

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

MANEJO DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS EN CULTIVO DE CAÑA DE  
AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) EN COMPAÑÍA AZUCARERA TRES VALLES.

POR:

MIGUEL ANGEL SALGADO PAGOAGA

**TRABAJO PROFESIONAL SUPERVISADO**



**CATACAMAS**

**OLANCHO**

**HONDURAS CA**

**AGOSTO DE 2025**

MANEJO DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS EN CULTIVO DE CAÑA DE  
AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) EN COMPAÑÍA AZUCARERA TRES VALLES.

Por:

**MIGUEL ANGEL SALGADO PAGOAGA**

Asesor principal

**M. Sc. YONI SORIEL ANTUNEZ**

TRABAJO PROFESIONAL SUPERVISADO PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE AGRICULTURA COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

**CATACAMAS**

**OLANCHO**

**HONDURAS CA**

**AGOSTO DE 2025**

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, dedico este logro a Dios, quien ha sido mi luz y mi refugio en cada etapa de este camino. A Él, que me ha dado vida, salud, sabiduría y fortaleza para seguir adelante incluso en los momentos más difíciles. Sin Su guía, nada de esto habría sido posible; en cada paso que he dado, he sentido Su mano dirigiendo mi camino y su amor sosteniéndome.

A mis padres, que han sido mi pilar y mi mayor ejemplo de lucha y perseverancia. Gracias por su amor incondicional, por cada sacrificio silencioso, por su paciencia y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Ustedes me enseñaron el valor del esfuerzo, la honestidad y el trabajo bien hecho. Este título no es solo mío, es también suyo, fruto de todo lo que me han brindado.

A mis hermanos, que con su cariño y apoyo constante han estado presentes en cada etapa de mi vida. Gracias por animarme cuando las fuerzas escaseaban, por sus palabras de aliento y por compartir conmigo las alegrías y las dificultades.

A mis hijos, el motor más grande de mi vida y la razón por la que nunca me rendí. Ellos han sido la inspiración para superarme, para luchar y para demostrarles que, con esfuerzo, disciplina y fe, los sueños se cumplen.

Hoy, al culminar esta etapa y convertirme en Ingeniero Agrónomo, quiero que sepan que este triunfo es el resultado de todas las oraciones, el amor, el apoyo y los sacrificios de cada uno de ustedes. Este logro no me pertenece solo a mí, sino a toda mi familia, porque en cada momento difícil siempre encontré en ustedes la fuerza para seguir.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco profundamente a Dios Todopoderoso, por darme la vida, la salud y la sabiduría necesarias para llegar hasta este momento tan importante. A Él, que me ha fortalecido en los momentos de dificultad, me ha dado serenidad en las pruebas y alegría en cada logro alcanzado. Sin Su guía y bendiciones, este sueño no habría sido posible.

Extiendo mi agradecimiento a la Universidad Nacional de Agricultura (UNAG), por brindarme la oportunidad de formarme como profesional, por abrirme las puertas del conocimiento y permitirme crecer no solo académica, sino también personalmente. Mi gratitud a cada docente, compañero y personal administrativo que de una u otra manera aportaron a mi formación durante estos años.

A la empresa Azucarera Tres Valles, por brindarme la oportunidad de realizar mi práctica profesional, por la confianza depositada en mí y por permitirme poner en práctica los conocimientos adquiridos durante mi carrera. Esta experiencia enriqueció mis capacidades técnicas y me preparó para enfrentar los retos del campo laboral.

A mi familia, que ha sido mi soporte incondicional durante toda mi formación. Gracias por su amor, paciencia, sacrificio y motivación constante.

De manera muy especial, expreso mi gratitud a mis tres asesores de práctica: M.Sc. Yoni Soriel Antúnez, M.Sc. Jorge Alberto Cálix y M.Sc. Marlon Joel Cardona, por su tiempo, dedicación y valiosos conocimientos compartidos. Sus orientaciones, sugerencias y acompañamiento fueron fundamentales para el desarrollo y éxito de mi práctica profesional

## TABLA DE CONTENIDO

Pág.

|        |                                                                    |    |
|--------|--------------------------------------------------------------------|----|
| I.     | INTRODUCCIÓN.....                                                  | 1  |
| II.    | OBJETIVOS.....                                                     | 2  |
| 2.1.   | Objetivo general.....                                              | 2  |
| 2.2.   | Objetivos específicos .....                                        | 2  |
| 3.2    | Importancia del cultivo .....                                      | 3  |
| 3.3.   | Taxonomía .....                                                    | 4  |
| 3.4.   | Etapas fenológicas del cultivo .....                               | 5  |
| 3.4.1. | Germinación y emergencia.....                                      | 5  |
| 3.4.2. | Amacollamiento o ahijamiento.....                                  | 6  |
| 3.4.3. | Rápido crecimiento.....                                            | 6  |
| 3.4.4. | Maduración .....                                                   | 7  |
| 3.4.5. | Cosecha.....                                                       | 7  |
| 3.5.   | Variedades .....                                                   | 8  |
| 3.6.   | Manejo del cultivo .....                                           | 8  |
| 3.6.1. | Preparación del terreno: .....                                     | 9  |
| 3.6.2. | Siembra: .....                                                     | 9  |
| 3.6.3. | Riego:.....                                                        | 9  |
| 3.6.4. | Fertilización .....                                                | 9  |
| 3.6.5. | Control de malezas .....                                           | 9  |
| 3.6.6. | Cosecha y postcosecha .....                                        | 9  |
| 3.6.7. | Tiempo de cosecha .....                                            | 10 |
| 3.7.   | Características de la caña de azúcar.....                          | 10 |
| 3.8.   | Crecimiento Caña de Azúcar .....                                   | 10 |
| 3.9.   | Requerimientos nutricionales de la caña de azúcar .....            | 11 |
| 3.10.  | Condiciones Agroecológicas Para El Cultivo De Caña De Azúcar ..... | 11 |
| 3.11.  | Temperatura y luz solar .....                                      | 12 |
| 3.12.  | Estimado de producción en el cultivo Caña de Azúcar .....          | 12 |
| 3.13.  | Productos fitosanitarios .....                                     | 13 |
| 3.14.  | Plagas de la caña.....                                             | 13 |

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.14.1. Barrenador de la caña ( <i>Diatraea saccharalis</i> ) .....              | 14 |
| 3.14.2. Mosca pinta o salivazo ( <i>Aeneolamia postica</i> ) .....               | 14 |
| 3.14.3. Cochinilla rosada ( <i>Saccharicoccus sacchari</i> ).....                | 15 |
| 3.14.4. Gusano soldado ( <i>Spodoptera frugiperda</i> ) .....                    | 15 |
| 3.14.5. Picudo de la caña ( <i>Sphenophorus levis</i> ) .....                    | 15 |
| 3.15. Enfermedades de la caña .....                                              | 16 |
| 3.15.1. Escarbrosis de la caña ( <i>Ceratocystis paradoxa</i> ).....             | 16 |
| 3.15.2. Roya naranja ( <i>Puccinia kuehnii</i> ) .....                           | 16 |
| 3.15.3. Escaldadura de las hojas ( <i>Xanthomonas albilineans</i> ).....         | 16 |
| 3.15.4. Raquitismo de los retoños ( <i>Leifsonia xyli subsp. xyli</i> ) .....    | 17 |
| 3.15.5. Virus del mosaico de la caña de azúcar .....                             | 17 |
| 3.16. Malezas .....                                                              | 17 |
| 3.16.1. Métodos para el control .....                                            | 18 |
| 3.16.2. Control manual .....                                                     | 18 |
| 3.16.3. Control mecánico.....                                                    | 19 |
| 3.16.4. Control químico.....                                                     | 19 |
| 3.16.5. Herbicidas de contacto.....                                              | 19 |
| 3.16.6. Reguladores de crecimiento.....                                          | 19 |
| 3.17. Fertilizantes .....                                                        | 20 |
| 3.18. Madurantes .....                                                           | 20 |
| 3.19. Aplicaciones de productos fitosanitarios mediante diferentes equipos ..... | 21 |
| 3.19.1. Pulverizadora de arrastre .....                                          | 21 |
| 3.19.2. ¿Qué es una pulverizadora de arrastre? .....                             | 22 |
| 3.20. Drones Agrícolas .....                                                     | 23 |
| 3.20.1. Aplicación de Agroquímicos .....                                         | 23 |
| 3.20.2. Precisión en la Aplicación .....                                         | 23 |
| 3.20.3. Ahorro de Tiempo y Costos.....                                           | 23 |
| 3.20.4. Acceso a Áreas Difíciles.....                                            | 23 |
| IV. MATERIALES Y METODOS.....                                                    | 24 |
| 4.1. Descripción del lugar de trabajo .....                                      | 24 |
| 4.2. Antecedentes Históricos de la Empresa CATV .....                            | 25 |
| 4.3. Materiales y equipo.....                                                    | 25 |
| 4.4. Equipos .....                                                               | 26 |

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.5. Metodología.....                                                  | 27 |
| 4.6. El proceso metodológico consiste en:.....                         | 28 |
| 4.7. Monitoreos de plaga .....                                         | 29 |
| 4.8. Descripción del procedimiento plagas y enfermedades.....          | 30 |
| 4.9. Calibración de equipos .....                                      | 31 |
| 4.9.1. Drone .....                                                     | 31 |
| 4.9.2. Bomba de mochila .....                                          | 33 |
| 4.9.3. Pulverizadora (Boom).....                                       | 34 |
| 4.10. Dosificación de productos .....                                  | 36 |
| 4.11. Costo beneficio .....                                            | 36 |
| V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN. ....                                        | 38 |
| 5.1. Seguimiento a las diferentes actividades realizadas en campo..... | 38 |
| 5.2. Aplicación de herbicida Preemergente con Drone Agras T-50 .....   | 39 |
| 5.3. Aplicación de herbicida pos temprana con Drone .....              | 40 |
| 5.4. Aplicación de herbicida pos temprana con Mochila.....             | 42 |
| 5.5. Aplicación de herbicida pos temprana con Boom .....               | 43 |
| 5.6. Aplicación de fungicida con Drone .....                           | 44 |
| 5.7. Aplicación de inhibidores con Drone .....                         | 45 |
| 5.8. Fertilizante para caña de azúcar .....                            | 46 |
| VI. CONCLUSIONES.....                                                  | 48 |
| VII. RECOMENDACIONES .....                                             | 49 |
| VIII. BIBLIOGRAFIA .....                                               | 50 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                 | Pág. |
|-----------------------------------------------------------------|------|
| <b>Figura 1.</b> Etapas fenológicas de la caña.....             | 5    |
| <b>Figura 2.</b> Ubicación Compañía Azucarera Tres Valles ..... | 24   |

## LISTA DE ANEXOS

|                                                      | Pág. |
|------------------------------------------------------|------|
| <b>Anexo 1.</b> Drone Agras T-50 .....               | 55   |
| <b>Anexo 2.</b> Fercultivo para caña de azúcar ..... | 56   |
| <b>Anexo 3.</b> Aplicación con Mochila.....          | 57   |
| <b>Anexo 4.</b> Aplicación con Boom .....            | 58   |
| <b>Anexo 5.</b> Aplicación con Drone .....           | 59   |
| <b>Anexo 6.</b> Pilotaje con Drone Agras T-50 .....  | 60   |
| <b>Anexo 7.</b> Reparación de Drone .....            | 61   |
| <b>Anexo 8.</b> Fincas aplicadas .....               | 62   |
| <b>Anexo 9.</b> Mezcla de fertilizante.....          | 63   |

## LISTA DE TABLAS

|                                                                      | Pág. |
|----------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Tabla 1.</b> Variedades de caña establecidas en la CATV .....     | 8    |
| <b>Tabla 2.</b> Aplicación preemergente .....                        | 40   |
| <b>Tabla 3.</b> Ensayo preemergente .....                            | 40   |
| <b>Tabla 4.</b> Aplicación Pos temprana finca El censo .....         | 41   |
| <b>Tabla 5.</b> Finca Higueros .....                                 | 41   |
| <b>Tabla 6.</b> Finca El aguacate .....                              | 41   |
| <b>Tabla 7.</b> Aplicación Pos temprana finca Higueros .....         | 42   |
| <b>Tabla 8.</b> Finca los ticos .....                                | 42   |
| <b>Tabla 9.</b> Finca la virgen .....                                | 43   |
| <b>Tabla 10.</b> Aplicación pos temprana con boom finca Rapaco ..... | 44   |
| <b>Tabla 11.</b> Finca El Espinal .....                              | 44   |
| <b>Tabla 12.</b> Aplicación de fungicida finca Los llanos .....      | 45   |
| <b>Tabla 13.</b> Finca San Fernando .....                            | 45   |
| <b>Tabla 14.</b> Aplicación de inhibidores finca palo verde .....    | 46   |

**Salgado Pagoaga, MS. 2025.** Manejo de productos fitosanitarios en cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en Compañía Azucarera Tres Valles. San Juan de Flores, Francisco Morazán, Honduras. Trabajo Profesional Supervisado. Ing. Agr. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras. Pág. 75

## RESUMEN

La Práctica Profesional Supervisada se desarrolló en la Compañía Azucarera Tres Valles, teniendo como objetivo principal optimizar el uso de productos fitosanitarios en el cultivo de caña de azúcar mediante el seguimiento y ejecución de aplicaciones con diferentes tecnologías de aspersión. Para ello, se emplearon drones agrícolas, mochilas de mano y equipos tipo boom, evaluando su eficacia en el manejo de plagas, enfermedades y malezas que afectan la producción. Durante el desarrollo de las actividades, se aplicaron estrategias de control integrado con un enfoque de eficiencia y sostenibilidad, procurando minimizar el desperdicio de insumos y lograr una cobertura uniforme en el área tratada. El uso de drones agrícolas permitió realizar aplicaciones rápidas y precisas en zonas de difícil acceso, reduciendo el tiempo operativo y optimizando la cantidad de producto aplicado. Las mochilas de mano se utilizaron para labores específicas y tratamientos localizados, mientras que el boom fue empleado en superficies extensas para lograr un control homogéneo. Además de las labores fitosanitarias, se realizaron aplicaciones de inhibidores con el fin de regular el crecimiento y maduración del cultivo, favoreciendo una cosecha más uniforme y un mejor rendimiento industrial. Estas aplicaciones se programaron tomando en cuenta el estado fenológico de la caña y las condiciones climáticas, asegurando así su efectividad. Como complemento, se efectuó un análisis de costo-beneficio de los productos agroquímicos utilizados, evaluando la rentabilidad de cada equipo y método de aplicación en función del consumo de insumos, tiempo requerido, cobertura obtenida y resultados productivo.

## **I. INTRODUCCIÓN.**

Según Ortega (2004) el cultivo de caña de azúcar ha sido utilizado para el consumo humano desde hace más de tres mil años. A medida que la ciencia y la tecnología han avanzado el proceso de transformación de la caña de azúcar se ha mejorado en gran manera lo que le hace ser en la actualidad un cultivo industrial de mucha importancia económica especialmente para Honduras. Estas plantas por ser gramíneas son altamente demandantes de los rayos solares ya que su actividad fotosintética se lleva a cabo de una manera más rápida y por lo tanto es capaz de producir grandes cantidades de energía en forma de sacarosa en su tallo, pero es una planta muy susceptible a las inundaciones y al ataque de plagas de tal manera que el manejo de este cultivo es indispensable.

La agricultura de precisión ha revolucionado la producción agrícola al incorporar tecnologías avanzadas que optimizan el uso de insumos y mejoran la eficiencia de los cultivos. Dentro de estas innovaciones, el uso de drones agrícolas para la fertilización y fumigación en el cultivo de caña de azúcar ha demostrado ser una estrategia eficiente y sostenible. Estos dispositivos permiten una aplicación más uniforme y controlada de fertilizantes y agroquímicos, reduciendo el desperdicio de insumos y minimizando el impacto ambiental.

La práctica profesional supervisada tubo como finalidad trabajos realizados en la empresa Azucarera Tres Valles y quedo demostrado cual es el equipo de aplicación más eficiente y cuál es el más rentable a grande escala para la empresa el cual se obtuvieron los datos durante el tiempo que se realizó la práctica así mismo dando a conocer las altas y bajas de cada equipo de aplicación.

## **II. OBJETIVOS.**

### **2.1. Objetivo general**

- Desarrollar el manejo de productos fitosanitarios en el cultivo de caña en Compañía Azucarera Tres Valles mediante el uso de diferentes equipos de aplicación.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Optimizar el uso de productos fitosanitarios en el manejo de las principales plagas, enfermedades y malezas en el cultivo de caña.
- Realizar la aplicación eficiente de fertilizantes foliares y madurantes en el cultivo de caña.
- Evaluar costo-beneficios de los productos agroquímicos mediante el uso de diferentes equipos de aplicación.

Sao Tho-mé. Reproduciendo las elementales técnicas de extracción y concentración de los jugos que con anterioridad habían sido usadas por los musulmanes en Andalucía y Valencia, los isleños lograron consolidar el aprovechamiento agrícola y manufacturero de la planta durante los años siguientes (Garcia, 2005).

La caña de azúcar es un cultivo plurianual cosechado cada 12 meses. El hecho de ser un cultivo tropical hace que tenga gran adaptabilidad al clima de la región y se pueda obtener azúcar de una manera eficiente; con buenos rendimientos en toneladas métricas de caña cultivada a nivel de campo y buenos rendimientos a nivel industrial en toneladas métricas de azúcar producida (Sagastume, 2012).

A Europa llegó hacia el siglo IV antes de Cristo gracias a los viajes y conquistas de Alejandro Magno a través de Asia, y posteriormente los griegos la llevaron al Imperio Romano. Los árabes también jugaron un papel importante en la difusión del consumo de caña de azúcar y del dulce que se obtiene. Estos la llevaron hacia Siria y varios países de África del norte destacando de todos ellos Egipto, porque fue en este país donde los "químicos" egipcios perfeccionan el proceso de refinado (Ortega, 2004).

### **3.2 Importancia del cultivo**

La caña de azúcar es uno de los cultivos más antiguos del mundo, y de particular importancia económica para aquellos países que la producen; esto es así debido al azúcar por sí misma como por los derivados que se obtienen. El azúcar es el principal producto de la caña, sin embargo, existen subproductos de importancia aparentemente secundaria como el etanol, pulpa para cartón y papel, y materia prima para la producción de forraje para ganado (Acerca, 2004).

La importancia industrial se refleja en el avance de los brasileños, quienes con la mayor área cultivada en el mundo (5.02 millones de hectáreas), han mostrado desde los años 80 mediante la fabricación de etanol para uso energético, los subproductos aprovechables que la caña brinda. Además, se produce etanol hidratado (con 4 o 5% de agua), que se utiliza directamente en motores de explosión preparados para ello. Actualmente, en Brasil han llegado a funcionar más de 5 millones de automóviles con esta tecnología, de los que 3 millones funcionan exclusivamente con este combustible, el mismo está comenzando a convertirse en una alternativa importante frente al uso de los combustibles fósiles tradicionales (OSAVA, 2001).

### 3.3. Taxonomía

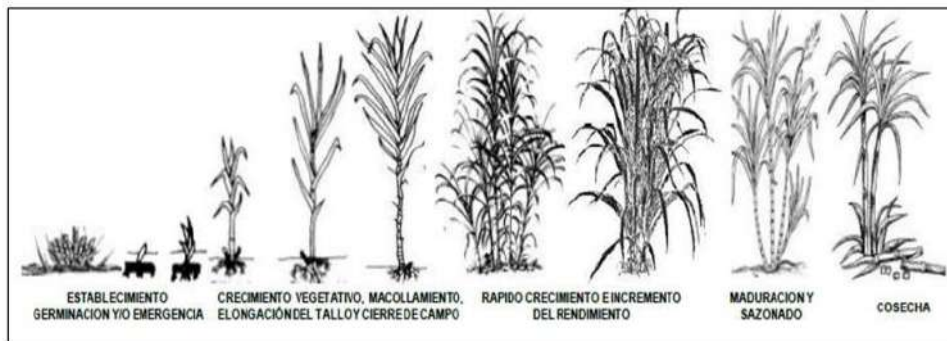
|                   |                          |
|-------------------|--------------------------|
| <i>Reino</i>      | <i>Plantae</i>           |
| <i>División</i>   | <i>Magnoliophyta</i>     |
| <i>Clase</i>      | <i>Liliopsida</i>        |
| <i>Subclase</i>   | <i>Commelinidae</i>      |
| <i>Orden</i>      | <i>Poales</i>            |
| <i>Familia</i>    | <i>Poaceae</i>           |
| <i>Subfamilia</i> | <i>Panicoidae</i>        |
| <i>Tribu</i>      | <i>Andropogoneae</i>     |
| <i>Genero</i>     | <i>Saccharum</i>         |
| <i>Especie</i>    | <i>S. officinarum L.</i> |

(FIRA, 2010).

### 3.4. Etapas fenológicas del cultivo

El cultivo de caña de azúcar en su ciclo de plantilla tiene un desarrollo vegetativo de duración variable, dado a que depende de la variedad y de la influencia del clima. De la siembra a la cosecha el cultivo puede durar desde 14 y hasta 17 meses. En este periodo la caña de azúcar pasa por cuatro etapas: germinación y/o emergencia, amacolla miento o ahijamiento, rápido crecimiento y maduración. En tanto, el desarrollo de las socas (segundo corte de la caña) tiene una duración de 11 a 13 meses y se distinguen tres etapas: brotación y amacolla miento, rápido crecimiento y maduración. A continuación, se describe cada una de estas etapas (FIRA, 2010).

**Figura 1.** Etapas fenológicas de la caña



(Aguilar, 2011).

#### 3.4.1. Germinación y emergencia

La germinación es el proceso que da paso de los órganos primordiales latentes en la yema al estado activo de crecimiento y desarrollo. Aunque la duración de esta etapa puede variar, inicia entre los 7 a 10 días después de la siembra. El crecimiento inicial se prolonga hasta los 35 días. Las temperaturas óptimas para la brotación oscilan entre los 24 a 37°C con

disponibilidad de buena humedad en el suelo. (Ibid, 15) El éxito de esta fase radica en la magnitud, ritmo y uniformidad de la emergencia (desarrollo inicial de la plántula), como también en el logro de una adecuada distribución espacial de los tallos primarios en el surco.

Emergencias pobres y prolongadas afectarán el cumplimiento efectivo de las siguientes fases y finalmente la producción del cañaveral (Romero, 2012).

### **3.4.2. Amacollamiento o ahijamiento**

Esta etapa comienza alrededor de los 35 a 40 días después de la plantación y se caracteriza por el brote de varios tallos a partir de las articulaciones nodales que se encuentran en la base de los tallos primarios. Los factores que favorecen el ahijamiento son: la variedad, los días de larga duración y alta intensidad luminosa, una temperatura cercana a los 30°C es la óptima, buenas condiciones de humedad en el suelo y buen nivel de nitrógeno. (FIRA, 2010: 15) Es una fase de gran importancia en la definición del rendimiento, ya que en su transcurso se establece el número potencial de órganos cosechables. Además, durante esta fase ocurre la generación del sistema radicular adventicio<sup>2</sup> y definitivo del cañaveral (Romero, 2012).

### **3.4.3. Rápido crecimiento**

En esta etapa se da la formación y elongación de la caña con rapidez. Así mismo, en esta fase también se presenta una gran acumulación de materia seca y la planta alcanza su máxima área foliar (hojas). Esta etapa puede prolongarse de acuerdo con la variedad, la temperatura y la humedad. Sin embargo, como referencia puede citarse que comienza alrededor de los 120 días después de la plantación y es a los 180 días aproximadamente queda definido la población de tallos (sólo sobreviven entre el 40 y el 50% de los hijuelos o retoños). En esta fase el cultivo requiere temperaturas sobre los 30°C, disponibilidad de nutrientes y buena condición de humedad (FIRA, 2010).

#### **3.4.4. Maduración**

En esta etapa de desarrollo de la planta de caña se da el proceso de síntesis y acumulación de sacarosa en los tallos de la caña. La maduración de la caña es de la base al ápice (extremo superior) de la planta. Esta parte del desarrollo tiene una duración de unos 2 a 3 meses. Los factores que favorecen el almacenamiento de sacarosa son aquellos que inhiben el crecimiento de la planta, entre ellos la presencia de noches frescas (temperaturas de 18°C), días calurosos y secos. Aplicaciones elevadas o extemporáneas de nitrógeno tiene un efecto negativo porque retarda la maduración. (FIRA, 2010). Los cultivares (variedades) constituyen un factor intrínseco de gran importancia en la maduración, registrándose entre ellos diferencias en la modalidad y en la producción de azúcar por hectárea (Romero et al, 2012).

#### **3.4.5. Cosecha**

La faena (actividad) de la recolección se lleva a cabo entre los once y los dieciséis meses de la plantación, es decir, cuando los tallos dejan de desarrollarse, las hojas se marchitan y caen y la corteza de la capa se vuelve quebradiza. Se quema la plantación para eliminar las malezas que impiden el corte de la Caña, así como posibles plagas (ratas de campo, víboras, tuzas, etc.) que pudiesen causar daño a los cortadores. Actualmente existe maquinaria para realizar el corte de la caña, sin embargo, la mayor parte de la zafra o recolección sigue haciéndose manualmente. El instrumento usado para cortarla suele ser un machete grande de acero con hoja de unos 50 cm de longitud y 13 cm de anchura, un pequeño gancho en la parte posterior y empuñadura de madera. La caña se corta cerca del suelo al igual que por el extremo superior, cerca del último nudo maduro, ya cortadas se apilan a lo largo del campo, de donde se recoge a mano o a máquina para su transporte al Ingenio (FIRA, 2010).

### 3.5. Variedades

Existen muchas variedades en el mundo y especialmente en Honduras se han orientado por las variedades que contienen mayor concentración de sacarosa. (Tabla 1).

**Tabla 1.** Variedades de caña establecidas en la CATV

| <b>Variedad</b> | <b>Origen</b>          | <b>AREA (ha)</b> | <b>TM TOTAL</b> |
|-----------------|------------------------|------------------|-----------------|
| CP 72-2086      | Florida Estados Unidos | 663.86           | 81,001.18       |
| LAICA 00-301    | Costa Rica             | 848.39           | 112,344.25      |
| MEX 69-290      | México                 | 151.25           | 15,543.90       |
| RB 85-5035      | Sao Carlos Brasil      | 279.21           | 37,165.83       |
| RB 86-7515      | Sao Carlos Brasil      | 1,980.41         | 226,167.71      |
| SP 79-1011      | Sao Paulo Brasil       | 1,527.72         | 196,303.82      |
| SP 81-2068      | Sao Paulo Brasil       | 1,120.17         | 135,426.62      |
| OTRAS           |                        | 474.32           | 56,364.10       |

### 3.6. Manejo del cultivo

Para este cultivo anual el manejo debe ser constante, ya que debido al bajo crecimiento su competencia por nutrientes y espacio especialmente por malezas tiene un comportamiento muy significativo en la producción es por tal razón que estas actividades no pueden ser de poca importancia dentro del cronograma de actividades anual de las fincas cañeras, de igual manera para el buen manejo de las plagas y enfermedades que pueden afectar a este cultivo

porque al ser una gramínea al igual que la mayoría de las malezas con las que compite mucho (Mendez, 2014).

**3.6.1. Preparación del terreno:** Antes de iniciar el cultivo de la caña de azúcar, es necesario preparar el terreno adecuadamente. Esto implica limpiar el área de malezas, nivelar el suelo y realizar un análisis de su composición para determinar las necesidades de fertilización.

**3.6.2. Siembra:** La siembra de la caña de azúcar se realiza mediante esquejes o brotes llamados «trozos de caña». Estos trozos se plantan en surcos o hileras, a una profundidad adecuada, para que puedan enraizar y crecer.

**3.6.3. Riego:** El riego es fundamental para el desarrollo de la caña de azúcar. Esta planta requiere un suministro constante de agua para su crecimiento óptimo. El riego se realiza de forma regular y se controla la cantidad de agua aplicada.

**3.6.4. Fertilización:** La caña de azúcar necesita nutrientes para su desarrollo. Durante el proceso de cultivo, se aplican fertilizantes en forma de abonos orgánicos o químicos para suplir las necesidades nutricionales de la planta.

**3.6.5. Control de malezas:** Las malezas pueden competir con la caña de azúcar por los nutrientes y el espacio. Por ello, es importante realizar un control adecuado de malezas mediante la aplicación de herbicidas selectivos y la realización de labores de deshierbe manual.

**3.6.6. Cosecha y postcosecha:** La cosecha de la caña de azúcar se realiza cortando los tallos cerca de la base. Posteriormente, se lleva a cabo un proceso de extracción del jugo y la posterior transformación en azúcar. Es importante realizar un adecuado manejo de los residuos y subproductos de la cosecha.

**3.6.7. Tiempo de cosecha:** El momento de la cosecha es determinante para obtener una alta calidad y rendimiento de la caña de azúcar. Se debe realizar cuando el contenido de azúcar en el tallo es óptimo, lo cual se puede determinar mediante análisis químicos o por la observación de características como el color y la textura. (Reyes, 2023)

### **3.7. Características de la caña de azúcar**

La caña desarrolla sólo en casos excepcionales semillas germinables. La mayoría de los más que 100 clones usuales son cruces de *S. officinarum* con alto contenido de azúcar y *S. sinensis* (que tiene buena adaptabilidad), *S. spontaneum* y *S. robustum* resistente a enfermedades. Los clones más frecuentes son *octaploides* y se reproducen en forma vegetativa (Asociación Naturland, 2000). En muchas regiones de Asia y América Latina la producción de caña de azúcar se realiza en pequeñas fincas y está destinada al consumo propio. Su cultivo en gran escala es posible si se tiene posibilidades de procesamiento artesanal o industrial. Por el momento los países productores de caña de azúcar ecológica más importantes son: Brasil, Paraguay, Filipinas, EE.UU., Mauricio y la República Dominicana (Naturland, 2000).

### **3.8. Crecimiento Caña de Azúcar**

Según FIRA (2010) Esta etapa puede prolongarse de acuerdo con la variedad, la temperatura y la humedad. Sin embargo, como referencia puede citarse que comienza alrededor de los 120 días después de la plantación y es a los 180 días aproximadamente queda definida la población de tallos (solo sobreviven entre el 40 y el 50% de los hijuelos o retoños). En esta fase el cultivo requiere temperaturas sobre los 30 °C, disponibilidad de nutrientes y buena condición de humedad.

Según Arias (2008) Realizó una investigación para crear un modelo de predicción de la producción de caña de azúcar. Utilizó análisis de regresión estadística para estudiar factores climáticos como temperaturas máximas y mínimas, así como radiación solar, durante 1999-2007. Sin embargo, los resultados, al igual que un estudio previo de Clement en 1980, no produjeron coeficientes confiables para construir el modelo. A pesar de considerar la variable más adecuada, el coeficiente de determinación  $R^2$  solo alcanzó 0.48. Según Lobato, J, et al., (2011) comenta: En sus líneas de investigación analizaron la correlación entre el índice de vegetación de diferencial normalizada (NDVI) y las producciones de zafras anteriores, la investigación basada en teledetección de imágenes espectrales obtenidas por imágenes Spot producciones entre 1999 y 2006, su coeficiente de determinación de ( $R^2$ ) más alto fue de 0.50

### **3.9. Requerimientos nutricionales de la caña de azúcar**

Según Pérez (1994) Los nutrientes son elementos compuestos inorgánicos simples que el cultivo necesita para su normal desarrollo. Estos nutrientes se pueden clasificar en dos grupos según las cantidades absorbidas por las plantas. a) Macro nutrimentos: N, P, K, Ca, Mg. y S. b) Micro nutrimentos: Zn, B, Fe, Mo, Cu, Mn y Cl. El nitrógeno, fósforo y el potasio son los tres nutrientes que frecuentemente se encuentran en cantidades deficientes en la mayoría de los suelos y regularmente son aplicados en forma de fertilizantes.

### **3.10. Condiciones Agroecológicas Para El Cultivo De Caña De Azúcar**

En general, el cultivo de caña de azúcar no es especialmente complicado. Aun así, un cultivo productivo de caña exige unas condiciones de crecimiento óptimas. La planta necesita un alto nivel de radiación solar y calor para florecer. La hidratación activa es otro requisito para el cultivo de caña de azúcar. Por último, pero no por ello menos importante, el suelo debe tener una buena aireación, drenaje y un nivel de pH que oscile entre 5 y 8,5. Cada una de estas condiciones de cultivo requiere un estudio más detallado (Cherlinka, s.f.).

### **3.11. Temperatura y luz solar**

Durante la mayor parte de su ciclo vital, el clima para el cultivo de caña de azúcar requiere una temperatura que ronda los 32°C (90°F). Una vez madura la planta, las temperaturas ligeramente más bajas ayudan a aumentar la cantidad de azúcar que contiene. Las heladas provocan problemas en el cultivo de caña de azúcar, independientemente de la etapa de crecimiento de la planta. Además, la caña de azúcar necesita mucha luz solar; si las plantas crecen en un campo sombreado, incluso a la temperatura adecuada, sufrirán. Dado que la temperatura es un factor crítico en el cultivo de la caña de azúcar, es necesario elegir un campo con un régimen de temperaturas favorable.

EOSDA Crop Monitoring proporciona datos históricos sobre las temperaturas diarias y la suma de las temperaturas activas, lo que permite a los agricultores evaluar fácilmente el potencial de un solo campo o de la región en su conjunto para obtener una cosecha abundante. Comprender el microclima de un campo y el historial de fluctuaciones de temperatura permite determinar rápidamente si esta zona es adecuada para el cultivo de la caña de azúcar. Una vez seleccionado el campo, puede utilizar gráficos de temperatura para seguir las tendencias y planificar el período de cultivo para aprovechar al máximo las condiciones climáticas locales (Cherlinka, s.f.).

### **3.12. Estimado de producción en el cultivo Caña de Azúcar**

Según (Arias, 2008) comenta: Realizó una investigación para crear un modelo de predicción de la producción de caña de azúcar. Utilizó análisis de regresión estadística para estudiar factores climáticos como temperaturas máximas y mínimas, así como radiación solar, durante 1999-2007. Sin embargo, los resultados, al igual que un estudio previo de Clement en 1980, no produjeron coeficientes confiables para construir el modelo. A pesar de considerar la variable más adecuada, el coeficiente de determinación  $R^2$  solo alcanzó 0.48. Según Lobato, J, et al., (2011) comenta: En sus líneas de investigación analizaron la correlación entre el

índice de vegetación de diferencial normalizada (NDVI) y las producciones de zafras anteriores, la investigación basada en teledetección de imágenes espectrales obtenidas por imágenes Spot producciones entre 1999 y 2006, su coeficiente de determinación de ( $R^2$ ) más alto fue de 0.50

### **3.13. Productos fitosanitarios**

Para el cultivo de caña de azúcar, se requieren productos fitosanitarios específicos para combatir plagas, enfermedades y malezas.

**Herbicidas:** Se utilizan para controlar malezas que pueden afectar el cultivo.

**Fungicidas:** Para proteger las plantas de enfermedades.

**Insecticidas:** Para controlar insectos que pueden dañar las raíces y las hojas.

Estos productos son esenciales para mantener un cultivo saludable y productivo.

### **3.14. Plagas de la caña**

De los insectos patógenos pueden proliferarse de una manera muy efectiva dentro de las fincas y por la gran extensión del cultivo los daños económicos o los rendimientos de esta planta se verán en una situación crítica. La caña de azúcar es actualmente cultivada por más de 100 países con más de 20 millones de hectáreas en el mundo, en donde se producen 1,300 millones de toneladas de caña (D'Hont, Mendes, Menossi, Vincentz, Van Sluys, Glaszmann y Ulian, 2008). Además, el cultivo industrial más cercano a la sostenibilidad como fuente renovable de energía. (Birch, 2007) La Fitosanidad en el cultivo de la caña de azúcar representa un pilar fundamental para asegurar su productividad y calidad.

Este cultivo, crucial para la industria azucarera y la producción de bioetanol, enfrenta diversos desafíos fitosanitarios que incluyen plagas como el barrenador de la caña y enfermedades como la roya naranja y la escaldadura de las hojas.

Estos problemas no solo impactan directamente en los rendimientos, sino que también afectan la calidad del azúcar y la eficiencia en la fabricación de biocombustibles. Por lo tanto, la gestión eficaz de plagas y enfermedades mediante prácticas integradas de manejo es esencial para sostener la viabilidad económica y ambiental de este cultivo a nivel global (Cañada, 2023).

#### **3.14.1. Barrenador de la caña (*Diatraea saccharalis*)**

El barrenador de la caña es una de las plagas más destructivas en el cultivo de caña de azúcar. Las larvas de esta especie se alimentan del interior de los tallos, excavando galerías que disminuyen significativamente la producción y calidad del cultivo. Esta alimentación interna causa una reducción en la cantidad de azúcar recuperable y facilita la infección por patógenos secundarios, lo que puede llevar a la muerte del tejido vegetal. La presencia del barrenador se detecta por las “ventanas” que las larvas dejan en los tallos al alimentarse, y su manejo es complejo debido a su naturaleza oculta dentro del cultivo (Cañada, 2023).

#### **3.14.2. Mosca pinta o salivazo (*Aeneolamia postica*)**

La mosca pinta, también conocida como salivazo, es otra plaga significativa en la caña de azúcar. Los adultos y ninfas de esta especie succionan la savia de la planta, debilitándola y disminuyendo su crecimiento. Además, excretan una sustancia pegajosa conocida como melaza, sobre la que crece un hongo llamado fumagina, que afecta la fotosíntesis al cubrir

las hojas. Este daño reduce el rendimiento del cultivo y puede impactar en la calidad del azúcar producido (Cañada, 2023).

#### **3.14.3. Cochinilla rosada (*Saccharicoccus sacchari*)**

La cochinilla rosada es un insecto que afecta principalmente a las hojas de la caña de azúcar. Estos pequeños insectos succionan los nutrientes de las hojas, provocando su decoloración y debilitamiento. Este daño reduce la capacidad fotosintética de la planta, afectando directamente los rendimientos. Además, como otros insectos que succionan savia, la cochinilla rosada excreta melaza, promoviendo el crecimiento de fumagina y complicando aún más la fotosíntesis (Cañada, 2023).

#### **3.14.4. Gusano soldado (*Spodoptera frugiperda*)**

El gusano soldado es una plaga polífaga que afecta a numerosos cultivos, incluida la caña de azúcar. Las larvas de esta especie son voraces y se alimentan de las hojas y a veces de los tallos tiernos, causando defoliación y debilitamiento de las plantas. Esto puede resultar en una disminución notable en la producción de azúcar, especialmente si el ataque ocurre en etapas tempranas del desarrollo del cultivo (Cañada, 2023).

#### **3.14.5. Picudo de la caña (*Sphenophorus levis*)**

El picudo de la caña es un escarabajo cuyas larvas se alimentan de los tallos de la caña de azúcar, causando daños severos. Estos insectos perforan los tallos para depositar sus huevos, y las larvas que emergen se alimentan del interior del tallo, debilitando la estructura de la planta. Este daño puede reducir significativamente los rendimientos y la calidad del azúcar,

y el control de esta plaga es complicado debido a su ciclo de vida y hábitos de alimentación (Cañada, 2023).

### **3.15. Enfermedades de la caña**

#### **3.15.1. Escarbrosis de la caña (*Ceratocystis paradoxa*)**

La escarbrosis de la caña es una enfermedad grave que afecta a la caña de azúcar. Se caracteriza por la pudrición de los tallos, lo que provoca la muerte de los brotes y una disminución significativa en la producción. Esta enfermedad es particularmente destructiva en condiciones de alta humedad y puede propagarse rápidamente en el campo, especialmente a través de heridas en las plantas. La pérdida de productividad debido a esta enfermedad tiene un impacto económico considerable en las regiones productoras de caña (Cañada, 2023).

#### **3.15.2. Roya naranja (*Puccinia kuehnii*)**

La roya naranja es una enfermedad notable en el cultivo de la caña de azúcar. Esta enfermedad produce pústulas de color naranja en las hojas, que reducen la capacidad fotosintética de la planta y, por lo tanto, su crecimiento y productividad. El control de la roya naranja es esencial para mantener la salud del cultivo y asegurar rendimientos óptimos, siendo una enfermedad que requiere atención constante en las regiones productoras de caña de azúcar (Cañada, 2023).

#### **3.15.3. Escaldadura de las hojas (*Xanthomonas albilineans*)**

La escaldadura de las hojas es una enfermedad grave en la caña de azúcar. Se manifiesta por rayas blancas o amarillentas en las hojas, que eventualmente llevan a la muerte del tejido foliar. Esta enfermedad reduce la fotosíntesis y, en consecuencia, afecta la producción de

azúcar. Es especialmente problemática en climas cálidos y húmedos, y su manejo es crítico para evitar pérdidas económicas significativas (Cañada, 2023).

#### **3.15.4. Raquitismo de los retoños (*Leifsonia xyli subsp. xyli*)**

El raquitismo de los retoños es una enfermedad que afecta los vasos de la xilema de la caña de azúcar, obstaculizando el transporte de agua y nutrientes. Se caracteriza por el crecimiento atrofiado de los retoños y una reducción en el rendimiento del cultivo. Esta enfermedad puede pasar desapercibida durante mucho tiempo, lo que dificulta su manejo y control, y puede causar pérdidas económicas considerables en las áreas afectadas (Cañada, 2023).

#### **3.15.5. Virus del mosaico de la caña de azúcar**

El mosaico de la caña, causado por varios virus, es una enfermedad viral común en muchos países productores de caña. Esta enfermedad se caracteriza por manchas irregulares de color claro y oscuro en las hojas, lo que reduce la fotosíntesis y afecta el crecimiento de la planta. La transmisión se realiza principalmente a través de material de siembra infectado y puede causar una disminución significativa en la calidad y cantidad de la producción de azúcar (Cañada, 2023).

### **3.16. Malezas**

Según **Portabella Lou** (2008) como maleza se considera toda planta que crece fuera de su sitio e invade otro cultivo en el cual causa más perjuicio que beneficio. Las malezas se caracterizan por su capacidad para sobrevivir en condiciones ambientales adversas; en la caña de azúcar son comunes la hoja ancha y hoja angosta. Estas últimas, cuando se reproducen por rizomas, son difíciles de controlar.

El desarrollo inicial de la planta de caña es lento; por lo tanto, si en esta época crítica no se eliminan las malas hierbas, la población y la producción del cultivo puede reducir hasta en 40%. Por el contrario, si los campos se mantienen libres de malezas hasta que las plantas cubran la superficie del suelo, la sombra que producen estas y su crecimiento impedirán que durante la fase productiva del cultivo aparezcan malas hierbas (LOU, 2008).

### **3.16.1. Métodos para el control**

Según (jf, 1995) Para el control eficiente de malezas en caña de azúcar es necesario tener en cuenta los factores siguientes: (1) las especies de las malezas predominantes, (2) el área y la localización de la invasión de malezas, (3) el estado de desarrollo de las malezas y su relación con el crecimiento del cultivo, (4) el equipo disponible para el control y (5) las condiciones de clima y el contenido de humedad en el suelo en el momento de iniciar el control. Por lo general, las malezas con ciclo de crecimiento anual se controlan mediante la destrucción de su parte aérea con cortes frecuentes o con la aplicación de herbicidas; de esta manera se impide la producción de semillas. Por el contrario, las malezas perennes son más difíciles de controlar, ya que además de producir semillas, poseen órganos subterráneos que les permite almacenar nutrimentos y asegurar su persistencia.

### **3.16.2. Control manual**

Este método de control se hace con palas o azadones ves más común en socas que, en plantilla, ya que en este último caso se pueden ocasionar daños a las plántulas que emergen. Calderón y Saldarriaga (1969) estiman que con el control manual de malezas se puede destruir hasta 20% de los brotes de la caña. Además, es costoso, requiere más mano de obra y es menos efectivo que otros métodos.

### **3.16.3. Control mecánico**

Se utiliza en áreas extensas de cultivo Se puede hacer con rastrillo de discos o con escardillos (chuzos) y la eficiencia, en tiempo requerido para la labor, es alta y su costo es bajo. Es más eficiente cuando la planta de caña aún no se ha desarrollado y se presenta a una baja humedad, ya que existe el riesgo de compactación del suelo por el uso de la maquinaria y, en muchos casos, las malezas rebrotan de nuevo.

### **3.16.4. Control químico**

En la actualidad existen varios herbicidas químicos que se utilizan con éxito en el cultivo de la caña. El uso de estos productos hace parte de las labores normales del cultivo en la mayoría de los ingenios del valle geográfico del río Cauca. Los herbicidas se agrupan en las categorías: de contacto, reguladores del crecimiento y esterilizadores del suelo.

**3.16.5. Herbicidas de contacto.** Actúan únicamente sobre aquellas partes de la planta con las cuales entran en contacto. Pueden ser selectivos o de acción general, los primeros matan sólo ciertas plantas, dejando las demás intactas mientras que los segundos causan daño a la vegetación en general

**3.16.6. Reguladores de crecimiento.** Se conocen también como modificadores de crecimiento, sustancias de crecimiento, herbicidas de translocación y herbicidas sistémicos. Una vez se aplican a la planta, se translocan por la xilema y el floema y de esta forma, afectan órganos como las raíces y los puntos de crecimiento activo (jf, 1995).

### **3.17. Fertilizantes**

Dentro de un manejo orientado al logro de cañales de alto rendimiento, la fertilización constituye una práctica cultural de máxima importancia. Además, su elevado costo exige realizar una ejecución oportuna y efectiva para asegurar su máximo aprovechamiento. La fertilización del cultivo se debe realizarse aproximadamente a los 5-10 días después de la cosecha, se realiza con tractor y una maquina fertilizadora de discos dentados y no lisos debido a que es necesario que el abono aplicado quede en el suelo y no sobre la basura dejada por la cosecha anterior. La velocidad de operación es de 8 a 10 km/h (DIAZ, 2002).

El éxito de la fertilización se expresará en el establecimiento temprano de una población inicial optima y con una distribución uniforme de los tallos, con mínimas fallas, asegurando la conformación de cañales con una elevada población de tallos movibles y un excelente crecimiento y rendimiento (FAO, 2003).

### **3.18. Madurantes**

Los madurantes son herbicidas que a determinadas dosis trabajan como reguladores de crecimiento, optimizan los procesos fisiológicos de la planta y aumentan la concentración de sacarosa en los tallos. Actúan directamente en los meristemos apicales de las plantas y catalizan las enzimas responsables de la acumulación de sacarosa inhibiendo parcialmente el crecimiento. Estos herbicidas usados para concentrar azúcares en el cultivo de la caña de azúcar son aplicados foliarmente entre 40-45 días antes de la cosecha (UNION, 2002).

Los madurantes se aplican a los 9 meses de edad y los inhibidores se aplican a una edad de 6 a 8 meses de edad para evitar la floración.

Según (ARCILLA, 1995) Un madurante es un compuesto orgánico que, aplicado en pequeñas cantidades, inhibe, fomenta o modifica de alguna forma, procesos fisiológicos de la planta (Arcila, 1990) En caña de azúcar estos compuestos actúan como reguladores de crecimiento que favorecen la mayor concentración de sacarosa. Los reguladores de crecimiento pueden afectar la maduración, ya sea mediante la inhibición del crecimiento sin afectar la fotosíntesis, o actuando sobre las enzimas que catalizan la acumulación de sacarosa; la maduración es un proceso cuyo resultado es un balance entre la fotosíntesis y la respiración (Nickell y Takahasi, 1972; Rugai y Notoa, 1979, Yates y Bates, 1958).

A partir de 1970 aparecieron varios compuestos que han dado buenos resultados como madurantes. Los más importantes son Ethrel, Asulox, Embark, Polaris, Polado y Roundup, que se han utilizado con éxito en Hawaii, Mauricio, Florida, Louisiana, Puerto Rico, Brasil y Suráfrica. Los compuestos evaluados a nivel mundial que han mostrado los mejores resultados son Polaris o glifosina (N-N-bisfosfometil-glicina); Polado (sal sódica de glifosato); Roundup (sal isopropilamina de glifosato) y Ethephon o Ethrel. (ARCILLA, 1995).

### **3.19. Aplicaciones de productos fitosanitarios mediante diferentes equipos**

#### **3.19.1. Pulverizadora de arrastre**

La pulverizadora de arrastre es un equipo utilizado en la agricultura para aplicar productos químicos, herbicidas y fertilizantes en grandes extensiones de cultivos. Estas máquinas, también conocidas como pulverizadores de campo, cuentan con un tanque donde se almacena la solución química y un sistema de pulverización que distribuye uniformemente el producto sobre el terreno (Jacto, 2023).

Son herramientas indispensables para el control de plagas y enfermedades en los cultivos, ya que permiten aplicar los productos de manera precisa y eficiente. Además, su uso también contribuye a la reducción de costos y el aumento de la productividad en la agricultura moderna.

En este artículo, exploraremos en detalle las características y usos de las pulverizadoras de arrastre, así como sus beneficios y desventajas en comparación con otros tipos de pulverizadores.

### **3.19.2. ¿Qué es una pulverizadora de arrastre?**

La pulverizadora de arrastre es un equipo agrícola utilizado para la aplicación de productos químicos en grandes extensiones de cultivos, como herbicidas, insecticidas y fertilizantes. Esta herramienta cuenta con un tanque de almacenamiento de líquido en su parte trasera y una barra pulverizadora que se extiende por debajo del equipo, equipada con boquillas que rocían el líquido de manera uniforme en los cultivos.

Este tipo de pulverizadora se arrastra detrás de un tractor. Su diseño permite que la máquina aplique la solución química de manera precisa y uniforme, lo que aumenta la eficiencia y reduce la cantidad de producto químico que se necesita para cubrir un área dada.

La pulverización se lleva a cabo gracias a un sistema de bomba que se encarga de transportar la solución química desde el tanque hasta las boquillas de la barra pulverizadora. Las boquillas rocían la solución química en forma de gotas finas y uniformes que cubren el cultivo de manera efectiva (Jacto, 2023).

### **3.20. Drones Agrícolas**

#### **3.20.1. Aplicación de Agroquímicos**

La aplicación de agroquímicos, como fertilizantes y pesticidas, es otra área donde los drones están demostrando su eficacia. La capacidad de estos dispositivos para aplicar productos de manera precisa y eficiente ofrece numerosos beneficios (BIOPROI, 2025).

#### **3.20.2. Precisión en la Aplicación**

Los drones pueden ser programados para aplicar agroquímicos únicamente en las áreas que lo necesitan, reduciendo así el desperdicio de productos y minimizando el impacto ambiental. La aplicación dirigida también disminuye el riesgo de exposición a químicos tanto para los trabajadores agrícolas como para el entorno (BIOPROI, 2025).

#### **3.20.3. Ahorro de Tiempo y Costos**

El uso de drones para la aplicación de agroquímicos es significativamente más rápido que los métodos tradicionales, como la pulverización manual o el uso de maquinaria terrestre. Esto no solo ahorra tiempo, sino que también reduce los costos asociados con el uso de mano de obra y el mantenimiento de equipos (BIOPROI, 2025).

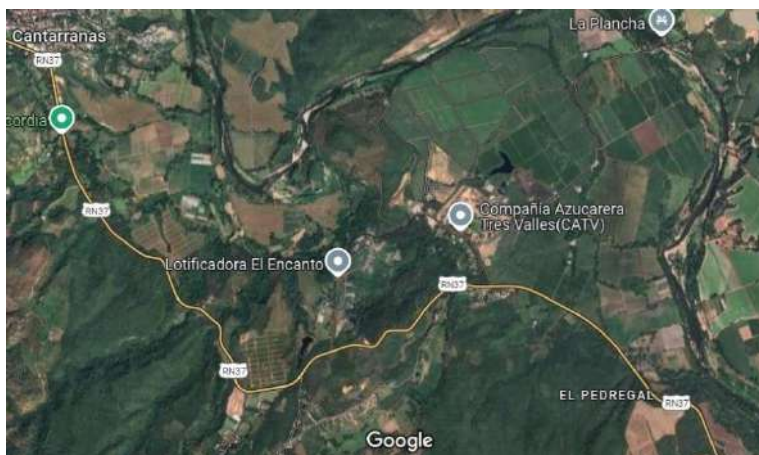
#### **3.20.4. Acceso a Áreas Difíciles**

Los drones pueden acceder a áreas de difícil acceso, como terrenos empinados o campos inundados, donde la maquinaria convencional no puede operar. Esto garantiza que todas las áreas del cultivo reciban el tratamiento necesario, mejorando la uniformidad y la calidad del producto final (BIOPROI, 2025).

## IV. MATERIALES Y METODOS.

### 4.1. Descripción del lugar de trabajo

La Compañía Azucarera Tres Valles S.A de C.V. (CATV) está ubicada en la Aldea El Porvenir, del Municipio de San Juan de Flores en el Departamento de Francisco Morazán, a una elevación de 600 msnm. Se dedica a la producción de azúcar de caña. Su área de influencia abarca desde la zona del Zamorano hasta el Valle de Talanga, siendo la principal fuente de empleo permanente y temporal, de forma directa, tanto en zafra como inter-zafra, Además, se crean fuentes de trabajo indirectas alrededor de la operación del Ingenio (Cañada, 2023).



**Figura 2.** Ubicación Compañía Azucarera Tres Valles

## **4.2. Antecedentes Históricos de la Empresa CATV**

La empresa inicio sus operaciones en 1975 con el nombre de "Azucarera Cantarranas" (ACANSA) siendo propiedad del Estado de Honduras. Dentro del programa de privatización de propiedades del Estado en 1993 se decidió la venta de ACANSA al sector privado. Fue así como el 05 de enero de 1994 se constituyó la Sociedad Mercantil Compañía Azucarera Tres Valles S.A de C.V.

CATV cuenta aproximadamente con 2,850 manzanas propias de tierra, 4,825 arrendadas y 570 de productores independientes cultivadas de caña de azúcar, las cuales son cosechadas en el periodo de producción entre los meses de diciembre a mayo. La proyección de producción hasta el 2015, es lograr una producción de 2 millones de quintales, lo que requiere un incremento de 3,000 manzanas con relación a lo existente; de las cuales 1,000 manzanas propias, 1,800 arrendadas y 200 de productores independientes.

En la actualidad CATV cuenta con 8,000 ha de tierra para producción el cual 600 hectáreas son de productores independiente y 7,400 ha son propias alcanzando una cosecha de 2,250,000 quintales de azúcar en esta zafra 2024-2025 esperando que la próxima zafra haya más cosecha de quintales. Cabe resaltar que la empresa produce energía el cual hace negocios con nicaragua lo cual ha sido de mucha importancia.

## **4.3. Materiales y equipo**

Dentro de los materiales para llevar a cabo este trabajo se muestra lo siguiente:

**Material vegetal:** Diferentes variedades de *Saccharum officinarum* adaptadas a la región.

**Productos fitosanitarios como:**

**Herbicidas:** Callisto® Caña: mezcla de herbicidas altamente selectiva al cultivo de caña de azúcar, que en aplicaciones pos emergentes ofrece un control contundente de hojas anchas, ciperáceas y gramíneas.

**Fungicidas:** Bayer ofrece una solución integral para la protección del cultivo de caña durante su periodo crítico de crecimiento. De esta forma buscamos proteger al cultivo y la rentabilidad de este en beneficio del agricultor.

**Insecticidas:** Destacan los insecticidas carbofurán y monocrotofós

**Fertilizantes foliares:** Una nueva alternativa para complementar y abaratar la fertilización nitrogenada es el uso de biofertilizantes foliares de efectos comprobados y recomendaciones ajustadas.

**Madurantes:** Los más importantes son Ethrel, Asulox, Embark, Polaris, Polado y Roundup, que se han utilizado con éxito.

#### **4.4. Equipos**

Drones Agrícolas, Pulverizadora de arrastre, Tractor, Vehículo, Tanque para agua, Boquillas, Coladores, medidores, Recipientes para mezcla, Herbicidas, Fungicidas, Insecticidas, Fertilizantes, Adherentes, Generadores de Energía, Combustible,

#### **Herramientas auxiliares**

Cuaderno, Lápiz, Calculadora, Mochila, Computadora, Teléfono, Cámara Fotográfica.

#### **4.5. Metodología**

El presente trabajo tuvo una duración de 3 meses los cuales abarco una parte del mes de mayo el mes de junio, julio y una parte de agosto durante ese tiempo se cumplieron 600 horas laborales donde se le dio seguimiento a diferentes actividades realizadas en campo y dentro de la empresa tomando en cuenta que las actividades realizadas en campo fueron las de mayor tiempo ya que se realizaban aplicaciones con los diferentes equipos, donde cada equipo tenía un destino diferente y muchas veces diferentes productos de aplicación.

Las aplicaciones se planificaban una semana antes para llevar un mejor control de las fincas aplicadas y las fincas que faltaban por aplicar cada finca tiene su jefe de distrito el cual es el que pide las aplicaciones y para cuanta área lo desea en cada finca se hacen de dos a tres controles de maleza depende la incidencia y también se hacen entre uno a dos controles para la roya dependiendo la variedad ya que la empresa cuenta con variedades que son susceptibles a dicha enfermedad.

También se realizó aplicación de inhibidores para el control de floración este se aplica cuando la caña tiene 6 meses ya que a esa edad entra en floración y lo que se busca es que la caña no floree y mejorar la calidad del jugo, así como para reducir las pérdidas de nutrientes y mejorar la eficiencia del cultivo.

Otro seguimiento importante fue el ferticultivo una práctica muy importante en zonas donde no hay sistema de riego por goteo y se hace esta práctica para aprovechar las aguas lluvias ya que esto consiste en colocar el ferticultivo a un tractor para que haga la función de arrastre así mismo van cuatro ganchos rompiendo en suelo dos en la parte de adelante y dos en la parte de atrás a una profundidad de 25 centímetros así mismo van dos tolvas con capacidad de 11 quintales cada una, el cual tienen 2 conductos de descarga cada una pero previo a eso se hace una calibración para saber cuánto fertilizante será aplicado por hectárea eso va

depender también del distanciamiento de siembra si es a 2 metros entre surco la aplicación será a 4.38 qq de formula/ha

La empresa cuenta con 8,000 hectáreas para siembra lo cual esta zafra que paso se obtuvo una producción de 2,250,000 quintales de azúcar y para esta siguiente zafra el objetivo es llegar a los 2,500,000 quintales.

#### **4.6. El proceso metodológico consiste en:**

**Planificación de actividades:** Se elaboro un cronograma detallado para las tareas específicas a realizar según el producto a aplicar (herbicida, fungicida o inhibidor), el tipo de equipo a utilizar (drones agrícolas, bombas de mochila y sistemas de fumigación boom de arrastre) también la parcela asignada dentro de las instalaciones de la Azucarera Tres Valles, ubicada en San Juan de Flores, aldea El Porvenir, departamento de Francisco Morazán, Honduras.

**Aplicación de productos:** Según las instrucciones técnicas y protocolos de seguridad establecidos, se procede a la calibración, preparación y uso de los equipos de aplicación, asegurando el manejo adecuado de insumos y equipos conforme a las buenas prácticas agrícolas (BPA).

**Ejecución de actividades supervisadas:** Cada operación de aplicación es supervisada de manera directa por personal técnico de la compañía, quien verificará el cumplimiento de las normas de seguridad, la correcta operación de los equipos y la adecuada cobertura en el cultivo de caña de azúcar.

**Registro y reporte:** Se documenta cada actividad realizada, se consideran las condiciones ambientales, dosis correctas para aplicar, equipos utilizados y observaciones relevantes. Estos reportes permitirán evaluar el desempeño, identificar oportunidades de mejora y validar el cumplimiento de los objetivos de la práctica profesional.

Esta metodología permite desarrollar habilidades técnicas, operativas y de gestión en el manejo de tecnologías agrícolas de precisión, garantizando una formación integral en el ámbito de la protección y manejo del cultivo de caña de azúcar.

#### **4.7. Monitoreos de plaga**

Las plantaciones de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) son atacadas a nivel de suelo, tallo y follaje por diversas plagas y enfermedades, desde la siembra hasta el momento de la cosecha, entre los insectos más perjudiciales se mencionan a las termitas subterráneas (*Heterotermes* y *Amitermes*), salivazo o mosca pinta (*Aeneolamia*) y los barrenadores del tallo (*Diatraea*, *Eoreuma* y *Elasmopalpus*).

Las enfermedades provocadas por virus (Mosaico: Organismo causal: *Potyvirus*); por fitoplasmas (Síndrome de la hoja amarilla YLS, agente causal luteovirus); por bacterias (Escaldadura foliar: Organismo causal: *Xanthomonas albilineans*); (Raquitismo de las socas, Organismo causal: *Leifsonia xyli subsp. xyli*) y por hongos (Carbón: Organismo causal: *Ustilago scitaminea*); (Roya común: *Puccinia melanocephala*) (Roya naranja: *Puccinia kuehnii*). Estas plagas y enfermedades inciden de tal manera que, si no se les da el manejo adecuado y oportuno, pueden llegar a reducir el rendimiento de la cosecha, incrementar los costos de producción e incluso pérdidas de sacarosa.(sf, pág. INTAGRI).

#### 4.8. Descripción del procedimiento plagas y enfermedades.

**Rata:** Se hace un muestreo cada 30 días para ver cuanta incidencia hay y cuanto producto hay que aplicar o si no es necesario aplicar para eso se necesitan 7 trampas manuales por hectárea para sacar la incidencia que la mayoría indica que si hay incidencia de 3 a 5% se aplica producto para controlar y si es menos de 3% no se aplica ningún producto.

**Gusano Barrenador:** Se hace un primer muestreo a los 60 días por hectárea tomando como referencia 12 metros de un surco, cuantificando cuantos tallos dañados hay si se ven más de 900 larvas se debe de aplicar producto para el gusano.

Segundo muestreo se cuenta 5 metros del surco y se cuentan cuantos tallos y cuantos entre nudos hay seguido a eso se cuentan cuantos entre nudos hay dañados si es mayor a 2.5% se aplica producto o se hace el control biológico que es el más utilizado en la empresa y consiste en aplicar lo que es la cotesia un insecto benéfico este control biológico ha sido muy efectivo y ha funcionado correctamente durante los 4 años después de su ensayo en 2021.

**Roya:** Se muestrean 2 puntos por hectárea y se determina bajo una lámina de escala que indica el porcentaje de 0% a 30% o mayor a 30% para poder determinar si requiere aplicación o no debe de haber una incidencia de 30% de daño por roya para aplicar hay que tomar en cuenta que la empresa cuenta con variedades resistente a la roya y se aplica solamente en fincas donde la roya causa más daños pero que siempre son controlados ya que se le aplica un preventivo para tratar de no aplicar el curativo ya que es de mayor impacto para la caña y sale a un mayor costo.

## 4.9. Calibración de equipos

### 4.9.1. Drone

- **Tiempo de abastecimiento:** Tiempo en que el dron permanece en el suelo y comprende, desde que toca el suelo para aterrizar, reabastecerse con producto fitosanitario, cambiar de baterías, revisar la máquina e iniciar el despegue.
- **Velocidad de vuelo de aplicación:** Cada tipo de dron posee una velocidad de vuelo ideal, de acuerdo con su arquitectura de fabricación. Normalmente la velocidad de vuelo es indicada en km/ho y los fabricantes indican que puede variar desde 5 hasta 60 km/ho. Existen trabajos que indican que la velocidad de aplicación juntamente con la capacidad de carga y ancho de la faja de aplicación afectan el tiempo de aplicación. La velocidad de vuelo puede influir directamente sobre el rendimiento en la aplicación y velocidades muy altas perjudican la deposición del producto fitosanitario.
- **Tiempo de aplicación:** Duración en que el dron permanece aplicando producto fitosanitario en el área tratada.
- **Velocidad de traslado:** Está relacionada al traslado del dron hacia el área de aplicación y/o al local de abastecimiento. Asimismo, el aumento de dicha velocidad puede reducir el tiempo de vuelo gasto entre el local de aterrizaje y el área de aplicación.
- **Ancho de aplicación:** Es realizada en forma paralela o adyacente, cubriendo el área a ser tratada. Ese ancho de aplicación puede variar entre 3 a 9 metros y depende del

dron a ser utilizado, del tipo de boquilla, del producto fitosanitario y de la altura de vuelo, siendo un factor que influye en el rendimiento del dron para realizar una aplicación efectiva.

- **Altura de vuelo:** Puede ser muy variable, las aplicaciones actuales utilizan alturas entre 3 a 11 m y depende del tipo de cultivo a tratar y de la localización del blanco (insecto u hongo) en el cultivo.
- **Tiempo de curva al final de la aplicación:** El dron describe una curva y retorna a la línea consecutiva a ser tratada. Ese tiempo que se toma el dron en describir dicha curva se mide en segundos e influye en la determinación de la capacidad operacional del dron.
- **Volumen de aplicación:** Este sigue criterios técnicos, donde son considerados el ancho de aplicación, la velocidad de operación y el caudal de las boquillas. Asimismo, se debe tomar en cuenta el tipo o modo de acción (sistémico o de contacto) del producto fitosanitario, las condiciones climáticas (temperatura y humedad relativa), arquitectura de las plantas y área foliar; así como, el tamaño y la cobertura de las gotas.
- **Boquillas de pulverización:** Intervienen en la cantidad (volumen de aplicación) y en la calidad (tamaño, distribución y cobertura de las gotas), por ese motivo su selección es fundamental para atender las demandas específicas de un determinado cultivo.
- **Presión de pulverización:** En las boquillas de energía hidráulica, la variación de la presión de pulverización ejerce un efecto sobre el volumen de aplicación y posee un valor de presión, que no debe exceder al indicado, que puede generar un desgaste y deteriorar la calidad de pulverización, y

- **Plan de vuelo:** Es muy importante para mejorar la capacidad operacional del dron y se elabora de acuerdo con el formato del área a tratar. Los planes de vuelo mayormente utilizados son los tipos: “zig-zag» y “carrousel” (Agro, 2022).

#### 4.9.2. Bomba de mochila

1. Delimitar un área conocida (AC), por ejemplo, un largo de 50 m por 2 m de ancho, lo cual equivale a 100 m<sup>2</sup>.
2. Determinar una velocidad constante que el aplicador mantenga durante el día de trabajo. El aplicador debe caminar varias veces sobre los 50 m de largo midiendo el tiempo que tarda en recorrerlo hasta que lo haga a una velocidad constante. Para obtener la velocidad de trabajo se divide el largo del recorrido entre el tiempo promedio que le tomo realizarlo.
3. Llenar la mochila de agua con un volumen conocido.
4. Colocar la mochila aspersora en la espalda del aplicador. El aplicador debe accionar la palanca hasta la presión máxima, es decir, hasta que la palanca ya no baje completamente (es la misma presión con la que se determinó el gasto de la boquilla previamente).
5. Avanzar sobre el área delimitada en el paso 1, asperjando el líquido a la velocidad constante establecida en el paso 2. Es importante no dejar de accionar la palanca de bombeo durante la aspersión, tratando de mantener de igual manera una presión y altura de aplicación constantes. El traslape debe ser el mínimo posible.
6. Terminada la aspersión se mide el volumen de agua sobrante en el tanque de la mochila aspersora, el cual se conocerá como V<sub>2</sub>, con el propósito de determinar la cantidad de líquido asperjado mediante la fórmula siguiente:
7. Del paso 2 al 6 se repite al menos 3 veces y se calcula el promedio de gasto.
8. Una vez se conoce el volumen asperjado en el área delimitada, se extrapola el dato a una hectárea a través de la siguiente formula:

9. Se realiza la mezcla, con la cantidad del agroquímico recomendada por el asesor técnico o la etiqueta del producto y la cantidad de agua estimada para su aplicación en un tanque. Es importante leer las especificaciones de la etiqueta de los productos para evitar una incompatibilidad que ocasione obstrucción en las boquillas (INTAGRI S. , 2016).

#### **4.9.3. Pulverizadora (Boom)**

- Recipiente de calibración (jarra graduada).
- Calculadora.
- Cepillo de limpieza.
- Una boquilla pulverizadora nueva igual a la existente en la barra pulverizadora.
- Un cronómetro o reloj de pulsera con segundero.

#### **Verifique la velocidad de su equipo pulverizador**

Conocer velocidad real de su pulverizador es parte esencial de una pulverización precisa. Las indicaciones del velocímetro y algunos dispositivos electrónicos de medición a veces no son exactas debido al patinaje de las ruedas. Verifique el tiempo requerido para recorrer una franja de 30 o 60 metros en su campo. Los postes de alambrados pueden servir de marcadores permanentes.

Antes de iniciar la pulverización, registre lo siguiente:

1. Volumen de aplicación recomendado.
2. Velocidad medida del pulverizador.
3. Distancia entre boquillas.

## **Cálculo del caudal**

por boquilla para lograr una determinada tasa de aplicación Determine el caudal en l/min de la boquilla usando la fórmula.

CAUDAL POR BOQUILLA  $q$  (L/min) = VOLUMEN DE APLICACIÓN  $Q$  (l/ha) X ESPACIO ENTRE BOQUILLAS  $W$  (cm) X VELOCIDAD  $V$  (km/h)) 60.000 DONDE

$q$  = l/min es el caudal de una boquilla,

$Q$  = l/ha es el volumen de campo,

$W$  = es la distancia de separación entre boquillas en la barra pulverizadora medida en cm,

$V$  = km/h es la velocidad de avance del equipo, y 60.000 es el factor de conversión.

## **Ajuste de la presión correcta**

Ponga en marcha su pulverizador y revise si hay fugas u obstrucciones. Inspeccione y limpie, si es necesario, todas las boquillas y los filtros con un cepillo. Sustituya una boquilla y filtro con otra boquilla y filtro de igual modelo, en la barra pulverizadora. Consulte la tabla de selección de pastillas correspondiente y determine la presión requerida para producir el caudal deseado, utilizando la fórmula expresada en el paso tres para la boquilla nueva. Ponga en marcha su pulverizador y ajuste la presión. Recoja y mida el volumen pulverizado durante 1 minuto por la boquilla nueva en la jarra calibrada. Regule con precisión la presión hasta que recoja el caudal en l/min que indica el catálogo del fabricante. Ahora ya tiene ajustado su pulverizador a la presión adecuada. Entregará el caudal especificado por el fabricante del producto agroquímico a la velocidad medida de su pulverizador

## **Revisión del sistema**

Diagnóstico de problemas: Ahora, mida el caudal de unas pocas boquillas al azar en cada sección de la barra pulverizadora. Verificar si el caudal de cualquiera de ellas es 10% mayor o menor que aquel de la boquilla de pulverización recién instalada. Si únicamente una boquilla está defectuosa, se debe sustituir por otra boquilla y filtro nuevos, así su sistema estará listo para pulverizar. Si una segunda pastilla está defectuosa, sustituya las boquillas de la barra pulverizadora en su totalidad. Esto puede parecer poco lógico, pero dos boquillas desgastadas en una barra son indicación más que suficiente de problemas de desgaste en las boquillas. Si sustituye sólo un par de boquillas desgastadas, se arriesga a tener problemas de aplicación potencialmente graves (Calibracion, s.f).

### **4.10. Dosificación de productos**

- Herbicidas
- Fungicidas
- Insecticidas
- Fertilizantes

### **4.11. Costo beneficio**

La fórmula del costo-beneficio (C/B) en el cultivo de caña de azúcar te permite evaluar la rentabilidad del proyecto agrícola. Se expresa como:

Relación Costo-Beneficio (C/B) = Beneficio Neto/Costo Total

Donde:

Beneficio Neto = Ingreso Total – Costo Total

$\text{Ingreso Total} = \text{Rendimiento (ton/ha)} \times \text{Precio por tonelada}$

$\text{Costo Total} = \text{Suma de todos los costos (preparación del suelo, semilla, fertilizantes, riego, mano de obra, cosecha, transporte, etc.)}$

### **Costo Beneficio con diferentes equipos**

**Mochila manual:** 350 lempiras por hectárea

- Mezclado de producto
- Transporte del producto a campo
- Personal para aplicar
- Equipos para personal

**Boom:** 250 lempiras por hectárea

- Mezclado del producto
- Transporte de producto a campo
- Tractor
- Operador y auxiliares de tractor

**Drone:** 10 \$ por hectárea

- Mezclado de producto
- Transporte del drone
- Transporte del producto
- piloto del drone
- Auxiliares del piloto

## **V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

### **5.1. Seguimiento a las diferentes actividades realizadas en campo**

Se realizó seguimiento a las actividades programadas en diferentes fincas de la empresa como también se les dio seguimiento a las aplicaciones a los agricultores independientes tomando como fin el cumplimiento de dichas actividades el cual sería el control de malezas en cada finca en este caso se realizó aplicaciones preemergentes y post tempranas luego de eso se hizo aplicaciones de preventivos para roya en diferentes fincas tomando en cuenta que algunas fincas requerían la aplicación de urgencia ya que la maleza estaba compitiendo a grande escala con la planta para eso se realizaron muestreos de maleza para saber la incidencia y que producto era requerido aplicar y hacer el mejor control posible determinando de la misma manera con que equipo de aplicación era lo más recomendable aplicar en estos casos de urgencia se tomó la decisión de hacer la aplicación con drone ya que es la más efectiva y la más ligera en aplicar.

Como resultado de cada aplicación se obtuvieron varios ya que las aplicaciones fueron con distintos equipos los cuales fueron con Drone, Mochila y Boom, de estos tres equipos se consideró el de menor costo económico y el más preciso para este caso el Drone fue el que resultó ser el más adecuado para realizar las aplicaciones de herbicida ya que el drone tiene la capacidad de realizar 17 ha/hora mientras que el Boom realiza 8 ha/hora y el costo es más elevado y por ultimo tenemos la Mochila este es el método más tradicional y más antiguo pero el de menos rendimiento ya que se necesita una persona por hectárea y el cual es aplicado en un rango de 4 a 5 horas sin embargo las mochilas no se dejan de utilizar ya que el drone y el boom siempre dejan márgenes sin aplicar y tienen que ser cubiertas con personal de mantenimiento ósea con mochila

Las aplicaciones de herbicida preemergente y pos temprana fueron realizadas en las fincas: Santa Paula, Casa Blanca, San Lucas, Censo, San Fernando, Laberinto, Higueros, Casa Quemada, Granadilla, Higueral, Los Ticos, Tronadora, Rapaco, Santa Marta, Agua Blanca, Espinal, La estancia, Azacualpa, Las vegas de Moroceli, Higo Gacho, Entre Rios, Sicaguara, El aguacate.

Aplicación de fungicida: Los Llanos, Marichal, La Concordia, Flor Azul, San Fernando, Palo Verde, Tronadora 1,2 y 3 Monteleon, Las Pilas, San Jose, La legua, La estancia y Guayabilla.

Estas dichas aplicaciones se realizaron durante tres meses el tiempo que se pudo estar en la práctica teniendo como excelente resultado la aplicación de más de 3,000 hectáreas con 2 Drones, 80 Mochilas y 3 Boom cabe recalcar que la aplicación de fungicidas y inhibidores fueron aplicadas únicamente con drones.

## **5.2. Aplicación de herbicida Preemergente con Drone Agras T-50**

### **Finca Santa Paula**

Se realiza una mezcla para hacer el primer control de malezas teniendo como resultado un gran control ya que el tiempo residual de la aplicación esta entre 1 y 2 meses sin maleza dentro de los lotes esta ha sido una de las aplicaciones más utilizada, pero sin embargo se quiere optar por hacer una sola aplicación y para ello se están realizando ensayos con los siguientes productos. Esto para combatir lo que es la gramínea como el coyolillo, caminadora y zacate estrella (Tabla 2).

**Tabla 2.** Aplicación preemergente

| Producto  | Ingrediente activo         | Dosis      |
|-----------|----------------------------|------------|
| 2-4-D     | Ácido diclorofenoxiacético | 1.3 lts/ha |
| Glifo One | Glyphosato                 | 1.5 lts/ha |
| Alión     | Indaziflam                 | 0.1 lts/ha |
| Bionex    | Propilenglicol             | 6 ml/ha    |
| Agua      |                            | 8 lts/ha   |

### **Finca Casa Blanca (Ensayo)**

Se espera que esta aplicación sea de mayor tiempo residual para lograr los resultados esperados con este ensayo sabremos qué tan eficiente es la mezcla entre los productos mencionados ya que lo que se está buscando es ahorrar costos con un solo control antes del cierre de la finca (Tabla 3).

**Tabla 3.** Ensayo preemergente

| Producto   | Ingrediente Activo | Dosis      |
|------------|--------------------|------------|
| Fistro ZC  | Metribuzin         | 2.5 lts/ha |
| Gliofo One | Glyphosate         | 1.5 lts/ha |
| Pledge     | Flumioxazine       | 300 grs/ha |
| Shutdown   | Sulfentrazone      | 1 lts/ha   |

### **5.3. Aplicación de herbicida pos temprana con Drone**

#### **Finca El Censo 50 ha**

Se hace este tipo de mezcla para poder controlar lo que es la maleza de hoja ancha lo que es bejuco y lo que es la gramínea esto ha funcionado muy bien a pesar de que la empresa solo lleva

6 meses aplicando herbicidas con drone y eso se logró gracias a los ensayos que se realizaron antes de empezar a aplicar en todas las fincas programadas cabe destacar el buen control que se le da a las fincas con dichos productos y con los tipos de aplicaciones (Tabla 4).

**Tabla 4.** Aplicación Pos temprana finca El censo

| <b>Producto</b> | <b>Ingrediente Activo</b> | <b>Dosis</b> |
|-----------------|---------------------------|--------------|
| Asulox          | Aminobencenosulfonil      | 4 lts/ha     |
| Envoke          | Trifloxysulfuron          | 15 grs/ha    |
| Callisto 48 sc  | Mesotriona                | 0.400 lts/ha |
| Abland 85 sl    | Alcohol graso etoxilado   | 0.008 lts/ha |
| Inex-A          | Polietoxietanol           | 0.016 lts/ha |

#### **Finca Higueros 1 42 ha**

**Tabla 5.** Finca Higueros

| <b>Producto</b>  | <b>Ingrediente Activo</b> | <b>Dosis</b> |
|------------------|---------------------------|--------------|
| Asulox           | Aminobencenosulfonil      | 4 lts/ha     |
| Envoke           | Trifloxysulfuron          | 15 grs/ha    |
| Tomahawk 20 EC   | Fluroxipir meptil         | 0.400 lts/ha |
| Radical Reductor | Etilendiaminotetraacético | 0.016 kg/ha  |
| Inex-A           | Polietoxietanol           | 0.016 lts/ha |

#### **Finca El Aguacate 50 ha**

**Tabla 6.** Finca El aguacate

| <b>Producto</b> | <b>Ingrediente Activo</b> | <b>Dosis</b> |
|-----------------|---------------------------|--------------|
| Asulox          | Aminobencenosulfonil      | 4 lts/ha     |
| Envoke          | Trifloxysulfuron          | 15 grs/ha    |

|                  |                           |              |
|------------------|---------------------------|--------------|
| Tomahawk 20 EC   | Fluroxipir meptil         | 0.400 lts/ha |
| Radical Reductor | Etilendiaminotetraacético | 0.016 kg/ha  |
| Inex-A           | Polietoxietanol           | 0.016 lts/ha |

#### 5.4. Aplicación de herbicida pos temprana con Mochila

##### Finca Higueros 34 ha

Esta mezcla es una de las más densas que hay por lo que no se puede aplicar con drone o con el boom ya que puede tapar lo que son las boquillas o las centrifugas por lo que cada vez que se aplica terbutrina tiene que ser aplicada con bomba de mochila manual y así evitar problemas o daños a los equipos. Esta mezcla sirve para controlar hoja ancha, calaica y caminadora (Tabla 7).

**Tabla 7.** Aplicación Pos temprana finca Higueros

| Producto       | Ingrediente Activo      | Dosis        |
|----------------|-------------------------|--------------|
| Terbutrina     | Triazina                | 3 lts/ha     |
| Diuron 80 WG   | Diclorofenil            | 1 kg/ha      |
| Tomahawk 20 EC | Fluroxipir meptil       | 0.400 lts/ha |
| Abland 85 sl   | Alcohol graso etoxilado | 0.125 lts/ha |
| Inex-A         | Polietoxietanol         | 0.245 lts/ha |

##### Finca Los Ticos 24 ha

**Tabla 8.** Finca los ticos

| Producto   | Ingrediente Activo | Dosis    |
|------------|--------------------|----------|
| Terbutrina | Triazina           | 3 lts/ha |

|                |                         |              |
|----------------|-------------------------|--------------|
| Diuron 80 WG   | Diclorofenil            | 1 kg/ha      |
| Tomahawk 20 EC | Fluroxipir meptil       | 0.400 lts/ha |
| Abland 85 sl   | Alcohol graso etoxilado | 0.125 lts/ha |
| Inex-A         | Polietoxietanol         | 0.245 lts/ha |

### **Finca la Virgen 34 ha**

**Tabla 9.** Finca la virgen

| <b>Producto</b> | <b>Ingrediente Activo</b> | <b>Dosis</b> |
|-----------------|---------------------------|--------------|
| Terbutrina      | Triazina                  | 3 lts/ha     |
| Diuron 80 WG    | Diclorofenil              | 1 kg/ha      |
| Tomahawk 20 EC  | Fluroxipir meptil         | 0.400 lts/ha |
| Abland 85 sl    | Alcohol graso etoxilado   | 0.125 lts/ha |
| Inex-A          | Polietoxietanol           | 0.245 lts/ha |

### **5.5. Aplicación de herbicida pos temprana con Boom**

#### **Finca Rapaco 23 ha**

Esta mezcla es la misma que se utiliza para los Drones, pero en este caso se aplica con Boom por motivos de que muchas veces no hay condiciones para poder aplicar con dron y otro motivo es para poder hacer más área juntando los drones y los boones así los avances son mayores y los rendimientos son excelentes. Esta mezcla es una de las más efectivas ya que controla los tres tipos de malezas que predominan como hoja ancha, gramínea, y bejuco (Tabla 10).

**Tabla 10.** Aplicación pos temprana con boom finca Rapaco

| <b>Producto</b>  | <b>Ingrediente Activo</b> | <b>Dosis</b> |
|------------------|---------------------------|--------------|
| Asulox           | Aminobencenosulfonil      | 4 lts/ha     |
| Envoke           | Trifloxysulfuron          | 21 grs/ha    |
| Tomahawk 20 EC   | Fluroxipir meptil         | 0.400 lts/ha |
| Radical Reductor | Etilendiaminotetraacético | 0.245 kg/ha  |
| Inex-A           | Polietoxietanol           | 0.245 lts/ha |

**Finca El Espinal 28 ha**

**Tabla 11.** Finca El Espinal

| <b>Producto</b>  | <b>Ingrediente Activo</b> | <b>Dosis</b> |
|------------------|---------------------------|--------------|
| Asulox           | Aminobencenosulfonil      | 4 lts/ha     |
| Envoke           | Trifloxysulfuron          | 21 grs/ha    |
| Tomahawk 20 EC   | Fluroxipir meptil         | 0.400 lts/ha |
| Radical Reductor | Etilendiaminotetraacético | 0.125 kg/ha  |
| Inex-A           | Polietoxietanol           | 0.245 lts/ha |

## **5.6. Aplicación de fungicida con Drone**

Esta aplicación de fungicida se aplicó en la finca los llanos ya que anteriormente se había hecho un muestreo de roya y salió acto para aplicar por lo que se aplicó en horas de la noche para poder aprovechar las condiciones climáticas y hacer una buena aplicación cabe resaltar y tomar en cuenta que el producto aplicado es un producto preventivo y curativo a la misma vez y esto es muy importante al momento del control y registro que se lleva de las fincas que se les aplica para dicha enfermedad.

**Finca Los Llanos 28 ha**

**Tabla 12.** Aplicación de fungicida finca Los llanos

| <b>Producto</b>     | <b>Ingrediente Activo</b> | <b>Dosis</b> |
|---------------------|---------------------------|--------------|
| Amistar Top 32,5 Sc | Azoxystrobin              | 0.200 lts/ha |
| Agua                |                           | 8 lts/ha     |

**Finca San Fernando 250 ha**

Este es un producto curativo el cual tiene como función controlar lo que es la roya de forma definida y se han logrado buenos resultados ya que se ha aplicado en distintas fincas que tenían incidencia alta de roya y se ha podido controlar en un 95%.

**Tabla 13.** Finca San Fernando

| <b>Producto</b>       | <b>Ingrediente Activo</b> | <b>Dosis</b> |
|-----------------------|---------------------------|--------------|
| Protector One 18.3 SE | Pyraclostrobin            | 1 lts/ha     |
| Abland 85 SL          | Alcohol graso etoxilado   | 0.008 lts/ha |

**5.7. Aplicación de inhibidores con Drone**

**Finca Palo Verde**

La aplicación de inhibidores se aplica principalmente para regular el crecimiento y favorecer la maduración uniforme del cultivo antes de la cosecha. Su función principal es bloquear temporalmente la elongación y el crecimiento vegetativo de la caña, redirigiendo los nutrientes hacia la acumulación de sacarosa en los tallos esto permite incrementar la concentración de azúcar.

**Tabla 14.** Aplicación de inhibidores finca palo verde

| <b>Producto</b> | <b>Ingrediente Activo</b> | <b>Dosis</b> |
|-----------------|---------------------------|--------------|
| Optilux 48 SL   | Ethephon                  | 1.5 lts/ha   |
| Inex-A          | Polietoxietanol           | 0.009 lts/ha |

## **5.8. Fercultivo para caña de azúcar**

### **Calibración finca casa blanca**

Para la calibración se mide la distancia entre surco depende la distancia que tenga se hará la multiplicación es decir se multiplica cuantos metros hay en 2 surcos luego se hace el recorrido en 30 metros multiplicando los metros que hay por la distancia que se tomara para calibrar en este caso tenemos que los surcos miden 2 mts cada uno entonces serian 4 mts en los 2 surcos eso se multiplica por 30 mts que recorre el tractor para poder definir cuantos quintales se necesitan por hectárea

Antes de eso se hace una mezcla de todos los fertilizantes que se van a utilizar y eso se lleva a cabo en la empresa luego esa fórmula es llevada a la finca que está programada para aplicar fercultivo. Los cuales son:

Nitrato de Amonio  
Sulfato de Amonio  
Formula 18-46-0  
KCL Estándar  
Sulfato de Magnesio  
Sulfato de Cobre  
Sulfato de Manganeso  
Ácido Bórico  
Sulfato de Zinc

438lbs  $\longrightarrow$  10,000 m<sup>2</sup>

X  $\longleftarrow$  120 m<sup>2</sup>

$$X = 5.26 \text{ lbs}/120\text{m}^2$$

### Comprobación

5.26lbs  $\longrightarrow$  120 m<sup>2</sup>

X  $\longleftarrow$  10,000 m<sup>2</sup>

$$X = 438 \text{ lbs/ha}$$

$$X = 4.38 \text{ qq/ha}$$

## **VI. CONCLUSIONES.**

El uso de diferentes equipos de aplicación permitió optimizar el control de plagas, enfermedades y malezas en el cultivo de caña de azúcar, logrando aplicaciones más oportunas y efectivas, en especial en casos de urgencia como el control de roya y malezas con alta incidencia, donde la aplicación con dron resultó ser la alternativa más eficiente.

La aplicación de fertilizantes foliares y madurantes se realizó de manera planificada y precisa, lo que garantizó una mejor distribución de los productos en las diferentes fincas. Este manejo contribuyó a mejorar el estado fisiológico de la caña y a favorecer una maduración más uniforme, apoyando la productividad y calidad del cultivo.

La comparación del desempeño de los diferentes equipos de aplicación evidenció que, aunque todos cumplen su función en el manejo fitosanitario, el uso de tecnologías como drones ofrece una mayor relación costo–beneficio al reducir el tiempo de aplicación, optimizar la cantidad de producto y minimizar la competencia de malezas, lo cual se traduce en un impacto económico positivo para la empresa y los agricultores independientes.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Es fundamental realizar monitoreos en las fincas para ver cómo va cada trabajo por lo menos unas 3 veces por semana así las personas que están en cada área se sentirán con más confianza al momento de realizar sus labores, también verificar que las aplicaciones sean realizadas correctamente ya que mucho personal no tiene cuidado y puede estar desperdiciando el producto el cual ese es un gasto más para la empresa y al momento de hacer cuentas los gastos se van un poco elevado y sobre pasan los límites.

También deben de respetar el horario de las personas que caminan laborando ya que sin ellos las labores no serían realizadas correctamente por lo tanto es un punto a mejorar, como también se podría contratar más personal en momentos donde no se da alcance para realizar todos los trabajos en ese caso el contratar más personal por 1 o 2 días es mejor que forzar a los mismos trabajadores desarrollar más trabajo en el mismo tiempo y por el mismo salario.

Otra de las recomendaciones seria incentivar a los trabajadores con uno o 2 días de descanso a la semana según la jornada de trabajo si el trabajo programado se termina un día de semana el fin de semana lo más recomendable seria darle mantenimiento a las maquinas ya que realizando esta labor aseguramos un buen desempeño tanto del personal como de las maquinas. También está el implementar equipos de trabajo nuevo ya que los que tienen están un poco dañado y al momento de ir a campo ese puede ser un atraso por desperfectos mecánicos entonces lo que se debe hacer es tratar de comprar equipos nuevos o reparar los que hay con piezas nuevas

## VIII. BIBLIOGRAFIA

Aguilar. (2011). *Programas Multidisciplinarios de Posgrado en Ciencias Ambientales*.

Obtenido de Competitividad de la Agroindustria Azucarera de la Huasteca:

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/141823/Ficha\\_Tecnica\\_Ca\\_a\\_de\\_Azucar.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/141823/Ficha_Tecnica_Ca_a_de_Azucar.pdf)

Agro, P. (2022). *Ciencias e Innovacion*. Obtenido de Calibracion y Regulacion:

<https://www.agroperu.pe/tecnologia-calibracion-y-regulacion-en-los-drones-de-aplicacion-agricola/>

Arias. (2008). *Administración de Agro negocios Zamorano*, Obtenido de Diagnóstico de rendimiento de caña de azúcar utilizando factores: <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01h557de.pdf> aserca. (2004). caña de azucar. *claridades agropecuarias*, 127.

Arcilla. (1995). *Uso de madurantes*. Obtenido de CENICAÑA:

[https://www.cenicana.org/pdf\\_privado/documentos\\_no\\_seriados/libro\\_el\\_cultivo\\_cana/libro\\_p315-335.pdf](https://www.cenicana.org/pdf_privado/documentos_no_seriados/libro_el_cultivo_cana/libro_p315-335.pdf)

Biopro. (2025). *Transformando la produccion agricola*. Obtenido de

<https://www.biopro.oi.com/>

Birch, W. y. (2007). Obtenido de  
<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2016/06/17/Maddaleno-Carlos.pdf>

Cañada, B. (2023). *Blog agricultura*. Obtenido de  
<https://blogagricultura.com/plagasenfermedades-cana/>

c, I. s. (sf). Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-integrado-de-plagas-y-enfermedades-de-la-cania>

Calibracion, M. (s.f). *Syngenta*. Obtenido de  
[https://www.syngenta.com.ar/sites/g/files/kgtny396/files/migration/f/2021/04/16/manual\\_syngenta\\_cap4.pdf](https://www.syngenta.com.ar/sites/g/files/kgtny396/files/migration/f/2021/04/16/manual_syngenta_cap4.pdf)

Cherlinka, V. (s.f.). *eos data analitics* . Obtenido de Cultivo De Caña De Azúcar:  
Condiciones Y Mantenimiento: <https://eos.com/es/blog/cultivo-de-cana-azucar/>

Diaz. (2002). *Manual de produccion de caña de azucar*. El zamorano Honduras: tesis.

FORMIAGRO. (2021). *Farmagro* . Obtenido de  
<https://www.farmagro.com/uploads/images/catalogo/51df06acdb98a05289d485676151991513ac1a441919a37f53.pdf>

FAO. (2003). *Agricultura organica* . Roma,Italia: FAO.

FIRA. (2010).). *Fideicomisos en relación con la agricultura*. Obtenido de Producción sostenible de caña de: <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01h557de.pdf>

Garcia, S. y. (2005). *Azucar en America* . Obtenido de Revista de Indias,no. 223, España.: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/28654/1/443.pdf>

Google., M. (2025). Obtenido de [https://www.google.com/maps/@14.2477115,-87.002514,4564m/data=!3m1!1e3!5m1!1e4?entry=ttu&g\\_ep=EgoyMDI1MDQwMS4wIKXMDSOASAFQAw%3D%3D](https://www.google.com/maps/@14.2477115,-87.002514,4564m/data=!3m1!1e3!5m1!1e4?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI1MDQwMS4wIKXMDSOASAFQAw%3D%3D)

INTAGRI. (2017). *Cálculo de la Dosificación de un Plaguicida*. Obtenido de Serie Fitosanidad: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/calculo-de-la-dosificacion-de-un-plaguicida>

INTAGRI, S. (2016). *Intagri S.C.* Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/calibracion-de-mochilas-aspersora-para-la-aplicacion-de-agroquimicos>

Jacto. (15 de marzo de 2023). *Tecnología Agrícola*. Obtenido de Agricultura y manejo: <https://bloglatam.jacto.com/pulverizadora-de-arrastre/>

jf, G. (1995). *Control de maleza*. Obtenido de Cenicaña: [https://www.cenicana.org/pdf\\_privado/documentos\\_no\\_seriados/libro\\_el\\_cultivo\\_cana/libro\\_p143-152.pdf](https://www.cenicana.org/pdf_privado/documentos_no_seriados/libro_el_cultivo_cana/libro_p143-152.pdf)

LOU, P. (2008). *Control pre emergente de malezas en el cultivo de caña de azucar* . Obtenido de Sistematizacion del manejo de las acetanilidas.

Naturland, A. (2000). *agricultura organica*. Obtenido de pr consultado:  
[www.naturland.de/fileadmin/MDB/documents/Publication/Espanol/cana-deazucar.pdf](http://www.naturland.de/fileadmin/MDB/documents/Publication/Espanol/cana-deazucar.pdf) ortega, o. y. (2004). *la caña de azucar* . Obtenido del dulce que cautivo al mundo: [www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/127/cal27.pdf](http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/127/cal27.pdf)

Osava, M. (2001). *Perspectivas 2002 comercio de brasil segun IPS*. Obtenido de Alcohol carburante sostendra mercado de azucar :  
<http://listas.rcp.net.pe/pipermail/medambien/2001-December/000070.html>

Oswaldo Zerega, M. (2025). *Engormix*. Obtenido de Caña de azucar:  
[https://www.engormix.com/agricultura/cana-azucar/sintomas-deficiencias-nutricionales-cultivo\\_a40945/](https://www.engormix.com/agricultura/cana-azucar/sintomas-deficiencias-nutricionales-cultivo_a40945/)

Perez. (1994). *Resumen preparado en curso*. Obtenido de Fertilización de la caña de azúcar:  
<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2014/06/17/Lopez-Ludin.pdf>

Reyes, J. (2023). *vida sustentable*. Obtenido de <https://vida-sustentable.com/como-secultiva-la-cana-de-azucar/>

Romero. (2012). *Casen, M. J. Tonatto y L. G. P. Alonso*. Obtenido de Scandaliaris, P. A. Digonzelli, M. F.Leggio Neme, J. A. Giardina, :  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/141823/Ficha\\_Tcnica\\_Ca\\_a\\_de\\_Az\\_car.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/141823/Ficha_Tcnica_Ca_a_de_Az_car.pdf)

Sagastume. (2012). *bdigital.zamorano*. Obtenido de Dinamica economica de la industria azucarera centroamericana:

<http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/945/1/T3369.pdf>

UNION, L. (2002). *Ingenio LA UNION*. Obtenido de <https://launion.com.gt/>

## ANEXOS

### Anexo 1. Drone Agras T-50



## Ferticultivo

### Anexo 2. Ferticultivo para caña de azúcar



## Aplicación con Mochila

### Anexo 3. Aplicación con Mochila



## Aplicación con Boom

### Anexo 4. Aplicación con Boom



## Aplicación con Drone

### Anexo 5. Aplicación con Drone



## Pilotaje de Drone

### Anexo 6. Pilotaje con Drone Agras T-50



## Reparación de Drone

### Anexo 7. Reparación de Drone



## Fincas aplicadas

### Anexo 8. Fincas aplicadas



## Mezclado de fertilizante

### Anexo 9. Mezcla de fertilizante

