

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE  
TÉCNICO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA



INFORME FINAL

SERVICIOS REALIZADOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN AGRICOLA EN INGENIO  
TULULÁ S.A. SAN ANDRÉS VILLA SECA, RETALHULEU.

Henri Borneo Hernández Hernández  
CARNÉ: 201840742

Ing. Agr. Felipe Sandoval Álvarez  
SUPERVISOR-ASESOR

Mazatenango Suchitepéquez, noviembre del 2021

**Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario del Suroccidente**

M.Sc. Pablo Ernesto Oliva Soto	Rector en Funciones
M.Sc. Gustavo Enrique Taracena Gil	secretario general

**Miembros del Consejo Directivo del Centro Universitario del Suroccidente**

Lic. Luis Carlos Muñoz López	Director
------------------------------	----------

**Representante de Profesores**

Dr. Reynaldo Humberto Alarcón Noguera	Secretario
---------------------------------------	------------

**Representante Graduado del CUNSUROC**

Lic. Vilser Josvin Ramírez Robles	Vocal
-----------------------------------	-------

**Representantes Estudiantiles**

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel	Vocal
PEM Y TAE. Rony Roderico Alonzo Solís	Vocal

## **COORDINACIÓN ACADÉMICA**

### **Coordinador Académico**

Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales

### **Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas**

Dr. Eddie Rodolfo Maldonado Rivera

### **Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social**

Lic. Edin Aníbal Ortiz Lara

### **Coordinador de las Carreras de Pedagogía**

M.Sc. José Norberto Thomas Villatoro

### **Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos**

M.Sc. Víctor Manuel Nájera Toledo

### **Coordinador Carrera Ingeniería en Agronomía Tropical**

Ing. Agr. Luis Alfredo Tobar Piril

### **Coordinadora Carrera Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y**

#### **Notario**

Lic. Sergio Espinoza Antón

### **Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local**

M.Sc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes

#### **Área**

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

### **Carreras Plan Fin de Semana del CUNSUROC**

#### **Coordinadora de las carreras de Pedagogía**

Lcda. Tania Elvira Marroquín Vásquez

### **Coordinadora Carrera Periodista Profesional y Licenciatura en Ciencias de la**

#### **Comunicación**

Lic. Heinrich Herman León



Mazatenango, 08 de noviembre del 2021

Señores:  
Comisión de Práctica Profesional Supervisada  
Centro Universitario de Sur Occidente  
Mazatenango, Suchitepéquez

Respetables señores:

De conformidad con lo que establece el normativo del curso de Práctica Profesional Supervisada de la carrera de Técnico en Producción Agrícola de Centro Universitario de Sur Occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala, como requisito previo a optar al título de "TÉCNICO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA", someto a consideración de ustedes el informe Final de Práctica Profesional Supervisada titulado "INFORME FINAL DE SERVICIOS REALIZADOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN INGENIO TULULÁ S.A. SAN ANDRES VILLA SECA, RETALHULEU".

Esperando que el presente trabajo merezca su aprobación, sin otro particular me suscribo.

Henri Borneo Hernández Hernández

Carné: 201840742



Mazatenango, 08 de noviembre de 2021.

Señores:  
Comisión de Práctica Profesional Supervisada  
Centro Universitario de Sur Occidente  
Mazatenango, Suchitepéquez

Respetables señores:

Atentamente me dirijo a ustedes para informar que como asesor de la Práctica Profesional Supervisada del estudiante HENRRI BORNEO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, con número de carné 201840742, de la carrera de TÉCNICO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, he finalizado la revisión del informe final escrito correspondiente a dicha práctica, el cual considero reúne los requisitos indispensables para su aprobación.

Sin otro particular, me permito suscribirme de ustedes atentamente,



Ing. Agr. Felipe Sandoval Álvarez  
Supervisor - Asesor

## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**Dios**

Por bendecir a toda mi familia y permitirme llegar hasta este momento de culminar mis estudios universitarios a nivel de técnico, bendiciéndome con sabiduría e inteligencia para lograr todas mis metas trazadas y ser mi pilar de fuerza en cada momento de mi vida.

**Mis padres**

Rosalinda Xicara Hernández y Henry Borneo Hernandez, por siempre cuidarme y apoyarme en mi formación académico sin dudar de mi capacidad, por ser mi motivo para seguir en todo momento, inculcándome valores, enseñanzas, humildad y ser agradecido por cada bendición.

**Mis Hermanas**

Keila María Hernandez y Yessica Griselda Hernández, por apoyarme en cada momento de mi vida cuando más las he necesitado, dándome consejos y fuerzas para seguir, brindándome su cariño y amor en todo momento.

**Mis abuelos**

María Xicara y Edgar Hernández, por brindarme todo su amor y buenos consejos en la vida, siendo grandes ejemplos para seguir, demostrando honradez y que se debe trabajar duro en la vida.

Juan Hernandez QEPD que me inculco buenos valores y fue un ejemplo a seguir en el camino en la agricultura. María Calel, por cuidarme siempre durante mi juventud y educarme en la vida.

**Mi tía**

Lady Lorena QEPD por brindarme cariño y sonrisas durante la vida, que a pesar de las dificultades siempre ay que sonreírle a la vida.

**Mi novia**

Yendery Zucely por brindarme todo su apoyo y amor, como amiga, novia, consejera y compañera de vida, porque siempre estuvo a mi lado cuando más la necesite y es la persona mas hermosa que he conocido en mi vida.

**Compañeros y amigos**

Por estar a mi lado durante todo este tiempo, a pesar de los momentos difíciles siempre lográbamos salir adelante como familia y los cuales me han ayudado a alcanzar una nueva meta en mi vida estudiantil y que hayamos logrado graduarnos todos, Oscar, Gerald, Julio y demás compañeros, vamos por un logro más.

## AGRADECIMIENTOS

**A:**

**Ing. Agr. Fidel Pacheco:** Por brindarme su ayuda en el desarrollo de las actividades de la práctica profesional supervisada e instruirme en todo momento, siendo una persona de honradez.

**Ing. Agr. Ronald Cifuentes:** Por apoyarme incondicionalmente en todo momento en el área de producción agrícola, por compartir su conocimiento y experiencia.

**Lennin Ramírez:** Por guiarme e instruirme en el área de riegos y drenajes, durante mi práctica, además de los buenos consejos y enseñanzas para la vida.

**Luis Flores**

**Elder Pacheco**

**José Paz**

Personal del área de control de calidad e investigación, por brindarme su apoyo y conocimiento para poder realizar las actividades de la práctica.

**Ing. Agr. Felipa Sandoval:** Por su orientación y sabiduría para guiarme en el desarrollo de mi práctica profesional supervisada.

**Ingenio Tuluá S.A.:** Por abrirme las puertas para poder desarrollar mi práctica profesional supervisada en sus instalaciones.

**Claustro de Catedráticos de la Carrera de Agronomía Tropical:** Por compartir sus conocimientos, para mi formación como profesional.



## INDICE GENERAL

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCIÓN .....	2
II. OBJETIVOS .....	3
1. Objetivo General.....	3
2. Objetivos Específicos .....	3
III. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE PRACTICA.....	4
1. Antecedentes históricos de la Unidad de Productiva.....	4
2. Información general de la unidad de práctica .....	4
2.1. Nombre .....	4
2.2. Localización .....	4
2.3. Vías de acceso .....	4
2.4. Ubicación geográfica .....	5
3. Descripción Ecológica .....	5
3.1. Zona de Vida y Clima.....	5
3.3. Temperatura .....	5
4. Actividades que constituye la base económica de la unidad de práctica .....	5
4.1. Tipo de institución .....	5
4.2. Objetivos del área de producción agrícola.....	6
IV. DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS REALIZADOS.....	7
1. ACTIVIDADES PROGRAMADAS .....	7
1.1. Programación de calibración de bombas de presión manual para pruebas de calidad del funcionamiento de las boquillas utilizadas en el control químico de malezas.....	7
1.1.1. El Problema .....	7

1.1.2. Revisión Bibliográfica.....	7
1.1.3. Objetivo.....	9
1.1.4. Metas .....	9
1.1.5. Materiales y Metodología.....	10
1.1.6. Presentación y Discusión de Resultados.....	13
1.2. Actualización de datos para los manuales de procedimientos de las labores de fertilización y control de malezas. ....	21
1.2.1. El Problema .....	21
1.2.2. Revisión Bibliográfica.....	21
1.2.3. Objetivo.....	22
1.2.4. Metas .....	22
1.2.5. Materiales y Metodología.....	23
1.2.6. Presentación y Discusión de los resultados.....	23
2. ACTIVIDADES NO PROGRAMADAS.....	37
2.1. Rediseño agronómico del sistema de riego por mini aspersión semifijo de la finca Vaquil Sección cuatro del Ingenio Tululá.....	37
2.1.1. El Problema .....	37
2.1.2. Revisión Bibliográfica.....	37
2.1.3. Objetivo Especifico .....	39
2.1.4. Metas .....	39
2.1.5. Materiales y metodología.....	39
2.1.6. Presentación y Discusión de resultados .....	41
V. CONCLUSIONES.....	47
VI. RECOMENDACIONES.....	48
VII. REFERENCIAS .....	49
VIII. ANEXOS.....	51

**INDICE DE CUADROS**

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
1	Datos para la calibración de bombas de presión manual. ....	13
2	Volumen de agua por descarga de cada boquilla (nueva y usada) . ....	15
3	Evaluación de boquillas usada con regulador de presión. ....	16
4	Promedio de gotas esparcidas por centímetro cuadrado. ....	19
5	Firmas de autorización de manual de Manejo y Control de Fertilizantes. ....	29
6	Firmas de autorización de manual de Manejo y Control de Malezas. ....	36
7	Diseño agronómico actual del sistema de riego por mini aspersión semifijo ....	44
8	Propuesta del Rediseño agronómico del sistema de riego por mini aspersión. ....	45
9	Costo de inversión de tubería y accesorios de aluminio móvil. ....	46

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Nomenclatura de boquilla Teejet .....	8
2	Boquilla Teejet DG 8003 vs. ....	14
3	Aplicación de bomba para cálculo del volumen de descarga. ....	14
4	Distanciamiento y posición de tarjetas hidrosensibles.....	17
5	Dispersión de gotas en tarjetas hidro sensibles. ....	17
6	Tarjetas hidro sensibles, dispersión de gotas.....	18
7	Plano de distribución y operación del sistema de riego actual de finca Vaquil. ....	41
8	Validación de Posiciones de riego (Brechas de riego precorte) .....	42
9	Propuesta de Distribución de ramales de riego .....	42
10	Propuesta del Plano de distribución y operación de ramales. ....	43
11	Calculo del volumen de descarga/T. promedio.....	51
12	Coeficiente de Variación para análisis de uniformidad de cortina .....	51
13	Requisición de Materiales.....	52
14	Pase de salida de Productos .....	52
15	Registro de aplicación de fertilizantes .....	53
16	Programa de aplicación de fertilizante.....	53
17	Programa de aplicación de herbicidas.....	54
18	Requerimientos de herbicidas .....	54

## RESUMEN

El siguiente documento contiene los resultados de las actividades realizadas en el área de producción agrícola del Ingenio Tuluá S.A. San Andrés Villa seca, Retalhuleu, el cual se localiza en las coordenadas geográficas 14°30'22.41" en latitud norte y 91°35'06.21" longitud oeste, mediante el diagnóstico se lograron determinar soluciones a los problemas jerarquizados y realizados dentro del tiempo establecido de la P.P.S., en donde se programaron dos actividades en las áreas vistas y una actividad no programada en el área de riegos, con la finalidad de contribuir con aportes técnicos que ayuden a mejorar el cultivo de la caña de azúcar *Saccharum officinarum L.*

Como primera actividad se realizó una calibración de las bombas de presión manual de la sección seis del equipo de control de malezas y se implementó un monitoreo para verificar uniformidad en la cobertura de las boquillas nuevas y deterioradas con el uso de tarjetas hidrosensibles. Este servicio se logró completar ya que se calibraron las 10 bombas evaluadas dando un volumen promedio de descarga con boquillas deteriorada de 1.249 lts y un coeficiente de variación del 21.27% indicando una desuniformidad en la cobertura de aplicación, cumpliendo con la meta establecida.

La segunda actividad que se ejecutó fue el de actualizar un manual de procedimientos para las labores de fertilización y control de malezas para el cultivo de la caña de azúcar *Saccharum Officinarum L*, este servicio se logró completar ya que se obtuvo toda la información con respecto a los objetivos, alcance, responsabilidades, procedimiento específico y general de la actividad y el manejo de residuos para su debida actualización, cumpliendo la meta.

Como último servicio se realizó un rediseño agronómico del sistema de riego por mini aspersión semifija utilizado en la finca Vaquil sección cuatro. Este servicio se logró completar ya que se hizo un plano de distribución y operación de ramales, reduciendo la frecuencia de riego a 10 días con el uso de dos ramales extras, se calculó una lámina bruta de 49,94 mm y una lámina diaria aplicada de 3.75 mm, además de un costo de inversión para implementar los dos ramales extras dando un total de Q66,333.28.

## I. INTRODUCCIÓN

Ingenio Tumulá S.A. se encuentra localizado en el municipio de San Andrés villa Seca, Retalhuleu, en el Km 4.5 de la carretera que conduce al municipio de San José la Maquina, comprendido con un área total de 7,547.52 Ha dedicado al cultivo de caña de azúcar *Saccharum officinarum L.*

Como parte de la Práctica Profesional Supervisada, se realizaron distintos servicios en el área de producción agrícola y riegos del Ingenio Tumulá, enfocados principalmente en el cultivo de la caña de azúcar, siendo prioritarios los servicios que se determinaron a través del resultado del diagnóstico en donde se detectaron y jerarquizamos los principales problemas que pueden afectar significativamente al cultivo.

Realizando como actividad, 1) la calibración de bombas de presión manual e implementación de un monitoreo a través de tarjetas hidrosensibles, donde se evaluó el volumen de agua descargado por estado de boquilla nueva y deteriorada, para llevar un registro del aumento del caudal descargado, además de obtener el coeficiente de variación de la des uniformidad en la cobertura como prueba para la calidad del funcionamiento de una boquilla deteriorada utilizada por el personal de control químico de malezas. 2) Actualización de los manuales de procedimientos de las laboras de fertilización y control de malezas del área de producción, con el objetivo de proporcionar información confiable y actualizada para llevar a cabo la actividad con su respectivo procedimiento. 3) Rediseño agronómico del sistema de riego por mini aspersion semifijo de la finca Vaquil sección, con el fin de disminuir la frecuencia de riego a través de un plano de distribución y operación de ramales, con su respectivo cálculo de las láminas aplicadas para aumentar los mm/diarios aportados por el sistema de riego y el costo de inversión que llevaría adicionar los ramales extras.

Para la elaboración de las actividades se utilizó una metodología para cada servicio en donde se describe el procedimiento para la ejecución de estas dentro de la unidad de práctica.

## **II. OBJETIVOS**

### **1. Objetivo General**

Presentar de forma técnica las actividades desarrolladas durante la práctica profesional Supervisada, realizados en el área de Producción del Ingenio Tululá S.A., San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.

### **2. Objetivos Específicos**

- 2.1.** Calibrar las bombas de presión manual utilizadas en el control químico de malezas e implementar un monitoreo para la calidad de descarga en la uniformidad y cobertura de las boquillas con la utilización de tarjetas hidrosensibles.
  
- 2.2.** Recolectar información para la actualización de los manuales de procedimientos de las labores de fertilización y control de malezas.
  
- 2.3.** Realización de un rediseño agronómico del sistema de riego por mini aspersión semifijo utilizado en la finca Vaquil Sección 4

### **III. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE PRACTICA**

#### **1. Antecedentes históricos de la Unidad de Productiva**

La fundación del ingenio Tululá S.A. surge de la iniciativa del señor Antonio Bouscayrol, en el año 1914 con la producción de mieles y panela, utilizando trapiches de caña. Como ingenio inicio en el año de 1970. (J. E. Fernández, 2017)

El ingenio Tululá S.A. se encuentra ubicado en el municipio de San Andrés Villa Seca, Retalhuleu. Es una empresa agroindustrial que actualmente pertenece a la corporación de industrias Licoreras de Guatemala. Al adquirir esta finca le da a la organización la oportunidad de tener tierras propias para la siembra de caña de azúcar y así poder realizar la elaboración de rones. Con esto industrias Licoreras tiende a reducir los costos en la compra de materia prima de empresas azucareras.

#### **2. Información general de la unidad de práctica**

##### **2.1. Nombre**

Ingenio Tululá S.A.

##### **2.2. Localización**

El Ingenio Tululá S.A. se encuentra ubicado en el kilómetro 4.5 carretera al municipio de San José La Máquina, en el Municipio de San Andrés Villa Seca, Retalhuleu. (Según Velázquez, 2014; citado por J.E. Fernández, 2017) El Ingenio Tululá S.A. colinda al norte con el ingenio El Pilar S.A., al sur con el parcelamiento Buenos Aires; al este con el municipio de Cuyotenango y al oeste con aldea Pajales, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.

##### **2.3. Vías de acceso**

Desde la ciudad de Guatemala siguiendo la carretera internacional hacia el pacífico CA-2 se llega al kilómetro 168 jurisdicción del municipio de Cuyotenango, Suchitepéquez, seguidamente se transitan 4.5 kilómetros por la carretera que conduce hacia el municipio de San José La Máquina; y por último se toma un desvío de medio kilómetro para llegar al Ingenio Tululá S.A., San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.



## **2.4. Ubicación geográfica**

El ingenio Tululá S.A. se encuentra ubicado en el Km 4.5 carretera a la Maquina en el municipio de San Andrés Villa Seca, del departamento de Retalhuleu, en las coordenadas geo referenciales por medio del uso de Google Earth (2021) 14°30'22.41" en latitud norte y 91°35'06.21" longitud oeste. Se encuentra a una altitud de 259 metros sobre el nivel del mar (MSNM)

## **3. Descripción Ecológica**

### **3.1. Zona de Vida y Clima**

Según de la Cruz (1982). La finca Tululá se ubica dentro de la zona de vida del bosque muy húmedo Sub-Tropical cálido (Bmh-S(c))

### **3.2. Clima**

Según el departamento de planificación y control (PYC) del ingenio Tululá, el promedio anual de precipitación es de 2,088mm.

### **3.3. Temperatura**

En el Ingenio Tululá S.A. predomina un clima cálido con una temperatura media anual de 26.25 °C, registrándose una temperatura mínima promedio de 24.22 °C, y una máxima promedio de 29 °C. Instituto de Cambio Climático (ICC), 2021

## **4. Actividades que constituye la base económica de la unidad de práctica**

### **4.1. Tipo de institución**

El área de Producción Agrícola es parte del Departamento de Agronomía al servicio de la gerencia Agrícola del Ingenio Tululá que es una empresa de carácter privado.

#### **4.2. Objetivos del área de producción agrícola.**

Reducir el costo de tonelada producida por hectárea comparado al año anterior.

Aumentar los sistemas de riego semifijos, con ello incrementar la producción por unidad de área. Al momento se cuentan con 13 sistemas de riego.

Adecuar las áreas de producción que tengan condiciones para manejo con labores mecanizadas, siendo estas: aplicaciones mecánicas de manejo agronómico y cosecha mecanizada. Al momento se cuentan con 4,150 Ha bajo este manejo.

## **IV. DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS REALIZADOS**

### **1. ACTIVIDADES PROGRAMADAS**

#### **1.1. Programación de calibración de bombas de presión manual para pruebas de calidad del funcionamiento de las boquillas utilizadas en el control químico de malezas.**

##### **1.1.1. El Problema**

En el ingenio Tululá para la labor del control de malezas, se realizan aplicaciones manuales con bombas de mochila, el cual pasan por una calibración con el objetivo de determinar el volumen de agua descargado por boquilla, la actividad de calibración es llevado a cabo por el personal de control de calidad, sin embargo, no se tiene registro sobre pruebas para verificar la calidad de funcionamiento de las boquillas, desconociendo la uniformidad de descarga en la cobertura de la misma, siendo de importancia para evitar que ocasione una aplicación deficiente y con la misma el aumento del volumen de aplicación, por lo que se realizó una programación y un monitoreo para determinar la calidad del funcionamiento de las boquillas.

##### **1.1.2. Revisión Bibliográfica**

#### **Calibración de bombas**

La boquilla determina la cantidad de producto aplicado, uniformidad y cobertura en el cultivo, así como la cantidad de deriva durante la aplicación. Una mala selección de esta puede causar que se aplique una cantidad excesiva o deficiente de producto, cualquiera de los dos casos representa mayores costos debido a que se necesitara más producto o una nueva aplicación. Otro aspecto importante es la vida útil de la boquilla, ya que las boquillas con un desgaste del 10 %, al igual que una boquilla inadecuada ocasiona des uniformidad en la aplicación y con ello la necesidad de hacer una nueva aplicación.

Nomenclatura de boquilla: Hay muchos tipos de boquillas disponibles, cada uno proporcionando distintos caudales, ángulos de pulverización, tamaños de gotas y perfiles. Algunas características de estas puntas de pulverización están indicadas por el número de la punta, de tal forma como está representado en la siguiente figura, señalando sus distintas partes. (Quiñones, 2016)

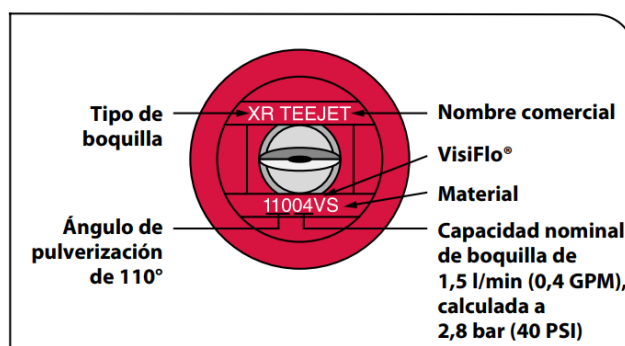


Figura 1: *Nomenclatura de boquilla Teejet*

**Fuente:** Información técnica Teejet

La **tarjeta hidrosensible** es una herramienta fundamental para poder lograr aplicaciones eficientes y responsables. Este material es un papel, de color amarillo, muy sensible a la humedad, que, al entrar en contacto con una gota de agua o líquido, se mancha de color azul, revelando el lugar donde ha caído la gota. Su uso es fundamental al momento de realizar una aplicación ya que permite evaluar la calibración de una máquina, así como comprobar la calidad de la aplicación realizada. (*Uso de Tarjetas Hidrosensibles*, 2020)

### **Presión de pulverización.**

De este criterio muchas veces depende el material del cual se elegirá la boquilla, ya que una mayor presión desgasta el orificio de la misma y abre más el ángulo de pulverización. La presión se relaciona directamente con el caudal de la boquilla, necesitando incrementarla hasta cuatro veces para que se duplique el gasto. Por otro

lado, se debe considerar que a mayor presión menor tamaño de las gotas y con ello se incrementa el riesgo de deriva del producto aplicado.

### **Cobertura y ángulo de pulverización**

Dependiendo del tipo y tamaño de boquilla, la presión de trabajo puede afectar en gran medida el ángulo de pulverización y la calidad de la distribución. Tal como se ilustra aquí para una punta de pulverización de chorro plano 11002, la disminución de la presión produce un ángulo de pulverización más pequeño y una reducción significativa en la cobertura de pulverización

### **Papel sensible al agua y aceite**

Estos papeles con recubrimiento especial se utilizan para evaluar la distribución de pulverización, el ancho de cordón, la densidad de las gotas y la penetración del producto pulverizado. El papel sensible al agua es de color amarillo y se tiñe de azul al quedar expuesto a las gotas de rociado acuosas. El papel sensible al aceite se pone negro en las zonas expuestas a las gotas de aceite. (*Información Técnica Teejet, 2020*)

#### **1.1.3. Objetivo**

Calibrar las bombas de presión manual e implementar monitoreo para verificar la calidad de descarga en la uniformidad y cobertura de las boquillas con el uso de tarjetas hidrosensibles.

#### **1.1.4. Metas**

- Determinar el volumen de descarga con el uso de boquillas nuevas y usadas de las bombas de presión manual.
- Calcular el número de gotas esparcidas por centímetro cuadrado en las tarjetas hidrosensibles.
- Determinar el Coeficiente de Variación (%) de la uniformidad de cortina de aplicación para las boquillas nuevas y usadas.

### **1.1.5. Materiales y Metodología**

#### **1.1.5.1. Materiales**

- Practicante de PPS
- Boquilla DG Teejet 8003 VS
- Libreta de campo
- Bombas de presión manual
- Tarjetas Hidro sensibles
- Dos Beaker de 500 ml
- Cinta métrica de 50 metros
- Computadora
- Escáner
- Contador de gotas (Syngenta)

#### **1.1.5.2. Metodología**

##### Calibración de bombas de presión manual

- Se realizó una revisión de literatura con respecto a procedimientos de calibración y verificación de parámetros de uniformidad y aceptación de boquillas para bombas de presión manual.
- Calibración de bombas
- Se gestionó el uso de 10 bombas de presión manual de la sección 6 para uso de pruebas de la calibración, además de boquillas DG TEEJET 8003 VS nuevas y en uso continuo.
- Al momento de tener las bombas se trasladó el equipo a un área despejada para llevar a cabo la actividad.
- Con el uso de una cinta métrica se delimitó un área de recorrido de 30 metros de longitud, al delimitar el área el aplicador deberá recorrer el distanciamiento establecido como normalmente lo realiza en la aplicación y se tomó tiempo a través de un cronómetro, para posteriormente determinar el tiempo promedio.
- Con el tiempo promedio y longitud de recorrido se determinó la velocidad de trabajo en kilómetros por hora.

- $Velocidad\ de\ trabajo\ (\frac{km}{hora}) = \frac{Distancia\ de\ recorrido\ (mts)*3.6(constante)}{Tiempo\ promedio\ (seg)}$
- Seguidamente se determinó el volumen de aplicación que debe descargar la boquilla de forma adecuada para una hectárea, en base a la siguiente fórmula:
  - $Vol.\ de\ aplicación = \frac{200\ lt\ (volumen\ de\ agua\ por\ ha) * Velocidad * Ancho\ de\ cobertura\ (1.5\ mts)}{600\ (constante)}$
- El ancho de cobertura es determinado en relación con el tipo de sistema de cosecha (granel/mecanizado)
- La fórmula anterior es utilizada para determinar la descarga/min al ser más preciso en tiempo, por otro lado, se realiza una regla de tres para determinar el vol. de aplicación por el tiempo promedio del aplicador.
- Con el dato del volumen de aplicación se procedió a determinar el volumen de descarga por boquilla (nueva y usada) en conjunto con las 10 bombas de presión manual, por lo cual se debió asperjar dentro de un Beaker de 500 ml en base al tiempo promedio de recorrido.
- Al término de cada aplicación, se mide el volumen de descarga por boquillas (nueva y usada) utilizadas de las 10 bombas.
- Se determino el volumen de descarga por cada boquilla y se evaluó el coeficiente de variación permisible por cada descarga (C.V. +/- 5%).
- Seguidamente se realizó una media general de descarga para comparación y evaluación del volumen de aplicación de las boquillas.

#### Medición de uniformidad de descarga con tarjetas hidrosensibles

- Se gestiono al personal de control de calidad el insumo de tarjetas hidrosensibles.
- Con las bombas y tarjetas se trasladó a una zona abierta para realizar la aplicación en consideración de ciertos factores del clima (Vientos no mayores a 5 km/hr no debe realizarse la aplicación) para verificar el funcionamiento y calidad de las boquillas.
- Se identifica el tipo de boquilla que se utiliza en la aplicación, para determinar la información sobre la presión de pulverización.
- Para la Boquilla DG TEEJET 8003 VS se determina la cobertura teórica en base al ángulo de pulverización y la altura de aspersión.

- En base a la información se colocaron 5 pedestales pequeños con un distanciamiento en relación con la longitud de cobertura, además de unos clips, esto para sostén de las tarjetas hidro sensibles.
- El aplicador asperja las tarjetas hidro sensibles a una velocidad constante de  $\geq$  a 3 km/hr en base a la altura de aspersión. Este procedimiento se repite con ambas boquillas.
- Al termino, estas deben ser enumeradas en orden de posición en base a la longitud de cobertura, se trasladan en un escáner para determinar el tamaño de gotas aplicado.
- Después del escáner, se realiza un conteo de gotas por medio de un contador de gotas con dimensiones de 1 Cm<sup>2</sup> de Syngenta. Se realiza un promedio de cada tarjeta hidro sensible y un promedio general.
- Se calcula el coeficiente de variación de boquillas nuevas y usadas, para posteriormente evaluar la uniformidad de cobertura de las boquillas.
- $$C.V. = \frac{\text{Desviacion estandar}}{\text{Promedio general}} * 100$$
- Al obtener el C.V. se verifica el resultado según el porcentaje si está dentro de los rangos de uniformidad o des uniformidad.



### 1.1.6. Presentación y Discusión de Resultados

Se procedió a realizar los cálculos correspondientes utilizados para la calibración de las bombas de presión manual y poder determinar el volumen de aplicación adecuado que debe descargar cada boquilla, obteniendo los siguientes datos expresados en la tabla siguiente.

Cuadro 1: *Datos para la calibración de bombas de presión manual.*

<b>Longitud de recorrido</b>	30 metros
<b>Tiempo Promedio</b>	43 segundos
<b>Velocidad de trabajo</b>	2.51 km/hr
<b>Volumen de agua</b>	200 litros/ha
<b>Ancho de cobertura</b>	1.5 metros
<b>Volumen de aplicación</b>	0.9 lts

**Fuente:** Datos recopilados por el autor, (2021).

En el cuadro número uno, se aprecian los resultados para llevar a cabo la calibración de bombas, donde se determinó que por medio de una longitud de 30 mts un aplicador tarda un promedio de recorrido de 43 segundos con una velocidad de trabajo de 2.51 km/hr asperjando para un sistema de siembra de 1.5 mts con un volumen de agua de 200 lts/ha. Además, se calculó el volumen de agua que debe aplicar correctamente en relación con los datos obtenidos, una descarga de 0.9 lts.

Para determinar el volumen de descarga por aspersión, se hizo del uso de boquillas DG Teejet 8003 vs (Figura 2), con un patrón de aspersión de “abanico plano” usado principalmente para la aplicación de herbicidas, conforme a su nomenclatura se determina el caudal que libera

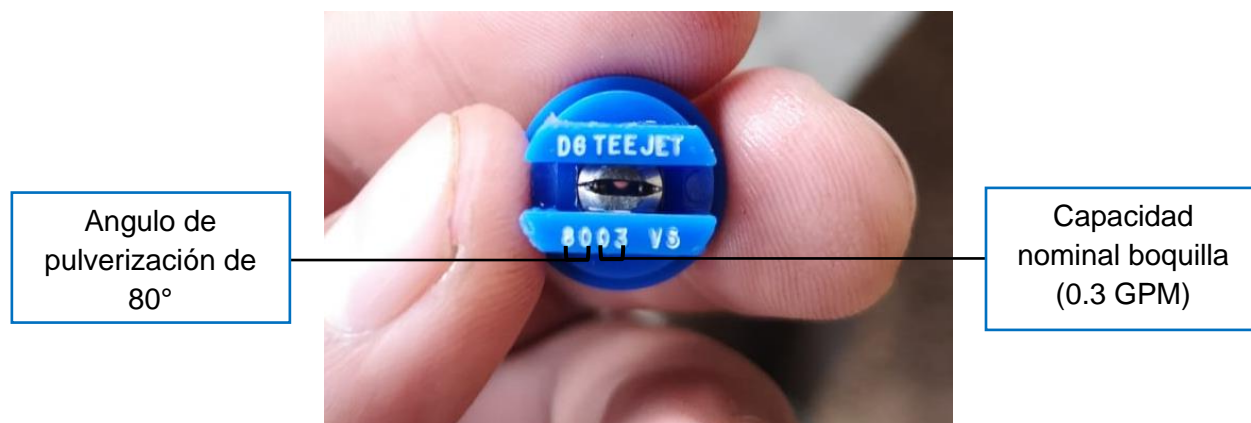


Figura 2: *Boquilla Teejet DG 8003 vs.*

**Fuente:** Datos recopilados por el autor, (2021).

Con el uso de las boquillas DG Teejet, se procedió a realizar las descargas correspondientes tal como se muestra en la siguiente figura.



Figura 3: *Aplicación de bomba para cálculo del volumen de descarga.*

**Fuente:** Datos recopilados por el autor, 2021.

En la figura número tres, se aprecia la descarga de aplicación para el cálculo del volumen aplicado con el uso de las boquillas nuevas y deterioradas. Estos volúmenes de descarga se verificaron con el uso de un recipiente de captación (Beaker de 5,000 ml) (Ver Figura 11) en ANEXOS, los datos obtenidos sobre las descargas se registraron y analizaron por medio del siguiente cuadro.

Cuadro 2: Análisis del volumen de agua por descarga de cada boquilla (nueva y usada) y coeficiente de variación.

Volumen de agua 200 lts/Ha							
Bombas de presión manual				Volumen de aplicación 0.90 lts			
No. Boquilla	#	No. De Bomba	No. De Sección	Descar. Boquilla nueva Lts	C.V. +/- 5% - 0.855 +0.945	Descar. Boquilla usada Lts	C.V. +/- 5% - 0.855 +0.945
1	1	12	6	0.81	X	0.97	X
2	2	NS	6	0.9	V	1.22	X
3	3	3NS	6	0.88	V	1.20	X
4	4	22	6	0.92	V	1.28	X
5	5	17	6	0.88	V	1.10	X
1	6	41	6	0.94	V	1.14	X
2	7	35	6	0.82	X	1.10	X
3	8	36	6	0.95	X	1.26	X
4	9	30	6	1.1	X	1.16	X
5	10	NS	6	0.9	V	1.06	X
<b>Promedio de descarga</b>				<b>0.91</b>		<b>1.149</b>	
<b>Descarga adecuada</b>				<b>0.90</b>		<b>0.90</b>	

Fuente: Datos recopilados por el autor, (2021).

En el cuadro número dos, se tiene los datos obtenidos de los volúmenes de descarga/tiempo promedio de cada bomba y estado de boquilla, obteniendo un **mínimo de 0.81 lts y un máximo de 1.28 lts descargados**. Para cada descarga obtenida se evaluó en comparación con el volumen de aplicación que debe descargar cada boquilla (0.9 lts) en relación con los datos de volumen de agua/Ha, velocidad de aplicación y ancho de cobertura.

Con base al volumen de aplicación se estimó el coeficiente de variación permisible por descarga del +/- 5% (-0.855 y + 0.945 litros) en el cual se comparó cada descarga aplicada.

Se realizó un promedio de aplicación por descarga para cada boquilla, obteniendo un resultado **con el uso de boquillas nuevas un volumen de descarga de 0.91 lts** significando que se encuentra dentro de los rangos permisibles, **con el uso de boquillas usadas se obtuvo un volumen de 1.149 lts**, significando que las boquillas en uso no se encuentran dentro del rango permisible por descarga, resultado del desgaste de este, causando de esta manera un aumento en el caudal descargado.

Al obtener un volumen alto de las boquillas se procedió a realizar una calibración de bombas con el uso de reguladores de presión, los datos obtenidos se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 3: *Evaluación de boquillas usada con regulador de presión.*

<b>Bombas de presión manual</b>						
<b>No. Boquilla</b>	<b>#</b>	<b>No. De Bomba</b>	<b>No. De Sección</b>	<b>Vol. Boquilla usada sin regulador</b>	<b>Vol. Boquilla usada con regulador</b>	<b>Diferencia de vol.</b>
<b>4</b>	6	41	6	1.28	1.20	0.08
<b>5</b>	8	36	6	1.10	0.92	0.18
<b>2</b>	9	30	6	1.10	0.96	0.14
<b>Promedio de Descarga</b>				1.16	1.02	0.14
<b>Descarga Adecuada</b>				<b>0.90</b>	<b>0.90</b>	

**Fuente:** Datos recopilados por el autor, (2021).

En el cuadro número tres, se evaluó el volumen de descarga por boquilla (usada) con el uso de un regulador de presión en comparación con el volumen sin regulador, obteniendo una diferencia de **0.14 litros de reducción por descarga**, significando que no se encuentra dentro de los rangos permisibles de la variación de descarga.

En relación con los datos obtenidos en los cuadros anteriores, se determinó que, para las boquillas usadas, descargan un volumen de aplicación mayor a los 0.90 lts establecidos por descarga, con una diferencia de volumen de 0.249 lts y con el uso de un regulador de presión es de 0.102 lts de diferencia.

## Tarjetas Hidrosensibles

Al desconocer la uniformidad de descarga de las boquillas utilizadas en la labor de control químico de malezas con el uso de bombas de presión manual, se implementó un monitoreo por medio del uso de tarjetas hidrosensibles, utilizando una boquilla nueva en comparación de las boquillas deterioradas (Teejet 8003 vs). En las siguientes figuras se aprecia el distanciamiento, dispersión y número de gotas por cada tarjeta evaluada.



Figura 4: *Distanciamiento y posición de tarjetas hidrosensibles.*

**Fuente:** Datos recopilados por el autor, (2021).

En la figura número cuatro, se muestra el distanciamiento de posición de cada tarjeta hidro sensible sobrepuestas en planchas de metal con el uso de clips para el sostén de las tarjetas. Se utilizo boquilla DG Teejet 8003 vs, indicando un ángulo de pulverización de  $80^\circ$ , ancho de cobertura de 83.9 cm y una altura de aplicación de 50 cm. Cada tarjeta fue colocada a una distancia de 17 cm para el ancho de cobertura de la boquilla.

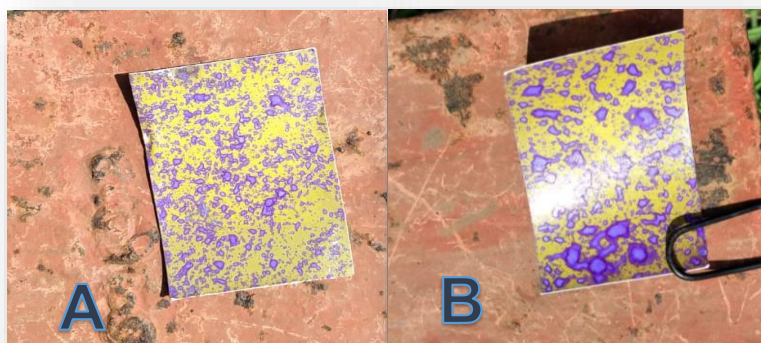


Figura 5: *Dispersión de gotas en tarjetas hidro sensibles.*

**Fuente:** Datos recopilados por el autor, (2021).

En la figura anterior se puede apreciar la dispersión de gotas en las tarjetas hidrosensibles. En la tarjeta (A) con el uso de boquillas nuevas, la dispersión de gotas es mayor con dimensiones mínimas, en la tarjeta (B) con boquillas usadas, la dispersión es mínima y con una dimensión mayor por tamaño de gota de agua.

Las tarjetas utilizadas tienen la característica de ser un papel muy sensible en contacto a la humedad, por lo que se utiliza esta herramienta para diferenciar la dispersión y tamaño de las gotas en la cortina aplicada de aspersion. En la siguiente figura se muestra las diferentes dispersiones de gotas aplicadas con el uso de ambas boquillas.

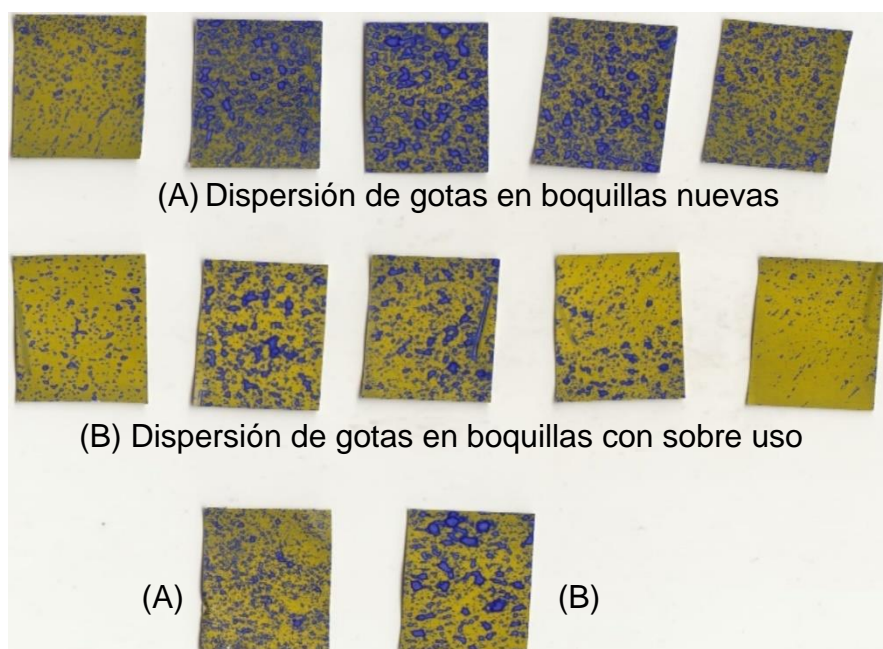


Figura 6: *Tarjetas hidrosensibles, dispersión de gotas.*

**Fuente:** Datos recopilados por el autor, (2021).

En la figura número seis, se aprecia la dispersión de las gotas para el uso de ambas boquillas, dando como resultado para las boquillas nuevas una dispersión mayor con gotas finas, mientras que para las boquillas deterioradas se observa gotas con dimensiones más grandes y una dispersión menor. Para determinar el número de gotas esparcidas se tomó cada tarjeta y con un contador de gotas de Syngenta con dimensiones de 1cm<sup>2</sup> se hizo el conteo de gotas. Los datos obtenidos se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 4: Promedio de gotas esparcidas por centímetro cuadrado en tarjetas hidro sensibles y coeficiente de Variación.

<b>Boquilla Nueva</b>	<b>Boquilla Deteriorada</b>	<b>Calculo para desviación Estándar</b>			
<b><math>X_i</math></b>	<b><math>X_i</math></b>	<b>B.N. (x-X)</b>	<b>B.D. (x-X)</b>	<b>B.N. (x-X)<sup>2</sup></b>	<b>B.D. (x-X)<sup>2</sup></b>
50	36	3.6	6.2	12.96	38.44
47	27	0.6	-2.8	0.36	7.84
41	37	-5.4	7.2	29.16	51.84
45	27	-1.4	-2.8	1.96	7.84
49	22	2.6	-7.8	6.76	60.84
<b>Promedio General</b>				<b>Desviación Estándar</b>	
B.N.	B.D.			B.N.	B.D.
<b>46.4</b>	<b>29.8</b>			<b>3.58</b>	<b>6.46</b>
		<b>Coeficiente de Variación B. N.</b>		<b>Coeficiente de Variación B. D.</b>	
		<b>7.71%</b>		<b>21.67%</b>	

**Fuente:** Datos recopilados por el autor, (2021).

En el cuadro número cuatro, se observa el número total de gotas esparcidas por cm<sup>2</sup> en cada tarjeta hidrosensible, en base a los datos obtenidos se realizó el cálculo para obtener la desviación estándar para el caso de ambas boquillas utilizadas obteniendo un 3.58 para las B.N. y 6.46 para las B.D, esto nos indica que la dispersión de los datos del número de gotas es mayor para las boquillas deterioradas, por consiguiente se realizó un promedio general de las gotas esparcidas por boquilla, dando como resultado un total de 46.4 gotas por cm<sup>2</sup> para las boquillas nuevas y un 29.8 para las boquillas deterioradas, en base a estos datos se calculó el coeficiente de variación para ambos casos, obteniendo un 7.71% para las B.N. indicando que se encuentra dentro del rango de uniformidad de aplicación en la cortina, mientras que para las B.D. con un 21.67% significa que estas se encuentran dentro del rango de desuniformidad de la aplicación, esta variación puede ser analizada en base al % de coeficiente de variación de las puntas de pulverización de la boquilla (Ver Figura 12) en ANEXOS.

## **Discusión de resultados**

Con base a la información obtenida de los cuadros número dos y tres, se determinó que el volumen de descarga promedio de las boquillas usadas es de 1.149 lts, indicando un incremento de 0.249 lts, arriba del volumen de aplicación establecido de 0.90 lts, esto es debido al desgaste de la boquilla, ocasionando que libere un mayor caudal de lo establecido por el tiempo promedio de descarga del aplicador, repercutiendo en que se tenga una aplicación deficiente, por lo que se realiza este tipo de calibración a la bomba para suministrar la dosis correcta y enmendar el aumento de la descarga de la aplicación.

Para verificar la calidad y uniformidad de descarga en la cortina de aplicación de las boquillas utilizadas se obtuvo por medio del monitoreo con el uso de las tarjetas hidrosensibles, estos datos se aprecian en el cuadro número cuatro donde se determina el número de gotas esparcidas en cada tarjeta por centímetro cuadrado, dando como resultado para el uso de una boquilla nueva un C.V. del 7.71 % indicando que cuenta con una uniformidad de aplicación eficientes, mientras que para el uso de las boquillas deterioradas se determinó un C.V. del 21.67%, indicando que cuenta con una desuniformidad en la aplicación de descarga de la cortina, esto es causado por el desgaste de las puntas de pulverización de las boquillas, ocasionando que produzca un aumento en el caudal de descarga e irregularidad en el tamaño de las gotas, además de ser causado al no llevar un monitoreo sobre la calidad de la descarga en la uniformidad de las boquillas utilizadas para este tipo de control.



## **1.2. Actualización de datos para los manuales de procedimientos de las labores de fertilización y control de malezas.**

### **1.2.1. El Problema**

El área de producción agrícola no contaba con una actualización de los manuales de procedimientos de las labores de fertilización y control de malezas, siendo necesario el recabar información para describir y actualizar los aspectos generales y específicos de cada labor, de tal forma sirviendo como apoyo a colaboradores y personal encargado el tener todos los procesos necesarios para llevar a cabo la actividad.

### **1.2.2. Revisión Bibliográfica**

#### **Manual de procedimientos**

El manual de procedimientos es un instrumento de apoyo en el que se encuentran de manera sistemática los pasos a seguir, para ejecutar las actividades de un puesto determinado y/o funciones de la unidad administrativa. De acuerdo con la definición anterior se puede concluir que, si un manual de procedimientos se encarga de describir de forma detallada, y enfatiza en cada paso de una determinada actividad, entonces, dicho documento adquiere mucha relevancia para las personas que pertenezcan a una organización. (Gómez, 2001)

El manual de procedimientos es un documento del sistema de Control Interno, el cual se crea para obtener una información detallada, ordenada, sistemática e integral que contiene todas las instrucciones, responsabilidades e información sobre políticas, funciones, sistemas y procedimientos de las distintas operaciones o actividades que se realizan en una organización. (Palma, 2010)

#### **Ventajas que ofrece el contar con un manual.**

1. Permiten fundamentar los procedimientos bajo un Marco Jurídico - Administrativo establecido.

2. Contribuyen a la unificación de los criterios en la elaboración de las actividades y uniformidad en el trabajo.
3. Estandarizan los métodos de trabajo.
4. Ayudan al desarrollo de las actividades de manera eficiente y permiten conocer la ubicación de los documentos en general. La ubicación consiste en identificar dentro del procedimiento el lugar físico en donde se encuentran los documentos que acompañan a las actividades, éste puede ser: archivero, computadora, diskette, escritorio, almacén, entre otras.
5. La información que maneja es formal; es decir, información autorizada.
6. Delimitan las funciones y responsabilidades del personal.
7. Son documentos de consulta permanente que sirven de apoyo para la mejora continua de las actividades.
8. Establecen los controles administrativos.
9. Facilitan la toma de decisiones.
10. Evitan consultas continuas a las áreas normativas y eluden la implantación de procedimientos incorrectos.
11. Eliminan confusiones, incertidumbre y duplicidad de funciones.

Sirven de base para el adiestramiento y la capacitación al personal de nuevo ingreso.  
(Vergara, 2017)

### **1.2.3. Objetivo**

Actualizar los manuales de procedimientos de las labores de fertilización y control de malezas.

### **1.2.4. Metas**

Proporcionar un manual de procedimientos de las labores de fertilización y control de malezas, para que colaboradores y personal encargado pueda ser utilizado para llevar a cabo el procedimiento de las dos labores.

## **1.2.5. Materiales y Metodología**

### **1.2.5.1. Materiales**

- Computadora
- Libreta de campo

### **1.2.5.2. Metodología**

- Se solicitó el manual de procedimientos desactualizado para las actividades antes mencionadas.
- Se analizó el procedimiento de las actividades por medio de observación directa en campo.
- Al tener una idea del procedimiento, se comenzó a redactar la información sobre los pasos para realizar dicha actividad.
- Se consultó información al personal del área de producción para corroborar datos de la información establecida.
- Al tener los datos, se procedió a realizar la actualización de los manuales para ambas actividades.
- Al término de realizar la actualización de los manuales, se le proporcionó al jefe de producción para su debida revisión y aprobación.

## **1.2.6. Presentación y Discusión de los resultados**

El manual de procedimientos es un documento el cual es creado para obtener información detallada y ordenada para la ejecución de las labores de fertilización y control de malezas, encontrándose conformado por diferentes puntos, desde el objetivo, alcance, responsabilidades y procedimientos, proporcionando al lector o personal encargado la forma de ejecutar la labor. En el siguiente texto se apreciará los manuales de procedimientos para las labores de fertilización y control de malezas del área de producción.

## **1. Manual de procedimientos para el manejo y control de fertilizantes.**

### **1.1. Objetivo**

Proporcionar al cultivo de la caña de azúcar los nutrientes necesarios para su desarrollo vegetativo.

### **1.2. Alcance**

Aplica para todas las fincas cultivadas con caña de azúcar bajo administración propias y arrendadas del Ingenio Tululá S.A.

COPIA  
CONTROLADA

### **1.3. Responsabilidades**

- Es responsabilidad del departamento de compras cotizar las diferentes fórmulas de fertilizantes solicitados por el departamento de agronomía.
- Es responsabilidad del jefe de zona y administrador de finca ejecutar el programa de fertilización y su respectivo requerimiento en forma anual.
- Es responsabilidad del Gerente Agrícola aprobar el programa de fertilización.
- Es responsabilidad del jefe de zona coordinar el manejo y la aplicación oportuna del fertilizante.
- Es responsabilidad del administrador de finca y supervisor de fertilización velar por la supervisión y ejecución de la aplicación del fertilizante.

Estos son tres puntos de importancia dentro de la conformación del manual, debido a que detalla el objetivo y alcance medible de la labor, especificando el personal responsable de llevar a cabo la labor, además de conformarse por definiciones utilizadas en la metodología de los procedimientos del manejo de fertilizantes.

#### 1.4. Definiciones

- **Fertilizante:** Tipo de sustancia o mezcla química, natural o sintética utilizada para enriquecer el suelo y favorecer el crecimiento vegetal.
- **Ferticultivadora:** Implemento integral utilizado en la agricultura para distribuir de manera uniforme un compuesto fertilizante en el suelo.
- **calibración:** Es el procedimiento de comparación en relación entre el valor mostrado por el instrumento de medición y el valor verdadero que se quiere aplicar en campo.

COPIA  
CONTROLADA

- **Parámetro de Calidad:** Evaluación de los diferentes aspectos de calidad al momento de realizar una actividad agrícola.
- **Sistema de Cosecha:** Extracción de la parte de la planta de interés económico de toda su biomasa realizado de forma manual o mecanizada.
- **Dosis:** Cantidad de producto designado o calculado en base a requerimientos nutricionales del cultivo.
- **Saco:** Depósito de almacenamiento que tiene variación en su capacidad.
- **Quintal:** Unidad de medida de peso, que corresponde a 100 Lbs. Españolas
- **Kilogramo:** Unidad de medida de peso bajo el sistema métrico decimal equivalente a 2.221 lbs.
- **Urea:** Compuesto químico cristalino. Fertilizante nitrogenado al 46% de Nitrógeno.
- **Nitrógeno:** Elemento esencial en la nutrición vegetal, es el principal componente de las proteínas, ácidos nucleicos, clorofila, porfirinas y muchos compuestos orgánicos que promueven el amacolla miento, crecimiento vegetativo de las plantas y expansión de la masa foliar.
- **Formula física:** Fertilizante que contiene dos o más nutrientes aportados mediante la mezcla mecánica de fertilizantes simples que no sean químicamente reactivos o que reaccionen en forma mínima.
- **Formula Química:** Fertilizante compuesto resultante de la reacción química de ingredientes o materias primas. Como resultado cada una de sus partículas presentara la misma composición.

- **Fosforo:** Es un nutriente que desempeña un papel importante en la fotosíntesis, la respiración, el almacenamiento y transferencia de energía, la división y el crecimiento celular y otros procesos de las plantas. Promueve la formación y crecimiento de raíces.
- **Potasio:** Es un nutriente cuya función es de osmorregulación especialmente en estomas (Uso más eficiente de agua). Es un activador de metabolismo de proteínas y enzimas, el K<sup>+</sup> es el catión principal en el citoplasma el cual controla el movimiento de azúcar en la planta.
- **Caña Soca:** Cañal que presenta más de un corte o cosecha.
- **Caña Plantía:** Cañal sembrado al cual se le cosechara por primera vez, luego de plantado.

COPIA  
CONTROLADA

## 1.5. Procedimiento

- 1.5.1. Anualmente se realiza la planificación de la fertilización de áreas nuevas, renovaciones y caña soca, en conjunto con el Gerente Agrícola, Jefe de zona y administrador de finca, tomando como base los siguientes criterios: Productividad, Número de cortes y contenido de materia orgánica, época y fuente de aplicación, seguidamente se define en qué momento se realizara la ejecución, esto con la finalidad de mejorar la productividad de las áreas a fertilizar utilizando recursos mecánicos y humanos.
- 1.5.2. Seguidamente debe gestionarse el Programa de Fertilización colocando fecha, finca, sección lote, tipo de fertilizantes aplicar, la dosis por hectárea en quintales según requerimiento de elementos nutricionales.
- 1.5.3. Al concluir el plan de fertilización se procede a realizar la solicitud de pedido al departamento de compras la cual deberá ser autorizada por la Gerencia Agrícola y Gerencia General.

- 1.5.4. Con la orden de compra del fertilizante, el jefe de zona solicita el transporte para el traslado del producto a las bodegas de químicos del Ingenio.
- 1.5.5. Se definen los bloques a fertilizar, considerando las condiciones del terreno en que se encuentran (distancia, área, topografía, humedad del suelo) fuente de fertilizante, tipo y edad del cultivo.
- 1.5.6. De acuerdo con lo establecido en el programa de fertilización el personal encargado procede a preparar el equipo de protección, maquinaria y herramientas a utilizar en la aplicación.
- 1.5.7. Seguidamente se realiza una requisición de los materiales, insumos y un pase de salida, para posteriormente ser retirados, (Ver Figura 13 y 14) en ANEXOS.
- 1.5.8. Estos pasan por el área de bascula para llevar un registro del control de peso de los materiales e insumos autorizados y seguidamente ser trasladados al campo definitivo del área de aplicación.
- 1.5.9. Previo al suministro del fertilizante en el campo debe realizarse la calibración del equipo (Ferticultivadora), mediante el ajuste de la dosis de descarga por cada bajante en relación con lo establecido en el programa.
- 1.5.10. Esta calibración para las descargar individuales y dosis total, no debe sobrepasar un coeficiente de variación del +/- 5%, para garantizar una uniformidad de descarga.
- 1.5.11. Posterior a la descarga del fertilizante se debe verificar además el ángulo de operación de los discos (25-30°), ancho y profundidad de los cinceles (15-20 cm), velocidad de operación entre (8-12 km/hr).

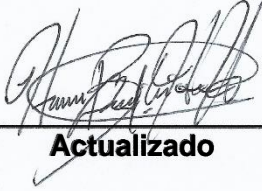

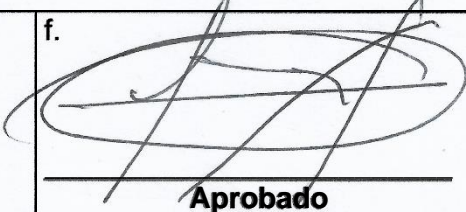
COPIA  
CONTROLADA

- 1.5.12. El personal involucrado debe utilizar el equipo de protección designado (EPP) durante el desarrollo de la labor en el campo.
- 1.5.13. Si las condiciones de altura de la caña, topografía del terreno, humedad en el suelo, amenaza de lluvia, entre otras; no son aptas para la aplicación mecánica del fertilizante esta labor se realiza en forma manual.
- 1.5.14. Para evitar contaminaciones por el proceso de fertilización, debido al alto contenido de nitrógeno de los productos utilizados, los fertilizantes en su mayoría son incorporados al suelo, lejos de fuentes hídricas y no son aplicados en forma aérea.
- 1.5.15. Toda la información referente al proceso de fertilización queda registrada en el CAR005 Reportes de Fertilización.
- 1.5.16. El área agrícola consciente del buen manejo de los residuos generados en las actividades de fertilización, al término de la actividad se recolecta los residuos (sacos) y posteriormente son trasladados hacia lugares seguros donde no cause contaminación al medio ambiente o perjuicio para las personas según CAP009 Manejo de Residuos Agroquímicos.
- 1.5.17. Al finalizar la labor, el frente se dirige a las instalaciones del ingenio o casco de finca externa, posteriormente se procese al lavado de la maquinaria y equipo utilizado; para garantizar un mantenimiento preventivo y correctivo adecuado.



De esta forma es como ésta conformado gran parte fundamental del procedimiento sobre el manual de manejo y control de fertilizantes, siendo un documento de apoyo para el personal y colaboradores. Al momento de realizar esta labor debe llevar un Registro de Aplicación (Ver Figura 15) en ANEXOS, en el cual se anotan todos los datos correspondientes a la finca y la actividad, además de un Programa de Aplicación de fertilizantes (Ver Figura 16) en ANEXOS, especificando la finca y el tipo de labor que se realizará con sus respectivas fechas.

Cuadro 5: Firmas de autorización de manual de Manejo y Control de Fertilizantes.

<p>f.</p>  <p><b>Actualizado</b></p>	<p>f.</p>  <p><b>Revisado</b></p>	<p>f.</p>  <p><b>Aprobado</b></p>
<p>Nombre: Henrri Hernández</p>	<p>Nombre: Ing. Agr. Fidel Pacheco</p>	<p>Nombre: Ing. Agr. Felipe Sandoval</p>
<p>Puesto: Practicante de P.P.S.</p>	<p>Puesto: Jefe de zona</p>	<p>Puesto: Gerente Agrícola</p>
<p>Fecha: octubre del 2021</p>	<p>Fecha: octubre del 2021</p>	<p>Fecha: octubre del 2021</p>

**Fuente:** Datos recopilados por el autor, (2021)

## 2. Manual de Manejo y control de malezas

Al igual que el manual del manejo y control de fertilizantes, se abordan los puntos correspondientes del objetivo, alcance, responsabilidades y procedimiento del manual.

### 2.1. Objetivo

- Controlar las malezas que afectan al crecimiento y desarrollo del cultivo de la caña de azúcar.



### 2.2. Alcance

- Aplica para todas las fincas cultivadas con caña de azúcar bajo administración propia y arrendada del Ingenio Tululá S.A.

### 2.3. Responsabilidades

- Es responsabilidad del Gerente Agrícola gestionar la compra de los productos herbicidas.
- Es responsabilidad del jefe de zona y administrador de finca programar anualmente la aplicación de herbicidas y definir los recursos humanos y materiales necesarios para la actividad.
- Es responsabilidad del Gerente Agrícola aprobar el programa de aplicación de herbicidas.
- Es responsabilidad del jefe de zona y administrador de finca el manejo y la aplicación de los herbicidas.
- Es responsabilidad del administrador de finca y caporales la supervisión y ejecución de los lineamientos establecidos en este procedimiento.

### 2.4. Definiciones

- **Maleza:** Planta no deseada dentro de un cultivo, que crece en forma silvestre.
- **Herbicida:** Producto químico que se utiliza para la eliminación de plantas indeseadas.

- **Adherente:** Tipo de surfactante que actúa como un pegante que ayuda a la fijación del herbicida.
- **Polvo Soluble:** Producto químico en presentación de polvo que se disuelve en contacto con el agua formando de soluciones solubles.
- **Aplicación Pre-emergente:** Aplicación de herbicidas antes de que geminen las malezas y el cultivo.
- **Aplicación Post-emergente:** Aplicación de herbicidas después de germinadas las malezas y el cultivo.
- **Aguilón:** Asperjadora de productos químicos operada en forma mecánica con tractor.
- **Boquillas:** Herramienta utilizada en aplicaciones agrícolas. Su función es formar y distribuir las gotas, así como regular el flujo del agua.
- **Filtros:** Elementos agrícolas que se utilizan para atrapar desechos de sustancias químicas.
- **calibración:** La calibración del equipo de aplicación consiste en adecuar la dosis del agroquímico por volumen de agua a utilizar, en un área definida de acuerdo con el ritmo de trabajo del operario.
- **SAP:** Sistema de aplicaciones y productos

COPIA  
CONTROLADA

## 2.5. Procedimiento

### 2.5.1. PLANIFICACION DE MANEJO Y CONTROL DE MALEZAS

- 2.5.1.1. Anualmente se realiza la planificación de la aplicación de herbicidas en áreas nuevas, renovaciones y caña soca, en conjunto con el Gerente Agrícola y jefe de zona y administrador de finca, tomando como base la época de aplicación (verano, invierno). El plan debe considerar el tipo de Variedad y edad de la caña.
- 2.5.1.2. El jefe de zona programa las fechas de las actividades tomando en cuenta la finca, sección y lote donde se aplicarán los herbicidas, tipo de suelo,

población y especie de malezas, condiciones de humedad en el suelo, productos a utilizar, dosis recomendadas y forma de aplicación.

- 2.5.1.3. Al tener definidos los productos a utilizar se calculan los volúmenes de compra y en base a ello, se realiza una solicitud de pedido que se envía al departamento de compras para su gestión con previa autorización de Gerencia Agrícola y Gerencia General.



- 2.5.1.4. Tomando como base el programa de aplicación de herbicidas, el jefe de zona elabora una programación de entrega que detalla los volúmenes requeridos por mes y el cual es enviado al proveedor para el despacho de los herbicidas a la bodega del Ingenio.
- 2.5.1.5. Se debe realizar diariamente una reserva de producto a utilizar.

## **2.5.2. APLICACIÓN DE HERBICIDAS**

- 2.5.2.1. Tomando como base el programa de aplicación de herbicidas se envía la solicitud a bodega de químicos para el retiro de los productos requeridos para la actividad, para posteriormente ser trasladados al campo definitivo.
- 2.5.2.2. La utilización de los herbicidas se realiza acorde a las malezas existentes en el campo, regularmente estas se encuentran entre 1 y 5 especies diferentes, por lo tanto, se hace necesario la utilización de varios productos que controlen las malezas y que sean compatibles al mezclarlos. El jefe de zona y/o administrador de finca transmiten esta información al caporal y se realiza la solicitud de los productos a la bodega de almacenamiento por medio de una reserva en SAP (Ver Figura 13) en ANEXO, autorizada por el jefe de zona. Seguidamente para la distribución de los herbicidas, el jefe de zona autoriza la salida del producto hacia las fincas por medio de un pase que es requerido en la garita principal de las instalaciones (Ver Figura 14) en ANEXOS.

- 2.5.2.3. Se calcula el volumen de agua por hectárea en relación con el método de aplicación del producto.
- 2.5.2.4. La forma de aplicación de los herbicidas se define de acuerdo a la época de aplicación, las condiciones de topografía y humedad del suelo.
- 2.5.2.5. Por las condiciones de las fincas del Ingenio, generalmente la aplicación se realiza en forma mecánica y manual, con un control dirigido a la maleza y no al cultivo.
- 2.5.2.6. Para la aplicación mecánica se realiza en áreas que cumplen con las siguientes condiciones:
- Terrenos relativamente planos (pendiente < 5%)
  - Humedad del suelo > 60%
  - Altura del cultivo < 60 cm para aplicación post-emergente.
  - Disponibilidad de maquinaria
  - Selectividad de los herbicidas al cultivo
- 2.5.2.7. Para las aplicaciones manuales se debe realizar en áreas que cumplan las siguientes condiciones:
- Temperatura <30°
  - Velocidad del viento 5-8 km/hr
  - Humedad relativa >70%
  - Hora de aplicación 5:00-11:00 AM
- 2.5.2.8. Para la aplicación debe considerar estos tipos de factores, al no contar con estas condiciones la aplicación no debe llevarse a cabo.
- 2.5.2.9. Teniendo establecido el método de aplicación, se define de acuerdo con el programa si el control se realizará en forma pre-emergente o post-emergente. Regularmente para siembras nuevas o renovaciones el

COPIA  
CONTROLADA

control es pre-emergente (aplicado al suelo) y para caña soca el control es post-emergente (aplicado al follaje de la maleza).

2.5.2.10. Previo a la aplicación de herbicidas se procede a la calibración de los asperjadoras manuales y mecánicas ajustando los volúmenes de aplicación por hectárea para el control de malezas de acuerdo a la dosis requerida. El coeficiente debe de mantenerse en +/- 5% al volumen establecido por hectárea, esta actividad es coordinada por el jefe de zona y administrador de finca.

2.5.2.11. Los equipos de aplicación deben estar en condiciones óptimas para el uso.

COPIA  
CONTROLADA

2.5.2.12. Para la aplicación de los herbicidas se debe realizar primero una pre-mezcla. La pre-mezcla se utiliza una cantidad de agua mínima de (5-10 lts) en un recipiente, en donde se deposita el producto y posteriormente se revuelve hasta disolver, esto se realiza respetando el orden de mezcla de productos agroquímicos. Para realizar la mezcla se disuelven los productos totales en el tanque de aplicación después de haber sido premezclados, respetando siempre orden de disolución

2.5.2.13. La pre-mezcla y la mezcla de herbicidas se preparan en un área designada dentro de las instalaciones del Ingenio.

2.5.2.14. Los productos se disuelven en un tonel plástico con el volumen de agua establecido por Ha. Para la mezcla se debe conocer la formulación química de cada producto antes de agregarlo al recipiente de mezcla, esto se debe a que cada producto tiene una solubilidad diferente y concentración, basándose en un orden de mezcla (WP-WG-SC-SL-CE-COADYUANTES)

- 2.5.2.15. Al preparar la solución de los químicos, se llena el recipiente utilizado por el aplicador (bomba asperjadora o tanque aguilón), para posteriormente ser aplicado directamente al suelo o follaje por el personal de fumigación, quienes deben utilizar su equipo de protección personal al momento de realizar la labor.
- 2.5.2.16. Todas las actividades del manejo y control de malezas se registran en el CAR007 Manejo y Control de Plagas y Malezas.
- 2.5.2.17. Al término de la aplicación, el frente se dirige a las instalaciones del ingenio o casco de finca externa, posteriormente se procese al lavado y equipo utilizado; para garantizar un mantenimiento preventivo y correctivo adecuado.

### **2.5.3. MANEJO DE RESIDUOS**

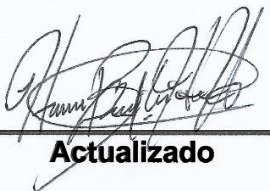

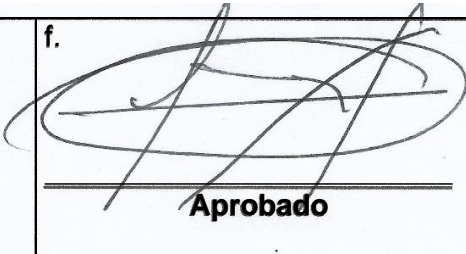
COPIA  
CONTROLADA

- 2.5.3.1. Todos los residuos resultantes del proceso de fumigación se gestionan según lo establecido en el CAP009 Procedimiento para el Manejo de los residuos agroquímicos.

En el manual de control de malezas se abordan puntos de importancia al momento de realizar una aplicación, debido a que esta labor agrícola depende de diversos factores antes de ser llevado a cabo la actividad. Esta información es de importancia y de ayuda para los colaboradores y personal encargado al momento de realizar esta actividad. Un punto importante es el tipo y orden de agregación de productos químicos al momento de realizar la premezcla o mezcla para posteriormente ser aplicado al cultivo debido a que cada uno tiene un orden de disolución química.

El manual cuenta con un programa de aplicación de herbicidas en el cual se muestra el nombre de la finca, la unidad de medida y el mes que será programado la aplicación, llevando un orden de las actividades que se realizaron (Ver figura 17), en ANEXOS, de igual forma con el debido requerimiento del herbicida por mes (año) del Ingenio Tuluá según el programa de aplicación (Ver Figura 18) en ANEXOS.

Cuadro 6: Firmas de autorización de manual de Manejo y Control de Malezas

<p>f.</p>  <p><b>Actualizado</b></p>	<p>f.</p>  <p><b>Revisado</b></p>	<p>f.</p>  <p><b>Aprobado</b></p>
<p>Nombre: Henrri Hernández</p>	<p>Nombre: Ing. Agr. Fidel Pacheco</p>	<p>Nombre: Ing. Agr. Felipe Sandoval</p>
<p>Puesto: Practicante de P.P.S.</p>	<p>Puesto: Jefe de zona</p>	<p>Puesto: Gerente Agrícola</p>
<p>Fecha: octubre del 2021</p>	<p>Fecha: octubre del 2021</p>	<p>Fecha: octubre del 2021</p>

**Fuente:** Datos recopilados por el autor, (2021)



## **2. ACTIVIDADES NO PROGRAMADAS**

### **2.1. Rediseño agronómico del sistema de riego por mini aspersión semifijo de la finca Vaquil Sección cuatro del Ingenio Tuluá.**

#### **2.1.1. El Problema**

El riego por aspersión es un método por el cual el agua es aplicada sobre la totalidad de la superficie del suelo en forma de lluvia. En finca Vaquil actualmente se utiliza este sistema de riego por mini aspersión semifijo con una frecuencia de riego que oscila entre 12-14 días, siempre y cuando no se registre alguna falla en el sistema de riego o pozo mecánico.

Debido al aumento de la demanda climática durante los últimos años, se ha hecho evidente y necesario incrementar el aporte hídrico al cultivo a través de aumentar los mm/diarios aportados por el sistema de riego en finca Vaquil, por lo anterior, se requiere realizar un rediseño agronómico del sistema de riego que este capacitado para proporcionar una lámina de riego adecuada y a la vez reducir la frecuencia de riego.

#### **2.1.2. Revisión Bibliográfica**

##### **Riego por aspersión:**

El riego por aspersión se caracteriza por aplicar el agua en forma de lluvia, para obtener este resultado se hace pasar el agua de riego a través de pequeños orificios, necesitando para ello de considerables presiones, obtenidas por equipos de bombeo o por grandes desniveles. El objetivo principal de este riego es aportar a los cultivos el agua necesaria para cubrir sus necesidades, de la forma más uniforme y eficiente posible

##### **Sistemas semifijos con ramales móviles, mini aspersión:**

Constan en general de una tubería principal enterrada trazada por el centro de la parcela, que dispone de un conjunto de hidrantes o tomas donde se conectan los ramales porta aspersores móviles (laterales o alas de aspersores). Desde un mismo

hidrante pueden realizarse varias posiciones de ramal a cada lado de la tubería principal. (Grotewold, 2011)

### **Información de partida:**

- La información de partida necesaria se refiere a:
- Plano de la parcela a transformar (con curvas de nivel) reflejando los límites, puntos de captación de agua, redes de caminos, cursos de agua, condicionantes del relieve, área total a regar, etc.
- Caudal disponible y calidad del agua. Con el caudal puede hacerse una estimación de la superficie regable.
- Datos del suelo. Interviene como almacén regulador de humedad y como factor limitante de la pluviometría del sistema. Habrá que conocer su capacidad de campo, punto de marchitamiento, velocidad de infiltración estabilizada, densidad aparente, profundidad, etc. para poder determinar la dosis de riego.
- Datos de cultivo. Deberá tenerse en cuenta la alternativa de cultivos, la profundidad radicular máxima, las necesidades hídricas punta durante el ciclo de cultivo, el marco de plantación, las labores a realizar, etc. (Grotewold, 2011)

### **Diseño agronómico**

Como se sabe, el objetivo del riego es suministrar a los cultivos, de forma eficiente y sin alterar la fertilidad del suelo, el agua adicional a la precipitación que necesitan para su crecimiento óptimo y cubrir las necesidades de lavado de sales de forma que evite su acumulación en el perfil del suelo, asegurando la sostenibilidad del riego. 46 el diseño agronómico es una parte fundamental del proyecto de riego, presentando ciertas dificultades, tanto de tipo conceptual como de cuantificación de ciertos parámetros, por el gran número de condicionantes que ha de tener en cuenta (suelo, clima, cultivos, parcelación, etc.).

### **Podemos decir que se desarrolla en dos fases:**

- **Cálculo de las necesidades de agua de los cultivos:** Los métodos de cálculo de las necesidades de agua pueden ser: en base a experimentación local o

mediante fórmulas empíricas. Para el primer procedimiento suelen utilizarse lisímetros, gravimétricos o de capa freática, con cuya extrapolación de resultados para aplicarlos a casos concretos hay que tener mucho cuidado por la gran variedad de factores que intervienen en el proceso. Los métodos empíricos evalúan la evapotranspiración en base a datos climáticos medidos y a otros factores.

- **Determinación de los parámetros de riego:** dosis, frecuencia o intervalo entre riegos, duración del riego, número de emisores por postura, caudal necesario, etc.

### **2.1.3. Objetivo Especifico**

Rediseñar el sistema de riego por mini aspersion semifijo de la finca Vaquil sección 4 del Ingenio Tuluá.

### **2.1.4. Metas**

- Calcular la lámina bruta y neta de riego a aplicar.
- Diseñar la frecuencia de riego de la finca Vaquil sección 4.
- Elaborar plano de distribución y operación de ramales.
- Calcular el costo de inversión de tubería y accesorios de aluminio móvil.

### **2.1.5. Materiales y metodología**

#### **2.1.5.1. Materiales**

- Practicante de P.P.S
- Libreta de campo
- Mapas de fincas
- Computadora

#### **2.1.5.2. Metodología**

- Se tomó como base el plano de operación y distribución de ramales actual de la finca Vaquil, visualizado por Google Earth Pro.

- Por consiguiente, se determinó el número ramales, lamina y frecuencia de riego que está siendo empleada actualmente en la finca con el sistema de mini aspersión, esta información se validó con el administrador de finca.
- Al determinar la información se procedió a realizar un nuevo plano (propuesta) con una frecuencia de 10 días.
- Se procedió a modificar el mapa por Google Earth pro, utilizando una orto foto en donde se observa el número de posiciones de los ramales (brechas de riego precorte).
- Se hizo un conteo del número de posiciones de las áreas de la finca Vaquil sección 4.
- Al determinar el número de posiciones se procedió a analizar la distribución de estos para la implementación de los ramales simples y dobles en base a las características del área de cada posición, con el fin de que cada ramal tenga una frecuencia de riego similar.
- Al analizar los datos se procedió al rediseño de las posiciones y el aumento de los ramales realizado en Google Earth Pro para disminuir la frecuencia de riego.
- Las modificaciones del mapa de la finca fueron trasladadas a una aplicación de sistemas georreferenciales conocido como QGIS.
- Dentro de esta aplicación se procedió a elaborar el plano de operación de finca Vaquil sección 4, el orden de los ramales, el diámetro de mojado de los aspersores, las tuberías principales y secundarias, entre otras, con un sistema de coordenadas WGS 84/ UTM zona 15 N.
- Luego se procedió a calcular las láminas de riego para la implementación del diseño agronómico para el sistema de riego por mini aspersión semifijo utilizando el modelo de aspersor y regulador actual.
- Al diseñar el plano de distribución y operación se procedió a determinar los accesorios y tuberías de aluminio requeridos para la implementación de los ramales, con su respectivo costo.
- Se calculo los costos de adquisición de accesorios y tuberías móvil para el aumento de 10 a 12 ramales de riego.

### 2.1.6. Presentación y Discusión de resultados

A continuación en la figura siguiente se observa el plano de distribución y operación que se utiliza actualmente en la finca vaquil sección cuatro.



Figura 7: *Plano de distribución y operación del sistema de riego actual de finca Vaquil sección cuatro.*

**Fuente:** Elaborado a partir del plano de distribución de Hidrantes por el departamento de ingeniería agrícola, (2021).

Para analizar el sistema de riego por mini aspersion semifijo de la finca vaquil sección cuatro se tomo como referencia el plano de distribución y operación de ramales que se utiliza actualmente, el cual es observada en la figura número siete, conformado por un número de 10 ramales de riego, estos son distribuidos en un ordenamiento logico en relación al número de posiciones del área (brechas de riego), además de contar con una frecuencia de riego de 12-14 días.

Para diseñar la distribución y operación de los ramales de riego, se analizo las brechas de riego y la longitud con que esta conformada, estas se muestras en la siguientes figuras.

Posición  
o brecha  
de riego



Figura 8: *Validación de Posiciones de riego (Brechas de riego precorte)*

**Fuente:** Google Earth Pro, (2021).

En la figura número ocho, se observa las posiciones de riego de la finca Vaquil sección cuatro, utilizado como análisis para la distribución y operación del número de ramales.



Figura 9: *Propuesta de Distribución de ramales de riego*

**Fuente:** Google Earth, (2021).

En la figura número nueve, se aprecia la distribución de los ramales en relación al análisis del número total de posiciones por cada lote de la sección cuatro de la finca vaquil. Para la distribución de los ramales se toma en consideración no solo el número de posiciones de riego si no que además que cada lateral contenga una frecuencia de riego similar. Dando como resultado una distribución con 12 ramales de riego, con una frecuencia de aplicación de 10 días, siempre y cuando no ocurra alguna falla en la operación. Las modificaciones del mapa de la finca fueron trasladadas a una aplicación de sistemas georreferenciales conocido como QGIS, encontrándose en la figura siguiente

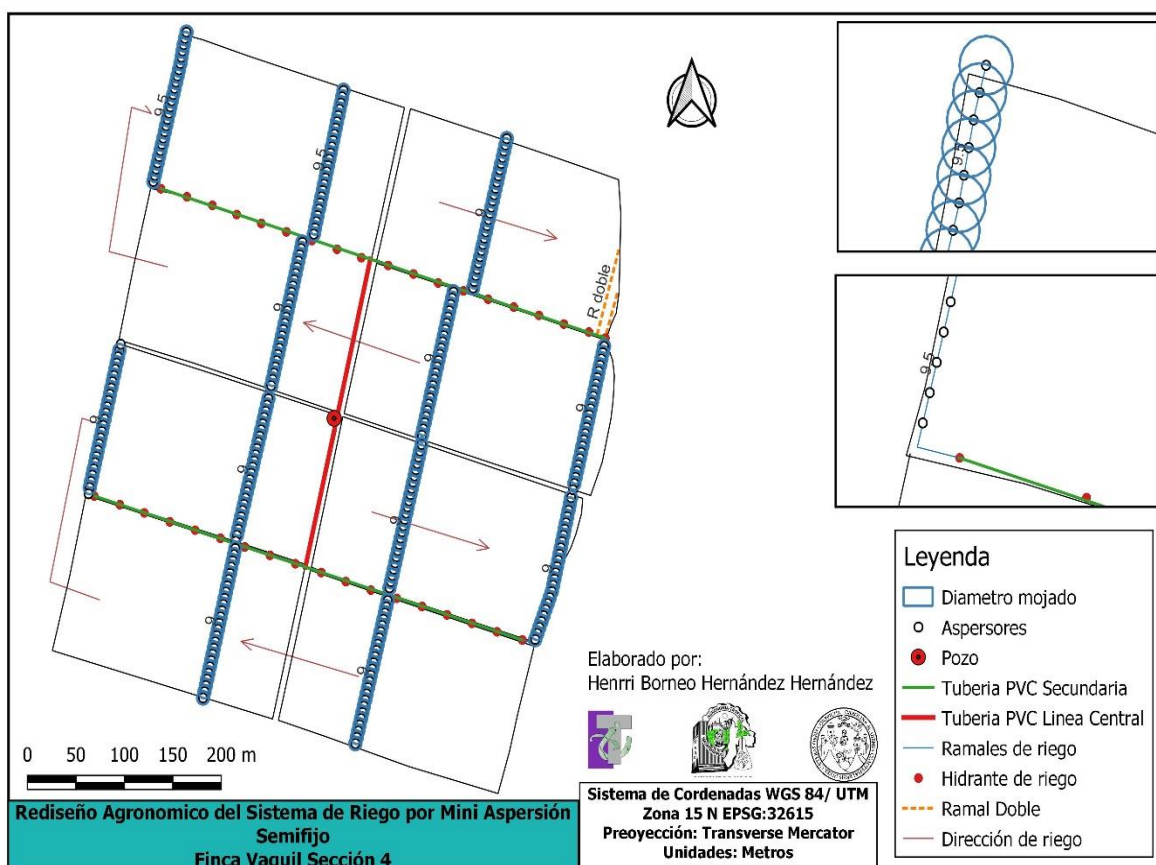


Figura 10: *Propuesta del Plano de distribución y operación de ramales, con frecuencia de riego de 10 días.*

**Fuente:** Elaborado por el autor en conjunto de supervisores de riego de ingeniería agrícola y zona de producción, (2021).

En la figura número 10, se puede apreciar el plano de distribución y operación de ramales diseñado en el sistema de georreferencia QGIS, como propuesta para el

sistema de riego de la finca vaquil sección 4, conformado con una distribución de 12 ramales de riego (dos ramales extras), con el uso de aspersores Senninger 4023-3/4, se logra reducir la frecuencia de riego a 10 días, en comparación con el sistema utilizado actualmente. Al rediseñar el plano de distribución y operación de ramales, se procedió a calcular la lámina bruta y neta aplicada con este sistema, con base al diseño agronómico utilizado en la finca, el cual se aprecia en el siguiente cuadro.

*Cuadro 7: Diseño agronómico actual del sistema de riego por mini aspersión semifijo de finca Vaquil sec.4*

#### Diseño actual

Frecuencia (Días)	No. Ramales	# Asp/ Ramal	DA (mts)	DL (mts)	Caudal Sistema (gpm)	Regulador (PSI)	# Boquilla	Color Boquilla	Caudal Aspersor (gpm)	Caudal m <sup>3</sup> /h	Intensidad de Riego (mm)
14	10	24	12	18	991.20	35	10.5	Turquesa	4.13	0.94	4.34

#### Lamina Neta

Tiempo riego (hrs)	Lamina bruta (mm)	EFA 70% (mm)	EFA 72% (mm)	EFA 75% (mm)	EFA 80% (mm)	Lamina diario mm/día (75% efa)
11.50	49.94	34.96	35.95	37.45	39.95	2.68

**Fuente:** Elaborado por el autor en conjunto de supervisores de riego de ingeniería agrícola y zona de producción, (2021).

En el cuadro número cinco, se observa el diseño agronomico que se utiliza actualmente en la finca vaquil sección 4, este sistema se conforma con una frecuencia de riego de 14 días empleando un numero total de 10 ramales, utilizando un regulador de 35 PSI y aspersor Seninger con boquilla color turquesa, este diseño es trabajado con una lamina bruta de 49.94 mm con un tiempo de riego de 11.50 hrs el cual se trabaja con una eficiencia de aplicación del 75% proporcionando al cultivo una lamina diaria de 2.68 mm/ día.



Para el calculo de la lamina de riego, estas han sido establecidas por el área de producción, en resultado de obtener una lamina bruta con un minimo de 34.96 mm, por el cual sera utilizado la lamina actual.

Cuadro 8: *Propuesta del Rediseño agronómico del sistema de riego por mini aspersión semifijo de finca Vaquil sec.4*

### Propuesta Diseño 1

Frecuencia (Días)	No. Ramales	# Asp/Ramal	DA (mts)	DL (mts)	Caudal Sistema (gpm)	Regulador (PSI)	# Boquilla	Color Boquilla	Caudal Aspersor (gpm)	Caudal m <sup>3</sup> /h	Intensidad de Riego (mm)
10	12	24	12	18	1,189.44	35	10.5	Turquesa	4.13	0.94	4.34

Tiempo riego (hrs)	Lamina bruta (mm)	EFA 70% (mm)	EFA 72% (mm)	EFA 75% (mm)	EFA 80% (mm)	Lamina diario mm/día (75% efa)
11.50	49.94	34.96	35.95	37.45	39.95	3.75

**Fuente:** Elaborado por el autor en conjunto de supervisores de riego de ingeniería agrícola y zona de producción, (2021).

En el cuadro número seis, se aprecia la propuesta del rediseño agronomico del sistema de riego por mini aspersion semifija, el cual esta diseñada para una frecuencia de riego de 10 días, con el uso de un total de 12 ramales distribuidos de forma estrategica antes vistos en la figura no. 10, de esta forma se genera un aumentando en el caudal del sistema. Para el calculo de la lamina bruta se ha de utilizar el sistema actual con una eficiencia de aplicación del 75%, utilizando un regulador de 35 psi y aspersor de boquilla color turquesa.

Debido a la reducción de la frecuencia de riego, el aumento del número de ramales y caudal del sistema, se estaria aplicando una lamina díara de 3.75 mm/día trabajando con una eficiencia de aplicación del 75%, de esta forma se tendria un incremento hidrico de 1.07 mm de lamina diaria aplicados al cultivo, en comparación del sistema actual con el que se esta trabajando.

Para implementar el rediseño se procedió a calcular el costo de inversión con el uso de dos ramales extras, el cual se muestra en la siguiente figura.

Cuadro 9: Costo de inversión de tubería y accesorios de aluminio móvil.

Cantidad (Poz1)	Descripción	Costo Unitario	Costo Total
2	Hidrante (Válvula Esfera 2" con Rosca, RAESA)	230.38	460.76
2	ACOPLE HEMBRA ALUMINIO 2" (ACOPLE MECANICO)	68.03	136.06
2	Codo Curvo 90°	187.69	375.38
100	Tubo Cobertura 63 mm X 6 MT. M-H (Long Esp.) Aluminio	363.57	36357
4	Niplex Inversor de 63" de aluminio	72.94	291.76
2	Codo 90° 63 Cobertura con acople rápido	187.69	375.38
48	Estabilizador 60X600 mm Aluminio.	43.13	2070.24
4	TORNILLO M-6X15 D-933 C (PARA ESTABILIZADOR)	1.8	7.2
4	TUERCA M-6 D-934 (PARA ESTABILIZADOR)	0.8	3.2
48	T Macho/Hembra 63 mm X 3/4 con prolongador 0.7 mt AL.	147.44	7077.12
2	Tee Normal de 63 MM	204.11	408.22
144	Prolongador de 3/4 de 0.7 mt	77.05	11095.2
48	Nipple Macho Plats C/ROSC 3/4 Senninger	6.25	300
48	Regulador de presión PRL 3/4" H 35 psi Senninger	85	4080
48	ASPERSOR SENNIGER 4023-3/4 BOQUILLA #10.5	66.95	3213.6
2	Tapón Final de 63 mm (Cobertura) aluminio	41.08	82.16
	<b>Total</b>	<b>Q1,783.91</b>	<b>Q66,333.28</b>

**Fuente:** Datos recopilados por el autor, (2021).

En el cuadro número siete, se determinó el costo de inversión de tuberías y accesorios de aluminio requeridos para la implementación de dos ramales de riego en consideración del requerimiento del rediseño de distribución y operación de ramales, mostrando de esta manera la cantidad, descripción, costo unitario y costo total de cada accesorio y tubería, oscilando a una cantidad de Q. 66,333.28 para la implementación de dos ramales extras de riego.

## V. CONCLUSIONES

1. El volumen de descarga promedio de las bombas de presión utilizando las boquillas usadas es de 1.149 litros generando un aumento por descarga del 27.66% a lo establecido, causando una aplicación deficiente.
2. La calidad del funcionamiento en la uniformidad de descarga de la cobertura para las boquillas usadas por medio del uso tarjetas hidrosensibles cuenta con un C.V. del 21.27% indicando una severa inclinación a una desuniformidad de aplicación en la cobertura, generando una producción de mayor caudal y una pulverización más concentrada.
3. Los manuales de procedimiento sobre el manejo, de las labores de fertilización y control de malezas fueron actualizados para detallar de forma ordenada, precisa e integrada las actividades que actualmente son realizadas en el área de producción, en las fases de antes, durante y después de cada actividad para proporcionar la mayor información de cómo se realiza cada labor.
4. Se determino aplicar una lámina bruta de riego de 49.94 mm y una lámina neta de 37.45 mm con una eficiencia de aplicación del 75% en un tiempo de riego de 11.5 hrs/posición, para lo cual debe utilizar un regulador de presión 2.41 bar (35 psi), con un modelo de aspersor marca Senninger Serie 4023 y boquilla número 10.5 (color Turquesa), el cual descarga un caudal de 938 lts/hr (4.13 gpm).
5. Se debe invertir Q 66,333.28 para implementar el uso de dos ramales extras y operar el sistema de riego con 12 ramales y una frecuencia de riego de 10 días para un caudal total del sistema de 270,121,824 lts/hr (1,189.44 gpm) aplicando una lámina de 3.75 mm/día.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Es necesario el implementar monitoreos para el cálculo de la determinación de la calidad del funcionamiento en la uniformidad y cobertura de las boquillas utilizadas, por medio del uso de tarjetas hidrosensibles con intervalos de 20-30 días para tener un mejor control en las aplicaciones del control químico de malezas, además de obtener un análisis sobre el daño de las puntas de pulverización.
2. Al momento de realizar algún cambio en la operación de las actividades sobre el manejo, de las labores de fertilización y control de malezas, es necesario actualizar el cambio propuesto para llevar una información segura del procedimiento de cada labor al momento de ser realizada nuevamente.
3. Se recomienda realizar el diseño hidráulico para determinar si el diámetro de la tubería instalada son los adecuados para conducir el caudal total del sistema propuesto. Así como determinar la carga dinámica total y la potencia requerida por el sistema, además de utilizar aspersores de tipo vectorial (media luna) en cada posición final de la brecha de riego, entre otros.

## VII. REFERENCIAS

- Fernández, J. E. (2017). *Informe Final de Servicios realizados en el área de Riegos, Departamento de Ingeniería Agrícola, en Ingenio Tzulá S.A, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu*. [Informe Final de Servicios de la carrera de Agronomía Tropical, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario del Sur Occidente] Repositorio USAC. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/11095/1/SERVICIOS%20FINALES%20JAVIER%20FENANDEZ%20ULTIMA%20REVISION.pdf>
- Gómez, G. (2001). *Auditoría de Control Interno*. Scielo.sd. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202017000300038](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202017000300038)
- Grotewold, J. S. P. (2011). *Diseño del Sistema de Riego por Mini Aspersión para Caña de Azúcar (Saccharum spp.), Diagnostico y Servicio en la Finca San Nicolás, del Ingenio Magdalena en el Parcelamiento La Máquina, Cuyotenango, Suchitepéquez*. [Trabajo de Graduación de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala] Repositorio USAC. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/6641/1/Juan%20Sebasti%C3%A1n%20Pinto%20Grotewold.pdf>
- Información Técnica Teejet*. (2020). Teejet.com. [https://www.teejet.com/CMSImages/TEEJET\\_ES/documents/catalogs/technical\\_information-es.pdf](https://www.teejet.com/CMSImages/TEEJET_ES/documents/catalogs/technical_information-es.pdf)
- Palma, J. (2010). *Manual de Procedimiento*. Scielo.sd. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202017000300038](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202017000300038)
- Quiñones, L. S. (2016). *Selección de Boquillas en la Aplicación de Agroquímicos*. Intagri.com. <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/seleccion-de-boquillas-en-la-aplicacion-de-agroquimicos>

Uso de Tarjetas Hidrosensibles. (2020). Casafe.org. <https://www.casafe.org/uso-de-tarjetas-hidrosensibles/>

Vergara, M. (2017). *Los Manuales de Procedimientos Como Herramientas de Control Interno de una Organización*. Scielo.sd. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202017000300038](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202017000300038)

Vo. Bo.   
Lcda. Ana Teresa de González.  
Biblioteca CUNSUROC.



## VIII. ANEXOS



Figura 11: *Calculo del volumen de descarga/T. promedio*

**Fuente:** Datos recopilados por el autor, (2021).

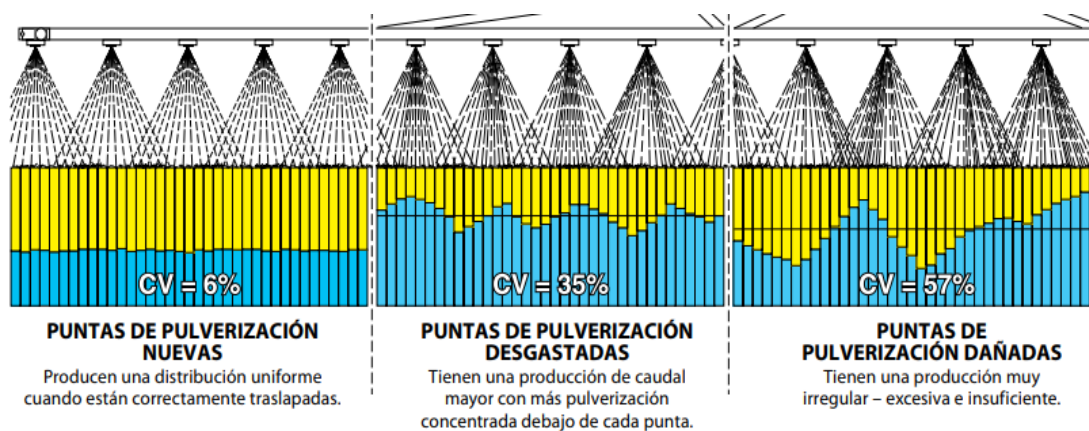




Figura 12: *Coeficiente de Variación para análisis de uniformidad de cortina*

**Fuente:** Información Técnica Teejet, (2020).

Crear reserva: Nuevas posiciones

  Borrar posición

Cl.movimiento  SM para orden

Cuenta de mayor  Dest.mercancía

Centro de coste  Orden

Objeto PA

Posiciones

Pos	Material	Ctd.en	UME	Ce.	Alm.	Lote	M
1				1010	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2				1010			<input checked="" type="checkbox"/>
3				1010			<input checked="" type="checkbox"/>
4				1010			<input checked="" type="checkbox"/>
5				1010			<input checked="" type="checkbox"/>
6				1010			<input checked="" type="checkbox"/>
7				1010			<input checked="" type="checkbox"/>
8				1010			<input checked="" type="checkbox"/>
9				1010			<input checked="" type="checkbox"/>
10				1010			<input checked="" type="checkbox"/>
11				1010			<input checked="" type="checkbox"/>
12				1010			<input checked="" type="checkbox"/>
13				1010			<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 13: *Requisición de Materiales*

**Fuente:** Manual de procedimientos de las labores de fertilización y control de malezas, (2021)

**PASE DE SALIDA DE PRODUCTOS (INGENIO TULULA)**

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora de salida: \_\_\_\_\_ Destino: \_\_\_\_\_

Empresa: \_\_\_\_\_

Departamento: \_\_\_\_\_

Clase de producto a retirar: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Motivo de la Salida; \_\_\_\_\_

Fecha posible reingreso: \_\_\_\_\_

El producto: \_\_\_\_\_ No volvera a reingresara:  Reingresara:

Persona que retira el producto: \_\_\_\_\_

Departamento que avala el Producto: \_\_\_\_\_

Nombre del Jefe inmediato que autoriza: \_\_\_\_\_

Puesto del jefe que autoriza: \_\_\_\_\_

Firma de Autorización: \_\_\_\_\_

Control de reingreso (Para uso de garitas)

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_ Firma del Agente: \_\_\_\_\_

Figura 14: *Pase de salida de Productos*

**Fuente:** Manual de procedimientos de las labores de fertilización y control de malezas, (2021)



## REGISTRO DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTES

FINCA	SECC	LOTE	AREA	FECHA CALIBRACIÓN	FECHA APLICACIÓN	FERTILIZANTE	DÓSIS/HA	CANTIDAD	MÉTODO UTILIZADO	ACTIVO TRACTOR	NOMBRE OPERADOR	ACTIVO FERTILIZADORA	FECHA MANTENIMIENTO	RESPONSABLE

Figura 15: Registro de aplicación de fertilizantes

Fuente: Manual de procedimientos del manejo y control de fertilizantes, (2021)



## PROGRAMA DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTES (Período) AGRÍCOLA, INGENIO TULULA

FINCA	LABOR	UNI MEDIDA	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	Total general
BUENA VISTA	Fertilización Mecanica Planta	Hectareas												
	Fertilización Mecanica Soca	Hectareas												
CRUZ	Fertilización Mecanica Soca	Hectareas												
DANUBIO	Fertilización Mecanica Soca	Hectareas												
ESTABLO	Fertilización Mecanica Planta	Hectareas												
	Fertilización Mecanica Soca	Hectareas												
FELICIDAD	Fertilización Mecanica Soca	Hectareas												
M RALDA	Fertilización Mecanica Planta	Hectareas												
	Fertilización Mecanica Soca	Hectareas												
M SARTI	Fertilización Mecanica Planta	Hectareas												
	Fertilización Mecanica Soca	Hectareas												
MINAR	Fertilización Manual Planta	Hectareas												
	Fertilización Mecanica Soca	Hectareas												
PRADERA	Fertilización Mecanica Soca	Hectareas												
S ANA	Fertilización Manual Planta	Hectareas												
	Fertilización Mecanica Soca	Hectareas												
S CARALAMPIO	Fertilización Mecanica Planta	Hectareas												
	Fertilización Mecanica Soca	Hectareas												
S CARLOS	Fertilización Manual Planta	Hectareas												
S JULIA	Fertilización Manual Planta	Hectareas												
	Fertilización Mecanica Soca	Hectareas												
S MARGARITA	Fertilización Manual Planta	Hectareas												
	Fertilización Mecanica Soca	Hectareas												
S TERESA	Fertilización Mecanica Soca	Hectareas												
TULULA	Fertilización Manual Planta	Hectareas												
	Fertilización Mecanica Soca	Hectareas												
VICTORIAS	Fertilización Mecanica Soca	Hectareas												
Total general														

Figura 16: Programa de aplicación de fertilizante


Fuente: Manual de procedimientos del manejo y control de fertilizantes, (2021)

## PROGRAMA DE APLICACION DE HERBICIDAS (período), AREA AGRICOLA , INGENIO TULULA.

FINCA	UNI_MEDIDA	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	TOTAL
BUENA VISTA												
CRUZ												
DANUBIO												
ESTABLO												
FELICIDAD												
M RALDA												
M SARTI												
MINAR												
PRADERA												
S ANA												
S CARALAMPIO												
S CARLOS												
S JULIA												
S MARGARITA												
S TERESA												
TULULA												
VICTORIAS												
Total general												

Figura 17: Programa de aplicación de herbicidas

**Fuente:** Manual de procedimientos del manejo y control de malezas, (2021).



REQUERIMIENTO DE HERBICIDAS POR MES INGENIO TULULA

PROVEEDOR	REQUERIMIENTO DE HERBICIDAS POR MES (AÑO)										
HERBICIDAS.	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	Total

PROVEEDOR	REQUERIMIENTO DE HERBICIDAS POR MES (AÑO)										
HERBICIDAS.	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	Total

PROVEEDOR	REQUERIMIENTO DE HERBICIDAS POR MES (AÑO)										
HERBICIDAS.	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	Total

PROVEEDOR	REQUERIMIENTO DE HERBICIDAS POR MES (AÑO)										
HERBICIDAS.	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	Total

PROVEEDOR	REQUERIMIENTO DE HERBICIDAS POR MES (AÑO)										
HERBICIDAS.	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	Total

Figura 18: Requerimientos de herbicidas

**Fuente:** Manual de procedimientos del manejo y control de malezas, (2021)



Mazatenango, 08 de noviembre de 2021.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Henri Borneo Hernández Hernández".

Henri Borneo Hernández Hernández  
Estudiante de la carrera de Técnico en Producción Agrícola

A large, stylized handwritten signature in black ink, appearing to read "Felipe Sandoval Álvarez".

Vo. Bo. \_\_\_\_\_  
Ing. Agr. Felipe Sandoval Álvarez  
Supervisor – Asesor

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Mynor Raúl Otzoy Rosales".

Vo. Bo. \_\_\_\_\_  
Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales  
Coordinador Académico

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Carlos Muñoz López".

Vo. Bo. \_\_\_\_\_  
Lic. Carlos Muñoz López  
Director CUNSUROC

