

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
VICERRECTORÍA DE DOCENCIA  
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



Informe de Trabajo Final de Graduación presentado a la  
Escuela de Ingeniería Agrícola como requisito parcial para  
optar al grado de Licenciado en Ingeniería Agrícola

NOMBRE DEL PROYECTO

EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE MECANIZACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO  
DE CULTIVO DEL CAFÉ CONFORMADO POR UNA DESMALEZADORA,  
PULVERIZADORA Y ABONADORA ADAPTADO A UNA MOTOCICLETA Y BASE  
TRICICLO, EN LA FINCA EXPERIMENTAL DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DEL  
ICAFE EN BARVA DE HEREDIA

NOMBRE DEL AUTOR

Paola Morales Alvarado

CARTAGO, 2018

NOMBRE DEL PROYECTO  
EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE MECANIZACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO  
DE CULTIVO DEL CAFÉ CONFORMADO POR UNA DESMALEZADORA,  
PULVERIZADORA Y ABONADORA ADAPTADO A UNA BASE TRICICLO EN LA  
FINCA EXPERIMENTAL DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DEL ICAFE EN BARVA  
DE HEREDIA

Nombre del autor  
Paola Morales Alvarado

Informe de Trabajo Final de Graduación presentado a la  
Escuela de Ingeniería Agrícola como requisito parcial para  
optar al grado de Licenciado en Ingeniería Agrícola

---

Natalia Gómez Calderón  
Asesor

---

Marvin Villalobos Araya  
Director Escuela  
Ingeniería Agrícola

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

CARTAGO, COSTA RICA

2018

## **Dedicatoria**

*Dedicado a mis padres Gerardo y Teresa y a mi esposo Diego por todo el apoyo que me han brindado durante estos años.*

## **Agradecimientos**

*Primero agradecer a Dios por ayudarme a realizar mis estudios profesionales. A mi familia, padres, hermanos y mi esposo por siempre apoyarme y acompañarme en todos los años de estudio. A mis profesores y personal administrativo de la Escuela de Ingeniería Agrícola del Tecnológico de Costa Rica por todos los conocimientos que fueron transmitidos y el apoyo en especial a la profesora Natalia Gómez por el apoyo brindado durante mis años de estudio. A mis compañeros de carrera por su ayuda tanto académicamente como en la vida, especialmente a Andrea, Rosibel, Carlos, María José, Emanuel y Daniel. Por último, al personal de ICAFE por darme la oportunidad de realizar el TFG en la institución y en especial a Daniel Ramírez por ser mi tutor en dicha institución.*

*A todos Muchas Gracias*

# Contenido

Resumen.....	xi
<b>Palabras clave</b> .....	xi
Abstract.....	xii
<b>Keywords</b> .....	xii
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	13
1.1 Objetivos .....	16
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	17
2.1 Cultivo del café en Costa Rica.....	18
2.2 Condiciones de producción .....	18
2.2.1 Altitud .....	18
2.2.2 Precipitación.....	18
2.2.3 Temperatura.....	19
2.2.4 Humedad relativa .....	19
2.2.5 Viento.....	19
2.3 Variedades en Costa Rica.....	19
2.3.1 Características de la Variedad Caturra.....	20
2.3.2 Características de la Variedad Catuaí.....	20
2.4 Mecanización del cultivo del café.....	20
2.5 Mecanización del cultivo del café en Costa Rica.....	21
2.6 Maquinaria experimental utilizada en el cultivo del café.....	23
2.6.1 <i>Descripción de los equipos a utilizar</i> .....	24
2.6.1.1 <i>Desmalezadora o cortadora</i> .....	24
2.6.1.2 <i>Pulverizadora</i> .....	24
2.6.1.3 <i>Abonadora</i> .....	25
2.7 Mecanización y Producción en otros países .....	26
2.7.1 <i>Brasil</i> .....	26
2.7.2 <i>Colombia</i> .....	27
2.8 Importancia del mantenimiento de los equipos y normas de seguridad .....	27
<b>3. Materiales y metodología</b> .....	29

3.1 Ubicación del lugar.....	30
3.2 Descripción del equipo encontrado en el ICAFE.....	30
3.3 Análisis de los equipos.....	31
3.4 Calibraciones.....	31
3.5 Pruebas de rendimiento.....	35
3.6 Análisis de ventajas y desventajas del equipo.....	35
3.7 Comparación de los sistemas evaluados.....	36
3.8 Planes de mantenimiento y seguridad.....	36
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>37</b>
4.1 Descripción del equipo.....	38
4.1.1 Desmontadora o chapeadora.....	38
4.1.2 Pulverizadora.....	41
4.1.3 Abonadora.....	45
4.1.4 Motocicleta.....	48
4.1.5 Base Triciclo adaptado.....	49
4.2 Como acoplar los implementos.....	51
4.2 Resultados de las calibraciones.....	56
4.2.1 Desmontadora o Chapeadora.....	56
4.2.2 Pulverizadora.....	56
4.2.3 Abonadora/ encaladora.....	58
4.3 Análisis de tiempos, consumo de combustible y costos.....	60
4.4 Ventajas y desventajas del equipo.....	66
4.4.1 Pulverizadora.....	66
4.4.2 Desmalezadora o Chapeadora.....	67
4.4.3 Abonadora.....	69
4.4.4 Motocicleta y base triciclo.....	71
4.5 Planes de mantenimiento.....	71
4.6 Normas de seguridad.....	81
4.6.1 Inspección del equipo.....	81
4.6.2 Vestimenta adecuada.....	81

4.6.3 Normas generales de seguridad.....	81
4.6.4 Normas de seguridad para el uso del equipo.....	83
4.6.5 Técnicas adecuadas para el levantamiento de cargas.....	83
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>86</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>90</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>93</b>

## Índice de Figuras

Figura 1. Distribución de variedades en las zonas cafetaleras de Costa Rica. Fuente: NAMA, 2017...	20
Figura 2. Mapa de distribución de endientes en las zonas cafetaleras (ICAFE, 2017).....	22
Figura 3. Zonas con potencial para mecanización. (ICAFE, 2017).....	22
Figura 4. Ubicación del lugar. Fuente: Qgis 2.14.....	30
Figura 5. Colocación de bolsas para la calibración de la pulverizadora.....	32
Figura 7. Desmalezadora o chapeadora. ....	39
Figura 8. Cuchillas y rueda guía.....	40
Figura 9. Acople al triciclo.....	40
Figura 10. Sistema de levante. ....	41
Figura 11. Tanque de la pulverizadora. ....	42
Figura 12. Bomba Tekna BPF45.....	43
Figura 13. Parte posterior de la pulverizadora. ....	43
Figura 14. Sistema de válvulas de la pulverizadora. ....	44
Figura 15. Filtro de la pulverizadora. ....	44
Figura 16. Sistema de poleas y fajas de la abonadora.....	46
Figura 17. Rodamientos con soporte.....	46
Figura 18. Rodamiento de parche.....	47
Figura 19. Sistema de salida del abono y tolva. ....	47
Figura 20. Sistema regulador de la salida del abono. ....	48
Figura 21. Motocicleta con abonadora acoplada. ....	49
Figura 22. Base triciclo. ....	50
Figura 23. Mecanismo cadena y piñón que transmiten potencia de la moto a los implementos.....	50
Figura 24. Mecanismo de transmisión de potencia desde el motor.....	51
Figura 25. Base donde se colocan los implementos.....	52
Figura 26. Base de la pulverizadora.....	52
Figura 27. Base de la abonadora. ....	53
Figura 28. Base de la chapeadora. ....	53
Figura 29. Acople de la chapeadora.....	54
Figura 30. Palanca de levante de al chapeadora.....	55
Figura 31. Niveles y palanca de la base triciclo. ....	55
Figura 32. Muestra del ángulo de apertura de la aleta. ....	60
Figura 33. Ejemplo de levantamiento de cargas. Fuente: INS, 2012.....	84
Figura 34. Consejos para levantar cargas. Fuente: INS, 2012.....	84
Figura 35. Descarga de objetos. Fuente: INS, 2012.....	85
Figura 36. Opciones para mover objetos pesados. Fuente: INS, 2012.....	85
Figura 37. Especificaciones de la bomba de la pulverizadora.....	94



Figura 38. Especificaciones de las boquillas de la pulverizadora. ....	95
Figura 39. Ficha técnica de la motocicleta. ....	96
Figura 40. Ficha técnica de la desmalezadora. ....	97
Figura 41. Ficha Técnica de la pulverizadora.....	98
Figura 42. Ficha técnica de la abonadora.....	99

## Índice de cuadros

Cuadro 1. Escala de valoración.....	35
Cuadro 2. Ítems de evaluación y niveles de importancia de cada uno. ....	36
Cuadro 3. Datos obtenidos en la calibración.....	57
Cuadro 4. Resultados de la calibración.....	58
Cuadro 5. Tiempos y costos por labor mecanizada.....	60
Cuadro 6. Costo de las labores por año. ....	61
Cuadro 7. Consumo y costo de combustible.....	61
Cuadro 8. Depreciación del equipo.....	62
Cuadro 9. Tiempos y costos por labor manual. ....	62
Cuadro 10. Costo de las labores manuales por año.....	63
Cuadro 11. Consumo de combustible.....	63
Cuadro 12. Análisis de depreciación de los equipos para labores manuales.....	64
Cuadro 13. Costos en las diferentes labores. ....	64
Cuadro 14. Comparación de costos de las labores.....	65
Cuadro 15. Comparación del rendimiento en las diferentes labores.....	65
Cuadro 16. Comparación labor de Fumigación mecanizada y manual. ....	67
Cuadro 17. Comparación del control de malezas mecanizado y manual.....	69
Cuadro 18. Comparación del abonado mecanizado y manual.....	70
Cuadro 19. Hoja de mantenimiento de la motocicleta. ....	73
Cuadro 20. Hoja de mantenimiento de la pulverizadora.....	73
Cuadro 21. Hoja de mantenimiento de la abonadora.....	78
Cuadro 22. Hoja de mantenimiento de la desmontadora.....	79
Cuadro 23. Control de grasas y lubricantes.....	80

## Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Calculo del Módulo.....	31
Ecuación 2. Calculo del Paso.....	31
Ecuación 3. Calibración de la pulverizadora. ....	33
Ecuación 4. Calibracion de la abonadora.....	34

## Índice de Anexos

Anexo 1. Especificaciones de la bomba de la pulverizadora. ....	94
Anexo 2. Especificaciones de las boquillas de la pulverizadora.....	95
Anexo 3. Ficha técnica de la motocicleta.....	96
Anexo 4. Ficha técnica Desmalezadora.....	97
Anexo 5. Ficha técnica de la pulverizadora.....	98
Anexo 6. Ficha Técnica de la abonadora. ....	99

## Resumen

Debido a la creciente demanda en producción y calidad del café a nivel mundial es esencial la implementación de nuevas tecnologías para suplir la falta creciente de mano de obra, además de los altos costos que se generan a la producción cafetalera, por medio de la mecanización de las diferentes labores.

Antes de la implementación de un nuevo sistema de mecanización para las labores de fertilización, control de malezas y aplicación de plaguicidas adaptado a una motocicleta y base triciclo, se realizaron las pruebas de rendimientos, calibraciones, planes de mantenimiento, fichas de especificaciones y normas de seguridad para el uso adecuado del equipo ya que se trata de un sistema completamente experimental.

Algunas de las desventajas del equipo son que solo puede ser utilizado en pendientes menores al 20%, la motocicleta adaptada se calienta en exceso ya que está diseñada para conducirse en altas velocidades y con el uso de la chapeadora se requieren velocidades lentas entre 1-2 km/h, entre otras y entre las ventajas están la reducción de la mano de obra utilizada, se cubre mayor cantidad de área en menor tiempo que con las labores manuales, una forma más eficiente en la aplicación de productos.

Se recomendaron modificaciones a los diferentes implementos, especialmente a la chapeadora, la cual, aunque reduce el tiempo en un 66% sigue siendo la labor que más tiempo requiere, el implemento más eficiente es la pulverizadora la cual reduce los tiempos de la labor en un 89% y la abonadora reduce en un 83% los tiempos en realizar la labor, lo que busca con este proyecto es mejorar las condiciones de producción y bajar los costos conservando la calidad del producto. Además, para evitar el deterioro, mal uso del equipo y daños al personal se recomendaron planes de mantenimiento y normas de seguridad.

**Palabras clave:** mecanización, café, pulverizadora, abonadora, chapeadora, calibración.

## Abstract

Due to the growing demand for coffee production and quality worldwide, it is essential to implement new technologies to replace the growing lack of labor, in addition to the high costs that are generated to coffee production, through the mechanization of the different tasks.

Before the implementation of a new mechanization system for the tasks of fertilization, undegrowth control and application of pesticides adapted to a motorcycle and tricycle base, performance tests, calibrations, maintenance plans, specification sheets and safety standards for the proper use of the equipment since it is a completely experimental system.

Equipment disadvantages were analyzed among which are the following: equipment can only be used on slopes of less than 20%, the adapted motorcycle is overheated because it is designed to drive at high speeds and with the use of the mower slow speeds between 1-2 km / h, among others and advantages: reduction of labor used, covers more area in less time than manual labor, a more efficient way of applying products.

Modifications were recommended to the different implements, especially to the brush cutter, which, although it reduces the time by 66% is still the work that requires more time, the efficient implement is the spray boom which reduces the times of the work in a 89% and the fertilizer machine reduces in 83% the times in carrying out the work, what it looks for with this project is to improve the conditions of production and to lower the costs conserving the quality of the product. In addition, maintenance plans and safety regulations were recommended to prevent deterioration, equipment misuse and damage to personnel.

**Keywords:** mechanization, coffee, spray boom, fertilizer machine, brush cutter, calibration.

# **1. INTRODUCCIÓN**

La producción de café en Costa Rica está regulada por medio del Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE). En el país alrededor de 84.133,00 hectáreas son dedicadas a la producción de café, a cargo de 45.4455,00 productores; el 65% son clasificados por el ICAFE como pequeños productores.

Según el INEC el cultivo del café se encuentra de los 7 cultivos más importantes de Costa Rica por lo que se busca la optimización de las labores en las fases de producción, así alcanzar una mayor producción y rendimiento.

Las labores como fertilización, control de malezas y aspersiones de productos fitosanitario para el control de plagas y enfermedades y la cosecha son las actividades que requieren mayor cantidad de mano de obra, esto representa la mayor problemática para los productores ya que en la actualidad cada vez es más difícil conseguir el personal necesario para realizar dichas labores, además de los altos costos salariales y de cargas sociales, lo cuales encarecen los costos de la producción (Ramírez, 2017).

En países como Brasil la respuesta para la optimización de la producción es la mecanización de todas las labores, ya que los terrenos se adecuan a las practicas mecanizadas incluyendo las labores de la cosecha disminuyendo de esa forma los costos de mano de obra (Cunha, J. P., Moreira, F., Almeida, R., 2015).

Para realizar las labores mecanizadas se requiere de terrenos con pendientes menores al 20% y en el caso del cultivo del café es necesario realizar un cambio en el espaciamiento ente plantas y el tamaño de las calles para habilitar el paso adecuado de la maquinaria. (Teixeira, F; Oliveira, D; García, C; et al, 2012)

En el caso de Costa Rica se pretende mecanizar las labores de fertilización, control de malezas y aspersion, con excepción de la labor de cosecha que se debe realizar de forma más cuidadosa para conservar la calidad del café ya que esta, en otros países, consiste en vibrar las plantas produciendo daños en las mismas, además de no diferenciar los granos maduros de los verdes (Ramírez, 2017).

El proyecto se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE), institución pública de carácter no estatal, fundada en 1933 como reguladora de la caficultura costarricense (ICAFFE, 2017). Esta institución cuenta con una subdivisión designada a la investigación llamada Centro de Investigación del Café de Costa Rica, se encuentra ubicada en San Pedro de Barva, en la provincia de Heredia. En este centro se adecuaron parcelas con los espaciamientos adecuados para el paso de maquinaria y realizar la investigación.

Este proyecto consiste en experimentar con un equipo fabricado en Brasil, el cual consta de una motocicleta marca Honda modificada a la que se le adaptó en la parte trasera una base metálica para acoplar los diferentes implementos, convirtiéndolo en un triciclo, con este equipo se pretende mecanizar las labores de fertilización, control de malezas y aspersión de productos químicos, se probará el equipo para obtener rendimientos, calibraciones, planes de mantenimiento, fichas informativas y normas de seguridad a seguir con el equipo experimental.

La realización de este proyecto permitirá la optimización de la producción, además de la reducción de costos y eliminando la dificultad de encontrar mano de obra para las diferentes labores en las etapas del cultivo del café, sin reducir la calidad que caracteriza la caficultura costarricense.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 General

- Evaluar un sistema de mecanización para el mantenimiento de cultivo del café conformado por una desmalezadora, pulverizadora y abonadora adaptado a una base triciclo en la finca experimental del Centro de investigación del ICAFE en Barva de Heredia

### 1.1.2 Específicos

- a) Comparar el rendimiento de la desmalezadora, pulverizadora y abonadora utilizados con la base triciclo ubicados en el Centro de Investigación del ICAFE, con las labores realizadas de forma manual.
- b) Analizar las ventajas y desventajas de la desmalezadora, pulverizadora y abonadora utilizados con la motocicleta y la base triciclo.
- c) Recomendar el mantenimiento y operaciones de la desmalezadora, pulverizadora y abonadora utilizados con la base triciclo para realizar una labor más adecuada y eficiente en las condiciones de la caficultura costarricense.



## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

## 2.1 Cultivo del café en Costa Rica

Los primeros cafetales en Costa Rica se establecieron a inicios del siglo XIX en los alrededores de la provincia de San José, después la actividad se fue extendiendo hacia Heredia, Cartago y Alajuela. La extensión del área cafetalera produjo cambios importantes como la creación de caminos, sistemas de acueductos y en los paisajes.

En Costa Rica el sector privado se encarga de la comercialización del café, pero el estado mantiene la supervisión y control por medio del Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE), allí están representados todos los sectores que intervienen en la actividad: productores, beneficiadores, exportadores y torrefactores.

Existen alrededor de 84.133 hectáreas dedicadas a la producción de café, a cargo de 45.445 productores de los cuales el 65,5% se clasifican como pequeños productores (ICAFFE, 2017).

En el cultivo del café las labores como fertilización, control de malezas y aspersiones de productos fitosanitarios para el control de plagas y enfermedades son las actividades que requieren de mayor cantidad de mano de obra, esto representa un problema para los productores ya que cada vez es más difícil conseguir las personas necesarias para realizar las labores, los altos costos salariales y las cargas sociales hacen que encarezca los costos de producción (Ramírez, 2017).

## 2.2 Condiciones de producción

### 2.2.1 Altitud

Esta condición incide de forma directa en otros factores como la temperatura y la precipitación. La altura óptima para el desarrollo adecuado del cultivo de café se encuentra entre 500 y 1700 msnm. Si se produce en un nivel altitudinal superior las plantas presentan limitaciones en el desarrollo (ICAFFE, 2011)

### 2.2.2 Precipitación

La distribución y la cantidad de lluvias es un aspecto de gran importancia durante el año para el desarrollo adecuado del cafeto. Con menos de 1000 mm anuales el crecimiento de la planta

se ve limitado, lo cual tiene consecuencias directas en la cosecha del siguiente año. Además, periodos prolongados de sequía propicia defoliación y muerte de la planta. (ICAFE, 2011)

Cuando las precipitaciones son mayores a los 3000 mm la calidad física y del producto final son afectadas, además el control fitosanitario de la plantación resulta más difícil y costoso debido exceso de humedad. (ICAFE, 2011)

### 2.2.3 Temperatura

Las temperaturas más favorables anuales para el desarrollo adecuado de las plantas se encuentran en el rango de 17 a 23 ° C. Temperaturas inferiores a 10 ° C provocan paralización del crecimiento de las hojas jóvenes y clorosis. (ICAFE, 2011)

### 2.2.4 Humedad relativa

Cuando la humedad alcanza niveles críticos, 85%, propicia el ataque de enfermedades fungosas. (ICAFE, 2011)

### 2.2.5 Viento

Es conveniente contar con terrenos protegidos del viento o establecer barreras rompe-vientos para evitar la desecación y daño mecánico del tejido vegetal, lo cual favorece al establecimiento de enfermedades (ICAFE, 2011).

## 2.3 Variedades en Costa Rica

Se realiza un proceso de investigación por medio del ICAFE con las distintas variedades con la finalidad de introducir genotipos que presenten resistencia a las distintas enfermedades como la Roya del Cafeto, además de establecer que las distintas variedades cumplen con los estándares de producción establecidos en Costa Rica (ICAFE, 2017).

La distribución de variedades en Costa Rica varía según la zona en el país como se muestra en la Figura 1 las variedades más comunes en la actualidad son la caturra y catuaí (NAMA, 2017).

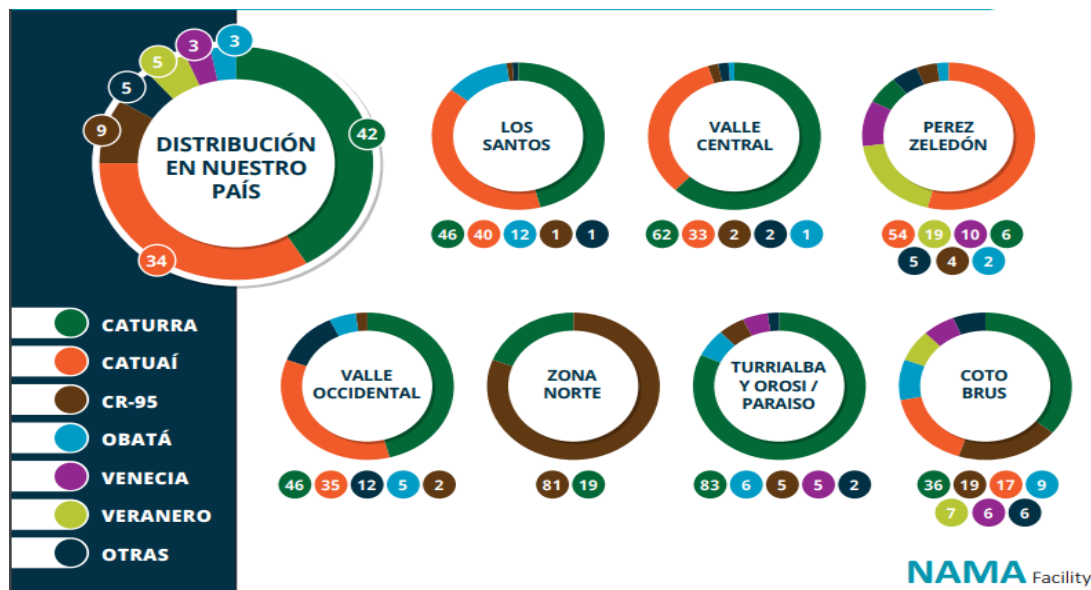


Figura 1. Distribución de variedades en las zonas cafetaleras de Costa Rica. Fuente: NAMA, 2017.

### 2.3.1 Características de la Variedad Caturra.

Planta de bajo porte, eje principal grueso poco ramificado, con ramas secundarias abundantes y entrenudos cortos. La forma es angular compacta y de buen vigor vegetativo.

Esta variedad tiene alta producción y buena calidad, requiere buen manejo cultural y adecuada fertilización. Es adaptable a diferentes regiones y a los diferentes rangos de altitudes (ICAFE, 2011).

### 2.3.2 Características de la Variedad Catuaí.

Variedad con porte bajo, pero más alta que Caturra. Esta variedad es muy vigorosa que desarrolla mucho crecimiento lateral como palmillas. El fruto no se desprende con facilidad de la rama. Variedad de alta producción que requiere buenas prácticas culturales y alta fertilización (ICAFE, 2011).

## 2.4 Mecanización del cultivo del café

Al ser el café uno de los productos agrícolas principales agrícolas por lo tanto se busca la optimización de las labores en las diferentes fases de producción, para conseguir una mayor productividad y reducción de los costos (Cunha, J. P., Moreira, F., y Almeida, R., 2015).

Los métodos tradicionales de mecanización normalmente recomendada para terrenos con pendientes de hasta un 20%, es esencial el conocimiento previo del terreno y del espaciamiento para que las operaciones mecanizadas tengan éxito (Teixeira, F; Oliveira, D; García, C; et al, 2012)

Con los avances en la mecanización que están desarrollando para las diferentes etapas del ciclo productivo se ha posibilitado la sustitución de la mano de obra manual por la mecanización de los cultivos, así implementar estas prácticas en regiones donde la topografía es favorable. Todas las operaciones agrícolas deben planearse de forma adecuada con el fin de obtener una mayor rentabilidad en el campo. (Cunha, J. P., Moreira, F., y Almeida, R., 2015).

Según Cunha, Moreira y Almeida (2015) una parte fundamental para mecanizar las labores del café es conocer los parámetros de rendimientos de la maquinaria a utilizar, ya que es una herramienta para la toma de decisiones lo cual permite una mejor gestión de las operaciones mecanizadas. Al evaluar una máquina agrícola e implementos lo fundamental es conocer la capacidad operativa, es decir la cantidad de trabajo que son capaces de ejecutar en una unidad de tiempo.

Los parámetros de rendimiento en los equipos utilizados para las diferentes labores de la caficultura son difíciles de determinar, eso se debe a la diversidad de las áreas y materiales genéticos cultivados, además de que se cuentan con pocos estudios al respecto. (Cunha, J. P., Moreira, F., y Almeida, R., 2015).

## 2.5 Mecanización del cultivo del café en Costa Rica.

La utilización de maquinaria en el cultivo del café se encuentra limitado por las distancias cortas entre hileras que no permiten el paso de los implementos, pendientes altas, una alta inversión inicial en los equipos lo cual es poco factible de adquirir para los pequeños productores.

En la figura 3 se muestra la distribución de pendientes en el país y las zonas cafetaleras de esta forma se observa en que lugares se consideran aptos para la mecanización, es decir los que se encuentran pendientes menores al 20% (ICAFE, 2017).

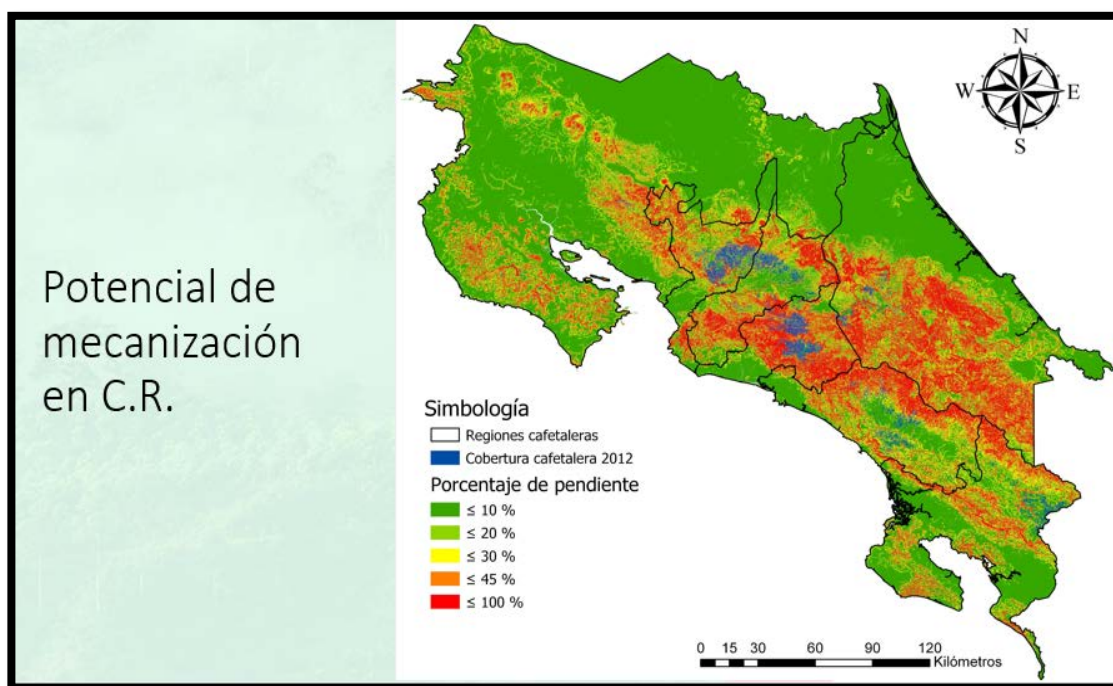


Figura 2. Mapa de distribución de pendientes en las zonas cafetaleras (ICAFFE, 2017).

Como se observa en la figura 3 que lo observado en la figura dos representa un 37% de las zonas cafetaleras que se consideran adaptables a las labores mecanizadas, además se observa la cantidad de hectáreas en las diferentes áreas cafetaleras del país (ICAFFE, 2017).

Potencial de mecanización en C.R.						
Región	0 a 10%	10 a 20%	20 a 30%	30 a 45%	Mayor a 45%	Total
Coto Brus	6354	2233	152	102	363	8951
Los Santos	2635	936	6164	4078	9724	23537
Pérez Zeledón	805	6024	2631	1471	2847	13778
Turrialba	1792	198	670	1252	2751	6663
Valle Central	3289	2936	2721	3189	2786	14921
Valle Occidenta	4655	1945	10054	5721	1328	23703
Zona Norte	157	602	749	392	363	2262
<b>Total</b>	<b>19687</b>	<b>14875</b>	<b>22989</b>	<b>16103</b>	<b>20160</b>	<b>93814</b>
<b>Total (%)</b>	<b>21%</b>	<b>16%</b>	<b>25%</b>	<b>17%</b>	<b>21%</b>	<b>100%</b>

37%

Figura 3. Zonas con potencial para mecanización. (ICAFFE, 2017).

Para iniciar la utilización de sistemas de mecanización se debe adecuar la forma de producción actual, por lo tanto, se deben ampliar las distancias de siembra entre hileras y

disminuir la distancia entre plantas, para mantener la densidad de plantas por hectárea de 4.500 a 5.000 plantas (Ramirez, 2017)

Las propuestas realizadas a nivel nacional están enfocadas en la utilización de equipos mecánicos para cosecha de café, lo cual se recomienda para grandes productores dada la limitante de personal para la recolección de frutos, con el fin de evitar pérdidas de café en la etapa optima de cosecha. El inconveniente principal es que la cosechadora no discrimina el grano maduro del grano verde por lo que comprometería la calidad de la cosecha (Solorzano y Gómez, 2015).

En el caso de cosecha se puede reducir entre un 40% y un 50% de los costos de la cosecha, el principal problema es que el proceso es poco selectivo y se cosechan frutos verdes, secos y maduros, lo que disminuiría los precios en la venta del grano y comprometería la calidad del producto final (Ramirez, 2017).

En el país se realizaron estudios para la determinación de la maquinaria que se adecue más a las condiciones de producción que actualmente se manejan y se recomendó el uso de un equipo multilabor, que permita ser operado en calles de 1,5 y 2m de ancho, con el cual se permitirá hacer un abonado por medio de una boleadora, fumigación por medio de pulverizadora y una cosechadora por succión, con la finalidad de reducir costos de producción; el equipo debe ser acarreado por un tractor categoría I, el cual debe ser utilizado en pendientes más regulares (Gómez y Solorzano, 2015).

Además, los equipos que ofrecen los fabricantes de maquinaria agrícola en el país no son aptos para las condiciones topográficas encontradas en el país, ya que se encuentran pendientes de hasta un 80% lo que impide el paso de la maquinaria en el campo. Por lo que la opción más viable es el equipo multilabor, con el cual se realice un intercambio de implementos para realizar las diferentes labores, siembra y mantenimiento del cultivo (Gómez y Solorzano, 2015).

## 2.6 Maquinaria experimental utilizada en el cultivo del café

Debido a la creciente tecnificación que se ha dado en países como Brasil en la producción del cultivo del café, ya que estas nuevas prácticas reducen los costos de producción entre el 10

y el 45 por ciento, en Costa Rica a pesar de las limitantes que puede presentar el estilo actual de producción se pretende tecnificar las prácticas de siembra y mantenimiento del café (ICAFE, 2017)

### *2.6.1 Descripción de los equipos a utilizar.*

#### *2.6.1.1 Desmalezadora o cortadora*

También conocidas como “chapeadora”, son utilizadas para limpiar el terreno de rastros o malezas. Está conformado por un bastidor robusto, en donde está instalada una transmisión que convierte el giro de la toma de fuerza del tractor en el movimiento rotatorio de los elementos de corte (cuchillas o cadenas) (Gómez, 2016).

#### Calibración

La velocidad de trabajo para este implemento por lo general el eje cardán debe girar 540 rpm, por lo que se ajusta el acelerador del tractor a las revoluciones necesarias en el motor, lo cual se indica en el tablero del tractor. Este ajuste es necesario debido a que, en los engranajes de la caja de la chapeadora, el eje vertical gira a mayores revoluciones que el eje de la toma de fuerza y en las puntas de la cuchillas o cadenas, las revoluciones son mayores. Además, debe observarse el corte de las malezas si se desea que estén más cortas o más trituradas se debe calibrar la velocidad de avance para lograr el corte deseado (Alvarado, 2004).

#### *2.6.1.2 Pulverizadora*

Este tipo de máquinas almacena el producto líquido que se distribuirá impulsándolo mediante fuerza de presión hidráulica, que por la energía cinética al pasar por la boquilla se transforma en gotas, con tamaños entre 150 a 450 micras ( $\mu\text{m}$ ) (Gómez, 2016).

#### Regulación de la pulverizadora

Para la calibración del equipo de pulverización se debe contar con la información básica del equipo y del cultivo. Los factores que permiten el ajuste del equipo son la tasa de aplicación, caudal total de las boquillas, ancho de trabajo y velocidad de avance (INTA, 2015)



Tasa de aplicación: está relacionada con la cobertura del producto sobre las plantas. Los huertos frutales son los que representan mayor complejidad de distribución.

Caudal de aplicación: es el caudal entregado por todas las boquillas en la barra o el arco independientemente de la distribución. Se mide con recipientes graduados.

Ancho de trabajo: coincide con la longitud de la barra donde se encuentran las boquillas, en quipos de pulverización para cultivos bajos y se calcula multiplicando el número de boquillas por el espaciamiento. En el caso de huertas frutales se utiliza la distancia entre hileras.

Velocidad de avance: se define con respecto a las características del equipo y el caudal de las boquillas, para aplicar la tasa recomendada para el cultivo. En los equipos hidroneumáticos, la velocidad es fundamental en el movimiento del ventilador (INTA, 2015).

### *2.6.1.3 Abonadora*

Para la incorporación de productos utilizados para mejorar la fertilidad de los suelos agrícolas es importante tomar en cuenta la calidad de las enmiendas y del equipo que se utilizara para este fin.

Las abonadoras son equipos utilizados para incorporar fertilizantes en suelo, las cuales pueden funcionar por gravedad en la cual el fertilizante pasa por la tolva al suelo por su propio peso, centrifugas el fertilizante es propulsado por un disco o péndulo de forma que el producto adquiere fuerza centrífuga que provoca el lanzamiento, de disco el movimiento del disco uniforme esparce el fertilizante, pero la proyección dependerá del punto en el disco donde caiga la partícula; entre otras. (A.I.M.C.R.A., 2009)

#### Calibración de las abonadoras

Para la calibración correcta de la abonadora es necesario tomar en cuenta tres aspectos importantes los cuales son los conceptos teóricos para el abonado adecuado (correcta dosificación, velocidad de avance y uniformidad) y se desarrollan a continuación.

##### a) Correcta dosificación

Es aconsejable corroborar que la dosis indicada coincide con la real ya que se pueden dar variaciones por la granulometría del abono o el desgaste por el uso de la maquinaria. La posición de la palanca o palancas dosificadoras regula el caudal de abono que llega a los elementos de esparcido que condiciona la dosis de abono, junto con el ancho de distribución y velocidad de avance.(A.I.M.C.R.A., 2009)

b) Velocidad de avance

Deben tomarse en cuenta las condiciones del terreno para establecer una velocidad de avance durante la operación de la máquina.

Son consideradas aceptables las velocidades que se encuentran en el rango de 6 -10 km/h cuando el campo está despejado. En cada caso dependerá del estado del terreno se evaluará si aumentar o disminuir la velocidad de avance para evitar afectar la calidad de la distribución.

c) Uniformidad

El objetivo de una buena distribución es que todos los puntos tengan la misma cantidad de abono, ya que normalmente hay puntos que reciben la dosis adecuada y otros que reciben más o menos dosis. Por lo tanto, se puede dar un aumento de producción en algunas zonas que reciben dosis más altas de abono por lo que se evalúa dos tipos de uniformidad: longitudinal la cual depende de las características físicas del abono que afectan la capacidad de salida desde el fondo de la tolva y del sistema de regulación de la dosis y la transversal esta depende del ancho de trabajo del equipo cada equipo tiene un diagrama de distribución del abono y se evalúa con el coeficiente de variación, una uniformidad aceptable el C.V se encuentra en el rango de 10-15% (A.I.M.C.R.A., 2009).

## 2.7 Mecanización y Producción en otros países

### 2.7.1 Brasil

El café es un cultivo importante en Brasil y en los últimos años, ha sufrido grandes cambios, con utilización intensa de mecanización, que se ha convertido en una alternativa viable para gran parte de los productores, posibilitando un aumento de la capacidad operativa y la reducción de los costos de producción. Actualmente, en áreas totalmente aptas a la mecanización, todas

las operaciones durante el ciclo del cultivo se realizan mecánicamente por diferentes máquinas e implementos como pulverizadores, abonadoras, desmalezadoras y cosechadoras (Ortega y Castro, 2007).

La mecanización de las operaciones agrícolas comienza con la preparación del suelo, pasando por las operaciones del cultivo, siembra, fertilización y control fitosanitario, alcanzando finalmente las operaciones de cosecha. Esta última etapa se destaca por ser la más compleja y la más importante desde el punto de vista del agricultor, pues representa una enorme reducción de los costes de producción, rapidez en el proceso, reducción de la preocupación por la contratación del elevado número de trabajadores, que representa trastornos logísticos y riesgos laborales, de acuerdo con los productores entrevistados (Cunha, J. P., Moreira, F., Almeida, R., 2015).

### 2.7.2 Colombia

En Colombia la caficultura ha sido parte clave del desarrollo económico y ha ejercido un rol fundamental en el campo. El mayor reto en la actualidad es la innovación y tecnificación en las labores del cultivo del café.

La problemática que se enfrenta Colombia son las características topográficas y climáticas ya que dificultan la mecanización del cultivo y hacen que se dependa altamente de la mano de obra, cuyo costo tiende a aumentar, siendo la topografía el elemento más importante ya que las plantaciones de café se encuentran distribuidas en la Región Andina.

Las investigaciones en este país se han enfocado en la mecanización de las cosechas y se realizan aún pruebas para evitar el daño a las plantas provocado por la vibración que provocan los equipos (Aristizábal, I., Oliveros, C., y Álvarez, F., 1999).

## 2.8 Importancia del mantenimiento de los equipos y normas de seguridad

La operación correcta y cuidadosa de los equipos agrícolas es de gran importancia no solo por salvaguardar la integridad física de los operarios sino también en la parte económica, ya que un buen manejo de los equipos aumenta la vida útil. Además, otros aspectos para evitar daños

y pérdidas económicas son las normas de seguridad, las cuales deben seguirse para evitar la incidencia de accidentes.(Alvarado, 2004)

El mantenimiento es un proceso que permite el mejoramiento y la eficacia de las máquinas, se considera un ciclo continuo.

El mantenimiento planificado reduce costos por medio de la eliminación de desperdicios, el establecimiento de estrategias por equipo y el aumento de la capacidad, disponibilidad y confiabilidad de los equipos (Tavares, 1999).

Los controles técnicos pueden reducir el nivel de riesgo, el empleador debe velar por proteger las partes de las máquinas y el equipo que pueden provocar lesiones. El objetivo es asegurar que las máquinas pueden ser utilizadas en condiciones de seguridad una vez que se hayan sido eliminadas todas las fuentes de peligro (Oficina Internacional de trabajo, 2011).

Es importante destacar que la seguridad en el momento del uso de equipos debe ser prioridad tanto para el operario como para el empleador, ya que el operario debe exigir y además tener conocimiento de las normas de seguridad y el equipo de seguridad necesario para cumplir con sus labores y el empleador proporcionar el material adecuado para realizar las labores de forma eficiente (Oficina Internacional de trabajo, 2011).

### 3. Materiales y metodología

### 3.1 Ubicación del lugar

Todas las pruebas de campo realizadas para probar los diferentes equipos se realizaron en la finca experimental del Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE) ubicado en Barva de Heredia, como se muestra en la Figura 4.

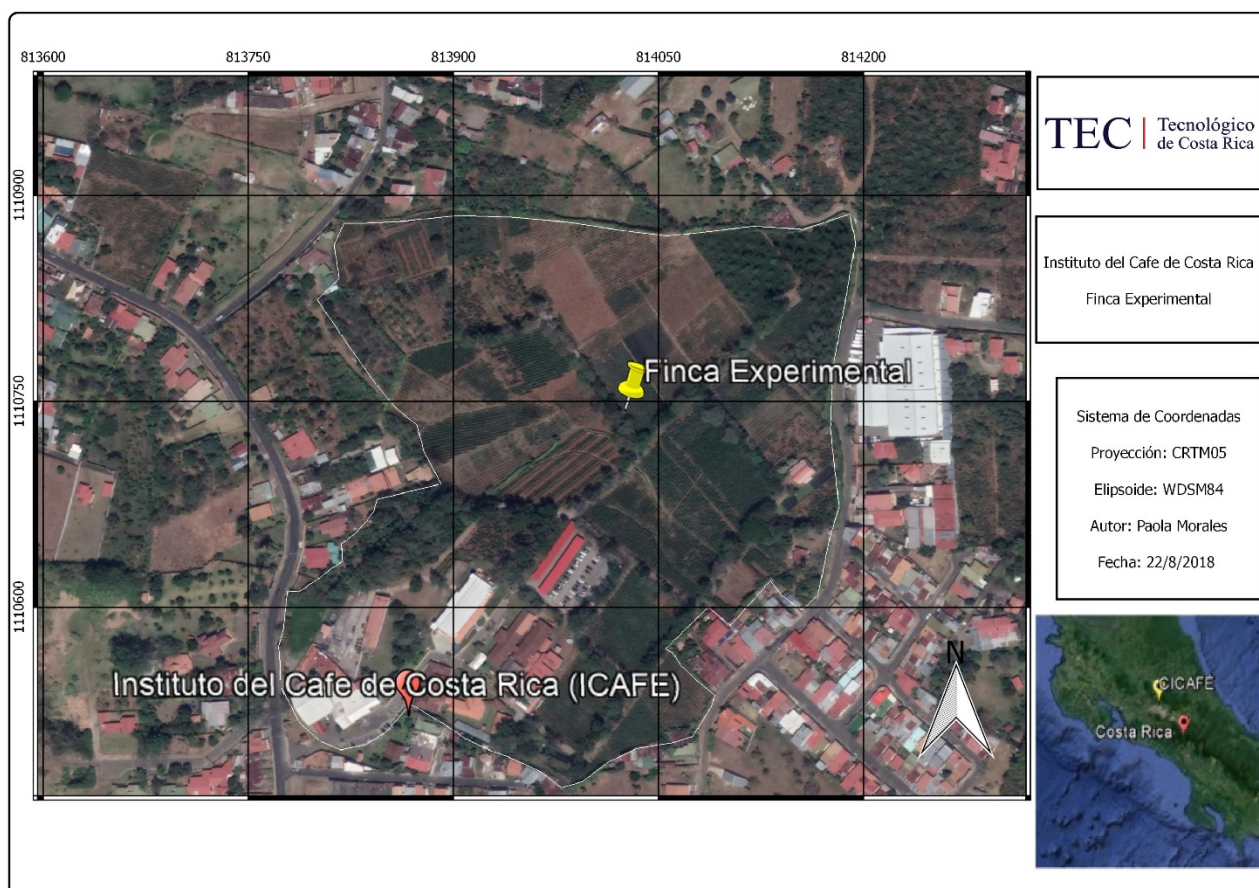


Figura 4. Ubicación del lugar. Fuente: Qgis 2.14

### 3.2 Descripción del equipo encontrado en el ICAFFE.

Primero se realizó una observación del equipo con la finalidad de hacer un reconocimiento de los elementos que lo conforman.

Después se realizó por medio de fotografías se señalaron las respectivas partes de cada implemento e implementos que se lograron identificar.

### 3.3 Análisis de los equipos

Se observaron los tipos de mecanismos que se encuentran involucrados en el funcionamiento de los equipos e implementos.

Con lo observado se realizó una descripción de los equipos y análisis de su funcionamiento.

Parte del análisis de los equipos se requirió de las ecuaciones correspondientes a la ley fundamental del engranaje, para cada engrane se calculó el módulo y por medio de este el paso correspondiente, por medio de las ecuaciones 1 y 2

$$M = \frac{D_e}{Z}$$

*Ecuación 1. Cálculo del Módulo*

Donde:

M: modulo.

De: diámetro externo.

Z: número de dientes.

$$P = \pi * M$$

*Ecuación 2. Cálculo del Paso*

Donde:

P: paso.

M: modulo.

### 3.4 Calibraciones

Se realizaron calibraciones a los implementos, desmalezadora o chapeadora, pulverizadora y abonadora correspondientes del sistema del triciclo agrícola; este sistema se encuentra en la finca experimental del ICAFE por medio de los siguientes procedimientos encontrados en el manual de prácticas laboratorios de tractores y mecanización:

#### *3.4.1 Calibración de la cortadora o chapedora*

- Para la calibración de la chapeadora se realizaron varias pruebas a distintas velocidades y verificar que el tamaño de las malezas es el adecuado en las calles de forma visual, se harán 5 pruebas para verificar las velocidades y calidad del trabajo del equipo.

### 3.4.2 Calibración del equipo de pulverización.

Para este procedimiento se utilizaron los siguientes materiales: el triciclo agrícola, fumigadora, bolsas, amarras para las bolsas, cronómetro y cinta métrica.

- Se colocaron bolsas a cada boquilla para recolectar el agua que sale de cada una de ellas como se muestra en la figura 5.



*Figura 5. Colocación de bolsas para la calibración de la pulverizadora.*

- Se realizó un primer recorrido de 30 m con la fumigadora en funcionamiento para verificar que todas las boquillas estén funcionando.
- Después se midió el tiempo que tarda el triciclo en el recorrido de 30 m, esto se repitió 3 veces y se calculó un promedio de los tiempos.
- Ya determinado el tiempo con el equipo estacionado se puso en funcionamiento la fumigadora y se midió con una probeta el volumen en mililitros de cada boquilla.
- Se repitió el procedimiento con distintas presiones para llegar al caudal adecuado para cada boquilla.
- Con los datos de caudal de las boquillas en las diferentes pruebas se procede a calcular el caudal en litros por hectárea (L/ha) por medio de la ecuación 3.



$$Q = \frac{(10000 * q)}{A}$$

Ecuación 3. Calibración de la pulverizadora.

Donde

Q: volumen que el equipo aplicará en litros por hectárea (L/ha).

q: suma del volumen descargado por las boquillas en el tiempo de calibración en litros (L)

A: área cubierta por el equipo de pulverización en el tiempo de calibración. Esta corresponde a la multiplicación de  $a * l$ ,  $a$  corresponde al ancho de trabajo y  $l$  corresponde a la distancia recorrida para la calibración.

Se debe comparar el volumen de producto que se debe aplicar por hectárea con el volumen que aplica el equipo, si este es menor se debe aumentar la presión de trabajo, disminuir la velocidad de avance o cambiar las boquillas por unas que entreguen mayor caudal. En el caso de que el caudal del equipo sea mayor que el volumen deseado se debe disminuir la presión, aumentar la velocidad de avance o cambiar las boquillas por unas que entreguen menor caudal.

### *3.4.3 Calibración de la abonadora.*

Antes de iniciar la calibración es necesario conocer la cantidad de material que se debe aplicar por hectárea, cantidad en kilogramos de fertilizante o cualquier material que se requiera aplicar en 10 000 m<sup>2</sup>.

- Una vez acoplada la abonadora se coloca el material que se desea aplicar en el campo con la mitad de su capacidad de la tolva.
- Se coloca el equipo en el sitio donde se utilizará el equipo o en un lugar con mucho espacio y se coloca una señal de referencia.
- Se elige una marcha para obtener una velocidad de avance que se encuentre entre los 6 y 10 kilómetros por hora.
- Se pone en funcionamiento el equipo por treinta segundos, regulando el tiempo por medio de un cronómetro, se detiene y se mide la distancia entre el punto de inicio y el sitio hasta donde se avanzó con el equipo.

- Para obtener datos más precisos se realiza el recorrido en repetidas ocasiones, de cuatro a cinco veces.
- La distancia calculada se llamará  $l$  y funcionará para calcular el área cubierta por el equipo en un minuto.
- Con el equipo estacionado se pone a funcionar durante 15 segundos y se detiene utilizando una cinta métrica, se mide la distancia de deposición de material, es decir de extremo a extremo de donde se encuentre esparcido el fertilizante o cualquier otro material. A esa distancia se le llamara  $a$  y representa el ancho de trabajo de la abonadora y funciona para calcular el área cubierta por el equipo.
- Multiplicando la distancia  $l$  por el ancho  $a$ , se calcula el área que cubre el equipo en un tiempo de un minuto, a ese dato será  $A_2$ .
- Conociendo la cantidad a aplicar ( $P_1$ ) por cada 10 000 m<sup>2</sup> ( $A_1$ ) y el área recorrida en un minuto ( $A_2$ ), se calcula la cantidad de material  $P_2$  que debe expulsar la abonadora en un minuto para quedar calibrada, este cálculo se realiza por medio de la ecuación 2:

$$P_2 = \frac{(P_1 * A_2)}{A_1}$$

*Ecuación 4. Calibración de la abonadora*

Donde:

$P_1$ : cantidad conocida que se debe aplicar kg.

$A_1$ : área determinada 10000 m<sup>2</sup>.

$A_2$ : área recorrida en un minuto m<sup>2</sup>.

- Utilizando una bolsa o una lona se cubre la salida de material, de manera que al poner en funcionamiento la abonadora todo el material sea retenido y durante treinta segundos se pone a funcionar la abonadora y se pesa la cantidad de material recolectado en ese tiempo.

Se compara el resultado obtenido con el cálculo realizado para obtener el  $P_2$ .

### 3.5 Pruebas de rendimiento

Se realizaron pruebas con los diferentes implementos a distintas velocidades, de esta forma medir los tiempos a las distintas velocidades para calcular lo que se durará en realizar cada una de las labores, en la finca experimental del Instituto de Café de Costa Rica (ICAFE)

Se evaluaron la calidad de trabajo de forma visual en el campo: el caso de la chapaedora o cortadora verificar el tamaño adecuado de las malezas ubicadas en el sitio, para la fumigadora la distribución correcta de los químicos en la planta por medio de un papel hidro-sensible además de verificar la dosificación adecuada y la abonadora la distribución y dosis adecuada del producto en las hileras de la plantación.

### 3.6 Análisis de ventajas y desventajas del equipo

Se describieron las ventajas y desventajas de los implementos, pulverizadora, abonadora y desmalezadora o chapadora, con lo observado del equipo y las pruebas realizadas en el campo.

Se realizó un cuadro comparativo de las ventajas y desventajas de los diferentes sistemas que se utilizaran para la mecanización con las labores manuales, si se adapta a la topografía, tipo de suelo, tipo de calibración, mantenibilidad y capacitación de operadores y servicios mecánicos.

La valoración del equipo se realizó por medio de una escala de Likert, la cual cuenta con 5 ítems por medio de los cuales se evaluarán cada implemento, la escala se describe en el cuadro 1 cada número cuenta con 2 descripciones para calificar los diferentes aspectos de los implementos.

Cuadro 1. Escala de valoración

<b>Numeración</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	Muy difícil / Muy alto
<b>2</b>	Fácil / bajo Dificil / Alto
<b>3</b>	Medio / Moderado
<b>4</b>	Fácil / bajo
<b>5</b>	Muy Fácil / Muy bajo

Además, de la comparación realizada por medio de la escala de Linkert a los diferentes ítems de evaluación se le dio un nivel o puntuación de importancia de forma porcentual, de esta forma darle hacer un promedio ponderado en la evaluación, los porcentajes o niveles de importancia y los ítems a evaluar se muestra en el cuadro 2.

*Cuadro 2. Ítems de evaluación y niveles de importancia de cada uno.*

<b>Ítem</b>	<b>Nivel de importancia %</b>
<b>Tiempos</b>	20
<b>Calidad de trabajo</b>	15
<b>Costo</b>	15
<b>Mantenibilidad</b>	10
<b>Operabilidad</b>	7,5
<b>Maniobrabilidad</b>	7,5
<b>Topografía</b>	7
<b>Peso del equipo</b>	7
<b>Manipulación</b>	5
<b>Acceso de combustible</b>	3
<b>Facilidad de llenado</b>	3
<b>Producto</b>	

### 3.7 Comparación de los sistemas evaluados

Por medio de información brindada por los productores cafetaleros se obtuvieron datos de labores manuales para realizar una comparación con las labores mecanizadas a nivel de costos e inversión.

Con los datos obtenidos en campo con los distintos implementos se analizó cual sistema proporciona un mejor rendimiento y a que zonas cafetaleras se podrán adaptar.

### 3.8 Planes de mantenimiento y seguridad

Se realizaron cuadros de mantenimiento y una normativa de seguridad para el uso adecuado del equipo.

Se dieron recomendaciones para la mejora del equipo y el uso adecuado del mismo.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## *4.1 Descripción del equipo*

El equipo que se encuentra en el ICAFE es de origen brasileño, fabricado por la empresa JC Triciclos Agrícolas, fabricados de forma artesanal ya que no se cuenta con fichas técnicas, ni información de las piezas usadas que componen el equipo, además los implementos cuentan con componentes sin números de serie.

### 4.1.1 *Desmontadora o chapeadora*

#### Especificaciones

Está compuesta por un depósito de aceite hidráulico SAE 68, mangueras de conexión a las bombas con las siguientes especificaciones Manuli ISO 1436 SAE 100RA1 DN 12-8 ½'', bombas hidráulicas (sin características conocidas, ni número de serie); son las encargadas de dar el movimiento de giro a las cuchillas, además de contar con dos cuchillas que giran por medio un mecanismo de poleas y fajas conectadas a las bombas hidráulicas.

#### Especificación de las mangueras

Mangueras para sistemas y fluidos hidráulicos y aceites de lubricación a base de petróleo, agua y glicol. Las mangueras soportan una presión de trabajo de 2000 psi y una presión de ruptura de 8000 psi, consideradas mangueras de alta presión y anti-flama, con conexiones de 90 ° y rectas además con un diámetro nominal de ½''. Tubo sintético de caucho resistente al aceite hidráulico, vegetal y mineral, con malla alambreado de acero, resistente a la intemperie.

#### Trasmisiones

Las cuchillas adquieren movimiento y potencia de moto por medio de un piñón que se encuentra en el triciclo con 14 dientes 6 cm de diámetro exterior, 5 cm de diámetro interior, con un módulo de 3,6 mm y con un paso de 11,4 mm, con un ancho de trabajo de 90 cm y una rueda guía ubicada en la parte posterior de la chapeadora.

#### Estructura

El bastidor está conformado en las bases por perfiles cuadrados de 40x40 mm, con 4 mm de espesor, con un área de sección de 5,21 cm<sup>2</sup>, un momento de inercia de 10,50 cm<sup>4</sup> y 4,09 kp/m

(peso por metro), perfiles en C de 100 mm de alto, con  $3,92 \text{ cm}^2$  de área de sección, con un momento de inercia de  $59,2 \text{ cm}^4$ , un  $3,08 \text{ kp/m}$  (peso por metro) y perfiles en L de  $40 \times 40 \text{ mm}$  con espesor de  $4 \text{ mm}$  con un área de sección de  $3,08 \text{ cm}^2$  con un momento de inercia de  $4,47 \text{ cm}^4$  y con  $2,45 \text{ kp/m}$  (peso por metro) y láminas de hierro con  $2 \text{ mm}$  de espesor unidas con tornillos grado 5 (otros con nomenclatura 5,8 corresponde a las normas ISO pero corresponde a las mismas características que los tornillos grado 5). Se observan en la Figura 6 y 7 las partes anteriormente mencionadas.

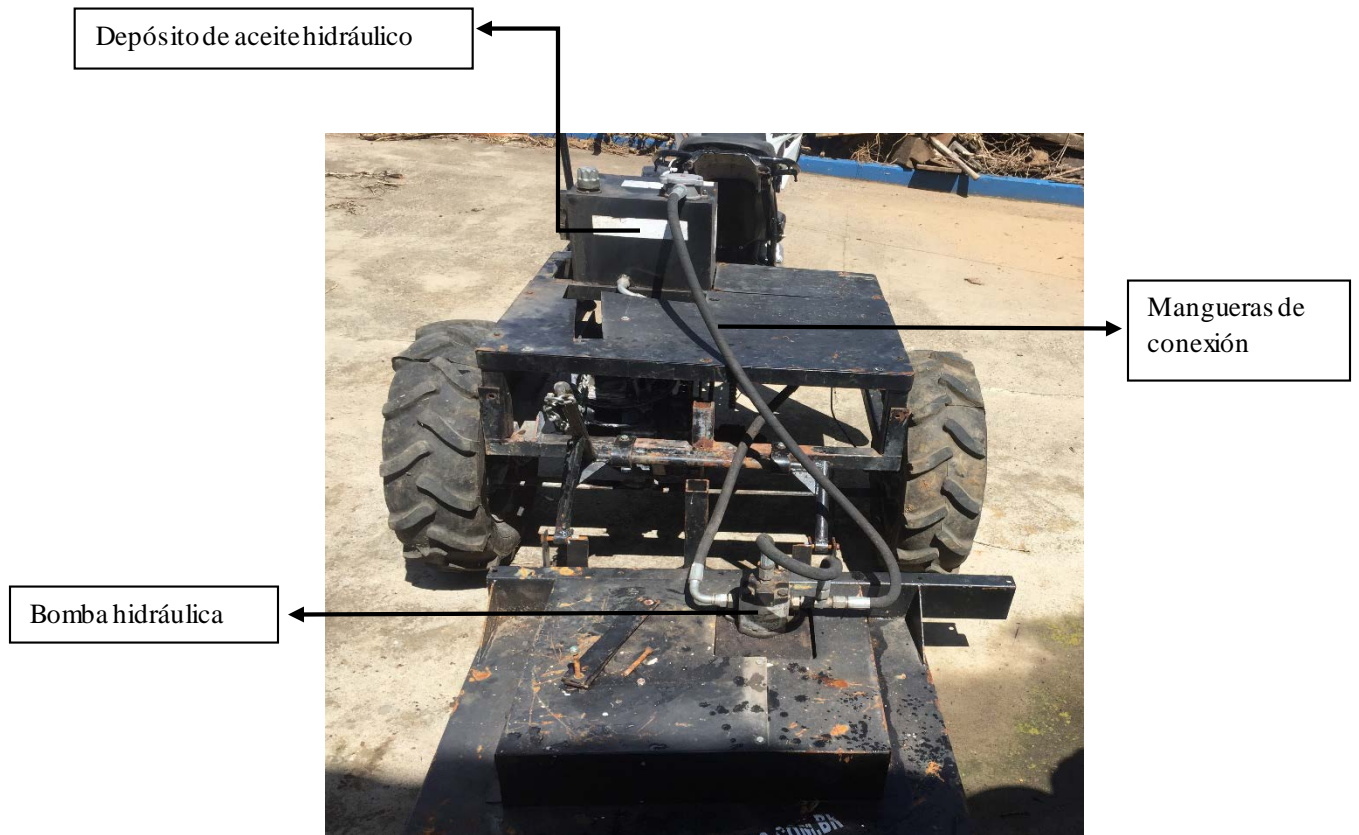


Figura 6. Desmalezadora o chapeadora.

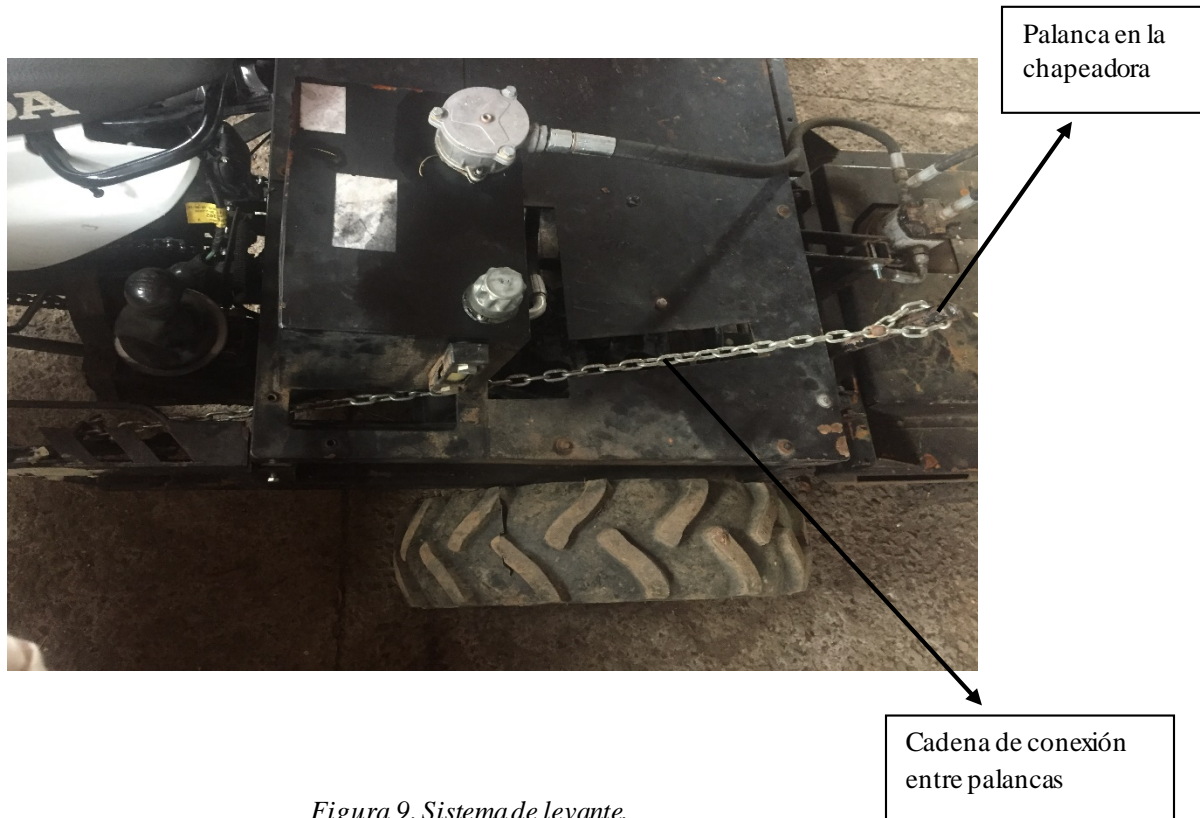


Forma de sujeción y levante

Además, la chapeadora se conecta por medio de una cadena y una palanca para darle levante en el momento de traslado, esta acoplada a una barra del triciclo por medio de tornillos como se muestra en las Figuras 8 y 9.







*Figura 9. Sistema de levante.*

#### 4.1.2 Pulverizadora

##### Sistema de transmisión

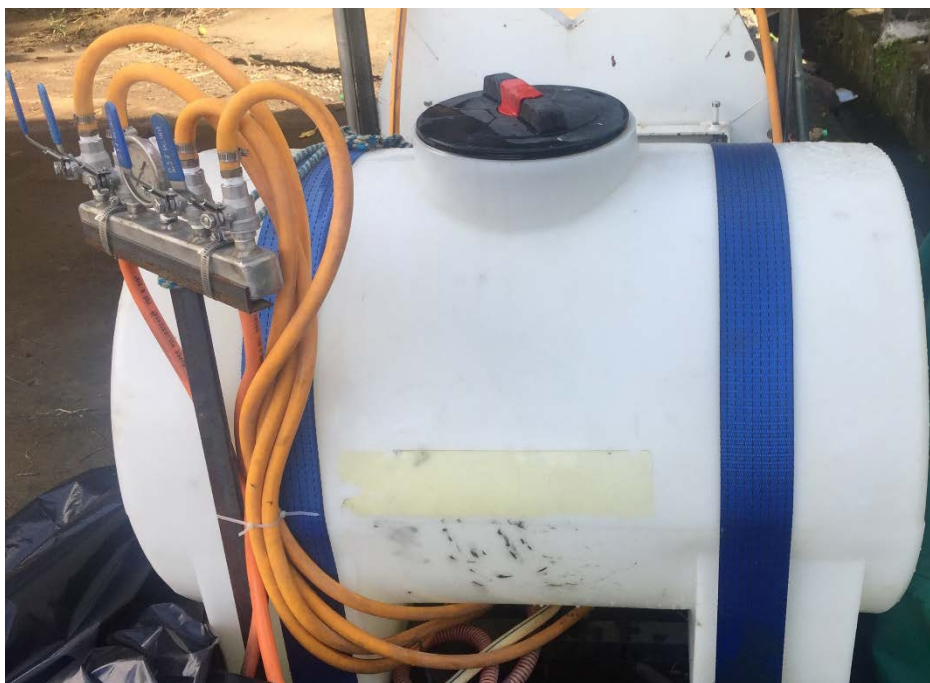
La pulverizadora se conecta a la base triciclo por medio de un piñón con 14 dientes 6 cm de diámetro exterior, 5 cm de diámetro interior, con módulo de 3,6 mm y con un paso de 11,4 mm a otro piñón encontrado en la base de la pulverizadora por medio de una cadena con las mismas especificaciones que el que se encuentra en la base triciclo.

##### Especificaciones técnicas

La pulverizadora está unida a la base triciclo por medio de tornillos grado 5. Está compuesta por un tanque con una capacidad de 240 litros, con una bomba tekna BPF45 con una presión máxima de 650 psi de 45 litros por minuto (ver anexo 2), está conectada a 12 boquillas marca Teejet modelo TXR80013VK (ver anexo 3), las torres donde se encuentran colocadas las boquillas están seccionadas en 2 partes cada una, lo que permite utilizar de forma independiente cada una de las secciones, dependiendo de la altura en que se encuentren las plantas de café; que se encuentran colocadas de forma vertical a los lados del implemento como las

pulverizadoras utilizadas para plantaciones de árboles frutales o de porte alto y una turbina cuya función es agitar las hojas y permitir mayor cobertura. La altura del implemento acoplado, hasta el tanque 1,27 m e incluyendo las torres de las boquillas 1,91 m

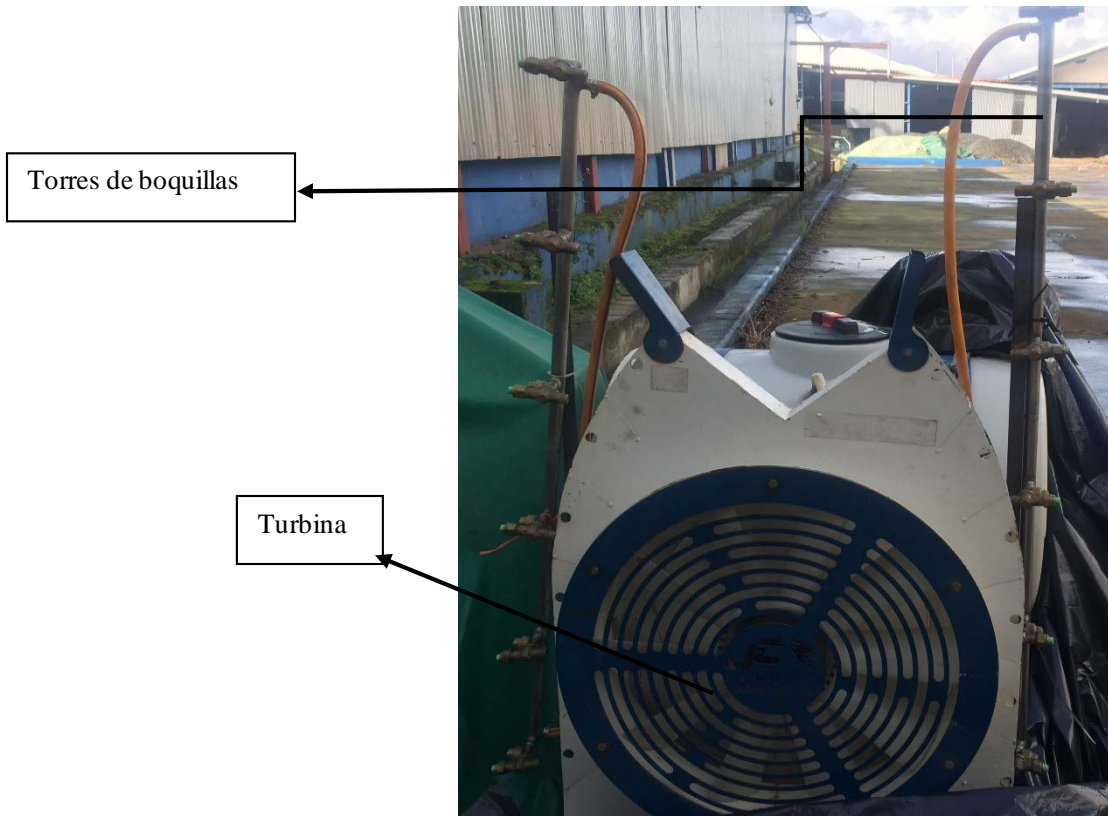
Las partes descritas con anterioridad se detallan en las Figuras 10, 11, 12.



*Figura 10. Tanque de la pulverizadora.*



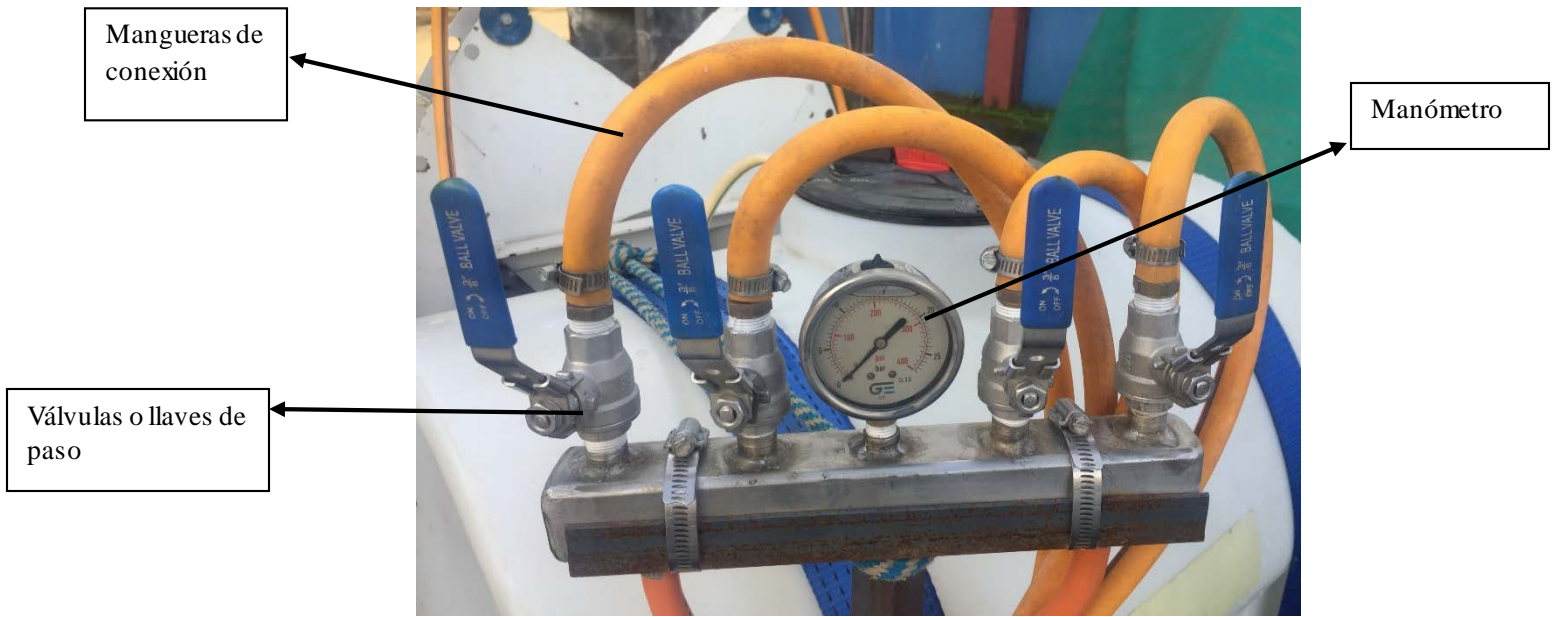
*Figura 11. Bomba Tekna BPF45.*



*Figura 12. Parte posterior de la pulverizadora.*

### Mangueras y válvulas

Además, está compuesta por un juego de válvulas o llaves de paso las cuales permiten cerrar las secciones de las torres de las boquillas, están conectadas por medio de mangueras de 3/8" de diámetro externo con presión de ruptura de 60 bares / 870 psi, un manómetro que indica la presión a la que está trabajando el sistema, marca la presión en bares y en psi. Por último, se encuentra conectado un filtro para que no se obstruya las boquillas, todas las piezas anteriormente descritas se pueden visualizar en las Figuras 13 y 14.



*Figura 13. Sistema de válvulas de la pulverizadora.*



*Figura 14. Filtro de la pulverizadora.*

### 4.1.3 Abonadora

#### Especificaciones técnicas

Consiste en una tolva con una capacidad de 400 kg aproximadamente 8 sacos de abono aproximadamente  $0,2668\text{cm}^3$  (266,8 L), además está compuesta por una anda transportadora con forma de cadena cada orificio de la cadena mide 2,3 cm, seguido el producto es transportado por medio del mecanismo de poleas las cuales tienen un diámetro de 10 cm y 5 cm y fajas y en la parte inferior discos que esparce el abono en el campo, esto se realiza de forma localizada en la parte inferior de la planta. La altura de la abonadora acoplada es de 1,40 m.

#### Trasmisiones

Se conecta por medio de piñones y cadenas a la base triciclo por medio de un piñón con 14 dientes 6 cm de diámetro exterior, 5 cm de diámetro interior, con módulo de 3,6 mm y con un paso de 11,4 mm a otro piñón encontrado en la abonadora de diámetro exterior de 18,5 cm y diámetro interior de 16,5 cm y con 43 dientes para la transmisión de potencia, en la abonadora se encuentran 6 piñones más los cuales le dan movimiento a la abonadora los piñones pequeños tienen un diámetro exterior de 6 cm, diámetro exterior de 4 cm, 13 dientes y 4 mm de paso, los piñones grandes diámetro exterior de 18,5 cm y diámetro interior de 16,5 cm y con 43 dientes, además es cada eje está compuesto por 4 rodamientos con soporte y 4 de parche el cual consta de una hilera de bolas que agiliza el movimiento de los ejes evitando daños. Lo anteriormente detallado se muestra en las siguientes Figuras.

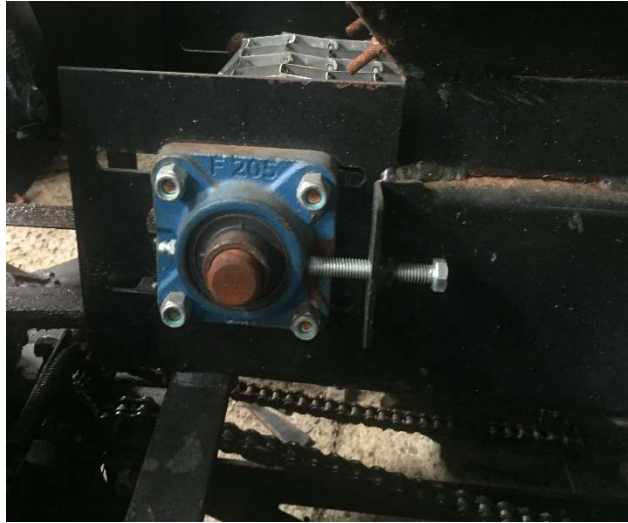


Figura 15. Sistema de poleas y fajas de la abonadora.



Figura 16. Rodamientos con soporte.

Fuente figura de la derecha: Catalogo Asashi bearing.



*Figura 17. Rodamiento de parche.*



*Figura 18. Sistema de salida del abono y tolva.*



*Figura 19. Sistema regulador de la salida del abono.*

#### 4.1.4 Motocicleta

Se modifico una motocicleta marca Honda®, fabricada en el 2016, modelo Tornado, con un motor de 250 cc, de cuatro tiempos, de potencia máxima 23,3 hp, de torque 24,2 Nm, alimentación por medio de carburador y capacidad máxima del tanque de combustible de 11,5 litros, además cuenta con un almacenamiento de reserva de una capacidad de 3,7 litros que solo debe usarse en casos de emergencia., aceite recomendado por el fabricante es el Mobil supermoto 4T multiviscoso SAE 20w-50-API-SF, la capacidad del depósito es de 1,5 L. A la motocicleta se le eliminó parte de la suspensión y llanta trasera (lo cual provoca inestabilidad), para colocar la base en donde se pondrán los implementos como se muestra en la figura 20. Además, en el anexo 3 se encuentra la ficha técnica para la motocicleta en su condición original.





*Figura 20. Motocicleta con abonadora acoplada.*

#### 4.1.5 Base Triciclo adaptado

Se acopla a la parte trasera de la motocicleta, consiste en un marco de hierro de 70 de largo, 80 de ancho y 42 de alto, con una caja de cambios marca Volkswagen® la cual da fuerza y tracción a dos llantas conectadas a dicha caja.

#### Frenos

Puede ser frenado por medio de pedales encontrados en la motocicleta en el pedal derecho, además pueden accionarse por separado si necesita maniobrar en campo, si se usa en carretera se debe accionar en conjunto.

#### Sistema de transmisión

Para brindarle movimiento a todo el sistema, este se conecta al motor de la motocicleta por medio de cadenas y piñones, el piñón que transmite la potencia al implemento está compuesto por 14 dientes con un diámetro exterior de 6 cm, diámetro interno de 5 cm, modulo 3,6 mm y un paso de 11,4 mm además se encuentra una palanca la cual, por medio de piñones corta con la transmisión de potencia entregada a los implementos.

Todo lo descrito anteriormente se detalla en las siguientes figuras.

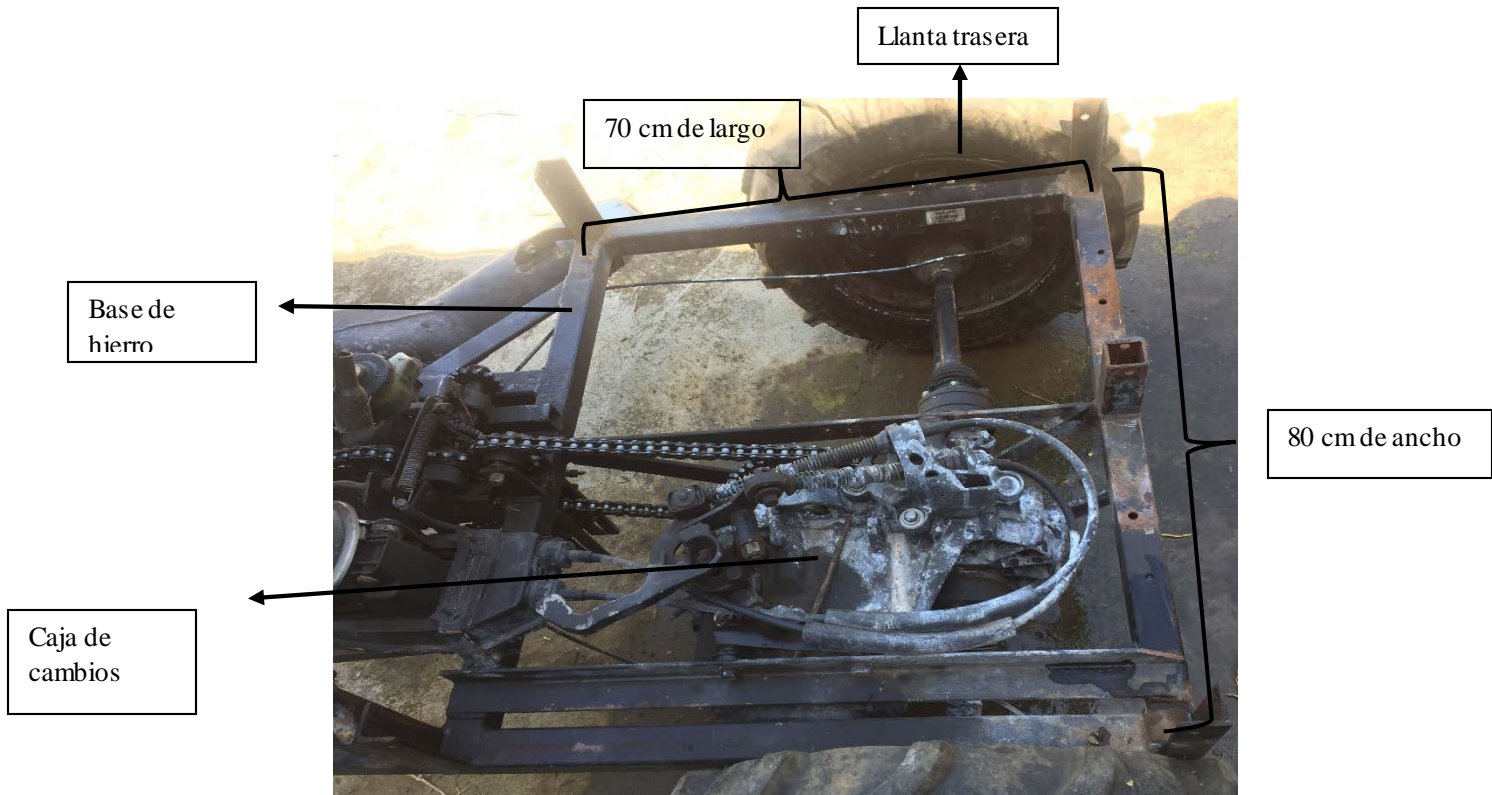


Figura 21. Base triciclo.

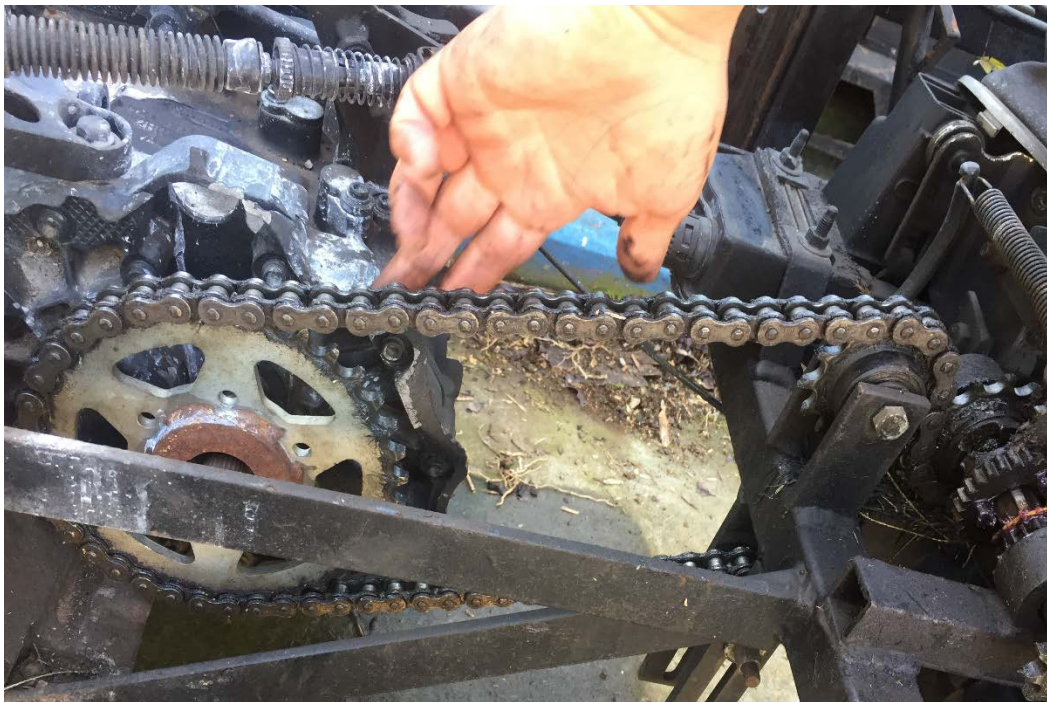


Figura 22. Mecanismo cadena y piñón que transmiten potencia de la moto a los implementos.



*Figura 23. Mecanismo de transmisión de potencia desde el motor.*

El sistema anteriormente descrito es el que se encuentra en el ICAFE, en el mismo se encuentran mecanismos básicos, como poleas y fajas, piñones y cadenas, además está compuesto por piezas de segunda mano por lo que se desconoce su procedencia y estado en el momento de ser colocadas en el equipo, y no se cuenta con información ni fichas técnicas, ni marcas de las piezas, si se requiere reemplazar o reparar alguna de las piezas lo recomendable es llevar la pieza y buscar una con las mismas características.

#### 4.2 Como acoplar los implementos

- a) Antes de realizar cualquier procedimiento de acople y montaje de los implementos se deben de seguir las normas de seguridad encontrada en el apartado 3 de este manual.
- b) Se deben levantar los implementos y colocar sobre la base triciclo.

- c) Para fijar los implementos a la base triciclo se deben colocar tornillos en las cuatro esquinas de la base como se muestra en la Figura 24.



Figura 24. Base donde se colocan los implementos.

- d) En las Figuras 25, 26 y 27 se muestran las bases de la pulverizadora, la abonadora y chapeadora colocadas en la base triciclo.



Figura 25. Base de la pulverizadora.



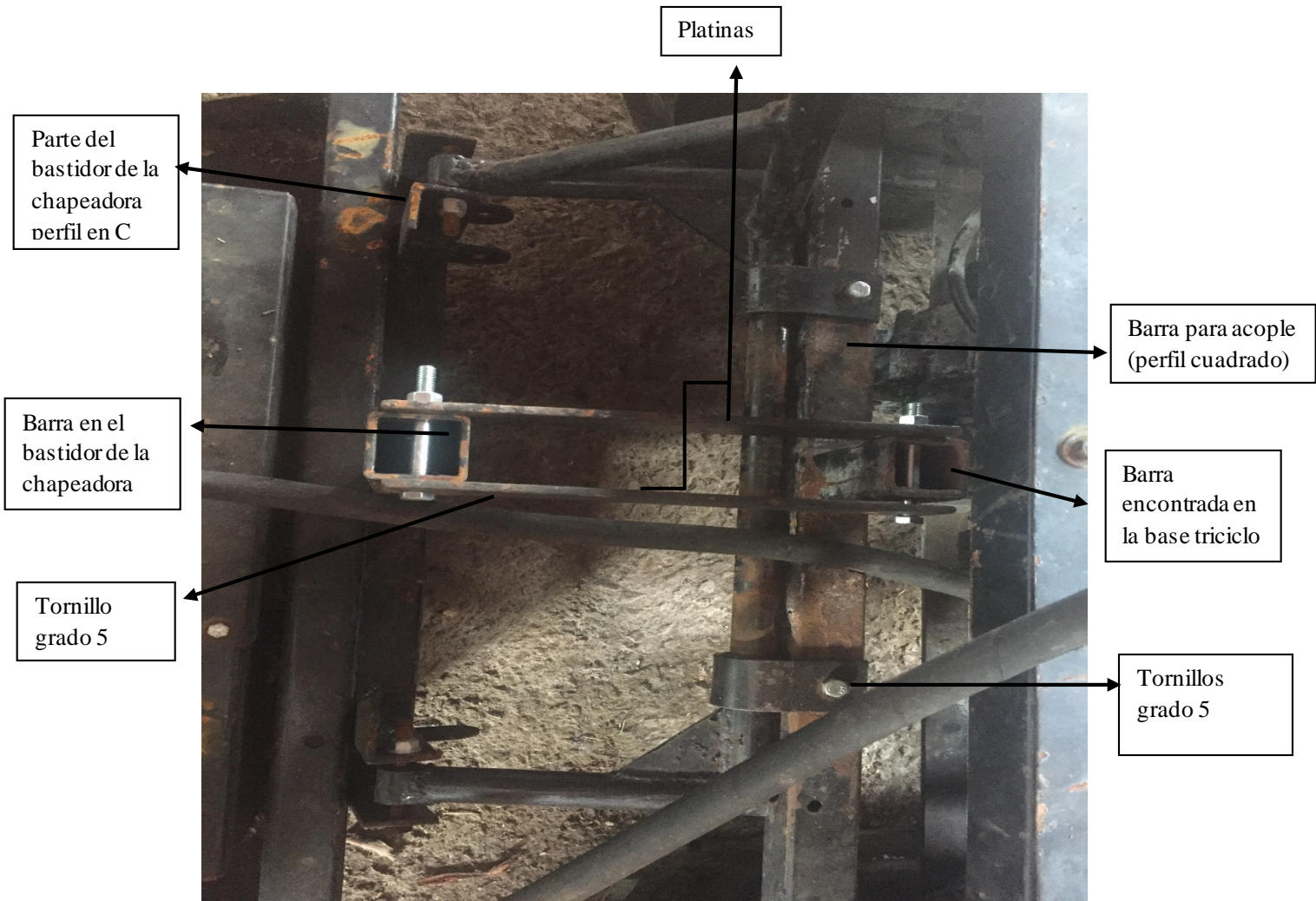
Figura 26. Base de la abonadora.



Figura 27. Base de la chapeadora.

- e) Para la chapeadora además se acopla a una barra (perfil cuadrado) del triciclo por medio de tornillos grado 5 como se observa en la figura 28. Además, cuenta con dos

barras conformadas por perfiles cuadrados, una ubicada en el bastidor de la chapeadora y otra en la base que por medio de tonillos y platinas se conectan ambas barras para mantener nivelada la chapeadora.

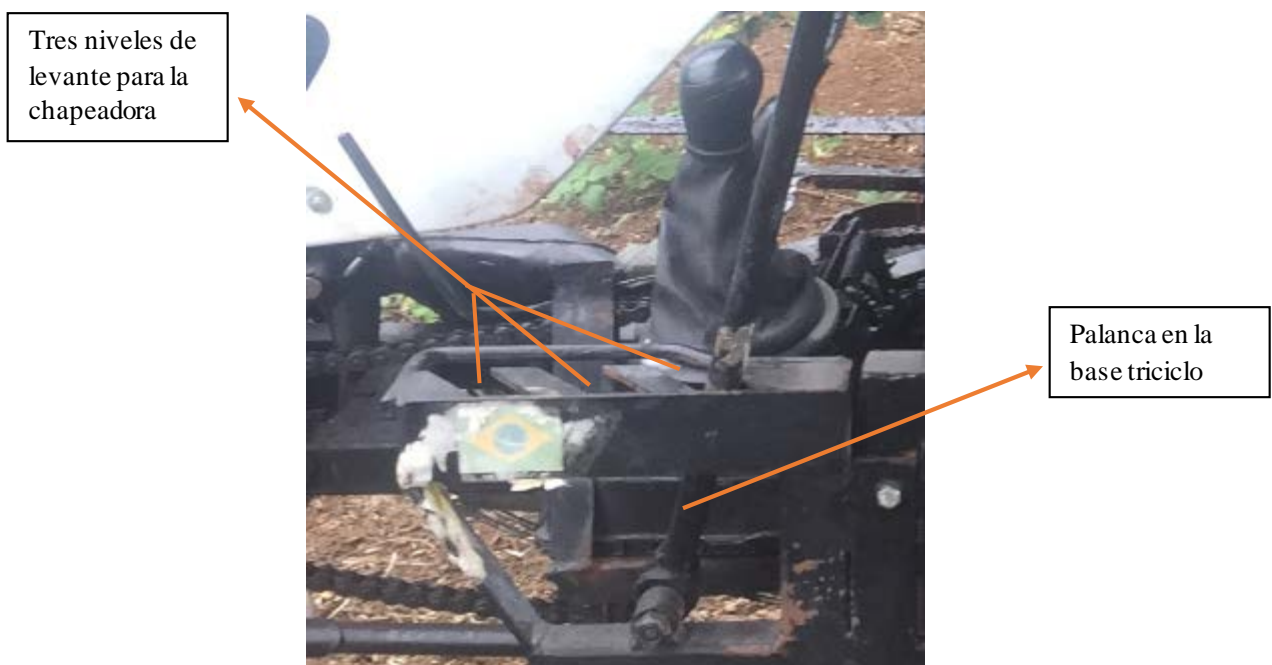


*Figura 28. Acople de la chapeadora.*

- f) Además de lo anteriormente descrito, para subir y bajar la chapeadora se utiliza para poder transportarla y en caso de encontrar obstáculos en el campo, se conecta una cadena desde la chapeadora hasta una palanca encontrada en la base triciclo que tiene tres niveles de levante, como se muestra en las siguientes Figuras.



*Figura 29. Palanca de levante de al chapeadora.*



*Figura 30. Niveles y palanca de la base triciclo.*

- g) Los implementos se consideran altamente pesados por lo que, si no se cuenta con un tecele o una estructura que ayude a levantar los implementos; deben seguirse los pasos adecuados para distribuir una mejor manera la carga incluso realizar la labor entre varias personas, los pasos se encuentran en el apartado de normas de seguridad 4.6.5.

## 4.2 Resultados de las calibraciones

Se realizaron calibraciones para los tres implementos la desmalezadora, abonadora y la pulverizadora.

### 4.2.1 Desmontadora o Chapeadora

Para la desmalezadora se realizaron pruebas diferentes velocidades a 1 km/h, a 2 km/h y a 3 km/h, se observaron los resultados a las tres diferentes velocidades, a la velocidad en la que se obtuvieron mejores resultados es a 1 km/h.

#### 4.2.1.1 Calidad de trabajo

Se observó que el ancho de trabajo del implemento, 90 cm, no cubre el ancho las calles adaptadas a 3 m para el paso de la maquinaria, además las cuchillas no tienen el contacto adecuado con el suelo y las malezas, en conclusión, para este implemento se determinó que se debe pasar al menos dos veces por la misma calle, se requiere más de una pasada. Además, que las malezas que son cortadas tienden a enredarse en los mecanismos giratorios de las cuchillas.

### 4.2.2 Pulverizadora

Una vez que se verificó el funcionamiento de las 12 boquillas de la pulverizadora, se realizó:

Se realizó la calibración respectiva, utilizando la ecuación 3. Se realizaron tres pruebas con diferentes presiones a 6,8 bares / 98,6 psi, 10 bares / 145 psi y a 15 bares / 217, 5 psi. Se tomo en cuenta el porte de las plantas de café se encuentra en la etapa de crecimiento máxima, por lo tanto, para la calibración no se utilizó el ancho de trabajo del implemento, si no que el espacio entre plantas es decir el ancho de las calles el cual es de 2,5 a 3 m, además por la forma en que están colocadas las boquillas ya que es semejante a una pulverizadora para árboles frutales, esto corresponde a la  $a$  que se encuentra en la ecuación 1.

Para determinar el parámetro  $l$  para determinar el área ( $A$ ) encontrado en la ecuación 1 se realizó un recorrido de 30 m, este se repitió en 3 ocasiones tomando el tiempo en que se tarda en realizar el recorrido, el promedio del tiempo en que se realizó el recorrido es de 31,2 segundos, utilizando la motocicleta a una velocidad de 3 km/h



Es importante destacar que la cantidad de producto que se utiliza por hectárea se encuentra en el rango de 400 – 600 litros, por lo que los resultados de la calibración buscaban estar en ese rango. Al realizar la primera prueba se detectó que se encontraba dañada una boquilla ya que en promedio las boquillas liberaban un caudal de 375 ml y la boquilla dañada liberaba 480 ml, por lo tanto, se procedió a cambiarla.

En el cuadro 3 se muestran los parámetros que se utilizaron para hacer los cálculos de las tres pruebas de calibración a las distintas presiones antes mencionadas, a forma de comparación de los tres resultados obtenidos, para la presión de 6,8 bares el resultado es de una descarga de 513,9 L/ha el cual se encuentra en el rango, para la presión de 10 bares la descarga es de 675,56 L/ha y para la prueba a los 15 bares, los cuales se salen del rango.

*Cuadro 3. Datos obtenidos en la calibración.*

	<b>l (m)</b>	<b>a (m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>q (L)</b>	<b>Q (L/ha)</b>
<b>Prueba 1 a 6,8 bares</b>	30	3	90	4,63	513,89
<b>Prueba 2 a 10 bares</b>	30	3	90	6,08	675,56
<b>Prueba 3 a 15 bares</b>	30	3	90	6,39	710,00

Además, con el manual y ficha técnica de las boquillas que tiene la pulverizadora se verificó el caudal a las diferentes presiones utilizadas para la prueba, a pesar de que los datos teóricos son obtenidos en condiciones óptimas de trabajo, según indica el fabricante los caudales teóricos se obtuvieron con agua a 21° C; los calculados se aproximan a estos, en el caso de la presión de 6,8 bares (98,6 psi) se obtiene un caudal teórico de 0,776 l/min en las pruebas realizadas se obtuvo 0,72 l/min, para la presión de 10 bares (145 psi) el valor teórico es de 0,9 l/min y el obtenido en campo es de 0,942 l/min por último para la presión de 15 bares (217 psi) el valor teórico de caudal es de 1,13 l/min y el valor obtenido en las pruebas es de 0,99 l/min.

#### 4.2.2.1 Calidad de trabajo

Cuando se realizaron las pruebas de campo, se logró observar que el esparcimiento de los químicos dependerá de la velocidad de avance y del tamaño en que se encuentren las plantas de café, una de las ventajas del equipo es que las torres de boquillas están seccionadas en dos partes cada una por lo que se podrán accionar por separado, esto ayudara si las plantas aún se encuentran en los primeros estadios de crecimiento. Por lo general el equipo tiene un buen funcionamiento, cumple adecuadamente con las labores.

#### 4.2.3 Abonadora/ encaladora

Para la calibración de la abonadora se midió la distancia que avanza la abonadora en un tiempo de 30 s ya que las calles/hileras donde se realizó la prueba son cortas. Se investigo la cantidad de abono que debe esparcirse en el campo está en el rango entre 400-600 kg por hectárea, además de las pruebas de campo se utiliza la ecuación 2 para determinar lo que debe salir por los orificios de la abonadora.

En el cuadro 4 se observan los datos necesarios para realizar los cálculos de cuanto se necesita para distribuir los 400 – 600 kg/ha, se separaron los resultados en tres secciones, por las diferentes marchas utilizadas en las pruebas.

*Cuadro 4. Resultados de la calibración.*

<b>Velocidad de avance</b>	<b>Cantidad que se debe aplicar P1 (kg)</b>	<b>Área en el campo A1 (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Cantidad de material P2 (kg)</b>	<b>Área cubierta por el equipo A2 (m<sup>2</sup>)</b>
<b>2 km/h Marcha: segunda</b>	400	10000	2,064	51,6
	500		2,58	
	600		3,096	
<b>3 km/h Marcha: Tercera</b>	400	10000	3,06	76,5
	500		3,825	
	600		4,59	
<b>5 km/h Marcha: Quinta</b>	400	10000	5,64	141
	500		7,05	
	600		8,46	

Se verificó la cantidad de abono que sale de los orificios de la abonadora poniéndola a funcionar por 30 segundos y se pesó el material que salió, se hicieron dos repeticiones y se calculó el promedio del material que salía y se determinó que del lado derecho sale 3,44 kg de abono y del lado izquierdo 3,71 kg, en total la abonadora dispensa 7,15 kg, es decir 0,21 kg/s.

Analizando los datos anteriormente descritos se determinó que la velocidad adecuada y la marcha adecuada para el uso de la abonadora/encaladora es la de 5 km/h en la quinta marcha de la caja de cambios Volkswagen adaptada al triciclo (si se sustituye la caja de cambios debe ser calibrada nuevamente), ya que realizado el cálculo y comparándolo con la cantidad que dispensa la abonadora es la velocidad de avance con la que se cumple la cantidad de material dispensado y con la cantidad de material requerido por hectárea.

#### 4.2.3.1 Calidad de trabajo

Al probar el equipo una de las dificultades que se tuvo fue saber el ángulo de apertura de las aletas que se encuentran en la parte inferior, por lo que se probó con su máxima apertura, en ángulo de 90° y se observó que el abono era depositado en zonas más lejanas que las bases de las plantas por lo que se procedió a cerrarlas aproximadamente en la mitad de su capacidad y el abono fue depositado en el lugar correcto, la base de la planta, como el ángulo fue cambiado en campo posteriormente fue medido este correspondió a 50° y se procedió a marcar la posición indicada y se estableció la distancia vertical en la posición correcta la cual es 7,5 cm como se muestra en la Figura 31.



Figura 31. Muestra del ángulo de apertura de la aleta.

### 4.3 Análisis de tiempos, consumo de combustible y costos

Para iniciar se realizaron pruebas en campo con el equipo adquirido por el ICAFE para verificar los tiempos en que tarda el equipo en cubrir una hectárea. Como se observa en el cuadro 5, las horas por hectárea y el costo para realizar las labores de fumigación, fertilización, desmonta o chapea, tomando en cuenta el salario del operador del equipo, el porcentaje que corresponden a las cargas sociales.

Cuadro 5. Tiempos y costos por labor.

Equipo	Tiempo hora/ha	Salario MTSS ¢	Carga Sociales	Salario Real ¢	Costo/h ¢/h	Costo/labor/ha
<b>Pulverizadora</b>	<b>1,02</b>	11.141,73	43,64%	16.003,98	2.000,49	2.040,50
<b>Fertilizadora</b>	<b>0,975</b>	11.141,73	43,64%	16.003,98	2.000,49	1.950,48
<b>Chapeadora</b>	<b>4,903</b>	11.141,73	43,64%	16.003,98	2.000,49	9.809,10

En el cuadro anterior se observa que utilizando la pulverizadora las labores que se realizan con este equipo, aplicación de químicos para el control de la roya y control de broca, se realizarían en una hora por hectárea cada aplicación aproximadamente, el proceso de fertilización en 58 min/ha aproximadamente, la colocación de herbicida en el campo en 55

min/ha y el proceso que tarda más es el de corta de malezas en las calles ya que tarda aproximadamente 5 horas y por las pruebas realizadas en algunas ocasiones se debe pasar más de una vez la chapeadora dependiendo del alto de la maleza. Los costos encontrados en el cuadro 4 fueron calculados con los costos del operario, en este caso de la motocicleta modificada, además de los costos de las cargas sociales respectivas.

En el siguiente cuadro se detallan las labores realizadas con implementos, la frecuencia con la que se deben realizar durante el año estas labores, además de los costos anuales de las mismas. Como se mencionó con anterioridad el control de broca y roya se realiza por medio de la pulverizadora.

Cuadro 6. Costo de las labores por año.

Labor	Frecuencia anual	Costo/labor/ha	Costo anual
Control de roya	3	2.040,51	6.121,5
Control de Broca	1	2.040,51	2.040,5
Fertilización	3	1.950,49	5.851,5
Chapeas	3	9.809,11	29.427,3
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>15.840,61</b>	<b>43.440,8</b>

Otro aspecto que considerar al mecanizar las labores es el consumo de combustible por el equipo, como se presenta en cuadro 7 que se realiza un cálculo de consumo por cada implemento que se acoplara a la motocicleta, el implemento que consume mayor cantidad de litros por hectárea es la chapeadora, ya que consume 7,02 L/ ha y que tiene mayor costo.

Cuadro 7. Consumo y costo de combustible.

Implemento	Tiempo (min/ha)	Consumo (l/ha)	Costo (¢/ha)	Frecuencia	Costo Anual
Pulverizadora	61,2	1,46	865,75	4	3.462,99
Abonadora	58,5	1,40	827,55	3	2.482,66
Chapeadora	294,2	7,02	4.161,81	3	12.485,42
<b>Total</b>	<b>469,2</b>	<b>11,2</b>	<b>6637,4</b>	<b>12</b>	<b>19.995,63</b>

Y por último para el análisis de este sistema se realizó una proyección de la depreciación de los equipos, ya que se desconocen datos de materiales y origen de las piezas y componentes del sistema de la motocicleta, base del triciclo y los implementos, se utiliza una depreciación lineal por lo que se considera la pérdida de valor es constante, para este equipo se le dio un valor de

10 años de vida útil, es importante destacar que se utiliza una depreciación de 10 años como se utiliza para la maquinaria regular, además que en las condiciones en la que se encuentra antes de los 10 años se deberá de reemplazar el equipo, se observa el valor de depreciación en el cuadro 8.

*Cuadro 8. Depreciación del equipo.*

<b>Depreciación</b>	<b>Costo</b>	<b>Mes</b>	<b>Año</b>
<b>Motocicleta</b>	2.754.999,60	22.958,33	275.499,96
<b>Base triciclo</b>	1.405.076,40	11.708,97	140.507,64
<b>Pulverizadora</b>	2.488.059,60	20.733,83	248.805,96
<b>Abonadora</b>	1.344.896,40	11.207,47	134.489,64
<b>Chapeadora</b>	1.344.896,40	11.207,47	134.489,64
<b>Total</b>	<b>9.337.928,40</b>	<b>77.816,07</b>	<b>933.792,84</b>

Para realizar una comparación de los datos de rendimiento del sistema anteriormente mencionado, se obtuvieron datos de las labores que se realizan en la finca experimental del ICAFE y por medio de encuestas a los productores, los valores del ICAFE se refiere a datos obtenidos con la nueva distancia de siembra de 3x0,65 m, y los datos de productores es como se realizan actualmente de 2x1 m que aún realizan las labores de forma manual.

Se analizaran los datos encontrados en el ICAFE de las labores realizadas en la finca experimental y datos compilados de los productores, en el cuadro 9 se observa el tiempo que se tarda en hacer cada labor, la que más tiempo toma en realizarse es la de desmote en la cual se tarda un poco más de 11 horas por hectárea según las labores realizadas en el ICAFE y según los productores 20 horas aproximadamente, además los costos de cada labor por hectárea se visualiza en el cuadro 9, la labor que mayores gastos produce es la de desmote ya es la que requiere de más horas de trabajo por lo tanto mayor cantidad de mano de obra.

*Cuadro 9. Tiempos y costos por labor manual.*

	<b>Labor</b>	<b>Tiempo (h/ha)</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Costo/labor/ha</b>
<b>Finca ICAFE</b>	<b>Mantenimiento del cultivo</b>	8,479	1.806,41	15.317,13
	<b>Fertilización</b>	4,965	1.806,41	8.968,81
	<b>Chapea</b>	11,283	1.806,41	20.382,30
<b>Productores</b>	<b>Mantenimiento del cultivo</b>	11,78	1.806,41	21.284,19
	<b>Fertilización</b>	6,93	1.806,41	12.520,27
	<b>Chapea</b>	20,70	1.806,41	37.384,78

Además, se consultó la frecuencia con que se realizan las labores y el costo de estas de forma anual, de igual forma la labor que requiere de una mayor inversión es la de desmonta ya que se realiza tres veces al año y por la cantidad de horas que requiere dicha labor, como se observa en el cuadro 10 en ambos casos tanto en los datos del ICAFE y los datos de los productores esta es la actividad que requiere mayor inversión.

*Cuadro 10. Costo de las labores manuales por año.*

	<b>Labor</b>	<b>Frecuencia anual</b>	<b>Costo/labor/ ha</b>	<b>Costo anual</b>
<b>Finca ICAFE</b>	Control de roya	3	15.317,13	45.951,40
	Control de Broca	1	15.317,13	15.317,10
	Fertilización	3	8.968,81	26.906,40
	Chapeas	3	20.382,30	61.146,90
	<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>59.985,38</b>	<b>149.321,90</b>
<b>Productores</b>	Control de roya	3	21.284,19	63.852,58
	Control de Broca	1	21.284,19	21.284,19
	Fertilización	3	12.520,27	37.560,82
	Chapeas	3	37.384,78	112.154,35
	<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>92.473,45</b>	<b>281095,99</b>

Los implementos para realizar las labores de forma manual son una moto bomba, fumigadora de espalda y moto guadaña a los cuales se les considero el consumo de combustible por hectárea y el costo anual de utilizarlos, considerando además la frecuencia con que se utilizará cada equipo, como se muestra en el cuadro 11.

*Cuadro 11. Consumo de combustible.*

	<b>Implemento</b>	<b>Tiempo (min/ha)</b>	<b>Consumo(l/ha)</b>	<b>Costo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Costo Anual</b>
<b>Finca ICAFE</b>	Moto Bomba	508,76	4,69	2.775,91	4	11.103,63
	Moto Guadaña	677	6,24	3.693,86	2	7.387,72
	<b>Total</b>	<b>1.185,76</b>	<b>10,93</b>	<b>6.469,77</b>	<b>6</b>	<b>18.491,35</b>
<b>Productores</b>	Moto Bomba	706,95	6,51	3.857,31	4	15.429,24
	Guadaña	1.241,73	11,44	6.775,203	2	13.550,40
	<b>Total</b>	<b>1.948,69</b>	<b>17,96</b>	<b>10.632,51</b>	<b>6</b>	<b>28.979,65</b>

Además, se tomó en cuenta la depreciación de los equipos utilizados para las labores manuales de igual forma se utilizó el dato de 10 años de vida útil para este equipo, como son la moto bomba, la moto guadaña y la bomba de espalda, como se observa en el cuadro 12.

*Cuadro 12. Análisis de depreciación de los equipos para labores manuales.*

	<b>Depreciación</b>	<b>Costo</b>	<b>Mes</b>	<b>Año</b>
<b>Finca ICAFE</b>	Moto Bomba	274.999,20	2.291,66	27.499,92
	Bomba espalda	52.600	438,33	5.259,96
	Guadaña	247.261,20	2.060,51	24.726,12
	<b>Total</b>	<b>574.860,40</b>	<b>4.790,50</b>	<b>57.486</b>
<b>Productores</b>	Moto Bomba	274.999,20	2291,66	27499,92
	Bomba espalda	52.600	438,33	52.59,96
	Guadaña	247.261,20	2.060,51	24.726,12
	<b>Total</b>	<b>574.860,40</b>	<b>4.790,50</b>	<b>57.486</b>

Se realizó un cuadro comparativo donde se observan los costos anuales de las labores manuales y mecanizadas, en el cuadro 13 se observa que los costos en las labores manuales son mayores con respecto a los costos de las labores mecanizadas ya que parte de la reducción de los costos por hectárea es que baja la cantidad de personal para realizar las labores, además una de las labores que necesita mejoras, ya que es el trabajo que genera mayores gastos en ambas modalidades.

*Cuadro 13. Costos en las diferentes labores.*

<b>Labor</b>	<b>Frecuencia anual</b>	<b>Costo anual (₡/año/ha)</b>		
		<b>Mecanizado ICAFE</b>	<b>Manual ICAFE</b>	<b>Productores</b>
<b>Control enfermedades</b>	3	6.121,5	63.852,6	45.951,4
<b>Control de Broca</b>	1	2.040,5	21.284,2	15.317,1
<b>Fertilización</b>	3	5.851,5	37.560,8	26.906,4
<b>Chapeas</b>	3	29.427,3	112.154,4	61.146,9
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>47.128,4</b>	<b>281.096,0</b>	<b>178.525,5</b>



Se analizaron los costos de la mano de obra, la depreciación, el consumo de combustible y el costo de mantenimiento de los equipos utilizados el costo de las labores mecanizadas se eleva por que el valor de depreciación está basada en el costo inicial de la maquinaria es mayor que los implementos utilizados para las labores manuales, además de los costos por mantenimiento es mayor en el caso de las labores mecanizadas ya que el equipo requiere un mantenimiento más riguroso considerando realizarlo de forma preventiva para evitar danos mayores, como se observa en el cuadro 14.

*Cuadro 14. Comparación de costos de las labores.*

Rubro	Costo anual/ ha		
	Mecanizado	Manual ICAFE	Manual productores
<b>Mano de obra</b>	47.128,4	281.096,0	178.525,5
<b>Consumo Combustible</b>	19.995,6	28.979,7	18.491,4
<b>Mantenimiento</b>	75.928,9	26.393,6	16.256,8
<b>Total</b>	143.052,92	336.469,28	213.273,6

Por último, se analizó el rendimiento de las labores con los datos de las labores en el ICAFE, por medio de la encuesta y las pruebas realizadas en el campo, en el cuadro 15 se encuentra un resumen de los datos anteriormente mencionados de rendimientos, se hizo la comparación con las labores mecanizadas y la como lo realizan los productores actualmente para verificar las mejoras que aportan las labores mecanizadas. Como se observa en el cuadro 14 si se realizan las labores mecanizadas la labor de atomizo, la cual se realizaría por medio de la pulverizadora; reduce su tiempo en un 89% aproximadamente, la de fertilización en 83% y de control de malezas (chapea) en un 66%, la que menos se reduce es el control de malezas ya que a pesar de realizar la labor mecanizada el equipo disponible no realiza una labor eficiente.

*Cuadro 15. Comparación del rendimiento en las diferentes labores.*

Labor / equipo	Tiempo (h/ha)			Porcentaje en que se reduce la labor
	Mecanizado ICAFE	Manual ICAFE	Productores	
<b>Mantenimiento del cultivo/ pulverizadora</b>	1,02	8,479	11,78	89,65
<b>Fertilización</b>	0,975	4,965	6,93	83,14
<b>Control de malezas</b>	4,903	11,283	20,7	66,42

#### 4.4 Ventajas y desventajas del equipo.

Se analizarán las ventajas y desventajas de cada implemento en cuanto a mantenibilidad, peso, maniobrabilidad, acople y desacople, costo, facilidad de llenado, manipulación, uso en las diferentes topografías, entre otros aspectos, por medio de los cuadros 1 y 2 encontrados en la sección de metodología.

En los cuadros que se encontraran a continuación en los diferentes apartados de los equipos se debe tomar en cuenta las siguientes aclaraciones: para todos los equipos analizados se debe considerar que la inversión inicial es alta en comparación con las labores manuales, pero será un gasto que se realice una única vez para la adquisición del equipo, en el caso de la topografía todos los equipos se pueden usar en pendientes menores al 20% por lo que representara una desventaja para todos. Por último, es importante aclarar que las puntuaciones obtenidas en la comparación realizada la labor que obtenga un puntaje mayor es la que se recomienda según el promedio ponderado obtenido.

##### 4.4.1 Pulverizadora

Su acople se debe llevar a cabo levantando el implemento y colocándolo en la base triciclo, seguido enganchar la cadena al piñón de la base triciclo, para el desacople de igual forma se requiere levantar el implemento por que se requiere de tres a cuatro personas para realizar el procedimiento si no se cuenta con el equipo para levantarlo.

El implemento tiene un peso de 90 kg por lo que su manipulación se dificulta para el acople como se explicó con anterioridad. El llenado del tanque de la pulverizadora se puede realizar por medio de una bomba o de forma manual.

Una de las ventajas es la forma en que están diseñadas las torres de boquillas ya que se pueden cerrar las distintas secciones de forma independiente por lo que se puede trabajar en función de cómo se encuentre conformada la plantación, además el abanico le da movilidad a las ramas y hojas permitiendo la penetración adecuada de los productos que se deseen aplicar.

Las desventajas del equipo es el alto mantenimiento que se le debe dar, en la pulverizadora además de la lubricación de las partes móviles, limpieza del tanque y verificación del

funcionamiento de las boquillas. Otra desventaja es la transmisión de potencia se da por medio de piñones y cadenas, en este sistema una de las desventajas es que este tipo de transmisiones son altamente ruidosas. Además, equipo es que solo puede usarse en pendientes menores al 20%, por lo tanto, no se puede utilizar por cualquier caficultor costarricense.

Comparando las labores manuales con las mecanizadas, como se observa en el cuadro 16, se otorgó un puntaje a cada ítem además se le dio un nivel de importancia a cada rubro de forma porcentual, con base en las calificaciones para esta labor se recomienda realizar las fumigaciones de forma mecanizada, no solo por obtener una mejor calificación, también se debe tomar en cuenta que la calidad de trabajo y los rendimientos de la labor mejoran considerablemente, se traduce en ahorro y uso eficiente de los productos a aplicar.

*Cuadro 16. Comparación labor de Fumigación mecanizada y manual.*

Ítem	Mecanizado	Manual	Nivel de importancia %	Puntaje mecanizado	Puntaje manual
Calidad de trabajo	4	2	15	0,6	0,3
Peso del equipo	2	3	7	0,14	0,21
Acceso de combustible	4	3	3	0,12	0,09
Facilidad de llenado Producto	2	2	3	0,06	0,06
Mantenibilidad	1	3	10	0,1	0,3
Operabilidad	2	2	7,5	0,15	0,15
Maniobrabilidad	2	3	7,5	0,15	0,225
Topografía	2	3	7	0,14	0,21
Costo	2	4	15	0,3	0,6
Tiempos	4	1	20	0,8	0,2
Manipulación	3	3	5	0,15	0,15
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>100</b>	<b>2,71</b>	<b>2,495</b>

#### 4.4.2 Desmalezadora o Chapeadora

En cuanto al acople y desacople es complicado ya que además de colocar parte del implemento en la base triciclo, el usuario debe de cerciorarse de que las conexiones de las

maneras de la bomba hidráulica y motor se encuentren en buen estado, además que el aceite de hidráulico este en el nivel adecuado y se encuentre en buen estado antes de poner el implemento a funcionar, además de enganchar la cadena del sistema de levante para evitar daños por arrastre.

El peso del implemento es de 80 kg, moderado para acoplarlo y desacoplarlo se necesitan al menos dos personas. La manipulación de la chapeadora se considera alto, fácil llenado del aceite hidráulico.

La mantenibilidad del implemento es complicada o muy alta ya que uno de los mayores problemas es que la mayoría de las partes no cuenta con una identificación adecuada, se debe hacer un mantenimiento preventivo, las partes como el bastidor, las cuchillas, piñones y cadenas son de mantenimiento moderado.

En el caso de este equipo al compararlo con las labores manuales al momento de evaluar ambas labores la calificación de la chapeadora no es positiva ya que no se mejoran considerablemente las condiciones de la labor, en las labores manuales se maniobra mejor con la motoguadaña, se poder utilizarse en diferentes topografías, además de que el mantenimiento del equipo disponible debe hacerse de forma frecuente y es altamente complejo por los elementos que la componen. Otra desventaja es el tamaño del implemento ya que solo abarca 90 cm y con la motoguadaña se puede abarcar más y afinar de la calidad de trabajo, esto de forma visual. Otro aspecto considerado importante son los tiempos en realizar a labor, ya que esos mejoran en 66% solamente por lo que aun recomienda la labor aun realizarla de forma manual. La comparación se observa en el cuadro 17.

Cuadro 17. Comparación del control de malezas mecanizado y manual.

Ítem	Mecanizado	Manual	Nivel de importancia %	Puntaje mecanizado	Puntaje manual
Calidad de trabajo	2	3	15	0,3	0,45
Peso del equipo	2	4	7	0,14	0,28
Acceso de combustible	4	3	3	0,12	0,09
Dificultad de llenado	2	2	3	0,06	0,06
Mantenibilidad	1	3	10	0,1	0,3
Operabilidad	2	4	7,5	0,15	0,3
Maniobrabilidad	2	4	7,5	0,15	0,3
Topografía	2	5	7	0,14	0,35
Costo	2	4	15	0,3	0,6
Tiempos	3	1	20	0,6	0,2
Manipulación	2	3	5	0,1	0,15
<b>Total</b>	24	36	100	2,16	3,08

#### 4.4.3 Abonadora

El acople y desacople tiene una alta dificultad ya que de los tres implementos es el más pesado, con un peso de 120 kg por lo que se considera que se necesitan al menos cuatro personas para movilizarlo y colocarlo en la base triciclo, por lo tanto, se considera un implemento altamente pesado.

Su mantenibilidad se considera muy alto ya que esta tiene muchas partes giratorias y que sufren un nivel alto de desgaste además que dependiendo del material aplicar puede provocar corrosión.

Su llenado es considerado de alta dificultad ya que puede resultar complicado por su altura y además riesgoso al levantar los sacos y bolsas de abono por la altura de la tolva, se requiere de una escalera para colocar el material dentro de la tolva. Otro de las inconvenientes es que dependiendo de la conformación del terreno es probable que solo por unas de las salidas sea

expulsado el material. Además, a transmisión de potencia es por medio de piñones y cadenas, como la abonadora tiene partes giratorias por lo que es altamente ruidosa en el momento de funcionar.

Comparándola con la labor manual, aunque según lo observado en el cuadro 17, ambas se califican de forma similar, lo que hay que tomar en cuenta es que la dosificación por medio del equipo se realizara de la mejor manera si el equipo se encuentra correctamente calibrado por lo que habrá menos gastos en abono que de forma manual ya que no hay forma de que se distribuya equitativamente el producto, la distribución en forma manual se realiza por medio de personas con baldes que ellos mismos cargan, la dosificación que utilizan es el puño de la mano, por lo tanto se puede utilizar más o menos producto. Otra desventaja de las labores manuales es el tiempo invertido ya que mecanizando el abonado se mejoraron los tiempos en un 83%.

En cuanto a la inversión mencionada en el cuadro 18 se refiere a los costos relacionados con la labor ya que en forma manual se debe contratar personal para cumplir con el abonado, en el caso del mecanizado se refiere a la inversión inicial al adquirir el equipo que representa el gasto mayor.

Cuadro 18. Comparación del abonado mecanizado y manual.

Ítem	Mecanizado	Manual	Nivel de importancia %	Puntaje mecanizado	Puntaje manual
Calidad de trabajo	4	1	15	0,6	0,15
Peso del equipo	2	3	7	0,14	0,21
Acceso de combustible	3	5	3	0,09	0,15
Facilidad de llenado Producto	4	2	3	0,12	0,06
Mantenibilidad	1	5	10	0,1	0,5
Operabilidad	3	4	7,5	0,225	0,3
Maniobrabilidad	3	4	7,5	0,225	0,3
Topografía	2	4	7	0,14	0,28
Inversion	2	5	15	0,3	0,75
Tiempos	4	1	20	0,8	0,2
Manipulación	5	2	5	0,25	0,1
<b>Total</b>	33	36	100	2,99	3

#### 4.4.4 Motocicleta y base triciclo

La motocicleta le transmite la potencia a la base triciclo por medio de un piñón y cadena la cual está conectada al motor, como se mencionó anteriormente este tipo de transmisiones son ruidosas y pueden provocar molestia a los operarios en el momento de realizar las labores.

La mantenibilidad es moderada ya que en el caso de la motocicleta es fácil de conseguir repuestos y se le debe dar mantenimiento de la misma forma como se le da a una motocicleta convencional solo que con mayor frecuencia por el alto esfuerzo al realizar las labores. De igual forma en el caso del triciclo ya que es un ensamblaje de piezas de segunda y en algunos casos sin identificar es de mantenibilidad de moderada a alta.

La operabilidad es de moderada a difícil esto dependerá del implemento que este acoplado, cuando se usan la abonadora y la pulverizadora dificulta su operación por el peso del implemento y la carga que lleva. Según la teoría en pendientes superiores al 20% la operación de maquinaria agrícola se ve comprometida; por lo que para este equipo experimental es remendable no someterlo a pendientes mayores al 15% para no poner en riesgo el equipo ni comprometer la seguridad del operario.

Se encontró es que la base triciclo cuenta con llantas de distinto tamaño ya que la de la izquierda es una marca DUNLOP 175/70 R13 82T SP Touring T1 y la de la derecha es una sin marca específica 165/70 R13 81 R ambas modificadas y fueron recauchadas para cumplir la función de llantas para labores agrícolas.

#### 4.5 Planes de mantenimiento

Los planes de mantenimiento diseñados para la motocicleta, la base triciclo y los implementos parte de este equipo se elaboraron con el fin de que se dé un mantenimiento preventivo de tal forma que sea posible sustituir partes antes de que estas fallen y provoquen un daño mayor en el resto del equipo.

Para lograr un buen mantenimiento de los equipos de forma autónoma, se debe destacar que no siempre el mantenimiento se puede hacer en la finca por lo que se requiere de servicios externos es necesario contar con lo siguiente:

- Tener a disposición el equipo básico (herramientas, equipo de taller y otros materiales).
- Contar con personal capacitado (mecánicos y operadores).
- Disponer con los documentos que tengan relación con el mantenimiento de los equipos (manual del fabricante, catálogo de repuestos, datos técnicos y planes de mantenimiento para cada máquina).
- Llevar un estricto control y supervisión del trabajo de mantenimiento.

En el caso de los implementos agrícolas para cada uno de ellos se debe realizar un plan de mantenimiento, en general los cuidados básicos de la mayoría de los implementos necesitan engrase o lubricación frecuente, limpiarse cada vez que se realiza una labor principalmente si van a guardarse por un tiempo prolongado, poniendo atención especial en los tanques y tolvas que han operado con productos químicos porque son altamente corrosivos. Por último, es recomendable desarmar y pintar las máquinas después de una temporada de trabajo, también reparar o sustituir piezas que se observen en mal estado, que no soporten otra temporada de labores y engrasarlas antes de almacenarlas para evitar la corrosión.

En los cuadros se muestran los cambios y revisiones diarias, semanales, desde las 200 hasta las 800 horas, muchas de las revisiones fueron tratadas como un equipo agrícola común ya que, a pasar de ser una motocicleta, la misma realizará las mismas labores y utilizará implementos pesados lo cual provocará mayor daño y esfuerzo en los diferentes componentes y elementos.

Además, se realizó un cuadro donde se controla las cantidades de lubricantes y el kilometraje o a la cantidad de horas según corresponda a cada cambio de esta forma no habrá desperdicio ni un mal uso de los diferentes productos.

A continuación, se presentan los cuadros de mantenimiento elaborados para el equipo.



Cuadro 19. Hoja de mantenimiento de la motocicleta.

<b>Revisión de la motocicleta</b>			
<b>Nombre</b>			
<b>Fecha</b>			
<b>Tipo de mantenimiento</b>			
<b>Estado en que se encuentra el equipo</b>			
<b>Ítem</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Operaciones</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>Conductos de combustible</b>		Verificar	600
<b>Tanque de combustible</b>		Verificar nivel	Diario
		drenar y limpiar	C/400 horas
<b>Filtro de combustible</b>		Limpiar	600
<b>Acelerador</b>		Verificar y ajustar	600
<b>Estrangulador</b>		Verificar y ajustar	600
<b>Filtro de aire</b>		Limpiar	600
		Cambiar	3600
<b>Respiro del motor</b>		Limpiar	600
<b>Bujía de encendido</b>		Limpiar y ajustar	600
		Cambiar	2400

Ítem	Observaciones	Operaciones	Frecuencia
Holgura de las válvulas		Verificar y ajustar	600
Aceite del motor		Cambiar	600
Filtro de aceite del motor		Cambiar	1200
Carburador		Regular el ralentí	600
		Limpiar	1200
Cadena de transmisión		Verificar, ajustar y lubricar	200
Fluido del freno		Verificar el nivel y completar	600
		Cambiar	3600
Desgaste en la pastilla de freno		Verificar / cambiar	600
Sistema de embrague		Verificar el funcionamiento	600
Suspension delantera		Verificar	1200
Tuercas y tornillos y elementos de fijación		Verificar y apretar	600
Llantas y ruedas		Verificar y apretar	600

Ítem	Observaciones	Operaciones	Frecuencia
Neumáticos		Calibrar	200
Rodamiento /columna de dirección		Verificar, ajustar y lubricar	1200
Instrumentos / Interruptores		Verificar el funcionamiento	600
Aletas de enfriamiento del motor		Verificar limpieza	cada uso
		Limpiar (soplar)	sí lo requiere
soldadura base triciclo		verificar estado	cada uso
		Reparar	sí lo requiere
Aceite de caja de cambios		verificar nivel	C/400 horas
		Cambiar	C/800 horas

Cuadro 20. Hoja de mantenimiento de la pulverizadora

<b>Revisión de la pulverizadora</b>			
<b>Nombre</b>			
<b>Fecha</b>			
<b>Tipo de mantenimiento</b>			
<b>Estado en que se encuentra el equipo</b>			
<b>Ítem</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Operaciones</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>Estado del tanque</b>		Verificar limpieza	cada uso
<b>Boquillas</b>		Verificar funcionamiento	cada uso
		limpieza de filtros	si es necesario
<b>Mangueras</b>		verificar estado	cada uso
		Limpieza	cada tres meses / 400-600 horas
		Conexiones	
		Cambiar	

<b>Ítem</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Operaciones</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>Cadenas y piñones</b>		Verificar, lubricar o cambiar	Semanal
<b>Fajas</b>		Verificar holgura	Semanal
		Calibrar	cuando se observe floja
<b>Válvulas / llaves de paso</b>		Verificar funcionamiento	cada uso
<b>Bomba</b>		Nivel de aceite y fugas	cada uso
		Verificar funcionamiento	cada uso
<b>Filtro</b>		Verificar	cada 3 meses
		cambiar	cada 12 meses
<b>Ventilador</b>		verificar funcionamiento	cada uso
<b>Tuercas y tornillos y elementos de fijación</b>		Verificar y apretar	semanal

Cuadro 21. Hoja de mantenimiento de la abonadora

<b>Revisión de la abonadora</b>			
<b>Nombre</b>			
<b>Fecha</b>			
<b>Tipo de mantenimiento</b>			
<b>Estado en que se encuentra el equipo</b>			
<b>Ítem</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Operaciones</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>Poleas y fajas</b>		Verificar holgura	semanal
		Calibrar	cuando se observe floja
<b>cadena transportadora</b>		Verificar funcionamiento	Cada uso
<b>Tolva</b>		Limpieza	Cada uso
<b>Cadenas y piñones</b>		verificar, limpiar y lubricar	cada uso
<b>Discos</b>		Limpieza, atascamiento	cada uso
<b>Tuercas, tornillos y elementos de fijación</b>		Verificar y apretar	semanal

Cuadro 22. Hoja de mantenimiento de la chapeadora.

<b>Revisión de la Chapeadora</b>			
<b>Nombre</b>			
<b>Fecha</b>			
<b>Tipo de mantenimiento</b>			
<b>Estado en que se encuentra el equipo</b>			
<b>Ítem</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Operaciones</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>Aceite Hidráulico</b>		verificar nivel / limpieza	cada uso
		cambio	C/800 h
<b>Cuchillas</b>		limpieza	cada uso
		hacer filo	cada mes
<b>Bombas hidráulicas</b>		Verificar funcionamiento	cada uso
<b>Bastidor</b>		Oxidación, limpieza	semanal
<b>Tuercas y tornillos y elementos de fijación</b>		Verificar y apretar	semanal
<b>Palancas</b>		verificar funcionamiento	cada uso
<b>Cadenas y piñones</b>		verificar, limpiar y lubricar	cada uso

*Cuadro 23. Control de grasas y lubricantes.*

<b>Control de grasas y aceites</b>					
<b>Fecha</b>					
<b>Nombre</b>					
<b>Parte</b>	Tipo de lubricante	Cantidad	Cambio (horas/kilometraje)	Control (horas/kilometraje)	Observaciones
<b>Motor</b>					
<b>Caja de cambios</b>					
<b>Sistema Hidráulico</b>					
<b>Tuercas y tornillos y elementos de fijación</b>					
<b>Cadenas y piñones</b>					



## 4.6 Normas de seguridad

Para un uso adecuado del equipo y para evitar además de daños materiales, riesgos y daños o accidentes del personal se realizarán planes y normas de seguridad que se deben cumplir para dar un uso seguro y adecuado del equipo.

### 4.6.1 Inspección del equipo.

Antes de iniciar las labores se debe inspeccionar:

- a) Todos los resguardos de seguridad, incluidos los resguardos de las cadenas. Cualquier anomalía encontrada reportarla al supervisor para tomar las medidas necesarias como reemplazarlos o repararlos.
- b) Revisar todas las mangueras hidráulicas y de combustible, asegurarse que están bien colocadas y sin fugas. Además, verificar el nivel de combustible.
- c) Inspeccionar que todas las fajas y cadenas estén correctamente ajustadas.
- d) Mantener las maquinas limpias libres de polvo y suciedad provocada por el uso diario.
- e) No operar ningún equipo que no se encuentre en condiciones seguras de trabajo.

### 4.6.2 Vestimenta adecuada.

- No se debe usar joyería ni ropa floja mientras opere maquinaria agrícola. Las maquinas normalmente poseen partes giratorias en las cuales se pueden enredar fácilmente las joyas y ropa floja, aproximándolo a las maquinas rápidamente y causando heridas graves; por lo tanto, es importante asegurarse que la camisa este bien cerrada también que las mangas estén aseguradas y usar la ropa adecuada para el trabajo.

### 4.6.3 Normas generales de seguridad.

- a) Colóquese en el asiento de forma adecuada donde se tenga acceso de todos los controles y ver los instrumentos.
- b) Después de realizar las inspecciones iniciales, asegurarse que no se encuentren personas ni animales u objetos cerca de la maquina o en una zona de riesgo.

- c) Colocar la palanca de las machas en neutro, y el freno de mano puesto, también en caso de estacionar el equipo.
- d) No permitir pasajeros en ninguna zona del equipo, aunque sea una distancia corta.
- e) No hacer funcionar el motor en una zona cerrada, se debe mantener una ventilación adecuada.
- f) No hacer funcionar la máquina sin protectores.
- g) Mantener el sistema de enfriamiento limpio.
- h) Diariamente quitar la basura o residuos de la máquina.
- i) Si es necesario retirar un resguardo de seguridad, primero se debe obtener el permiso de del supervisor y asegurar que la máquina no esté en funcionamiento. Vuelva a poner los resguardos inmediatamente cuando el ajuste o reparación se termine.
- j) No se debe operar ninguna máquina, grande ni pequeña, si se siente mal. Si no está bien, debe avisarle a su supervisor.
- k) No debe alterarse la estructura de los dispositivos, ya que puede alterarse su resistencia y la protección que brindan en caso de algún accidente.
- l) Para asegurar la estabilidad del equipo debe escogerse o tener una vía con ancho adecuado.
- m) Deben evitarse frenados bruscos, en terrenos húmedos y con altas pendientes. Se recomienda no conducir a gran velocidad en las curvas para disminuir el riesgo de vuelcos, la velocidad a la que se conduce el equipo debe estar acorde con las condiciones del terreno por donde se transita para garantizar un trabajo seguro.
- n) Cuando se deba acoplar un implemento con el equipo en retroceso solo deberá realizarse esa operación después de detenido y asegurado el equipo.
- o) No debe ponerse a funcionar las transmisiones sin asegurarse que nadie esté dentro de su radio de acción. Además, asegurarse que todos los mecanismos protectores de los ejes rotatorios estén debidamente asegurados.
- p) No deben dejarse en el equipo las llaves de arranque, una vez que el motor haya sido apagado y el operador deba alejarse del equipo.

#### 4.6.4 Normas de seguridad para el uso del equipo

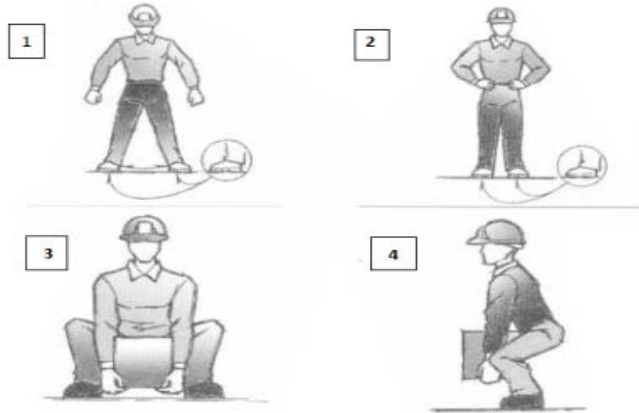
- a) Debido a que las transmisiones que se encuentran en los implementos son por medio de piñones y cadenas, las cuales son altamente ruidosas, se recomienda el uso de protectores auditivos tales como orejeras o tapones.
- b) Para el uso de la pulverizadora se recomienda el uso de mascarillas, camisas de manga larga, guantes, calzado y lentes de seguridad adecuados ya que el equipo no cuenta con una cabina que proteja a los operarios del contacto con los químicos a aplicar, también se recomienda el uso de la mascarilla para colocar el abono en la tolva de la abonadora ya que normalmente desprende vapores que pueden llegar a ser tóxicos.
- c) No se debe pulverizar agroquímicos sobre personas, animales, ni instalaciones eléctricas.
- d) No verter los residuos de producto o limpieza cerca de ríos, pozos entre otros.
- e) En el caso de la abonadora no se debe de regular la dosificación del abono con la máquina en marcha.
- f) No desatascar nunca el distribuidor de la abonadora cuando esta está en funcionamiento.
- g) Antes de ponerla en funcionamiento hay que comprobar que todos los protectores de sus partes móviles se encuentran en su lugar.
- h) Nunca llevar a personas subidas en la tolva ni en ninguna otra parte de la abonadora.
- i) No se deben de realizar ajustes cerca de las partes en movimiento de la máquina.
- j) Nunca debe intentar limpiar o despejar las cuchillas estando en funcionamiento.
- k) En el caso de todos los implementos es importante que todos se utilicen para los fines que fueron diseñados.
- l) La motocicleta cuenta con un almacenamiento de reserva que solo debe ser usado en caso de que el tanque principal se haya acabado, por lo tanto, la reserva solo debe ser utilizada en caso de emergencia, se debe llenar nuevamente lo más pronto posible.

#### 4.6.5 Técnicas adecuadas para el levantamiento de cargas

Este apartado describirá la forma adecuada y segura de realizar levantamiento de objetos y cargas en el caso de no contar con los mecanismos adecuados para levantar los implementos (pulverizadora, abonadora y chapeadora) ya que para ser acoplados de forma manual se deben levantar y cargar entre varias personas.

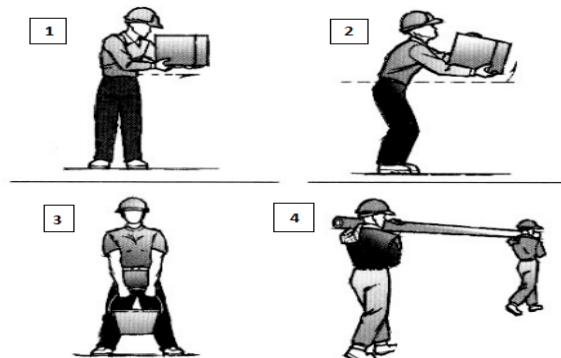
A continuación, se describirán la técnica adecuada para el levantamiento de cargas

- a) Se debe apoyar los pies firmemente (1), separándolos a una distancia aproximada de 50 cm uno del otro (2), colocándolos cerca de la carga doblando la cadera y las rodillas para sostener la carga (3) y mantener la espalda recta (4), como se observa en la Figura 32.



*Figura 32. Ejemplo de levantamiento de cargas. Fuente: INS, 2012*

- b) No se debe girar el cuerpo mientras sostiene una carga pesada (1), no lo levante por encima de la cintura en un solo movimiento (2), mantenga los brazos pegados al cuerpo y lo más tensos posibles (3) y cuando las dimensiones de la carga lo sugieran no dude en pedir ayuda a un compañero (4), todo se ejemplifica en la Figura 33.



*Figura 33. Consejos para levantar cargas. Fuente: INS, 2012*

- c) Para descargar un objeto sosténgalo con firmeza y se debe mantener lo más cerca posible al cuerpo, mantener la espalda erguida, contraer el abdomen; se debe doblar únicamente

las rodillas y siempre que sea posible coloque las cargas más pesadas a un nivel más alto que el nivel del piso, como se observa en la Figura 34.

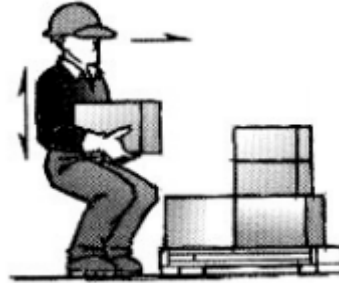


Figura 34. Descarga de objetos. Fuente: INS, 2012

- d) Para trabajos difíciles, donde requiera levantar cargas se deben tomar en cuenta las siguientes opciones que se ilustra en la Figura 35.
- ✓ Buscar ayuda de un compañero, de esta forma compartir y distribuir el peso de una manera equitativa (1).
  - ✓ Utilice cargadores u otros equipos diseñados para el manejo de materiales.
  - ✓ Empuje la carga es más sencillo para la espalda que tirar de ella, no debe inclinarse hacia adelante, mantenerse cerca de la carga, utilice ambos brazos y mantenga contraídos los músculos del abdomen (2).
  - ✓ Si necesita halar la carga coloque frente al objeto un pie al menos a 30 cm delante del otro, mantener la espalda erguida, doblar sus rodillas levemente y halar con un movimiento uniforme (3) (Figura 35).

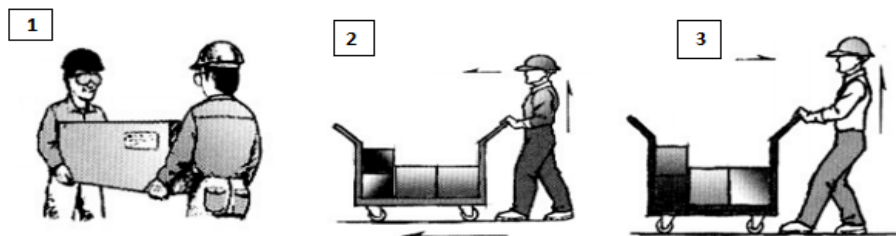


Figura 35. Opciones para mover objetos pesados. Fuente: INS, 2012

- e) Uno de los mayores riesgos para la espalda es girar el cuerpo, no gire el cuerpo utilice sus pies para ejecutar la rotación. Esto hará que todo el cuerpo gire y solo la espalda

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- a) Se concluye que no es recomendable el uso del equipo, ya que no se encuentra información de parte del fabricante como fichas técnicas o manual, además de que el equipo no se encuentra estandarizado por lo que todo equipo posterior o anterior a este que se fabrique es distinto al analizado.
- b) Según los resultados obtenidos de rendimientos y comparándolos con las labores manuales se observó que se abarca una hectárea en menos cantidad de tiempo mecanizando que el trabajo manual en el caso del atomizo se ahorran 9 h/ha, en la fertilización 4 h /ha y en la chapea 11 h/ha aproximadamente, el principal inconveniente es que la mayoría de las fincas no se encuentran adaptadas para el paso de maquinaria, además de que se deben hacer mejoras a los implementos como la chapeadora que aún los tiempos de operación se consideran altos ya que se tarda 5 h/ha en dicha labor.
- c) En la labor de control de malezas se concluye que las mejoras aportadas por el equipo no son suficientes para recomendar que la labor se realice de forma mecanizada con este equipo, ya que en los ítems evaluados en los mayores niveles de importancia, tiempos, calidad de trabajo y costo, se obtuvo calificaciones bajas, la mayor desventaja es la calidad de trabajo el ancho de trabajo no es suficiente para cubrir el ancho de las calles, además que si en estas hay irregularidades en el terreno, no corta de forma eficiente las malezas.
- d) La labor de abonado se recomienda realizar la labor mecanizada ya que uno de los aspectos más importantes es la calidad de trabajo, una vez que el equipo es calibrado, ya que el material es colocado de forma eficiente en la base de la planta, además se da un ahorro en material ya que la dosificación es más eficiente que realizarla de forma manual.
- e) La labor más eficiente es la de fumigación por medio del equipo de pulverización, no solo mejora los tiempos de aplicación, la calidad del trabajo se mejora considerablemente ya que se da una penetración del producto en la planta. Además de tener una mejor dosificación del producto.
- f) La mayor de las desventajas del equipo es que se debe utilizar en pendientes menores al 20% lo cual representa al 37% de las zonas cafetaleras del país.
- g) Al analizar los equipos, los implementos se componen de mecanismos sencillos (ver anexos 4, 5 y 6), de fácil mantenimiento, el principal inconveniente es que la mayoría de los implementos están fabricados con piezas usadas o de segunda por lo que hay que realizar mantenimiento de forma más rigurosa, además al ser una motocicleta fabricada con distintos fines realizara un esfuerzo mayor para el que está diseñada por lo tanto se debe dar un uso y mantenimiento adecuado.

- h) Otro inconveniente encontrado es la forma de acople y desacople que tienen los implementos ya que son pesados y poco manipulables, por lo que se recomienda utilizar un sistema para movilizarlo y evitar lesiones en los operarios.
- i) El mantenimiento indicado para este equipo es igual al que se debe a realizar a la maquinaria agrícola regular, esto consiste en realizar el mantenimiento por horas trabajadas, para los implementos se siguieron las normas de mantenimiento estándar.
- j) Se recomienda colocar un horómetro en la moto para llevar un control de las horas y darle mantenimiento, además de llevar un registro de horas de uso.
- k) Se recomienda buscar operarios con licencia A2 ya que podrá maniobrar de una mejor manera la motocicleta modificada, ya que dependiendo del terreno se dificulta su operación.
- l) Para la abonadora se recomienda colocar una tapa o cubrir la tolva para evitar accidentes y contaminación a los productos, incluso que caigan animales dentro de la tolva.
- m) En caso de que el equipo se utilice en terrenos irregulares se recomienda la adopción de un marco ROPS, el cual consiste en elementos estructurales que tiene como objetivo evitar daños al operario.
- n) Colocar en las transmisiones cobertores de seguridad para evitar accidentes de los operarios y que se enreden objetos que las dañen.
- o) Se recomienda colocar un aislante térmico en el asiento de la motocicleta, ya que cuando se utiliza en a bajas velocidades usualmente cuando se está pasando la desmalezadora, otra opción al problema del exceso de calor en el asiento es que los operarios utilicen polainas para aislar el calor y evitar daños en la salud del personal.
- p) Ya que se encontró inestabilidad en el equipo se recomienda colocar un freno de emergencia que permita maniobrar mejor en caso de emergencia y evitar vuelcos.
- q) Debido a que el peso de los implementos (pulverizadora y abonadora) puede causar lesiones en el momento de movilizarlos ya que hay que levantarlos al colocarlos en la base triciclo se recomienda el uso de un teclé, para facilitar la manipulación de cada implemento sin causar daños al personal.
- r) En el caso de la chapeadora se recomienda el cambio de las cuchillas por cadenas, ya que las malezas tardaran más en crecer nuevamente, reduciendo así su uso. Además, se



recomienda bajar el nivel de las cuchillas para que estén más cercanas al suelo para realizar un corte más eficiente de las malezas.

## **6. BIBLIOGRAFÍA**

- A.I.M.C.R.A. (2009). Producción de Remolacha Azucarera. Valladolid: Asociación de Investigación para la Mejora del Cultivo de la Remolacha Azucarera. Obtenido de [http://www.aimcra.es/Plan2014/documentos/Inf\\_Abonadoras.pdf](http://www.aimcra.es/Plan2014/documentos/Inf_Abonadoras.pdf)
- Alvarado, A. (2004). Maquinaria y Mecanización Agrícola. En *Maquinaria y Mecanización Agrícola* (Primera Ed, pp. 275–279). San José: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Alvarado, A. (2009). *LABORATORIO DE TRACTORES Y MECANIZACIÓN AGRÍCOLA MANUAL DE PRÁCTICAS*. Cartago.
- Aristizábal, I., Oliveros, C., y Álvarez, F. (1999). Propiedades físico-mecánicas del árbol de café y su relación con la mecanización de la cosecha. *Cenicafé*, 50(4), 313–326. Obtenido de [http://www.cenicafe.org/es/publications/arc050\(04\)313-326.pdf](http://www.cenicafe.org/es/publications/arc050(04)313-326.pdf)
- Cunha, J. P., Moreira, F., Almeida, R (2015). Eficiência de campo em diferentes operações mecanizadas na cafeicultura. Unversidad Federal Rural de Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.
- Gómez, N. (2016). Fundamentos de maquinaria agrícola. In *Fundamentos de maquinaria agrícola* (Primera ed, pp. 67–70). San José: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Gómez, N., y Solorzano, M. (2015). GENERACIÓN DE PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN SOBRE LA MECANIZACIÓN DE LAS LABORES AGRÍCOLAS EN LA CAFICULTURA DE COSTA RICA., (Documento 1), 1–17.
- ICAFFE. (2011). Centro de Investigaciones en Café CICAFFE Guía Técnica para el Cultivo del Café, 1–72. Retrieved from <http://www.icafe.cr/wp-content/uploads/icafe/documentos/GUIA-TECNICA-V10.pdf>
- ICAFFE. (2017). Informe sobre la actividad cafetalera de Costa Rica, 63. Obtenido de [http://www.icafe.cr/wp-content/uploads/informacion\\_mercado/informes\\_actividad/actual/InformeActividadCafetalera.pdf.pdf](http://www.icafe.cr/wp-content/uploads/informacion_mercado/informes_actividad/actual/InformeActividadCafetalera.pdf.pdf)
- INTA. (2015). *Tecnología de aplicación de agroquímicos. Red PULSO* (Vol. 1). Obtenido de <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- INS. (2012). Levantamiento seguro de cargas. Gestión Empresarial en Salud Ocupacional. Páginas 4-6. Obtenido de: <https://portal.ins-cr.com/NR/rdonlyres/4C61D4EA-159E-4E68-A111-6D2BAECB2F40/5326/1006335Levantamientosegurodecargas1.pdf>.
- Ortega, A., y Castro, M. (2007). MECANIZAÇÃO E EMPREGO NA CAFEICULTURA DO CERRADO MINEIRO. Universidad Federal de Uberlandia. Uberlandia.

Ramirez, D. (2017). *EVALUACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE UN MODELO DE PRODUCCIÓN MECANIZADO DE CAFÉ*. Universidad de Costa Rica.

Teixeria, F., García, C., Oliveira, D., Alvarenga, W., Olivera, J. (2012). Mecanização do processo produtivo: uma eficaz alternativa para a viabilização da cafeicultura nacional. XIX Congresso Brasileiro de Custos. Brasil.

## **7. ANEXOS**

Anexo 1. Especificaciones de la bomba de la pulverizadora.



 Ficha Técnica	
<b>BOMBA AGRÍCOLA TEKNA BPF45</b>	
BOMBA AGRÍCOLA TEKNA BPF45, PRESSÃO MÁXIMA 45 KGf/CMf, FLUXO MÁXIMO 22 LPM	
DADOS TÉCNICOS	
MATERIAL DA BOMBA	FERRO FUNDIDO
Potência Requerida Motor Elétrico	2 ~ 3 KW
Potência Requerida Motor Combustão	2,7 ~ 4 HP
PRESSÃO MÁXIMA	21 ~ 45 kgf/cm <sup>2</sup>
FLUXO DE ÁGUA	30 ~ 45 LPM
VELOCIDADE	800 - 1200 RPM
MÁXIMA ROTAÇÃO	1200 RPM
CONTROLE DE PRESSÃO	AJUSTÁVEL
FILTRO	EM LINHA
OIL	SEM ÓLEO
MEDIDOR PRESSÃO	COM
MATERIAL CARTER	ALUMÍNIO
MATERIAL VIRABREQUIM	FERRO FUNDIDO
MATERIAL PISTÃO (EMBOLO)	INOX
PISTÃO (EMBOLO)	3x30 mm
SAIDA ALMIO	1/2"
LINHA SUÇÃO	1"
LINHA DE SAIDA	2 x 1/4" COCK
SAIDA DESCARGA DE PRESSÃO	1"
VÁLVULA	INOX
VÁLVULA ALMIO	COM
MATERIAL CILINDRO	FERRO
Acessórios	
POLIA DUPLA EM "V", Ø 210mm	
MANGUEIRA DE DESCARGA - 1/2" x 2.10 m	
MANGUEIRA SUÇÃO - 1" x 2.30 m	
KIT DE REPARO	
KIT DE REMOÇÃO	
FILTRO DE SUÇÃO	
SUPORTE DO EQUIPAMENTO	
INFORMAÇÕES DO PRODUTO	
Regulador de pressão com trava	
Manômetro com glicerina	
Registros de esfera em latão	
Câmara de compensação	
Visor de nível do óleo	
Base para acoplamento com furação universal	
FOTO DO PRODUTO	
<div style="background-color: yellow; height: 150px; width: 100%; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">                 FALTA FOTO             </div>	
Informações Logísticas	
Cod. Comercial	BPF45
Cod. Do Produto	BPF45
Código de barras	7898438028221
Garantia	
3 meses	
Embalagem	
Peso Líquido	12 KG
Peso Bruto	13 KG
Emplanhamento	
Caixa Unitária	365x300x347 mm
Master Pack	
Informações Fiscais	
Classificação Fiscal	
IPI	
Redução ICMS	
Descrição do Produto	
BOMBA AGRÍCOLA TEKNA BPF45, PRESSÃO MÁXIMA 45 KGf/CMf, FLUXO MÁXIMO 22 LPM.	
Departamento de Engenharia	

Figura 36. Especificaciones de la bomba de la pulverizadora.

Anexo 2. Especificaciones de las boquillas de la pulverizadora.



# TXR ConeJet® Boquillas de Pulverización de Cono Hueco

### Aplicaciones típicas:

Se utiliza para aplicaciones con turbo pulverizadores en pomares, viñedos y otros cultivos especializados. También se adapta bien en las aplicaciones de insecticidas, fungicidas, defoliantes y fertilizantes foliares con presiones de 3 bar (40 PSI) o mayores.

### Características:

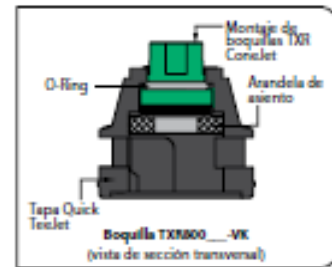
- Produce un chorro de cono hueco uniforme de 80° Ideal para aplicaciones con turbo pulverizadores, dirigidas y especializadas.
- Los caudales se emparejan para reemplazo directo de las boquillas de cono hueco comúnmente utilizadas que no son de TeeJet.
- Orificio de cerámica de alta calidad que proporciona una vida útil superior, incluyendo en altas presiones.
- Cuerpo de boquilla en acetato de bajo perfil que brinda un impacto mínimo con el follaje y una excelente resistencia a los químicos.
- Soporte codificado con colores de acuerdo con el caudal de la boquilla que permite identificar la capacidad fácilmente.

- Difusor a presión que proporciona retención positiva y lo que proporciona un fácil manejo de la boquilla en el campo y una rápida limpieza.
- Ideal para utilizarse con acoples de repuesto de latón de la Serie 98450 de TeeJet.
- Compatible con la tapa CP20230 de TeeJet para utilizar en cuerpos de boquillas con rosca y de repuesto, ajustadas con torque máximo de: 11 Nm (100 pulg.-lb).
- Rango de presión sugerido de pulverización de 2 a 25 bar (30 a 360 PSI).
- Utiliza el empaque, la tapa y O-ring 114396-1-NYR de Quick TeeJet®. Consulta la página 64 para obtener más información.



### Cómo hacer un pedido:

Especifique el número de boquilla.  
Ejemplos:  
TXR8003VK – Cerámica con codificación de colores  
TXR8003VK-100X – Cerámica con codificación de colores, paquete de 100 boquillas



Boquilla	Presión (bar)	Litros																					
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
TXR80023VK	100	0,173	0,206	0,239	0,265	0,286	0,303	0,316	0,327	0,333	0,339	0,345	0,350	0,355	0,359	0,363	0,367	0,371	0,375	0,379	0,383	0,387	
	50	0,230	0,280	0,321	0,357	0,390	0,419	0,447	0,473	0,497	0,521	0,543	0,564	0,584	0,604	0,623	0,641	0,659	0,676	0,693	0,709	0,725	
TXR8001VK	50	0,325	0,394	0,452	0,501	0,549	0,591	0,630	0,666	0,701	0,733	0,764	0,794	0,823	0,850	0,877	0,903	0,928	0,952	0,976	1,000	1,023	
	50	0,433	0,525	0,603	0,671	0,732	0,788	0,840	0,888	0,934	0,978	1,02	1,06	1,10	1,14	1,17	1,20	1,24	1,27	1,30	1,33	1,36	
TXR80015VK	50	0,487	0,591	0,678	0,754	0,823	0,886	0,944	0,999	1,05	1,10	1,15	1,19	1,23	1,28	1,32	1,35	1,38	1,43	1,46	1,50	1,53	
	50	0,541	0,657	0,753	0,838	0,915	0,985	1,05	1,11	1,17	1,22	1,27	1,32	1,37	1,42	1,46	1,51	1,55	1,59	1,63	1,67	1,70	
TXR80017VK	50	0,649	0,788	0,904	1,01	1,10	1,18	1,26	1,33	1,40	1,47	1,53	1,59	1,65	1,70	1,75	1,81	1,86	1,90	1,95	2,00	2,04	
	50	0,693	1,08	1,24	1,38	1,51	1,62	1,73	1,83	1,93	2,02	2,10	2,18	2,26	2,34	2,41	2,48	2,55	2,62	2,68	2,75	2,81	
TXR80023VK	50	0,968	1,18	1,37	1,53	1,67	1,80	1,93	2,04	2,15	2,26	2,35	2,45	2,54	2,63	2,72	2,80	2,88	2,96	3,03	3,11	3,18	
	50	1,15	1,41	1,62	1,81	1,98	2,14	2,29	2,42	2,55	2,68	2,79	2,91	3,02	3,12	3,22	3,32	3,42	3,51	3,60	3,69	3,77	
TXR8004VK	50	1,29	1,58	1,80	2,03	2,23	2,40	2,57	2,72	2,87	3,01	3,14	3,27	3,39	3,51	3,62	3,73	3,84	3,94	4,04	4,14	4,24	
	50	1,58	1,92	2,22	2,48	2,72	2,93	3,13	3,32	3,50	3,67	3,83	3,99	4,14	4,28	4,42	4,55	4,68	4,81	4,94	5,06	5,18	

Nota: Siempre verifique dos veces los caudales de aplicación. Los valores indicados se basan en la pulverización de agua a 21°C (70°F). Consulte las páginas 136-157 para ver fórmulas útiles y demás información.

Figura 37. Especificaciones de las boquillas de la pulverizadora.

Anexo 3. Ficha técnica de la motocicleta.

# TORNADO

**ESPECIFICACIONES**

**MOTOR**  
Tipo: 4 tiempos, monocilíndrico, DOHC.  
Enfriamiento: aire, con radiador de aceite.  
Cilindraje: 249 cc.  
Potencia máxima: 23.3 hp @ 7,500 rpm.  
Torque: 24.2 Nm @ 6,000 rpm.

**SISTEMA DE ALIMENTACIÓN**  
Tipo: carburador  
Capacidad de combustible: 11.5 litros

**SISTEMA DE ENCENDIDO**  
Tipo de arranque: eléctrico.

**TRANSMISIÓN**  
Tipo: mecánica de 6 velocidades.  
Transmisión final: cadena.

**FRENOS**  
Freno delantero: disco de 240 mm de diámetro con pinza hidráulica.  
Freno trasero: tambor.

**DIMENSIONES**  
Dimensión total (LxAnxAI): 2,130 mm x 845 mm x 1,166 mm.  
Distancia entre ejes: 1,416 mm.  
Altura del asiento: 840 mm.  
Distancia libre al suelo: 125 mm.  
Peso: 134 kg (en seco).

**SUSPENSIÓN**  
Suspensión delantera: horquilla telescópica; 245 mm de recorrido.  
Suspensión trasera: brazo basculante tipo Pro-Link®; 242 mm de recorrido.

**RUEDAS**  
Llanta delantera: 90 / 90-21  
Llanta trasera: 120 / 80-18

**INSTRUMENTOS Y ELECTRICIDAD**  
Panel de instrumentos: digital.  
Luz principal: 35W (larga) / 30W (corta).

**COLORES DISPONIBLES**



BLUE SKIES FOR OUR CHILDREN







2284-8900

servicioalcliente@savacr.com

hondamotos.cr

motoshondacr

honderosdecorazon

Figura 38. Ficha técnica de la motocicleta.



# DESMALEZADORA

## Generalidades

### Usos del equipo:

- Control de malezas en las calles

**Cuchillas:** 2 movidas por bombas hidráulicas conectadas a mecanismos de poleas y fajas.

**Bastidor:** base perfiles cuadrados de 40x40 mm, espesor 4 mm

Perfiles en L de 40x40 mm con 4 mm de espesor

Láminas de hierro 2 mm de espesor unidas por tornillos

Tornillos: grado 5, medio carbono, tratados termicamente

Ancho de trabajo: 90 cm

Peso del implemento: 80 kg

Rueda guía ubicada en la parte posterior de la chapeadora.

## Especificaciones técnicas

### Transmisiones

La transmisión de potencia por medio de la base triciclo por medio de piñones de 14 dientes con 6 cm de diámetro con un modulo de 3,6 mm y un paso de 11,4 mm.

### Mangueras

Resistentes a aceites hidráulicos, vegetal y mineral a base de petróleo, agua y glycol.

Presión de trabajo: 2000 psi

Presión de ruptura: 8000 psi

Mangueras de alta presión, anti-flama.

Tubo sintético de caucho con malla de acero, resistente a la intemperie.



Figura 39. Ficha técnica de la desmalezadora.

# PULVERIZADORA

## Generalidades

### Usos del equipo:

- Aplicación de productos para el control de Roya.
- Aplicación de productos para el control de Broca

Tanque: 250 litros

Tornillos: grado 5, medio carbono, tratados termicamente.

Bomba: Tekna BPF45 presión 650 psi de 45 L/min

Boquillas: 12, Teejet modelo TXR80013VK

Turbina: helice de 10 aspas y 2 poleas de 5 cm y 10 cm de diámetro.

Peso del implemento: 90 kg

## Especificaciones técnicas

### Transmisiones

La transmisión de potencia por medio de la base triciclo por medio de piñones de 14 dientes con 6 cm de diámetro con un modulo de 3,6 mm y un paso de 11,4 mm.

### Mangueras y válvulas

Válvulas o llaves de paso de 3/8"

Mangueras de conexión 3/8" presión de ruptura 60 bares / 870 psi.

Manómetro indica presión en bares y psi



Figura 40. Ficha Técnica de la pulverizadora

# ABONADORA

## Generalidades

Tolva: 400 kg (abono) y 600kg (calcáreo), 8 sacos aprox.  
266,8 litros

Tornillos: grado 5, medio carbono, tratados termicamente.

Transporte de abono por medio de banda en forma de cadena con orificios de 2,3 cm.

Distribución en campo: por medio de poleas de 5 y 10 cm de diámetro y fajas que mueven los discos que colocan el abono de forma localizada.

Peso del implemento: 120 kg

### Usos del equipo:

- Aplicación de fertilizante
- Aplicación de calcio

## Especificaciones técnicas

### Transmisiones

- ♦ La transmisión de potencia por medio de la base triciclo por medio de: piñones de 14 dientes con 6 cm de diámetro con un módulo de 3,6 mm y un paso de 11,4 mm, mm conectado a otro piñón encontrado en la abonadora de diámetro exterior de 18,5 cm y diámetro interior de 16,5 cm y con 43 dientes .
- ♦ En la parte de la banda transportadora se encuentran 6 piñones:
- ♦ Piñones pequeños diámetro exterior de 6 cm, diámetro exterior de 4 cm, 13 dientes y 4 mm de paso
- ♦ Piñones grandes diámetro exterior de 18,5 cm y diámetro interior de 16,5 cm y con 43 dientes
- ♦ 4 cojinetes (roles) con soporte y 4 cojites de parche en los ejes que mueven la banda transportadora



Figura 41. Ficha técnica de la abonadora.