58.33
5	1	1	0
5	2	1	0
5	3	1	0

5	1	2	0
5	2	2	0
5	3	2	0
5	1	3	0
5	2	3	0
5	3	3	0
6	1	1	
6	2	1	
6	3	1	
6	1	2	
6	2	2	
6	3	2	
6	1	3	
6	2	3	
6	3	3	
7	1	1	
7	2	1	9.09
7	3	1	0.00
7	1	2	4.55
7	2	2	16.67
7	3	2	13.33
7	1	3	38.46
7	2	3	6.25
7	3	3	17.65
8	1	1	
8	2	1	
8	3	1	
8	1	2	
8	2	2	
8	3	2	
8	1	3	
8	2	3	
8	3	3	
9	1	1	
9	2	1	
9	3	1	
9	1	2	
9	2	2	
9	3	2	
9	1	3	
9	2	3	

9	3	3	
10	1	1	
10	2	1	
10	3	1	
10	1	2	
10	2	2	
10	3	2	
10	1	3	
10	2	3	
10	3	3	
11	1	1	
11	2	1	
11	3	1	
11	1	2	
11	2	2	
11	3	2	
11	1	3	
11	2	3	
11	3	3	
12	1	1	
12	2	1	
12	3	1	
12	1	2	
12	2	2	
12	3	2	
12	1	3	
12	2	3	
12	3	3	
13	1	1	58.8
13	2	1	
13	3	1	16
13	1	2	80
13	2	2	
13	3	2	100
13	1	3	
13	2	3	92
13	3	3	35

RESULTADOS PARCIALES

Tabla 5: Resultados parciales hasta 28 de marzo de 2022.

TRATAMIENTO	REPETICION	BLOQUE	% DE CAPSULAS
1	1	1	75.00
1	2	1	88.89
1	3	1	84.62
1	1	2	100.00
1	2	2	78.57
1	3	2	69.23
1	1	3	78.95
1	2	3	72.73
1	3	3	80.00
2	1	1	93.33
2	2	1	100.00
2	3	1	83.33
2	1	2	90.91
2	2	2	77.78
2	3	2	78.57
2	1	3	100.00
2	2	3	77.78
2	3	3	80.00
3	1	1	77.78
3	2	1	88.89
3	3	1	90.91
3	1	2	80.00
3	2	2	100.00
3	3	2	93.75
3	1	3	91.67
3	2	3	75.00
3	3	3	100.00
4	1	1	72.73
4	2	1	85.71
4	3	1	100.00
4	1	2	100.00
4	2	2	76.47
4	3	2	45.45
4	1	3	66.67
4	2	3	57.14
4	3	3	58.33
7	2	1	9.09
7	3	1	0.00

7	1	2	4.55
7	2	2	16.67
7	3	2	13.33
7	1	3	38.46
7	2	3	6.25
7	3	3	17.65
13	1	1	58.8
13	2	1	
13	3	1	16
13	1	2	80
13	2	2	
13	3	2	100
13	1	3	
13	2	3	92
13	3	3	35

Fuente: propia

Los resultados que se observan en la tabla 2 corresponden a los obtenidos hasta el 28 de marzo de 2022 en el huerto semillero de eucaliptos, teniendo pendiente la toma de datos de aproximadamente 7 tratamientos más.

Con estos datos se realizó un análisis de varianza con ayuda del software infostat el cual nos ayuda a verificar si existen diferencias significativas entre las medias obtenidas de cada tratamiento, este con ayuda de la obtención de un P-valor el cual si es menor al nivel de significancia determinado indica si existen estas diferencias entre los tratamientos.

ANALISIS DE VARIANZA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% DE CAPSULAS	50	0.76	0.70	23.62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	33621.62	9	3735.74	13.99	<0.0001
TRATAMIENTO	32849.65	5	6569.93	24.61	<0.0001
REPETICION	582.79	2	291.40	1.09	0.3455
BLOQUE	189.18	2	94.59	0.35	0.7038
Error	10677.78	40	266.94		
Total	44299.40	49			

Según el análisis de varianza realizado a través del software infostat se puede observar que el P-valor es menor al nivel de significancia 0.05 indica que existe significancia estadística entre los resultados de los tratamientos, es decir que al menos uno de ellos presenta distintos resultados, por este motivo se realizó una prueba múltiple de medias en la que se obtuvieron los siguientes resultados:

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=24.21674
 Error: 266.9445 gl: 40

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
3	88.67	9	5.45	A
2	86.86	9	5.45	A
1	80.89	9	5.45	A
4	73.61	9	5.45	A
13	64.45	6	6.74	A
7	13.25	8	5.78	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Para esta prueba se eligió la prueba múltiple de medias tukey la cual nos indica que estadísticamente hablando el tratamiento 7 es estadísticamente distinto a los tratamientos 1,2,3, 4 y 13. De esta forma se observó que la media es mucho menor a la de los testigos, sin embargo, el cruce realizado entre las especies de *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus robusta* también se encuentra estadísticamente similar a los testigos. Estos datos son parciales por lo que el análisis completo se realizara posteriormente cuando se recolecten estos.

17 BIBLIOGRAFÍA

- Aparecida de Sousa, V., Virgínia de Aguiar, A., & Pinto Júnior, J. E. (2021). *Manuseio de pólen e produção de híbridos de Eucalyptus e Corymbia*. Brasil: Embrapa Florestas-Capítulo em livro científico (ALICE).
- Basse, K. M. (1992). *Estudio y elaboracion de fichas tecnicas de especies de importancia forestal en zonas tropicales*. Madrid, España.
- Carmona, R. I. (2014). *Mejoramiento genetico de eucalipto en Chile*. Chile : INFOR-FIA.
- CIAT. (1997). *Guia de estudio cruzamiento del frijol* . Cali, Colombia: CIAT.
- Espejo C., J., Ipnza C., R., & M.Potts, B. (1996). *Manual de cruzamientos controlados para Eucalyptus nitens (Deane et Maiden) maiden y Eucalyptus globulus (Labill)*. Valdivia: Marsia Cuneo.
- Flores, M. Á. (2018). *Infoagro*. Obtenido de https://www.infoagro.com/hortalizas/hibridaciones_hortícolas.htm
- Harbard Griffin, J. (1999). *Mass controlled pollination of Eucalyptus globulus: a practical reality*. Canada: Canadian Jnl of Forestry Research.
- INAB. (2016). *Guia de especies forestales para leña* . Guatemala: INAB.
- INAB. (2016). *Guia tecnica de las especies forestales mas utilizadas para la produccion de leña en Guatemala*. Guatemala: INAB FAO/FFF.
- National Academy of Sciences. (1984). *Especies para leña: arboles y arbustos para la produccion de energia* . Costa Rica: CATIE.
- Otarola Toscano, A., Sequeira Mondragon, A., Diaz Alvarado, N., Lanuza Rodriguez, B., & Caldero Sequeira, F. (1997). *Resultados de 10 años de investigacion silvicultural del proyecto madeleña en Nicaragua* . Nicaragua: CATIE.
- Potts, B., & Gore, P. (1995). *Reproductive biology and controlled pollination of Eucalyptus* . Hobart, Tasmania: Univesity of Tasmania .
- Raymond, C. (2002). *Genetics of Eucalyptus wood properties* . Annals of Forest Science.
- Renobables, G., & Sallés, J. (2001). *Plantas de interés farmacéutico*.
- Rojas, P., Perret, S., & Paz Molina, M. (2007). *Ensayo de Hibridacion artificial OSP en Eucalyptus globulus y E. camaldulensis con especies tolerantes al defisit hidrico*. Chile: INFOR.

Sáenz, J. C. (2019). *Diagnostico de Aguas residuales de la Escuela Nacional Central de Agricultura, finca Barcena Villa Nueva. Barcena, Villa Nueva. Barcena, Villa Nueva Guatemala: USAC.*

Serra, M. (1997). *Especies arboreas y arbustivas para las zonas aridas y semiaridas de america latina.* FAO-PNUMA.

Skolmen, J. P. (1990). *Silvics of North America.* Washington, DC: Department of Agriculture, Forest Service.

weatherspark. (31 de 12 de 2016). Obtenido de <https://es.weatherspark.com/y/11622/Clima-promedio-en-Villa-Nueva-Guatemala-durante-todo-el-a%C3%B1o>