



“Por un Desarrollo  
Agrario  
Integral y Sostenible”

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## FACULTAD DE AGRONOMÍA

### Trabajo de Pasantía

**Prácticas de manejo agronómico del  
cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.)  
en la comunidad Salto Grande,  
Bonanza, 2019**

**Autora**

**Br. Gisell Carolina Lanuza Ramos**

**Asesores**

**Dr. Jorge Ulises Blandón Díaz  
Ing. Erling Esteban Loasiga Suarez**

**Marzo, Nicaragua  
Marzo, 2020**





“Por un Desarrollo  
Agrario  
Integral y Sostenible”

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## FACULTAD DE AGRONOMÍA

### Trabajo de Pasantía

**Prácticas de manejo agronómico del  
cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en  
la comunidad Salto Grande, Bonanza,  
2019**

**Autora**

**Br. Gisell Carolina Lanuza Ramos**

**Asesores**

**Dr. Jorge Ulises Blandón Díaz  
Ing. Erling Esteban Loasiga Suarez**

Presentado a la consideración del honorable tribunal  
examinador como requisito final para optar al grado de  
Ingeniera Agrónoma

**Managua, Nicaragua  
Marzo, 2020**



## Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Tribunal Examinador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

***Ingeniera Agrónoma***

---

Miembros del Tribunal Examinador

---

Presidente (Grado académico y nombre)

Secretario (Grado académico y nombre)

---

Vocal (Grado académico y nombre)

Lugar y Fecha: \_\_\_\_\_

## **DEDICATORIA**

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, porque por ellos soy una mujer de bien y he llegado hasta donde estoy. Muchos de mis logros se los debo a ustedes incluyendo este. Gracias por brindarme su tiempo, su paciencia y amor, por estar conmigo en cada uno de mis pasos. Y seguir apoyándome en todas las decisiones que he tomado.

A mis hermanos, mi abuelita, mi familia y todas las personas que de alguna u otra manera me han apoyado a seguir adelante, brindándome un consejo y su ayuda para poder conseguir este logro. A todas estas personas que han sido parte importante para mí les dedico con mucho amor y cariño este trabajo.

Muchísimas gracias a todos por acompañarme en este camino.

**Br. Gisell Carolina Lanuza Ramos**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco enormemente a Dios que siempre me ha guiado y dado la fuerza para poder seguir adelante y obtener mis logros. Mis padres que siempre han estado conmigo en cada uno de mis pasos llevándome de la mano con ellos.

A la universidad que me dio la bienvenida y la oportunidad para poder forjar mis conocimientos como agrónoma, gracias por haberme permitido formarme en ella, que el día de hoy se puede ver reflejado en la culminación de mi estudio.

Agradezco mucho la ayuda de mis maestros a cada uno de ellos que fueron forjadores de mis conocimientos, a mi asesor que me ha encaminado para culminar esta etapa, a mis compañeros y a muchas personas que de manera directa e indirecta me han ayudado, una de ellas ya no se encuentra conmigo, pero allá en el cielo donde sé que está, le agradezco sus consejos de corazón.

A todos los que han sido parte de este logro mi más sincero agradecimiento porque gracias a ustedes puedo ver concluido un sueño más en mi vida.

Gracias

**Br. Gisell Carolina Lanuza Ramos**

## INDICE DE CONTENIDO

| <b>SECCIÓN</b>   | <b>PÁGINA</b> |
|--|---------------|
| <b>DEDICATORIA</b>   | i             |
| <b>AGRADECIMIENTOS</b>   | ii            |
| <b>INDICE DE CUADROS</b>   | iii           |
| <b>INDICE DE FIGURAS</b>   | iv            |
| <b>INDICE DE ANEXOS</b>  | vi            |
| <b>RESUMEN EJECUTIVO</b>   | vii           |
| <b>EXECUTIVE ABSTRACT</b>  | viii          |
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b>   | 1             |
| <b>II. OBJETIVOS</b>   | 3             |
| 2.1. Objetivo general  | 3             |
| 2.2. Objetivos específicos   | 3             |
| <b>III. CARACTERIZACIÓN DE LA INSTITUCIÓN</b>  | 4             |
| 3.1. Antecedente de la Empresa “MLR (Martín Low Ríos) Forestal”                      | 4             |
| 3.2. Visión empresarial  | 5             |
| 3.3. Objetivo del Proyecto Forestal  | 5             |
| 3.4. Organización del trabajo  | 6             |
| <b>IV. FUNCIONES DEL ÁREA DE TRABAJO</b>   | 7             |
| <b>V. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO</b>                                       | 8             |
| <b>VI. RESULTADOS OBTENIDOS</b>  | 9             |
| 6.1. Prácticas de manejo agronómico  | 9             |
| 6.1.1. Visita al vivero propiedad del Ingeniero Jassier Huete                        | 9             |
| 6.1.2. Identificación de plantas productivas, no productivas y los diferentes clones | 10            |
| 6.1.3. Podas (mantenimiento y rehabilitación)  | 12            |
| 6.1.4. Deschuponado  | 15            |
| 6.1.5. Control de maleza (aplicación química)  | 16            |
| 6.1.6. Carrileo  | 19            |
| 6.1.7. Fertilización   | 19            |
| 6.1.8. Identificación de clones (ICS-95, UF-650 y PMCT-58) para vareta               | 21            |

|   |    |
|---|----|
| 6.1.9. Propagación vegetativa (injerto)   | 22 |
| 6.2. Cosecha y postcosecha  | 25 |
| 6.2.1. Cosecha  | 25 |
| 6.2.2. Postcosecha del cacao  | 27 |
| 6.2.3. Secado   | 29 |
| 6.2.4. Almacenamiento y comercialización  | 30 |
| 6.3. Efecto de la poda sobre la incidencia de enfermedades y la producción de cacao | 30 |
| 6.3.1. Incidencia de enfermedades   | 30 |
| 6.3.2. Incremento de la producción de cacao   | 31 |
| <b>VII. CONCLUSIONES</b>  | 34 |
| <b>VIII. LECCIONES APRENDIDAS</b>   | 35 |
| <b>IX. RECOMENDACIONES</b>  | 36 |
| <b>X. LITERATURA CITADA</b>   | 37 |
| <b>XI. ANEXOS</b>   | 39 |

## INDICE DE CUADROS

| <b>CUADRO</b> |  | <b>PÁGINA</b> |
|---------------|--|---------------|
| 1             | Plan de trabajo realizado a partir del 16 de marzo-16 de septiembre, en la empresa MLR, 2019   | 8             |
| 2             | Categorías y descripciones para la identificación de las plantas en los surcos para conocer su productividad   | 10            |
| 3             | Distintas categorías con sus clones, con los cual se identificaron cada una de las plantas en los surcos, en las plantaciones de cacao, ubicadas en la empresa MLR             | 11            |
| 4             | Datos de plantas productivas y no productivas evaluadas en tres secciones de la Finca El Chingo, marzo 2019  | 12            |
| 5             | Dosis en kilogramos de los productos aplicadas para el control de maleza, en las doce secciones en la Finca El Chingo en la comunidad de Salto grande, en el mes de junio 2019 | 19            |
| 6             | Dosis en kilogramos de fertilizantes 13.6-5.7-17-7.7Ca-3.5Mg-3.5S-1.1Zn-0.9B aplicadas en las secciones de las fincas El Chingo, Miranda y la Pista, 2019                      | 20            |



## INDICE DE FIGURAS

| <b>FIGURA</b> |  | <b>PÁGINA</b> |
|---------------|--|---------------|
| 1             | Organigrama interno de la Empresa “MRL Forestal”   | 6             |
| 2             | Semilla de cacao con órgano embrionario de la raíz demasiado desarrollada (A), semilla de cacao con tamaño correcto de la raíz para dar origen a una planta en vivero (B), selección de las semillas para introducirlas en las bolsas de polietileno (C) | 9             |
| 3             | Representación de los clones existentes en las plantaciones de cacao en la empresa MLR Forestal  | 12            |
| 4             | Comparación de una plantación de cacao antes de la poda (A) y después de la poda (B), en la finca el Chingo, comunidad Salto grande, 2019  | 13            |
| 5             | Poda de mantenimiento realizada en la plantación El Chingo, en la comunidad de Salto Grande, 2019  | 14            |
| 6             | Secuencia de actividades realizadas en una poda de rehabilitación en una plantación de cacao, en la finca El Chingo, comunidad Salto grande, agosto 2019   | 15            |
| 7             | Comparación de una plantación de cacao antes de la actividad de deschuponado (A) y luego del deschuponado (B), en la finca El Chingo, comunidad Salto Grande, 2019   | 16            |
| 8             | Control de maleza realizado a una plantación de cacao, en la finca El Chingo, en la empresa MLR, junio 2019  | 17            |
| 9             | Productos utilizados para la aplicación del control de maleza, en la Finca el Chingo, ubicada en la comunidad Salto Grande, 2019   | 18            |
| 10            | Aplicación de fertilizantes en una plantación de cacao, en la finca El Chingo, propiedad de la empresa MLR, 2019   | 20            |
| 11            | Selección y encintado de clones de cacao PMCT-58 (A), UF-650 (B), ICS-95 (C), en la finca El Chingo, julio 2019  | 21            |
| 12            | Secuencia de pasos realizados para el injerto de parche en la plantación, La Pista, propiedad de la empresa MLR, 2019  | 24            |
| 13            | Secuencia de pasos realizados para el injerto de inserción lateral   | 25            |

---

|    |  |    |
|----|--|----|
| 14 | Diversidad de colores de las mazorcas cosechadas en una sección de las plantaciones de cacao, en la finca El Chingo, comunidad Salto Grande, 2019                        | 26 |
| 15 | Rendimiento de frutos cortados en la Finca El Chingo, Miranda y La Pista en los periodos de enero-agosto 2019  | 27 |
| 16 | Proceso de fermentación de almendras de cacao en cajones, ubicados en la instalación principal, La Pista, Bonanza, 2019  | 28 |
| 17 | Proceso de pre-secado de semilla de cacao en los mini túneles, ubicados en las instalaciones, La Pista, Bonanza, 2019  | 29 |
| 18 | Semilla de cacao en su proceso final de secado, en los túneles de secado en las instalaciones de La Pista, Bonanza, 2019   | 30 |
| 19 | Afectación de <i>Moniliophthora roreri</i> Cif & Par O moniliasis (A), afectación de <i>Phytophthora palmivora</i> Butler o mazorca negra (B) en una plantación de cacao | 31 |
| 20 | Rendimiento de cacao en baba en la Finca El Chingo, Miranda y La Pista en el periodo de enero-agosto 2019  | 32 |
| 21 | Rendimiento en Kg de semilla seca en las fincas El Chingo, Miranda y La Pista en los periodos de enero-agosto, 2019  | 33 |

---

## INDICE DE ANEXOS

---

| <b>ANEXO</b> |   | <b>PÁGINA</b> |
|--------------|---|---------------|
| 1            | Cronograma de trabajo ejecutado en la empresa MLR en los periodos de marzo-septiembre 2019  | 39            |
| 2            | Mapa predio La Pista, Bonanza   | 40            |
| 3            | Mapa finca El Chingo  | 41            |
| 4            | Mapa de la finca Miranda  | 42            |
| 5            | Formato para el levantamiento de datos de cosecha en la empresa MLR Forestal  | 43            |
| 6            | Formato para el levantamiento de datos para la identificación de plantas productivas e improductivas e identificación de los clones en cada sección | 44            |

---

## RESUMEN EJECUTIVO

En Nicaragua actualmente el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) tiene un alto potencial, puesto que genera ingresos económicos, tanto a grandes como pequeños productores. De toda la región centroamericana, Nicaragua presenta las mayores exportaciones, seguido de Costa Rica. Las principales limitaciones de este rubro son el mal manejo agronómico de la plantación. El objetivo principal de este trabajo fue documentar las prácticas de manejo agronómico que se implementan en el cultivo de cacao, en tres fincas propiedad de la empresa “MLR Forestal” en la comunidad de Salto Grande en Bonanza, 2019. En este documento se describen los aspectos generales de la empresa, el plan de manejo agronómico que operan en sus plantaciones, como lo son nutrición de la plantación, podas, la cosecha y los procesos en la fermentación de la almendra. Las prácticas agronómicas influyeron de forma positiva sobre el rendimiento de frutos, almendras en baba y semilla seca, como también en la incidencia de plagas y enfermedades. Los distintos clones que conforman las plantaciones de la empresa son llevados del centro experimental El Recreo y algunos de Costa Rica. Una de las recomendaciones que se sugiere es capacitar constantemente al personal de la empresa, así como también facilitar los instrumentos necesarios para la realización del trabajo y un trato más humanista para todo el personal.

***Palabras claves:*** clones, prácticas, podas, rendimiento, fermentación.

## EXECUTIVE ABSTRACT

In Nicaragua currently the cultivation of cocoa (*Theobroma cacao* L.) has a high potential, since it generates economic income for both large and small producers. Of the entire Central American region, Nicaragua has the largest exports, followed by Costa Rica. The main limitations of this item are the poor agronomic management of the plantation. The main objective of this work was to document the agronomic management practices that are implemented in the cultivation of cocoa, in three farms owned by the company "MLR Forestal" in the community of Salto Grande in Bonanza, 2019. This document describes the general aspects of the company, the agronomic management plan that operate in its plantations, such as nutrition of the plantation, pruning, harvesting and processes in the fermentation of almonds. Agronomic practices positively influenced the yield of fruits, almonds in slime and dry seed, as well as the incidence of pests and diseases. The different clones that make up the company's plantations are brought from the El Recreo experimental center and some from Costa Rica. One of the suggested recommendations is to constantly train company personnel, as well as provide the necessary instruments to carry out the work and a more humane treatment for all personnel.

**Keywords:** clones, practices, pruning, yield, fermentation.

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao es originario de América de un lugar llamado “Altos Amazonas”, que comprenden países como Colombia, Ecuador, Perú y Brasil. Sin embargo, el cultivo y el uso del cacao en la antigüedad se ha desarrollado en los países como México y Centroamérica por los pueblos indígenas Mayas y Aztecas de ahí su nombre científico *Theobroma cacao* L., el cual significa “alimentos de los dioses”, puesto que era utilizado como bebida de dioses, para dar energía a guerreros y cacao deriva del náhuatl, cacáhuatl que era utilizado como moneda (Montalván *et al.* 2011, p.6, a).

Actualmente se han registrado más de veintiocho mil variedades de cacao, de ellas menos de 10% son variedades silvestres y la mayoría son variedades mejoradas que se obtuvieron por programas de mejoramiento genético de algunos países (Montalván *et al.* 2011, p. 7, b).

América Latina representa más del 70% de la producción mundial de cacao orgánico, siendo República Dominicana el mayor proveedor, con una producción anual de 5,000 toneladas. (Lutheran World Relief, 2013, p. 25).

El mercado fuera de la región centroamericana comprende los Estados Unidos y Europa principalmente, también son mercados extra regionales los compradores en Japón, Bélgica, Australia e Italia. En Europa los países como Alemania, Suiza, Bélgica, Reino Unido y Australia son los principales compradores de cacao en Centroamérica (Martin Low Ríos Forestal, 2017). De toda la región centroamericana, Nicaragua presenta las mayores exportaciones, seguido de Costa Rica. Los principales destinos de estas exportaciones han sido Bélgica, Alemania y el Reino Unido (Lutheran World Relief, 2013, p. 25).

Nicaragua cuenta con unas 340 mil hectáreas aptas para el cultivo de cacao. Además, tiene un valor adicional por ser un cultivo que puede contribuir con la preservación del ambiente por su capacidad de conservación del suelo, evitando la erosión del mismo y la eminente dinamización de la economía local y nacional, representando una alternativa diferente a los cultivos tradicionales o la ganadería extensiva (MLR Forestal, 2017).

Según MLR Forestal (2017), el cultivo del cacao en Nicaragua representa una producción total de 5000 Toneladas. Podemos encontrar este cultivo en las zonas de RACS (Kukra Hill, El Rama), RACN (Siuna, Bonanza, Rosita, Waslala), zona central del país (Río Coco, Matagalpa, Jinotega, Río San Juan), y la zona del pacífico (Mombacho, Meseta de los Pueblos de Rivas).

MLR Forestal de Nicaragua, está en proceso de consolidación del proyecto de establecimiento y manejo intensivo del Cacao en las zonas de Bonanza y Siuna, proyectando un crecimiento considerable en este último municipio, con el objetivo de producir cacao en cantidades y calidades comercializables, ya sea de manera procesada o en almendra, tanto en el mercado nacional, como internacional.

En el caso de la plantación industrial de cacao en las instalaciones de Bonanza, se inició desde el año 2010 en la comunidad Salto Grande, tomando en cuenta el alto potencial de producción de este cultivo agrícola y por ende la generación de ingreso para contribuir al desarrollo de la comunidad (MLR Forestal, 2017).

El siguiente trabajo se enfoca en la descripción de las prácticas de manejo realizadas en las plantaciones de cacao en la empresa MLR Forestal y la importancia que tienen estas prácticas para el cultivo. Del manejo agronómico que realicemos a nuestra plantación, dependerá enormemente la producción que obtengamos, así como la calidad de la semilla que vayamos a cosechar.

## II. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo general

- Explicar la importancia que tienen las prácticas de manejo agronómico en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la empresa “MLR Forestal” ubicada en la zona de la comunidad Salto grande, Bonanza 2019.

### 2.2. Objetivos específicos

- Describir las prácticas de manejo agronómico realizadas para un buen mantenimiento de la plantación de cacao.
- Argumentar el proceso de fermentación para la obtención de semillas con altos estándares de calidad.
- Valorar el efecto de la poda sobre incidencias de enfermedades e incremento de la producción de cacao.



### III. CARACTERIZACIÓN DE LA INSTITUCIÓN

#### 3.1. Antecedente de la Empresa “MLR (Martin Low Ríos) Forestal”

El Proyecto Forestal Javier Chamorro Mora, tiene origen en el seno de la Empresa HEMCO de Nicaragua, que desde el año 2000 desarrolla iniciativas de reforestación como respaldo a las acciones contempladas en los esquemas de mitigación y reposición de áreas verdes en sectores circundantes a la minería, usando una variedad de especies nativas como, María (*Calophyllum brasiliense* C.), Caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla* K.) y algunas exóticas como la Teca (*Tectona grandis* L.).

En el 2008 se decide cambiar el enfoque a una reforestación más ordenada que pueda crear beneficios económicos a largo plazo y proteger la zona contra las consecuencias de bajas coyunturas en la minería. Con esto inicia el proyecto forestal Javier Chamorro Mora, y se apertura una reforestación proyectada en quinientas hectáreas por año con base en la misma mina de Bonanza.

En el año 2012, HEMCO Nicaragua, realizó traspaso del componente forestal Javier Chamorro Mora a nombre de MLR Forestry Limited. Finalmente se ha decidido que la División Bonanza partiera con plantaciones de diferentes especies como Teca y algunas en asociación con cacao, donde posteriormente el 2015 se retornan gran parte de las propiedades nuevamente a HEMCO, para regularizar una serie de temas relacionados a las propiedades mineras y a la incorporación de guiriceros locales a las cuales se les asignó operación dentro de estos predios, solo quedando en propiedad de MLR Forestal, las propiedades de El Chingo y Miranda las cuales se concentra en un eje, el cual es el cultivo de cacao intensivo en asociación a plantaciones de teca.

Todo el trabajo del manejo de las plantaciones hasta el año 2014 es responsabilidad de un “operador forestal” que es la empresa Norteak Madera. Posteriormente a esta fecha MLR (Martin Low Ríos) Forestal toma control de su operación en forma directa, nombrando un Gerente General y un Gerente de Operaciones, para que monten un equipo que permita sacar adelante los procesos de producción originales del proyecto.

### **3.2. Visión empresarial**

El proyecto forestal en su totalidad debe ser rentable en términos económicos como cualquier otra inversión comercial. No obstante, para el subproyecto de Bonanza se acepta un retorno más moderado, porque ha cargado con el costo de aprendizaje y presta servicios ambientales a la zona urbana conectada a la minería.

La mayoría de los beneficios ambientales de los bosques no serán remunerados directamente, por las complicaciones administrativas de hacer enlace entre el productor y el beneficiario, y no se espera un mayor ingreso por estos servicios. En la medida que surjan oportunidades, el proyecto de plantaciones forestales estaría muy interesado en contribuir y participar en la apertura de sistemas que de manera eficiente y justa pueda remunerar la generación de estos beneficios ambientales.

### **3.3. Objetivo del Proyecto Forestal**

#### **Objetivo general**

Hacer de la actividad forestal y agroforestal una alternativa de generación de ingresos en una zona minera en el marco de una inversión privada que atine los conceptos y valores de la sostenibilidad que vaya generando un impacto positivo en el ámbito social, de seguridad laboral y el medio ambiente.

#### **Objetivos específicos**

1. Lograr una producción comercial de madera preciosa con énfasis en Teca y otras especies nativas de la zona, procurando sistemas de plantación de alto valor para ecosistemas y biodiversidad.
2. Convertir a MLR en empresa líder en cacao en Nicaragua, a partir de 300 hectáreas de plantaciones de alta calidad y altos rendimientos, un programa de mejoramiento genético y capacidad de procesamiento.

Unidad de Manejo # 1: Integrada por una Finca en Miranda, localizada en la Comunidad Miranda, en El Chingo, ubicadas en la Comunidad de Salto Grande, y la Finca La Pista, ubicada contiguo a la pista aérea, este complejo de fincas está ubicadas en la parte Noreste de Bonanza,

distantes a 14 km de la cabecera Municipal y en el camino que une la localidad de Bonanza y Rosita.

### 3.4. Organización del trabajo

Como propietario, el grupo inversor ejecuta de forma directa las operaciones del proyecto, lo que incluye el manejo de las propiedades con una estructura organizativa definida. La organización incluye sistemas de planificación, informes y monitoreo basado en períodos de un año y un organigrama de funcionarios. La organización interna de la empresa está conformada por diferentes áreas (Figura 1).



Figura 1. Organigrama interno de la Empresa "MRL Forestal".

#### **IV. FUNCIONES DEL ÁREA DE TRABAJO**

Se llevo a cabo la conformación de equipos de trabajo en campo, conformando cuadrilla de mujeres, así como de varones para la realización de prácticas de manejo agronómico en las plantaciones de cacao, como pasante realicé las siguientes actividades:

Las prácticas realizadas en campo fueron:

- Acompañamiento y ejecutamiento en la realización de podas de mantenimiento, los criterios que se deben tomar en cuenta para la realización de una buena poda.
- Cosecha como se debe realizar, identificación de mazorca óptimas para ser cosechada, como se debe hacer el quiebre para la extracción de la almendra.
- Carrileo para la fertilización, con el objetivo de mayor aprovechamiento del fertilizante por las raíces del cultivo de cacao.
- Deschuponado para eliminación de brotes basales que debilitan a las plantas al competir por nutrientes con las ramas productivas.

Las actividades encomendadas por el supervisor Ingeniero Valentín Gutiérrez fueron la identificación de clones, actividad asignada junto a dos compañeras practicantes, el cual se debería de verificar que dicha actividad se realizara tal y como fue indicado. De igual forma, como tarea individual identificación de clones ICS-95, UF-650 y PMCT-58 para varetas con fines de injerto.

En la parte del trabajo de gabinete, se realizaron las actividades de archivo de datos computarizados como lo son, formatos utilizados por la empresa para datos de cosecha e identificación de clones.

Se llevó a cabo la demostración de cómo se cuantifica el peso de los sacos llenos de almendras secas de cacao, al momento del empaque, para posteriormente hacer el almacenamiento. De igual forma, todo el proceso de fermentación, pre-secado y secado que se realiza en los túneles que están situados en las instalaciones de la oficina ubicadas en Bonanza.

## V. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

Cuadro 1. Plan de trabajo realizado a partir del 16 de marzo-16 de septiembre, en la empresa MLR, 2019.

| N° | Actividades   | Duración | Meses                            |
|----|---|----------|----------------------------------|
| 1  | Visita al vivero propiedad del Ing. Jassier<br>Huete                              | 1 día    | Marzo                            |
| 2  | Identificación de plantas productivas e improductivas e identificación de clones  | 15 días  | Marzo                            |
| 3  | Poda de mantenimiento   | 30 días  | Abril-mayo                       |
| 4  | Cosecha   | 14 días  | Marzo, abril, mayo, junio, julio |
| 5  | Manejo de maleza (aplicación química)   | 30 días  | Junio                            |
| 6  | Postcosecha (fermentación, pre-secado, secado, almacenamiento y comercialización) | 8 días   | Marzo, abril, junio, agosto      |
| 7  | Carrileo  | 14 días  | Julio                            |
| 8  | Identificación de clones (ICS-95. PMCT-58, UF-650) como productores de varetas    | 2 días   | Julio                            |
| 9  | Fertilización   | 8 días   | Julio                            |
| 10 | Poda de rehabilitación  | 14 días  | Agosto                           |
| 11 | Deschuponado  | 14 días  | Agosto                           |
| 12 | Propagación vegetativa (injerto)  | 14 días  | Septiembre                       |

## VI. RESULTADOS OBTENIDOS

### 6.1. Prácticas de manejo agronómico

#### 6.1.1. Visita al vivero propiedad del Ingeniero Jassier Huete

Se realizó una visita al vivero del Ingeniero Forestal Jassier Huete, para la inspección de las plantas en vivero. En este caso se observó la manera como depositaban las pepitas de cacao en las bolsas de polietileno rellenas con el sustrato. El supervisor de la empresa MLR, explicaba a los trabajadores que al momento de depositar la semilla (esta es previamente germinada por 8 días en agua), deberían de observar que el órgano embrionario de la raíz, quede en la parte inferior de la bolsa. Este debe de observarse de manera pequeña que este comenzando a emerger puesto que si se depositan muy grande la raíz de la planta tienden a crecer de forma incorrecta y al ser trasplantadas así, tendremos una planta con mal formación. Quedando enana y siendo una planta improductiva. La raíz presenta una deformación en forma de zigzag esto hace que la planta no se alimente de forma correcta y no se desarrolla (Figura 2).

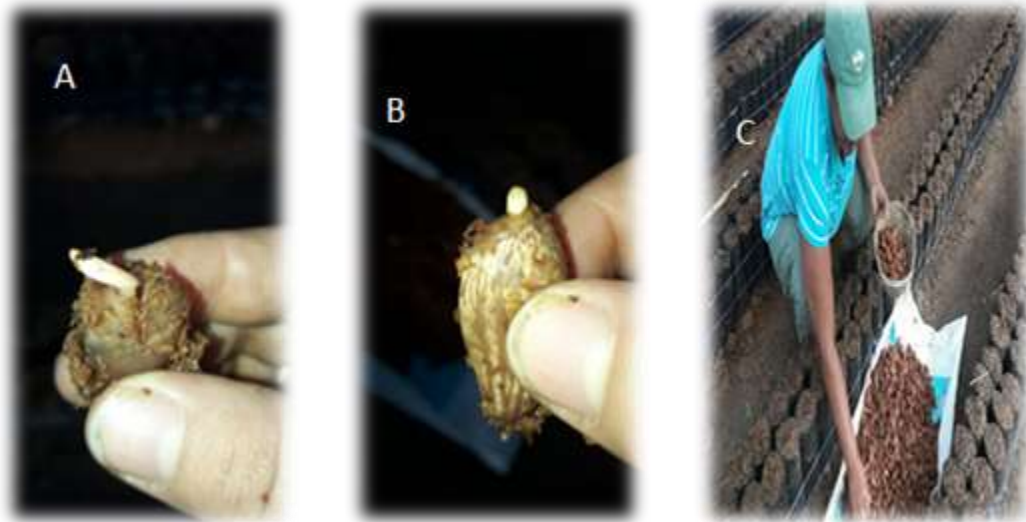


Figura 2. Semilla de cacao con órgano embrionario de la raíz demasiado desarrollada (A), semilla de cacao con tamaño correcto de la raíz para dar origen a una planta en vivero (B), selección de las semillas para introducirlas en las bolsas de polietileno (C).

La empresa MLR tiene un contrato con este vivero en el cual ellos les compran las plantas, la misma empresa les proporciona las semillas para vivero de los clones que poseen en

campo. Las plantas son cuidadas en el vivero, casi 7-8 meses, hasta el momento que estén preparadas para el trasplante.

### **6.1.2. Identificación de plantas productivas, no productivas y los diferentes clones**

Esta actividad se realizó con el objetivo de identificar todos los árboles productivos e improductivos en cada sección y simultáneamente se iban identificando los clones existentes en cada surco de las secciones (Cuadro 2 y 3). Puesto que la empresa buscaba realizar un inventario para contabilizar cuantos arboles eran necesarios ser injertados en un futuro, ya que estos árboles son improductivos y solo le generan costos a la empresa, debido a que se les realiza todas las actividades de mantenimiento, pero no logran obtener beneficios económicos de ellos, generando así costos extras. De igual forma, la identificación de clones más productivos para poder utilizarlos como posibles productores de varetas para injerto.

Cuadro 2. Categorías y descripciones para la identificación de las plantas en los surcos para conocer su productividad.

| <b>Categorías</b> | <b>Descripción</b>                      |
|-------------------|---|
| Categoría 1       | Planta injertada productiva             |
| Categoría 2       | Planta injertada no productiva          |
| Categoría 3       | Patrón productivo                       |
| Categoría 4       | Patrón no productivo                    |
| Categoría 5       | Sin plantas                             |
| Categoría 6       | Planta en desarrollo (desastre natural) |

Con estas categorías se procedía a identificar cada una de las plantas que se encontraban en el surco. De acuerdo, a la observación se categorizaban si la planta que se encontraba era producida por injerto o era un patrón, así también si estas eran productivas si estaban arriba de 20 frutos o era el caso contrario siendo una planta improductiva. Así mismos, los espacios vacíos donde aún no se había realizado la labor de replantar o si estaba una planta en desarrollo debido a un desastre natural. Estas eran las seis categorías que se basaban en la observación en el momento de hacer el levantamiento de datos.

Cuadro 3. Distintas categorías con sus clones, con los cual se identificaron cada una de las plantas en los surcos, en las plantaciones de cacao, ubicadas en la empresa MLR.

| <b>Categorías</b> | <b>Clones</b> | <b>Categorías</b> | <b>Clones</b> |
|-------------------|---------------|-------------------|---------------|
| A                 | IMC-67        | J                 | ICS-95        |
| B                 | EET-95        | K                 | CATIE-R1      |
| C                 | UF-221        | L                 | CATIE-R4      |
| D                 | UF-296        | M                 | CATIE-R6      |
| E                 | UF-613        | N                 | PMCT-58       |
| F                 | UF-650        | O                 | ICS-39        |
| G                 | UF-651        | P                 | POUND-12      |
| H                 | UF-667        | Q                 | CC-137        |
| I                 | ICS-8         |                   |               |

Al momento de la identificación y levantamiento de datos se le asignaba una letra del abecedario de las categorías según el clon que se había identificado mediante la descripción y observación. Para realizar esta actividad, se realizó una pequeña presentación, donde se nos presentó el registro de clones establecidos en las fincas, así como su sabor y características únicas para ser identificados. Los Cuadros 2 y 3 se enlazaban al momento de plasmar la información en las hojas del levantamiento.

La actividad no se pudo realizar en todas las secciones esto por falta de presupuesto. Solo se logró realizar en tres secciones que fueron la 13011, 13012 y 13022. Los datos no se utilizaron para ningún análisis, solo ayudaron a conocer qué tipos de clones existen en las secciones. Estos clones son originarios del Centro Experimental El Recreo ubicado en el municipio de El Rama y algunas clones también son originarios de Costa Rica, fueron llevados en forma de varetas a las instalaciones de la empresa MLR (Figura 3).

En la identificación de las categorías y descripciones de las plantas se pudo observar que los clones con mayor abundancia en las tres secciones donde se realizó el levantamiento fueron los clones: IMC-67, EET-95, UF-221, UF-296, UF-613, ICS-95, CATIE-R4, CATIE-R6, PMCT-58 e ICS-39.





Figura 3. Representación de los clones existentes en las plantaciones de cacao en la empresa MLR Forestal.

Al momento de la cuantificación de los resultados obtenidos en la identificación de los árboles productivos e improductivos se obtuvieron los siguientes datos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Datos de plantas productivas y no productivas evaluadas en tres secciones de la Finca El Chingo, marzo 2019.

| <b>Sección</b> | <b>Área</b> | <b>N° de plantas</b> | <b>N° plantas productivas</b> | <b>N° plantas improductivas</b> |
|----------------|-------------|----------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 13011          | 14.7        | 11221                | 3665                          | 7556                            |
| 13022          | 10.9        | 12109                | 1285                          | 10824                           |
| 12012          | 1.42        | 1577                 | 520                           | 1057                            |
| <b>Total</b>   |             | <b>24907</b>         | <b>5470</b>                   | <b>19437</b>                    |

En las tres secciones evaluadas se registró un total de 24907 plantas, de éstas, se identificaron solamente 5470 plantas productivas, el resto, 19437 plantas, se ubicaron en la categoría de improductivas por diferentes factores. Primero, al momento del levantamiento de los datos algunas de estas plantas no estaban en producción, no había cuaje de frutos; segundo, otros eran arboles jóvenes que fueron replantados hacía poco tiempo que aún no tenían la edad para producir; tercero, algunas plantas fueron cortadas porque sufrieron daños al momento de hacerse el control de sombra en los árboles forestales; y cuarto, que el árbol era totalmente improductivo debido al material genético de donde se originó.

### **6.1.3. Podas (mantenimiento y rehabilitación)**

Es una actividad de manejo agronómico de gran importancia puesto que se realiza con la finalidad de eliminar partes enfermas, muertas, innecesarias o improductivas de la planta.

Debemos de tener en cuenta al momento de realizar esta labor, si la planta es obtenida, ya sea, por injerto o es un patrón, porque de esto depende enormemente al momento de realizar la poda. Así mismo, el estado de desarrollo en que se encuentra la planta, de esta actividad dependerá el desarrollo y fructificación de la planta (Figura 4).

Con esta actividad se pretende generar condiciones no adecuadas para la presencia de plagas, así como también minimizar el consumo de nutrientes, controlar la competencia por espacio y oxígeno (Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental-FUNDESRYRAM, 2015).

Los criterios para realizar la poda de forma adecuada en la empresa MLR son:

- La planta debe tener entre 3 a 4 metros de altura.
- La copa debe tener una formación de embudo, con las ramas nuevas creciendo hacia afuera y para arriba.
- La primera orqueta debe ser a partir del primer metro de altura.
- La planta debe tener entre 3 a 4 ramas principales distribuidas de forma equilibrada en la planta.



Figura 4. Comparación de una plantación de cacao antes de la poda (A) y después de la poda (B), en la finca el Chingo, comunidad Salto grande, 2019.

#### **6.1.3.1. Poda de mantenimiento**

Esta labor se debe de realizar todos los años en las plantaciones de cacao, generalmente se realiza cuando la planta entra en descanso. La empresa MLR realiza una vez al año esta poda,

se llevó a cabo en todas las secciones, cortando todas las ramas improductivas y el follaje en exceso, con el propósito que en la plantación haya una mayor penetración de energía lumínica y mayor aeración (Figura 5).

Al no realizarse esta poda es muy perjudicial para nuestra plantación, ya que genera una serie de plagas y enfermedades que nos lleva a la disminución de la producción.



Figura 5. Poda de mantenimiento realizada en la plantación El Chingo, en la comunidad de Salto Grande, 2019.

Se debe eliminar la acumulación de ramas y ramillas juntas y entrecruzadas orientadas hacia el centro del árbol. Esto se conoce como el entresaque. También se deben eliminar las ramas secundarias cercanas a la base de la horqueta y todos los hijos o chupones que hayan crecido en el tronco y sobre las ramas principales. De igual manera, se deben eliminar plantas parásitas o bejucos como *Ficus obtusifolia* Kunth in Humb. (mata palo), *Anredera vesicaria* Lam. C. F. (suela con suelda), entre otras, que crecen sobre la copa del árbol (Lutheran World Relief, 2013 a).

#### **6.1.3.2. Poda de rehabilitación**

Nuestras plantaciones de cacao van perdiendo su capacidad de productividad, ya sea por diferentes factores como lo son mal manejo agronómico, crecimiento libre o porque fueron abandonados. Lutheran (2013 b) refiere, que debe de realizarse una poda de rehabilitación para

los árboles de cacao, donde se elimina gran parte de las ramas y hojas con el propósito de estimular crecimientos de nuevos rebrotes basales que broten al pie del tronco.

Estos rebrotes serán seleccionados y luego una vez ya desarrollados serán los que rehabilitarán a la planta madre para seguir produciendo en un futuro o también se selecciona los mejores chupones y luego son injertados con yemas de clones sobresalientes. Las plantaciones reaccionan muy bien, siempre y cuando vayan acompañadas de las prácticas agronómicas como fertilización, manejo de plagas y enfermedades, manejo de malezas. Esta poda puede aumentar los rendimientos en forma permanente por varios años.

En este caso se realizó en las secciones que los árboles estaban demasiados grandes estos habían sobrepasado los 3 metros de alturas y se dificultaba mucho al momento de la cosecha, ya que los frutos crecían demasiados altos y su productividad era muy baja. Es una poda brusca y se tarda más tiempo en conseguir rendimiento, pero necesaria para elevar la producción de estas secciones que están en muy malas condiciones por motivo de abandono (Figura 6).



Figura 6. Secuencia de actividades realizadas en una poda de rehabilitación en una plantación de cacao, en la finca El Chingo, comunidad Salto grande, agosto 2019.

#### **6.1.4. Deschuponado**

Cuando las plantaciones de cacao están abandonadas es difícil realizar labores culturales. El árbol emite una cantidad de brotes alrededor de la parte inferior del tronco, los denominados chupones basales, que tienen un desarrollo vertical (orto-trópico) y al no ser eliminados en su

debido momento adquieren grandes proporciones, deforman el arquetipo del árbol y entran en constante proceso de competencia por los nutrientes del suelo, lo que contribuye en el descenso de la producción de mazorcas. Por esta razón, se procede a eliminar todos los chupones basales que se encuentren junto al tronco principal (Figura 7). Dado que esta actividad se realiza casi en simultáneo a la poda, la planta adquiere vigor y está en condiciones de producir mejor (FUNDESYRAM, 2015). Esta actividad se realizó en todas las secciones de la finca El Chingo.



Figura 7. Comparación de una plantación de cacao antes de la actividad de deschuponado (A) y luego del deschuponado (B), en la finca El Chingo, comunidad Salto Grande, 2019.

#### **6.1.5. Control de maleza (química)**

Según Lutheran World Relief (2013), el piso de un cacaotal se puede valorar como una sábana hecha con diferentes parches; donde encontramos suelo desnudo, suelo con hojarasca, cobertura muerta y diferentes tipos de hierbas que lo cubren, unas beneficiosas para el cacao y otras no.

Las arvenses afectan a la planta de cacao de la siguiente manera: daños físicos como torcer y quebrar ramas y brotes, tapar las ramas y hojas bajas de la planta de cacao en desarrollo, restringiéndole luz, cambiando el microclima, principalmente por el aumento de la humedad que favorece a las enfermedades, competir por agua y nutrientes en el suelo, cuando las raíces de las malas hierbas se concentran en el mismo nivel de las raíces del cacao y además hospedan plagas y enfermedades.



Lutheran (2013) indica que el control de malezas es de corto plazo, ya que su meta es reducir las afectaciones de las malas hierbas durante un tiempo determinado. A veces realizan chapodas totales o emplean peligrosas mezclas de herbicidas como es el caso de esta empresa. No le dan mucha importancia a la observación de las hierbas que tienen presente porque realizan una práctica para la eliminación de la maleza (Figura 8).



Figura 8. Control de maleza realizado a una plantación de cacao, en la finca El Chingo, en la empresa MLR, junio 2019.

Los herbicidas aplicados para el control de malezas son post-emergentes, puesto que son de acción quemante. Para el control de maleza se hizo una mezcla de los siguientes herbicidas los cuales son (Figura 9).

- N-fosfometil-glicina (Glifosato 35.6 SL) es un herbicida sistémico no selectivo, de amplio espectro, para el control de maleza de hoja ancha, gramínea y ciperácea. Está compuesto de 356 gramos de glifosato alemán por litro de producto comercial. Se absorbe por las hojas y no por las raíces. Penetra a la planta a través de la cutícula cerosa de las hojas y otras partes fotosintéticamente activas. Produce necrosis en tejido vegetal. Las malezas tratadas con Glifosato no sintetizan aminoácidos y por ende no producen proteínas.
- Piridina triclopyr (Equinox 48 EC) herbicida sistémico selectivo de rápida absorción por follaje y raíces. Induce respuesta de tipo de auxinas en las especies susceptibles. Se puede aplicar vía aérea, con un volumen de aplicación de entre 60-80 L ha<sup>-1</sup>. Las aplicaciones terrestres se pueden utilizar con bomba de mochila o equipo de aspersión

utilizando un volumen de aplicación de entre 150-200 L ha<sup>-1</sup> en arroz, 300-400 en pastura.

- Surfactante etoxilado (Tri-Fol plus) acidificante buferizante para agua de aspersión. Contiene 700 gramos de ingrediente activo por litro. Entre sus beneficios se destaca que es un excelente agente acidificante / tamponados para reducir el pH del agua del tanque de pulverización; reduce el pH del agua alcalina; reduce la degradación de pesticidas causada por la hidrólisis alcalina; acidulante orgánico; sin ácidos minerales corrosivos; no contiene metales pesados; contiene calcio para el crecimiento y desarrollo de las plantas. No se debe utilizar con fungicidas de cobre. Se puede usar con herbicidas, insecticidas, fungicidas, nutriente (Wilbur, 2018).
- Dodecilbenceno sulfonato + nonil fenol etoxilado (Wetagro 16.3 SL). Contiene 163,8 gramos de ingrediente activo por litro. Wetagro® 16.3 SL es un adherente, penetrante, humectante y dispersante que coadyuva a ser más efectivo el uso de herbicidas, fungicidas e insecticidas. Agente coadyuvante, por sus características fisicoquímicas rompe la tensión superficial de las gotas de los Agroquímicos que se aplican a los cultivos, proporcionándoles un alto poder de adherencia, dispersión y penetración.



Figura 9. Productos utilizados para la aplicación del control de maleza, en la Finca el Chingo, ubicada en la comunidad Salto Grande, 2019.

Las dosis utilizadas de cada producto por la empresa MLR son: Glifosato 2.3 L ha<sup>-1</sup>, equinox 0.35 L ha<sup>-1</sup>, wetagro 0.1 L ha<sup>-1</sup> y tri-Fol 0.25 L ha<sup>-1</sup>, (Cuadro 5).

Cuadro 5. Dosis en kilogramos de los productos aplicadas para el control de maleza, en las doce secciones en la Finca El Chingo en la comunidad de Salto grande, en el mes de junio 2019.

| <b>Dosis en kilogramos de ingrediente activo por hectárea (kg ia ha<sup>-1</sup>)</b> |                  |                |               |                |
|---|------------------|----------------|---------------|----------------|
| <b>Sección</b>  | <b>Glifosato</b> | <b>Equinox</b> | <b>Trifol</b> | <b>Wetagro</b> |
| 13011   | 12.03636         | 2.4696         | 2.5725        | 0.240786       |
| 13012   | 1.162696         | 0.23856        | 0.2485        | 0.0232596      |
| 13022   | 8.92492          | 1.8312         | 1.9075        | 0.178542       |
| 13031   | 2.047            | 0.42           | 0.4375        | 0.04095        |
| 13041   | 5.24032          | 1.0752         | 1.12          | 0.104832       |
| 13042   | 5.07656          | 1.0416         | 1.085         | 0.101556       |
| 13051   | 6.141            | 1.26           | 1.3125        | 0.12285        |
| 13052   | 7.3692           | 1.512          | 1.575         | 0.14742        |
| 13053   | 2.21076          | 0.4536         | 0.4725        | 0.044226       |
| 13054   | 1.8156           | 0.8568         | 0.8925        | 0.083538       |
| 13055   | 0.4984           | 0.2352         | 0.245         | 0.022932       |
| 13056   | 2.8124           | 1.3272         | 1.3825        | 0.129402       |

#### **6.1.6. Carrileo**

El carrileo se realiza antes de la fertilización, esta técnica es proveniente

de la agricultura ecuatoriana. Consiste en realizar un pequeño camino en medio de los surcos de cacao, apartando hojas y troncos que podrían dificultar que el fertilizante sea aprovechado por las raíces, de manera correcta hacia los árboles de cacao. Generalmente, se lleva a cabo, en las plantaciones adultas ya que las raíces se entrecruzan debido a su tamaño y es por eso que el fertilizante se deposita en medio de los carriles, para que pueda ser aprovechado por ambos árboles.

#### **6.1.7. Fertilización**

Una plantación de cacao nutrida crece bien, resiste a las plagas y enfermedades y tiene la posibilidad de producir mayor cantidad de cacao de mejor calidad. Para que la planta de cacao este nutrida, el suelo del cacaotal debe estar vivo y fértil de manera natural y permanente (Lutheran World Relief, 2013).

Por esta razón la empresa MLR realiza dos aplicaciones al año. Para realizar esta actividad se hace en base a un muestreo de suelo, donde se recogen muestra de todas las secciones y luego se envían al laboratorio de Formunica ubicado en Managua, donde luego se procesan los



resultados y el mismo laboratorio envía la formulación y las dosis recomendadas. La fórmula química con la cual se trabajó para la fertilización fue 13.6-5.7-17-7.7Ca-3.5Mg-3.5S-1.1Zn-0.9B (Figura 10).



Figura 10. Aplicación de fertilizantes en una plantación de cacao, en la finca El Chingo, propiedad de la empresa MLR, 2019.

La dosificación es de 0.25 kg por planta de 13.6-5.7-17-7.7Ca-3.5Mg-3.5S-1.1Zn-0.9B aplicada en cada una de las secciones en esta plantación de cacao. Las cantidades de fertilizantes aplicados por cada sección fueron los siguientes, basado en las recomendaciones dadas por la casa comercial (Cuadro 6).

Cuadro 6. Dosis en kilogramos de fertilizantes 13.6-5.7-17-7.7Ca-3.5Mg-3.5S-1.1Zn-0.9B aplicadas en las secciones de las fincas El Chingo, Miranda y la Pista, 2019.

| Finca     | Sección | Área (ha) | Nº de plantas | Dosis fertilizante (kg) |
|-----------|---------|-----------|---------------|-------------------------|
|           | 13011   | 10.1      | 11221         | 2805.25                 |
|           | 13022   | 10.92     | 12132         | 3033                    |
|           | 13031   | 1.67      | 1855          | 463.75                  |
|           | 13041   | 5.42      | 6021          | 1505.25                 |
| El Chingo | 13042   | 5.8       | 6443          | 1610.75                 |
|           | 13051   | 6.67      | 7410          | 1852.5                  |
|           | 13052   | 8.48      | 9421          | 2355.25                 |
|           | 13053   | 2.18      | 24211         | 6052.75                 |
|           | 13054   | 4.82      | 5355          | 1338.75                 |
|           | 13055   | 1.21      | 1344          | 336                     |

|          |       |      |      |         |
|----------|-------|------|------|---------|
|          | 13056 | 6.33 | 7032 | 1758    |
|          | 13057 | 6.64 | 7377 | 1844.25 |
|          | 8022  | 1.17 | 1300 | 325     |
|          | 8042  | 3.29 | 3655 | 913.75  |
|          | 8043  | 2.26 | 2510 | 627.5   |
|          | 8062  | 1.91 | 2122 | 530.5   |
| Miranda  | 8091  | 1    | 1111 | 277.75  |
| La Pista | 12011 | 1.42 | 1577 | 394.25  |

### 6.1.8. Identificación de clones (ICS-95, UF-650 y PMCT-58) para varetas

Se identificaron mil árboles de los clones ICS-95, UF-650 y PMCT-58 para utilizarlos como varetas para injertar árboles en las instalaciones de Siuna. Se identificaron 500 ejemplares del clon ICS-95, 250 de UF-650 y 250 de PMCT-58, los que se identificaron con cintas de distintos colores. Los clones ICS-95 fueron identificados con cintas de color transparentes, los clones UF-650 las cintas eran de color roja y los clones PMCT-58 con cintas de color anaranjadas. Estos clones fueron identificados en cuatro secciones las cuales fueron la 13011 (cacao grande), 13052 (Chilamate), 13053 (Jenízaro) y 13054 (El Caimito). Fueron elegidos debido a sus altos niveles de productividad y se adaptan de forma satisfactoria a las condiciones climática de la zona (Figura 11).



Figura 11. Selección y encintado de clones de cacao PMCT-58 (A), UF-650 (B), ICS-95 (C), en la finca El Chingo, julio 2019.

### **6.1.9. Propagación vegetativa (injerto)**

Tradicionalmente el cacao se ha multiplicado a través de semillas, el productor suele tomar una mazorca de las mejores plantas, sin conocer el origen del polen que le dio vida a esa mazorca, ya que la mayoría de las plantas necesitan del polen de otra planta diferente para quedar fecundadas. Este hecho hace que una plantación de cacao se den muchos tipos de plantas con características diferentes entre una y otra, incluso muchas veces muy diferentes a la planta madre que les dio origen (Camacho, 2010).

Por tal razón se hace necesaria la propagación por medio de injertos, para obtener plantas de cacao con buenos rendimientos, resistencias a plagas y enfermedades y alta calidad. Para lograr esto se debe llevar a cabo un proceso de selección de plantas de cacao, donde se selecciona arboles con características especiales que se les llaman “arboles elites” que estos son los mejores arboles identificados en las parcelas.

Según Camacho (2010), las características deseables que debe de tener un árbol elite para ser seleccionado son:

- La estructura del árbol tiene que estar bien formadas, frondosa con ramas bien distribuidas.
- Tener buena distribución de los cojines florales en troncos y ramas primarias de la planta.
- La producción de mazorcas tiene que ser mayores a 60 mazorcas dos meses antes de la cosecha principal.
- Tienen que ser tolerantes a plagas.
- Que cada árbol produzca una libra de cacao de cacao de peso seco por 9 mazorcas.
- Que den mazorcas con número de 40-50 semillas.
- El tamaño de la semilla tiene que ser mayor de 1.5 cm.
- Tiene que ser resistente al estrés por mucha lluvia y por sequía.
- Tener competencia completa con otras plantas, es decir que al contorno de la planta estén otras plantas de cacao.
- Tener compatibilidad, es decir que las flores se polinicen con las que están en el contorno.
- Los árboles tienen que ser mayores de 5 años para ser seleccionados.

Luego de tener identificados nuestros arboles elites se procede a la selección y preparación de varetas o varetas porta yemas, dependiendo el tipo de injerto que deseemos realizar. Una vareta es una parte de la mejor rama cortada en este caso del árbol elite de cacao, esta vareta también contiene yemas que servirán para injertar

Las yemas son brotes axilares que se forman en las axilas de las hojas de estas se producen nuevas ramificaciones. Camacho (2010) nos dice que estos brotes tienen la capacidad de reproducir las características de la planta de donde fueron sacadas. Las yemas se transportan sin despegarse de la vareta.

Los injertos en cacao son una técnica de propagación vegetativa o asexual que consiste en unir una rama o parte de ella (vareta) a un patrón reproducido por semilla, a fin de que la vareta o yema se una al patrón quedando en íntimo contacto. Los nuevos tejidos, provenientes de la división celular de ambos, quedan unidos y pueden transportar, sin impedimento agua y nutrientes para la nueva planta a través de esta unión (Ministerio de Agricultura y Ganadería).

¿Qué se necesita para injertar cacao?

Patrones: son plantas de cacao que se obtienen por la siembra de semillas de árboles sanos, resistentes a enfermedades y adaptados a la zona. Se les llama patrones porque son los que van a llevar la yema de la otra planta.

#### **6.1.9.1. Pasos para el injerto de parche**

- Cortar el patrón, se hace dos pequeños cortes a los lados de 4 centímetros de largo y otro arriba, tratando de sacar una lengüeta.
- Cortar la vareta para sacar la yema, el parche debe de ser del tamaño de la lengüeta que se hizo en el patrón para que calce bien.
- La yema debe calzar bien en el corte hecho en el patrón para que haya mejor contacto. No deben tocarse los cortes del patrón, ni la yema con los dedos.
- Debe de amarrarse con cinta plástica de abajo hacia arriba dejando bien protegida la yema, para que no le entre agua (Figura 12).



Figura 12. Secuencia de pasos realizados para el injerto de parche en la plantación, La Pista, propiedad de la empresa MLR, 2019.

El proceso debe hacerse lo más rápido posible, antes que pase los 30 segundos, para que los tejidos no se sequen. Este tipo de injerto la empresa MLR lo realiza en plantas de vivero, ya que les resulta más viables.

#### **6.1.9.2. Injerto tipo inserción lateral**

Este tipo de injerto es bastante práctico y de gran eficiencia entre los productores.

- Se procede a preparar un segmento de la vareta que tenga de 3 a 4 yemas, para luego hacer un corte lateral en el extremo inferior de aproximadamente 1 pulgada, de tal modo que el corte y la posición de las yemas estén opuestos.
- Inmediatamente, se realiza un corte lateral a la corteza del patrón en algunos casos con una porción fina del tallo. Este corte debe ser firme y preciso y se abre la lengüeta.
- Inmediatamente se coloca la vareta haciendo coincidir la corteza del patrón con la corteza de la vareta.
- Luego con una cinta plástica se procede al vendado firmemente y amarrado, siempre de abajo hacia arriba, hasta cubrir toda la herida ocasionada en el patrón (Figura 13).



Figura 13. Secuencia de pasos realizados para el injerto de inserción lateral.

A partir de los 25 a 30 días, cuando las yemas están brotadas se procede a desatar, solo la parte de la yema, luego de 60 días de haber realizado el injerto se desata el resto del vendaje (MAG, s,f).

Este injerto generalmente la empresa MLR lo realiza en arboles jóvenes y adultos ya establecidos en las plantaciones. Puesto que les resulta más viable, ya que la capacidad de rebrote es mayor que la de parche, debido a que poseen de 3 a 4 yemas y hay mayor cantidad de injertos pegados, se obtienen más rápido producción. Esta labor se realiza en las épocas de invierno para favorecer la capacidad de rebrote de la vareta.

## **6.2. Cosecha y postcosecha**

### **6.2.1. Cosecha**

Se deben cosechar las mazorcas que se observan maduras, en este caso también se cosechan las mazorcas pintonas (que estén entre maduras y verdes), las mazorcas que están demasiados maduras no se deben cosechar porque tienden a secarse y no producen granos de calidad, en algunos casos hasta se pueden encontrar ya germinada la semilla dentro del fruto (Figura 14).

Al momento de hacer el corte de las mazorcas de cacao este se debe hacer pegado a la mazorca, quedando un pedazo de tallito llamado pedúnculo. Con el objetivo de que más adelante se desprenda, dejando así una cicatriz que sane y que impida la entrada de enfermedades. Este proceso no se debe realizar arrancando las mazorcas con las manos ni retorcerlas puesto que se causa un daño en los cojines florales y facilita la entrada de enfermedades.



Las mazorcas una vez cosechadas se quiebran en el campo el mismo día de la cosecha, se lleva a la empresa y comienza su proceso de fermentación. Las mazorcas se quiebran con machete, pero se debe de realizar con un macito, para evitar que el grano se lastime. Luego se hace la extracción de los granos para esto se utilizan guantes de látex, hay que deslizar los dedos dentro y a lo largo de la vena central de la mazorca, esta debe quedar siempre pegada a la mazorca porque lo que interesa es el grano únicamente.



Figura 14. Diversidad de colores de las mazorcas cosechadas en una sección de las plantaciones de cacao, en la finca El Chingo, comunidad Salto Grande, 2019.

Las herramientas para realizar esta actividad son tijera de poda y machete bien afilado esto con el propósito de no causar daño en el árbol y en los cojines florales.

Se observó que el mayor rendimiento de frutos cortados se dio en el mes de junio, puesto que la plantación respondió de manera favorable a las labores de mantenimiento en este caso de la poda que se realizó en los meses de abril a mayo, favoreciendo así mayor penetración de la energía lumínica y esto hizo que hubiese un mejor cuaje (cuando el desarrollo del ovario es visible) que da origen a nuevos frutos. La menor producción se reflejó en agosto puesto que aquí ya se cosechó lo que se llama la repela y debido a que en los meses de agosto y septiembre se realizó una poda de rehabilitación y esto afectó la producción, ya que la mayoría de los árboles quedaron sin follaje que es lo que favorece a la floración y cuaje de frutos (Figura 15).

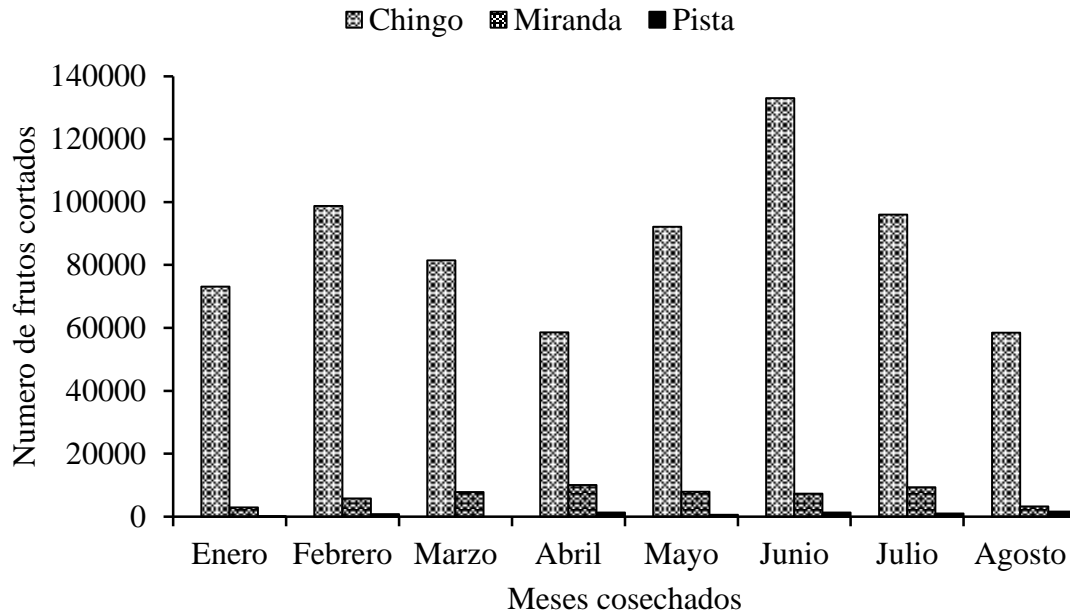


Figura 15. Rendimiento de frutos cortados en la Finca El Chingo, Miranda y La Pista en los periodos de enero-agosto 2019.

Para obtener un buen rendimiento no es necesario tener grandes extensiones de tierras, sino que se deben seleccionar muy bien los clones al momento de establecer una plantación, identificar los clones altamente productivos y que se adapten a las condiciones climáticas presentes en la zona. Las actividades de manejo se deben de realizar a la plantación de manera constante, permanente y al momento que se programan las actividades. De todo esto dependerá que se tenga una plantación en las condiciones óptimas para obtener una buena producción, lo cual contribuirá a que las familias tengan mayores ingresos económicos. En la empresa MLR se lleva un registro semanal y mensual tanto de los frutos cortados, libras en baba y grano seco que se obtienen una vez ya cosechados y secos, para llevar un mayor control y registro (Valentín Gutiérrez, *comunicación personal*).

## 6.2.2. Postcosecha del cacao

### 6.2.2.1. Fermentación

La fermentación del cacao es un proceso que tiene como fin remover la pulpa que rodea a los granos evitando que el grano germine para facilitar el secado y almacenamiento. Sin embargo, la razón principal de la fermentación es provocar las transformaciones dentro de los granos que



llevan a la formación del color, aroma y sabores precursores del chocolate (Lutheran World Relief, 2013).

Lutheran (2013) afirma que el proceso de fermentación se divide en dos fases: la fase anaeróbica o alcohólica donde las levaduras transforman el almidón en azúcares del mucilago en alcohol etanol y desprenden gas carbónico, esta fase dura los dos primeros días. La fase aeróbica o acética cuando las bacterias de nombre *Acetobacter* transforman el etanol en ácido acético, el cual penetra en las semillas produciendo cambios que originan sustancias que dan buen sabor y aroma al cacao. El proceso de fermentación tiene una duración de 6 a 8 días.

El proceso de fermentación en la empresa MLR, inicia vertiendo los granos de cacao cosechados, en los cajones de fermentación, estos cajones están elevados del nivel del suelo y colocados sobre un drenaje que se lleva los jugos de la pulpa liberados por la degradación del mucilago durante el proceso de fermentación. Estos cajones son de madera y deben de tener espacios entre tablas para facilitar el drenaje de los jugos y la aeración. Tiene una duración de 7 días en los cajones, realizando volteo cada dos días, con el propósito de tener una fermentación uniforme en los granos. Los cajones se tapan con plásticos y láminas de zinc para evitar que penetre el agua dentro de los cajones. Se realiza muestreo de semillas para confirmar el estado de fermentación del grano, para corroborar que la fermentación sea de manera uniforme y el grado de fermento que poseen, se muestrean de 10 a 20 granos (Figura 16).



Figura 16. Proceso de fermentación de almendras de cacao en cajones, ubicados en la instalación principal, La Pista, Bonanza, 2019.

### 6.2.2.2. Pre-secado

Una vez pasado los siete días, se procede a sacar los granos ya fermentados de los cajones, se trasladan en una carreta a los túneles de pre-secado donde todavía se deja cuatro días en puños o montones esto con el objetivo de finalizar el proceso de fermentación y pérdida de humedad. Aquí se remueve cada 30 minutos, se debe estar pendiente de la hora puesto que es la etapa más crítica de este proceso, la semilla de cacao aún tiene una humedad de 40% al 50% y es susceptible al moho. Al quinto día se riega en la cajilla aquí pasa dos días y se remueve cada cuarenta minutos.

Las cajillas donde se hace tanto el pre-secado como el secado debe de ser construidos de madera, pero esta debe de ser de madera que no desprenda ningún olor que pueda penetrar al grano de cacao y se deben de cubrir con una malla acerada con el objetivo que deje pasar el aire (Figura 17).



Figura 17. Proceso de pre-secado de semilla de cacao en los mini túneles, ubicados en las instalaciones, La Pista, Bonanza, 2019.

### 6.2.3. Secado

Seguidamente se traslada la semilla de cacao, hacia los túneles de secado. Aquí pasara de 8 a 15 días, esto va en dependencia al clima, puesto que la humedad relativa es más alta en estas zonas. Por tal razón, se dificulta un poco el proceso de secado en relación a otros lugares que tienen mayor cantidad de horas luz, puesto que llueve en menor cantidad. Aquí se remueve cada 40 minutos si el día está lluvioso, o cada hora si el clima está despejado. El riesgo de moho aquí es

menor. Un valor entre 20 y 21 mazorcas de cacao produce 1 kilogramo de granos fermentados y secos (Figura 18).



Figura 18. Semilla de cacao en su proceso final de secado, en los túneles de secado en las instalaciones de La Pista, Bonanza, 2019.

#### **6.2.4. Almacenamiento y comercialización**

Una vez ya concluido el proceso de secado este se procede a empacar en sacos y se trasladan a la bodega donde son pesados, cada saco debe pesar 30 kilogramos que equivalen a 66 libras por saco. Aquí el grano debe de ir con una humedad entre 6% a 7% para ser comercializado. De cada tres quintales de cacao en baba podemos obtener un quintal de cacao seco. La comercialización de este producto se da en las oficinas principales ubicadas en Siuna, se traslada el cacao, donde es entregado a la empresa europea Ritter Sport donde se le paga a C\$ 5 000 el quintal de cacao seco.

### **6.3. Efecto de la poda sobre la incidencia de enfermedades y la producción de cacao**

#### **6.3.1. Incidencia de enfermedades**

No se realizó esta actividad, ya que las afectaciones fueron mínimas debido a las podas que se realizaron. Esta práctica es de vital importancia realizarla en la plantación, puesto que está confirmado que tiene un efecto positivo tanto en el rendimiento como en las bajas afectaciones de incidencias de enfermedades. Aporta a la plantación mayor aireación y mejora la penetración de la luz solar, provocando condiciones desfavorables para las enfermedades como mazorca

negra (*Phytophthora palmivora* Butler) y moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif & Par.) (Figura 19).



Figura 19. Afectación de *Moniliophthora roreri* Cif & Par o moniliasis (A) y afectación de *Phytophthora palmivora* Butler o mazorca negra (B) en una plantación de cacao.

Cuando se hacen presentes estas enfermedades, se hace un control físico o mecánico que consiste en remover las mazorcas afectadas por estas enfermedades y se procede a enterrarlas en un agujero y se cubre, esto con el propósito que las esporas del hongo y del oomicete no sean liberadas en los cultivos y se afecten otras mazorcas.

En algunos casos amerita la aplicación de productos químicos sintéticos como Oxiclورو de cobre 58.8% WP a una dosis de 300 a 500 g por 100 litros de agua, dependiendo el tamaño del cultivo y del grado de infección y también se aplica metalaxil-M y mancozeb (Ridomil ® Gold 68 WG), es un fungicida sistémico que está especialmente indicado para el control de hongos de la familia de los Oomycetes (Syngenta, s.f).

### **6.3.2. Incremento de la producción de cacao**

Se puede observar que los meses con mayor producción de cacao en baba fueron en los meses de junio con una producción de 20359.54 kg, debido a que la plantación respondió de manera favorable a las labores de poda que se realizaron, igual que el rendimiento de frutos cortados el mes de junio

en el cual hubo mayor cosecha por ende se ve reflejado al momento de evaluar el rendimiento de semilla en baba. Sobresaliendo la mayor producción en la finca El Chingo donde hay mayor número de secciones, siendo esta la finca más grande con mayor número de árboles productivos (Figura 20).

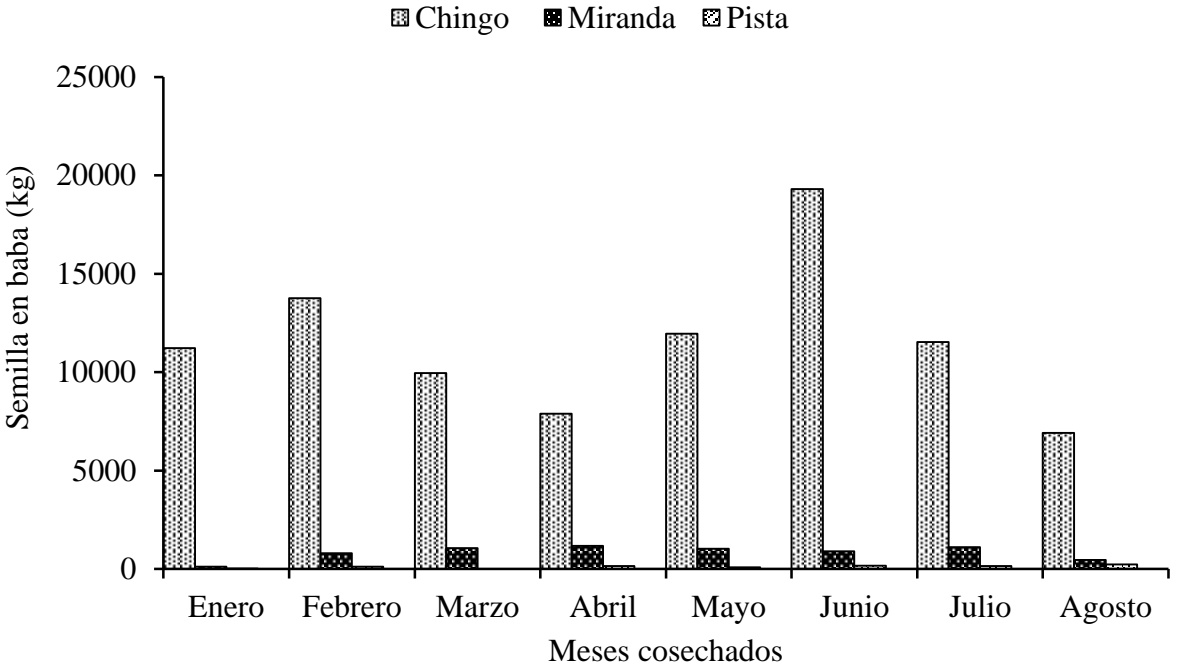


Figura 20. Rendimiento de cacao en baba en la Finca El Chingo, Miranda y La Pista en el periodo de enero-agosto 2019.

La declinación que se dan en los meses de junio, julio y agosto es debido a conflictos dentro de la empresa, puesto que hubo hurto de cacao seco dentro de los túneles (Figura 21). Entonces la empresa MLR decidió llevarse todo el cacao a partir de mediados de julio hacia las oficinas centrales en Siuna para evitar que se siguiera robando. Y el proceso de secado se dio en Siuna es por eso que no se ven reflejado estos datos aquí.

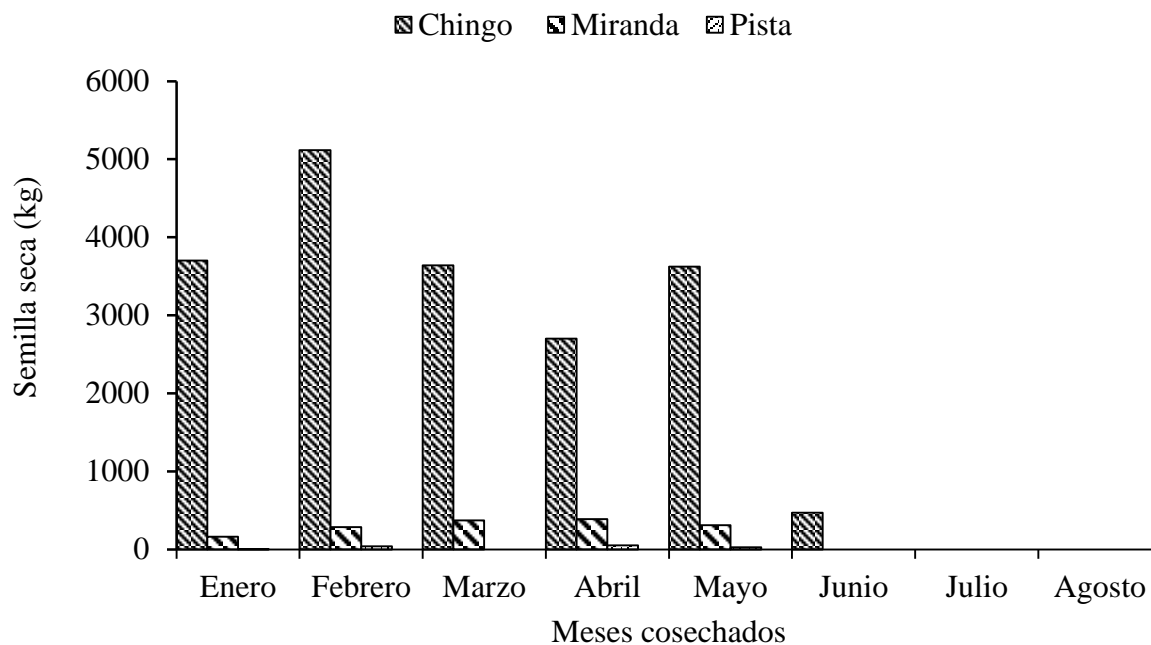


Figura 21. Rendimiento (kg) de semilla seca en las fincas El Chingo, Miranda y La Pista en los periodos de enero-agosto, 2019.

Se puede apreciar que la poda influye siempre de manera positiva a la elevación de los rendimientos obtenidos en las plantaciones. De aquí la valoración de esta labor como práctica de manejo agronómico, muy importante y constante a la hora de establecer nuestra plantación.

## VII. CONCLUSIONES

- Toda actividad de manejo agronómico, comprende una base importante de garantizar las condiciones necesarias para el desarrollo de nuestro cultivo de interés, en este caso el cultivo de cacao, cada una de estas actividades tiene una función especial, englobadas en crear las condiciones adecuadas para nuestra plantación.
- El proceso de fermentación se enfocó en la obtención de una semilla de calidad, para cumplir con los estándares de calidad que se le pide a la empresa al momento de la entrega de semilla fermentada y seca a la empresa Ritter sport. De todo este manejo, depende que la empresa siga manteniendo su prestigio como una empresa certificada de semilla de cacao fermentada y seca.
- Las podas tuvieron un efecto positivo sobre el cultivo de cacao al incrementarse los rendimientos, pero tuvieron un efecto negativo sobre los principales patógenos que afectan al cacao, ya que la incidencia de éstos fue muy baja.

## VIII. LECCIONES APRENDIDAS

- El fortalecí mis capacidades intelectuales al momento de enfrentar un determinado problema en el campo. Así como agilidad al momento de diseñar una estrategia que lograra ser una posible solución al problema que nos estábamos enfrentando. Todas estas situaciones sirvieron para consolidar los conocimientos aprendidos previamente en los estudios universitarios.
- De igual manera consolidar conocimientos como los principales problemas en el cultivo de cacao para la empresa, las actividades que tienen mayor prioridad que se programan al momento de hacer la visita a campo. Entre otras prácticas que cumplen funciones específicas y de gran importancia en la plantación. Esta experiencia fue de gran ayuda para tener más confianza y empoderamiento en el área laboral.
- Cabe destacar, lo enriquecedor de las pasantías, fue ver el aporte de conocimientos, tanto como estudiante y trabajadora, con el fin de ayudar al desarrollo económico de la empresa y las familias que ahí laboran. El desarrollo del sentido de la responsabilidad del trabajo tanto en campo como trabajo de gabinete.



## **IX. RECOMENDACIONES**

- Capacitación del personal al momento de realizar una actividad de manejo.
- Al momento de la ejecución de las labores como podas, deschuponado o cosechas, debe realizarse la desinfección de las herramientas, así como la aplicación de cicatrizantes en los cortes, puesto que se dejan expuestas a las plantas de contraer posibles enfermedades.
- Construcción de una estructura donde se coloquen los cajones de fermentación.

## X. LITERATURA CITADA

- Agrocentro. (s.f). Ficha técnica de Wetagro 16.3 SL. Recuperado el día 04 de septiembre de 2019, de <http://agrocentro.com/producto/wetagro/>
- Camacho, A. J. (2010). Aprendiendo a injertar cacao para mejorar la producción. (2da ed.). Managua, Nicaragua.
- Fundación para el desarrollo socioeconómico y restauración ambiental. (2015). Tipos de podas en el cultivo de cacao. Recuperado el día 25 de agosto de 2019, de <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=4619>
- Fundación para el desarrollo socioeconómico y restauración ambiental. (2015). Manejo de la plantación de cacao. Recuperado el día 14 de octubre de 2019, de <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=2524>
- Lutheran World Relief. (Ed.). (2013-2016). Aprendiendo e innovando sobre el cacao en sistemas agroforestales (Vol. 1-10). Centro América. Complejo Grafico TMC.
- Lutheran World Relief. (Ed.). (2013-2016). Aprendiendo e innovando sobre el manejo de fertilidad de suelos cacaoteros (Vol. 4-10). Centro América. Complejo Grafico TMC.
- Lutheran World Relief. (Ed.). (2013-2016). Aprendiendo e innovando sobre la poda de cacao y el manejo de árboles acompañantes en sistemas agroforestales (Vol. 5-10). Centro América. Complejo Grafico TMC.
- Lutheran World Relief. (Ed.). (2013-2016). Aprendiendo e innovando sobre el manejo del piso de los cacaotales (Vol. 7-10).
- Lutheran World Relief. (Ed.). (2013-2016). Aprendiendo e innovando sobre la cosecha, fermentación y secado del cacao (Vol. 8-10). Centro América. Complejo Grafico TMC.
- Martin Low Ríos Forestal. (2017). Plan general de manejo de cacao. Managua, Nicaragua
- Ministerio de agricultura y Ganadería. (s.f). Guía Técnica Cultivo de cacao. Practica de injerto y tipo de injerto en cacao (cuidado y pasos a seguir. Recuperado el día 01 de marzo 2020, de <http://repiica.iica.int/docs/B4205e/B4205e.pdf>
- Ministerio de agricultura y ganadería. (s.f). Practica de injerto y tipos de injertos en cacao (Cuidados y pasos a seguir). Recuperado el 15 de octubre 2019. <http://repiica.iica.int/docs/B4205e/B4205e.pdf>
- Montalván, O., Mendoza, I., Navarro, M. (2011). Caracterización de cultivares de cacao en cinco municipios de la RAAN (1ª ed.)

Syngenta (Ed.). (s.f). Ficha técnica Ridomil Gold 68 WG. Recuperado el día 26 de marzo de 2020 de <https://www.syngenta.com.ar/product/crop-protection/fungicida/ridomil-gold-68-wg>

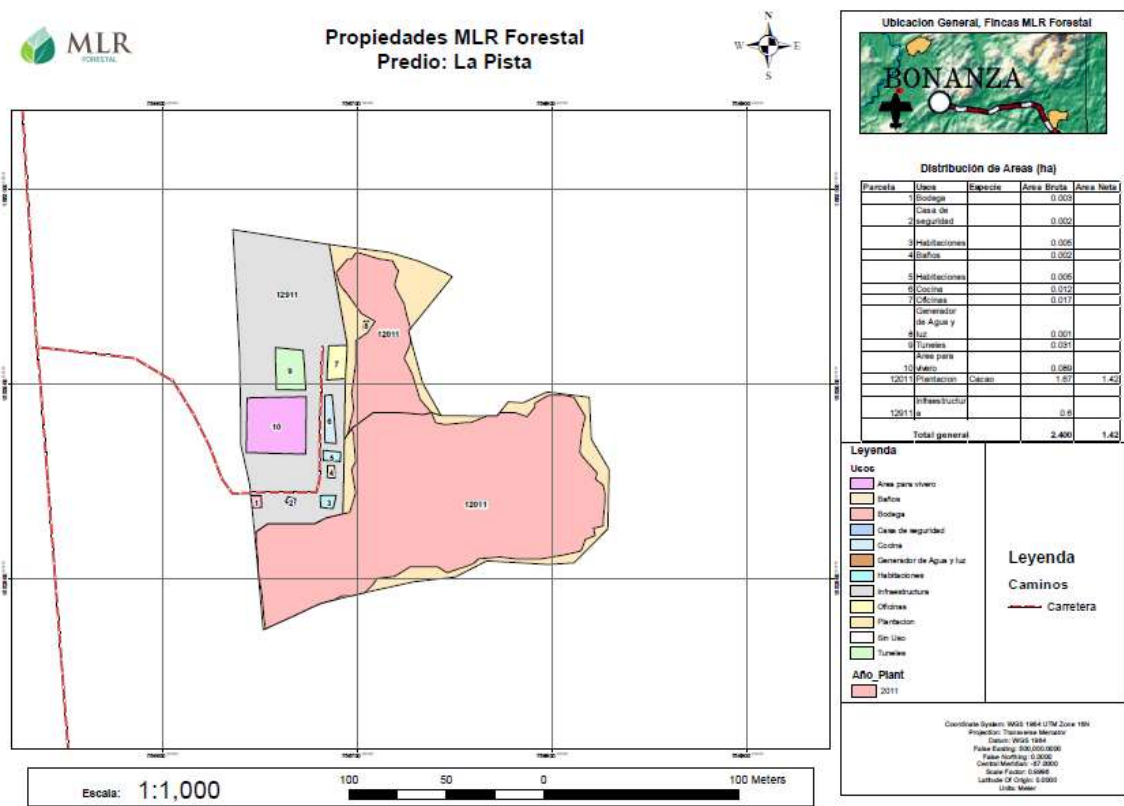
Wilbur-Ellis. (2018). Ficha técnica Tri-Fol Plus. Recuperado el día 04 de septiembre de 2019, de <http://ag.wilburellis.com/products>.

## XI. ANEXOS

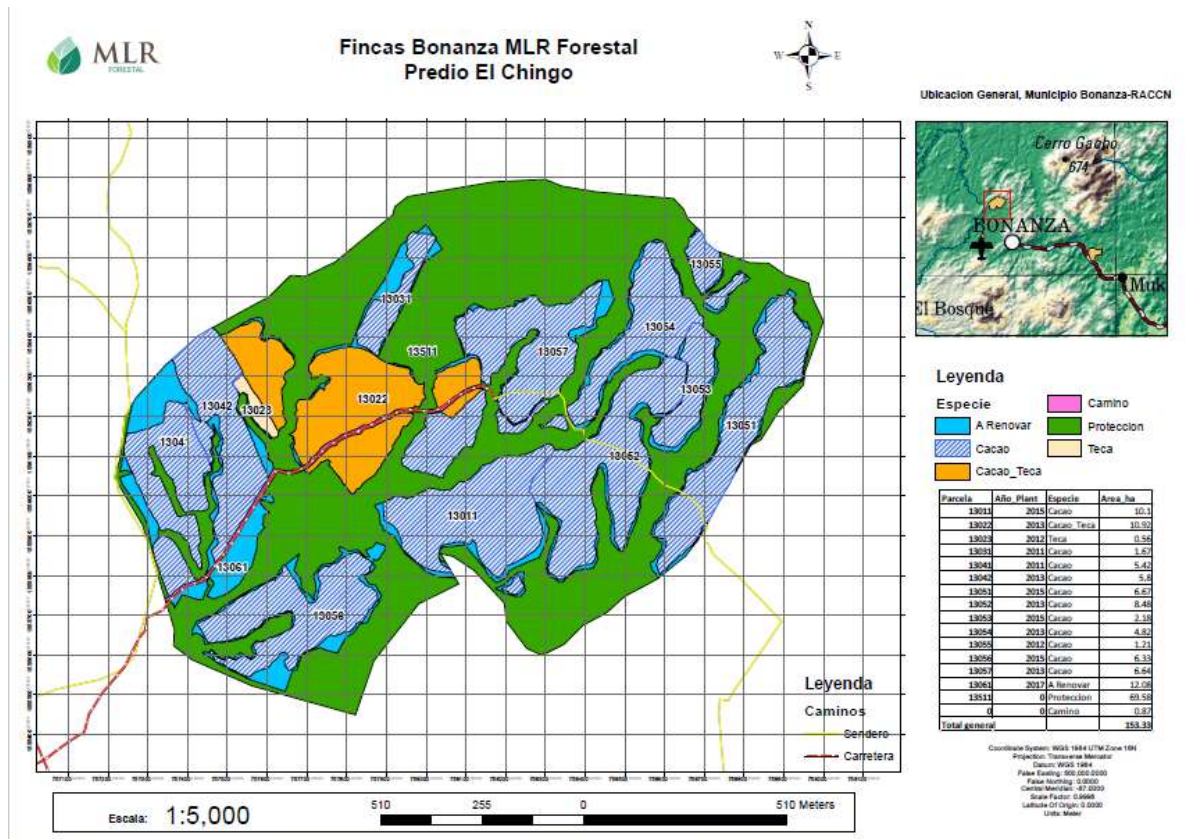
Anexo 1. Cronograma de trabajo ejecutado en la empresa MLR en los periodos de marzo-septiembre 2019.

| N°                     | Actividades   | Meses                            |
|------------------------|---|----------------------------------|
| 1                      | Poda (mantenimiento, rehabilitación)  | Abril, mayo, agosto, septiembre  |
| 2                      | Cosecha   | Marzo, abril, mayo, junio, julio |
| 3                      | Control de maleza (aplicación química)  | Junio                            |
| 4                      | Fertilización   | Julio                            |
| Actividades extra-plan |   |                                  |
| 5                      | Postcosecha (fermentación, pre-secado, secado).                                   | Marzo, abril, junio, agosto      |
| 6                      | Visita a vivero propiedad de Jassier Huete  | Marzo                            |
| 7                      | Identificación de plantas productivas y no productivas e identificación de clones | Marzo-abril                      |
| 8                      | Identificación de clones (ICS-95, UF-650 y PMCT-58) para varetas.                 | Julio                            |
| 9                      | Carrileo  | Julio                            |
| 10                     | Deschuponado  | Agosto                           |
| 11                     | Propagación vegetativa (injerto)  | Septiembre                       |

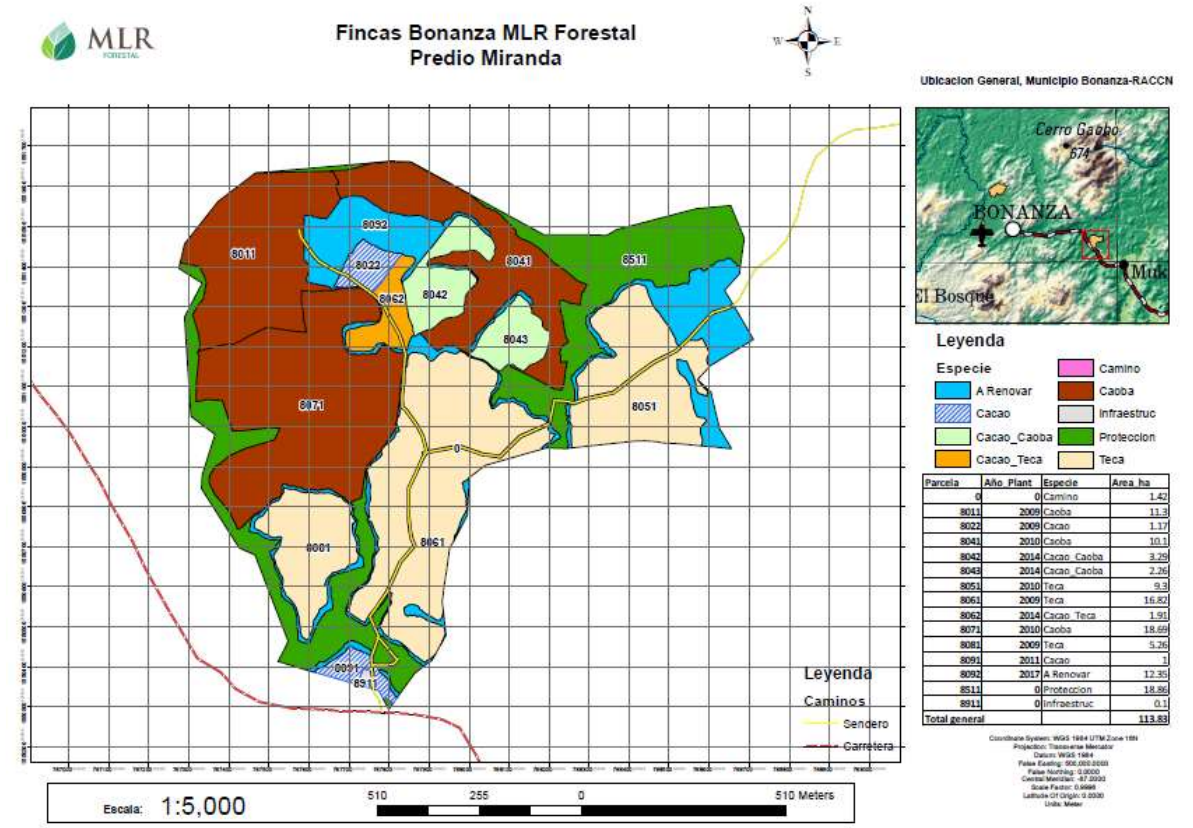
Anexo 2. Mapa predio La Pista, Bonanza.



Anexo 3. Mapa finca El Chingo.



# Anexo 4. Mapa de la finca Miranda.



Anexo 5. Formato para el levantamiento de datos de cosecha en la empresa MLR Forestal.

| Fecha | Finca | Sección | FC | PLB | RFB | FS | LS | RBS | RFS | MDR | ME | Observación |
|-------|-------|---------|----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|----|-------------|
|       |       |         |    |     |     |    |    |     |     |     |    |             |
|       |       |         |    |     |     |    |    |     |     |     |    |             |
|       |       |         |    |     |     |    |    |     |     |     |    |             |
|       |       |         |    |     |     |    |    |     |     |     |    |             |
|       |       |         |    |     |     |    |    |     |     |     |    |             |
|       |       |         |    |     |     |    |    |     |     |     |    |             |
|       |       |         |    |     |     |    |    |     |     |     |    |             |
|       |       |         |    |     |     |    |    |     |     |     |    |             |
|       |       |         |    |     |     |    |    |     |     |     |    |             |
|       |       |         |    |     |     |    |    |     |     |     |    |             |
|       |       |         |    |     |     |    |    |     |     |     |    |             |
|       |       |         |    |     |     |    |    |     |     |     |    |             |
|       |       |         |    |     |     |    |    |     |     |     |    |             |
|       |       |         |    |     |     |    |    |     |     |     |    |             |
|       |       |         |    |     |     |    |    |     |     |     |    |             |
|       |       |         |    |     |     |    |    |     |     |     |    |             |
|       |       |         |    |     |     |    |    |     |     |     |    |             |

FC = Frutos cosechados; PLB = Peso libras en baba; RFB = Relación frutos – baba; FS = Fecha de secado; LS = Libras secas; RBS = Relación baba – seco; RFS = Relación fruto – seco; MDR = mazorcas dañadas por roedores; ME = Mazorcas enfermas



Anexo 6. Formato para el levantamiento de datos para la identificación de plantas productivas e improductivas e identificación de los clones en cada sección.

| Surco | Categoría árbol |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|-------|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| #     | 1               | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1     |                 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 2     |                 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 3     |                 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 4     |                 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 5     |                 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 6     |                 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 7     |                 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 8     |                 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 9     |                 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 10    |                 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 11    |                 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 12    |                 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 13    |                 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 14    |                 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 15    |                 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 16    |                 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 17    |                 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 18    |                 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 19    |                 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 20    |                 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |