

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



PASANTIA DE PRACTICA PROFESIONAL:

**“VALIDACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA
PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR EN COMPAÑÍA AZUCARERA
SALVADOREÑA.”**

POR:

Br. Erika Jasmín Osorio Jiménez

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL



PASANTIA DE PRACTICA PROFESIONAL:

**“VALIDACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA
PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR EN COMPAÑÍA AZUCARERA
SALVADOREÑA.”**

Por:

Br. Erika Jasmín Osorio Jimenez

Presentada como requisito para obtener el título de

Ingeniera Agrónomo

San Salvador, El Salvador, Centro América, 2025

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

M. Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL

LIC. PEDRO ROSALIO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO

M. Sc. NELSON BERNABE GRANADOS ALVARADO

SECRETARIO

ING. AGR. *M. Sc.* EDGAR GEOVANNY REYES

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL

ING. *M. Sc.* RICARDO ERNESTO GOMEZ ORELLANA

ASESOR DIRECTO

ING. *M. Sc.* RAFAEL ANTONIO MENJIVAR ROSA

TRIBUNAL CALIFICADOR

ING. *M. Sc.* ANDRES WILFREDO RIVAS FLORES

ING. *M. Sc.* RICARDO ERNESTO GOMEZ ORELLANA

ING. *M. Sc.* LEOPOLDO SERRANO CERVANTES

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACION

ING. *M. Sc.* RAFAEL ANTONIO MENJIVAR ROSA

INDICE DE CONTENIDO

1.	RESUMEN	1
2.	INTRODUCCIÓN.....	2
3.	INFORMACIÓN DE LA UNIDAD PRODUCTIVA	3
3.1.	Datos Generales	3
3.1.1.	Localización	3
3.1.2.	Antecedentes.....	3
3.1.3.	Recursos	3
3.2.	Actividades Actuales.....	4
3.2.1.	Producción Principal y Otras.....	4
3.2.2.	Situación Técnica	4
3.2.3.	Situación Administrativa.....	5
3.2.4.	Generales de Comercialización	6
4.	ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA DEL SECTOR.....	6
5.	METODOLOGÍA	7
5.1.	Elaboración de matriz de datos de análisis de suelos del parque cañero.	7
5.1.1.	Procesamiento de muestras de suelo en laboratorio	7
5.1.2.	Procesamiento de resultados en análisis de suelos	8
5.2.	Validación de nuevos agroquímicos incorporados a la secuencia de labores del cultivo	10
5.2.1.	Validación de ingredientes activos de acuerdo a la certificación de Bonsucro.....	10
5.2.2.	Compatibilidad físico-química de mezclas.....	11
5.2.3.	Cálculo de Carga química.....	13
5.3.	Seguimiento de las actividades de Manejo Integrado de Plagas y desarrollo de ensayos en parcelas exploratorias	14
5.3.1.	Ensayo de control de poblaciones de nematodos en caña de azúcar	14
5.3.2.	Atención técnica a clientes CASSA: Monitoreos de plagas de importancia económica en haciendas cañeras.....	17
5.3.2.1.	Barrenador Mayor (<i>Diatraea saccharalis</i>).....	17
5.3.2.2.	Cochinilla Algodonosa (<i>Pseudococcus sp.</i>).....	19
5.3.2.3.	Gallina Ciega (<i>Phyllophaga spp.</i>).....	20
5.3.2.4.	Mosca Pinta (<i>Aeneolamia sp.</i>).....	20
5.3.2.5.	Roedores.	21
5.3.2.6.	Termitas	23
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
6.1.	Importancia de los análisis nutricionales del suelo	25
6.1.1.	Análisis químico de suelo	25
6.1.2.	Características nutricionales del suelo	26

6.2. Matriz de datos nutricionales de los suelos en las haciendas que conforman el parque cañero. .	26
6.3. Validación de agroquímicos mediante el desarrollo de análisis de compatibilidad físico- química.	28
6.3.1. Análisis de compatibilidad de mezclas de repelentes orgánicos y fertilizantes foliares	31
6.3.2. Análisis de compatibilidad de mezclas de Insecticidas.....	33
6.3.3. Análisis de compatibilidad de mezclas de Fertilizantes foliares.....	35
6.4. Validación de acción nematocida de productos comerciales para el control de poblaciones de nematodos en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.).....	39
6.4.1. Nematicidas químicos y biológicos.....	39
6.4.2. Distribución de nematodos fitopatógenos.....	41
6.4.3. Interpretación de resultados de análisis de nematodos.	41
6.4.3.1. Límites de tolerancia y resultados de análisis nematológico previo a la aplicación de tratamientos.	42
6.4.3.2. Efectividad de los tratamientos post – aplicación en el control poblacional de nematodos fitoparásitos en caña de azúcar.	46
6.4.3.3. Análisis costo/efectividad de nematicidas.....	51
6.4.3.4. Evaluación biométrica de tratamientos nematicidas aplicados en caña de azúcar.....	52
6.5. Atención técnica a clientes CASSA.	55
7. CONCLUSIONES.....	58
8. RECOMENDACIONES.....	59
9. BIBLIOGRAFÍA.....	60
10. ANEXOS	63
10.1.Reporte de Análisis de Compatibilidad de Mezclas de Agroquímicos Elaborados para Investigación Agrícola en Compañía Azucarera Salvadoreña S.A. de C.V.	64
10.2.Resultados de análisis nematológicos Hacienda El Diamante de San Marcos, Municipio San Francisco Menéndez, Departamento de Ahuachapán, realizados en el laboratorio de parasitología vegetal del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA).	68

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Listado de agroquímicos sometidos a validación mediante análisis de compatibilidad de mezclas.....	10
Cuadro 2. Orden de Mezclas	12
Cuadro 3. Parámetros de selección de mezcla ideal para equipos de aplicación de agroquímicos....	13
Cuadro 4. Distribución de tratamientos y dosificación.....	15
Cuadro 5. Matriz de registro de análisis de suelos: Datos generales de las Haciendas Cañeras. (a) ..	27
Cuadro 6. Matriz de registro de análisis de suelos: Datos nutricionales de los suelos del parque cañero. (b)	27
Cuadro 7. Matriz de registro de análisis de suelos: Datos de fertilidad de los suelos del parque cañero. (c).....	28

Cuadro 8. Matriz de registro de análisis de suelos: Datos de fertilidad de los suelos del parque cañero. (d)	28
Cuadro 9. Evaluación de Compatibilidad de Mezclas de repelentes orgánicos y fertilizantes foliares	31
Cuadro 10. Evaluación de Compatibilidad de Mezclas de Insecticidas	34
Cuadro 11. Evaluación de Compatibilidad de Mezclas de Fertilizantes foliares	35
Cuadro 12. Evaluación de Compatibilidad de Mezclas de fertilizantes reguladores de crecimiento...	38
Cuadro 13. Descripción de productos nematocidas seleccionados para validación como alternativas de control de poblaciones de nematodos en caña de azúcar.....	40
Cuadro 14. Conteo de nematodos en muestras de suelo y raíz tomada antes de la aplicación de los tratamientos.....	42
Cuadro 15. Conteo de nematodos en muestras de suelo y raíz post- aplicación de tratamientos.....	46
Cuadro 16. Porcentaje de efectividad por tratamientos vs costos/Ha.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama del área de producción de Grupo CASSA. (CASSA. 2018)	6
Figura 2: Datos importantes que debe contener una muestra de suelo	8
Figura 3: Muestras de suelo debidamente rotuladas para enviar a laboratorio de CENTA	8
Figura 4. Ejemplo de mezcla de diferentes productos	11
Figura 5. Importancia de disminuir la carga química en las aplicaciones de agroquímicos	14
Figura 6. Muestras de suelo y raíz para análisis nematológico.....	15
Figura 7. Lavado cepas y corte de raíz de caña de azúcar para pesaje.....	16
Figura 8. Larva de <i>Diatraea saccharalis</i>	17
Figura 9. Identificación de tallos de caña de azúcar dañados por Barrenador	18
Figura 10. Larvas de Barrenador en caña de azúcar	18
Figura 11. <i>Pseudococcus</i> sp.....	19
Figura 12. Distribución de puntos de monitoreo para cochinilla algodonosa	19
Figura 13. Observación de presencia de cochinilla en sistema radicular de caña de azúcar.....	19
Figura 14. Estadio larval 3 <i>Phyllophaga</i> spp.	20
Figura 15. Monitoreo de larvas tomando cinco puntos al azar en el lote en evaluación.	20
Figura 16. Etapas de desarrollo de <i>Phyllophaga</i>	20
Figura 17. <i>Aeneolamia</i> sp	20
Figura 18. Adultos, ninfas y salivazos de <i>Aeneolamia</i> sp.	21
Figura 19. a) <i>Sigmodon hispidus</i> (Rata Cañera), b) <i>Oryzomys couesi</i> (Rata Arrocerera de agua), c) <i>Rattus rattus</i> (Rata Negra) y d) <i>Liomys</i> spp).....	22
Figura 20. Captura de roedores con trampas tipo Victor o de golpe.....	22
Figura 21. Termitas.....	23
Figura 22. Tipos de Termita según su casta. Fuente: (FUNDAZUCAR.2017)	24
Figura 23. A) Galerías en tallo de caña de azúcar. B) Daño en tallo de caña de azúcar. C) Presencia de termitas en el suelo.....	24
Figura 24. Factores que afectan la compatibilidad de mezclas	29
Figura 25. Incompatibilidad física de mezclas de agroquímicos	30
Figura 26. Incompatibilidad química de mezcla de agroquímicos.....	30
Figura 27. Taponamiento de filtros de los equipos de aplicación por incompatibilidad de productos	31

Figura 28. Mezcla 1 de repelentes orgánicos y fertilizantes foliares	32
Figura 29. Mezcla 3 de repelentes orgánicos y fertilizantes foliares	32
Figura 30. Mezcla 2 de repelentes orgánicos y fertilizantes foliares	32
Figura 31. Mezcla 4 de repelentes orgánicos y fertilizantes foliares	33
Figura 32. Mezcla 1 de Insecticidas.....	34
Figura 33. Mezcla 2 de insecticidas.....	34
Figura 34. Mezcla 1 de Fertilizantes foliares.....	36
Figura 35. Mezcla 2 de Fertilizantes foliares.....	36
Figura 36. Mezcla 3 de Fertilizantes foliares.....	37
Figura 37. Mezcla 4 de Fertilizantes foliares.....	37
Figura 38. Mezcla 1 de fertilizantes reguladores de crecimiento	38
Figura 39. Distribución de tratamientos y testigos en Hacienda El Diamante de san Marcos, Departamento de Ahuachapán.....	42
Figura 40. Población de nematodos fitoparásitos pre - aplicación de Nimitz® vs Testigo Inicial 1	43
Figura 41. Población de nematodos fitoparásitos pre-aplicación de T90 PRIME® vs Testigo Inicial 2	43
Figura 42. Población de nematodos fitoparásitos pre-aplicación de Faisenonema® vs Testigo Inicial 3	44
Figura 43. Población de nematodos fitoparásitos pre - aplicación de Mycogel® vs Testigo Inicial 4 ..	44
Figura 44. Población de nematodos fitoparásitos pre - aplicación de Verango Prime® vs Testigo Inicial 5	45
Figura 45. Población de nematodos fitoparásitos pre - aplicación de Solvigo® vs Testigo Inicial 6	45
Figura 46. Cantidad de nematodos fitoparásitos en el área aplicada con Nimitz vs Testigo Final 1 ...	47
Figura 47: Cantidad de nematodos fitoparásitos en el área aplicada con T90 Prime® vs Testigo Final 2	48
Figura 48: Cantidad de nematodos fitoparásitos en el área aplicada con Faisenonema® vs Testigo Final 3.	48
Figura 49: Cantidad de nematodos fitoparásitos en el área aplicada con Mycogel® vs el Testigo Final 4.....	49
Figura 50: Cantidad de nematodos fitoparásitos en el área aplicada con Verango Prime® vs el Testigo Final5	50
Figura 51: Cantidad de nematodos fitoparásitos en el área aplicada con Solvigo® vs el Testigo Final 6	50
Figura 52: Porcentaje de efectividad por tratamientos vs costos de productos aplicados	52
Figura 53: Peso de tallos de caña de azúcar variedad CG 02-163.....	52
Figura 54: Altura de tallos de caña de azúcar variedad CG 02-163	53
Figura 55: Desarrollo de entrenudos en tallos de caña de azúcar variedad CG 02-163	53
Figura 56: Diámetro de tallos de caña de azúcar variedad CG 02-163	54
Figura 57: Desarrollo de masa radicular post- aplicación	54
Figura 58. Desarrollo radicular en cepas de variedad CG02 -163 post- aplicación de tratamientos... 55	55
Figura 59. Etapas críticas de la presencia de plagas de importancia económica de acuerdo a la fenología del cultivo de caña de azúcar.	56
Figura 60. Monitoreos de plagas realizados en los meses de junio a noviembre.....	57

1. Resumen

La pasantía de práctica profesional se desarrolló en un periodo comprendido de junio a diciembre de 2023 en las instalaciones de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A. de C.V. ubicada en Km 62 ½ carretera a Sonsonate, Cantón Huiscoyolate, Izalco, Sonsonate. Se realizó la validación de tecnologías que se pretenden implementar en el área agrícola de forma permanente, con las cuales se desea lograr una mayor eficiencia en el uso de los insumos agrícolas, obtener mayor vida útil de los equipos de aplicaciones y mejorar la salud del cultivo a través del control de insectos plagas y nematodos fitoparásitos.

De junio e inicios de agosto se desarrollaron actividades principalmente del programa de Agronomía y Suelos. Estas consistieron en la preparación de muestras de suelo para ser enviadas para su respectivo análisis, el ordenamiento y digitalización de los datos nutricionales de algunas haciendas del parque cañero, lo cual le facilitara al personal correspondiente obtener la información actualizada para calcular las dosis necesarias de fertilizantes y enmiendas que se aplicarán en el periodo de mantenimiento o renovación del cultivo. También se desarrollaron análisis de compatibilidad de agroquímicos para garantizar el uso correcto de mezclas, evitando reacciones físico-químicas en campo que pueden ser perjudiciales para los equipos de aplicaciones. En los meses restantes se desarrollaron actividades dentro del programa de Manejo Integrado de Plagas las cuales consistieron en realizar visitas técnicas a las diferentes haciendas para identificar las plagas que estarían ocasionando los síntomas reportados por los responsables de haciendas y realizar la toma de decisiones para su control. También se desarrolló el ensayo de control de poblaciones de nematodos fitoparásitos en caña de azúcar con el fin de obtener alternativas químicas o biológicas eficientes y económicamente viables. El ensayo indico que el tratamiento T90 PRIME®, obtuvo la mejor relación costo/efectividad en el control de la densidad poblacional de nematodos y los tratamientos Faisenonema® y Verango Prime®, obtuvieron resultados considerables en cuanto a la biometría del cultivo. Además, Mycogel® demostró proporcionar un mayor desarrollo radicular por el contenido de micorrizas (*Rhizophagus irregularis*) que posee como Ingrediente Activo (IA), lo que resulta beneficioso al cultivo para la obtención de agua y nutrientes.

2. Introducción

El azúcar es un producto de alto consumo nacional e internacional, que representa una parte importante dentro del sector económico de El Salvador. El sector azucarero representa 2.7% del PIB y 12% del PIB agropecuario y agroindustrial (Alvarenga *et al.*, 2021).

Debido a que la caña de azúcar tiene un largo período reproductivo y máximos ciclos de crecimiento, el cultivo tiene grandes requerimientos nutricionales por lo que es necesario implementar programas de manejo y mejoramiento de los suelos los cuales están basados en un diagnóstico de la fertilidad mediante análisis físicos y químicos de laboratorio. El análisis de suelos es una herramienta útil para identificar problemas de nutrición y como apoyo para hacer recomendaciones de fertilización (Guerrero Peña, *et al.* 2017).

Además, la correcta mezcla de productos fitosanitarios es fundamental para proteger los cultivos y maximizar su rendimiento. La incompatibilidad entre productos puede conducir a reacciones físico-químicas no deseadas. (IQV Agro, 2023). Por ello es importante adecuar las formulaciones químicas, implementando el desarrollo de análisis de compatibilidad de mezclas de agroquímicos, con la finalidad de evitar daños en el cultivo, en los equipos de aplicación y pérdidas económicas.

Otra práctica importante es el control las poblaciones de insectos plagas y nematodos, combinando estrategias biológicas y químicas, ya que estos pueden ocasionar daños al cultivo y minimizar el rendimiento. El uso de nematicidas químicos y biológicos en áreas infestadas resulta en un aumento significativo de la productividad de la caña de azúcar, siendo una estrategia para minimizar los daños causados por estos parásitos (Grupo Cultivar, 2018).

En el desarrollo de la pasantía práctica profesional en el Ingenio Central Izalco el cual forma parte de Compañía Azucarera Salvadoreña S.A. de C.V., se validaron tecnologías dentro del manejo del cultivo de caña de azúcar con base en los estándares correspondientes a las certificaciones con las que se rige el área agrícola con el fin de promover un modelo de producción eficiente, autosostenible y rentable en la industria, minimizando el impacto ambiental y social.

3. Información de la Unidad Productiva

3.1. Datos Generales

3.1.1. Localización

Las oficinas del Ingenio Central Izalco están situadas en el Km. 62 1/2, carretera a Sonsonate, Cantón Huiscoyolate, Izalco, Sonsonate, El Salvador.

3.1.2. Antecedentes

Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V. nace en el año 1964 siendo Central Izalco la primera planta procesadora de caña de azúcar, el ingenio insignia de la compañía, que luego se convierte en una industria pionera en tecnología cañera y líder en la producción de azúcar, integrada por cientos de productores de caña de azúcar.

Desde su fundación, Central Izalco ha sido operada bajo estrictos estándares de calidad y productividad con el fin de alcanzar al máximo su capacidad instalada utilizando los desarrollos tecnológicos.

Este ingenio ha experimentado un crecimiento programado, partiendo de una capacidad de molienda en sus primeros años de 1,500 toneladas cortas de caña diaria.

En la actualidad la planta tiene una capacidad de molienda diaria de 12,500 toneladas cortas de caña de azúcar, esto es gracias a la implementación y adecuación de tecnologías.

3.1.3. Recursos

Naturales. Grupo CASSA cuenta con 34,325 hectáreas productoras de caña de azúcar (CASSA,2023).

Instalaciones y Equipo. Posee dos plantas productoras de azúcar, Central Izalco en el occidente del país e Ingenio Chaparrastique en el Oriente donde se produce azúcar, melaza y energía renovable a partir de la caña de azúcar (CASSA,2023).

Para las labores agrícolas Grupo CASSA cuenta con maquinaria agrícola sofisticada monitoreada de manera satelital la cual les permite realizar las labores de preparación de suelo, siembra y cosecha con mayor precisión.

Humanos. En época de zafra Grupo CASSA genera más de 14,000 empleos directos (CASSA,2023).

3.2. Actividades Actuales

3.2.1. Producción Principal y Otras

Las operaciones se centran en la producción y elaboración de tres productos clave: El azúcar es uno de los principales productos que se trabajan en ambos ingenios (Ingenio Central Izalco e Ingenio Chaparrastique), cubriendo la demanda de mercados nacionales e internacionales. Cuenta con garantía de peso exacto, utilización de plástico biodegradable en los envases y fortificación con vitamina A. La melaza, se comercializa a nivel nacional e internacional, para la elaboración de concentrados para alimentación animal y producción de alcohol. Y a través de la combustión de biomasa (fibra húmeda que queda de la caña de azúcar, conocida como bagazo), se genera energía con fuentes renovables, lo cual alimenta la actividad industrial de los ingenios y la red eléctrica nacional (CASSA, 2022).

3.2.2. Situación Técnica

Grupo CASSA a través de la Dirección Agrícola con colaboración del área de investigación agrícola brindan capacitaciones al personal de producción agrícola dirigidas al uso adecuado de agroquímicos (CASSA, 2022).

Investigación Agrícola a través de cada uno de sus programas brinda apoyo y seguimiento a los técnicos agrícolas, mandadores y productores de caña de azúcar con el fin de generar competencias en temas como:

- Implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)
- Nutrición de la caña de azúcar
- Calibración de fertilizadoras y equipos para aplicación de agroquímicos
- Variedades de caña
- Manejo Integrado de Plagas
- Manejo y uso seguro de agroquímicos y uso de equipos de protección personal (EPP)
- Estándar Bonsucro

Programa de Agronomía y Suelos: con el objetivo de proporcionar al cultivo los elementos necesarios para su producción sin agotar los existentes en el suelo, así como prevenir la contaminación por nitratos y fosfatos se elabora un plan de fertilización anual. También es el encargado de la gestión del plan de manejo integrado de malezas (CASSA, 2018).

Programa de Manejo Integrado de Plagas: El principal objetivo del Programa de Manejo Integrado de Plagas (MIP) es la gestión oportuna y eficaz de las plagas en áreas de producción agrícola, mediante la sistematización de prácticas integradas de control. Esta estrategia busca maximizar el potencial productivo del cultivo, incrementando así la rentabilidad y generando mayores utilidades para los clientes. Además, el programa incluye la validación e implementación de nuevas tecnologías de supresión de plagas, ofreciendo alternativas sostenibles que añaden valor a la estrategia y optimizan los procesos de producción (CASSA. 2018).

Programa de Variedades: se encarga de la búsqueda de variedades comerciales que cumplan con los requisitos no solo de productividad y calidad, sino también ambientales. Los materiales adquiridos en el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación (CENGICAÑA), son evaluados bajo condiciones del parque cañero en El Salvador esperando que presenten las siguientes características: adaptación al cambio climático, fácil despaje, resistentes a la cosecha mecanizada, al estrés hídrico, plagas y enfermedades (CASSA, 2018).

3.2.3. Situación Administrativa

La estructura organizativa de CASSA está conformada por Junta Directiva, Director Ejecutivo, Comité de Directores, Contraloría y Gerencias que dependen de la Dirección Agrícola, Industrial y Sistemas de Gestión y Control (Figura 1).

De igual manera, controla y supervisa el uso eficiente de los recursos y el manejo transparente de la información. Así mismo, establece las normas y estrategias bajo las que se rige la compañía, en función de hacer sostenible la empresa (CASSA, 2018).



Figura 1. Organigrama del área de producción de Grupo CASSA. (CASSA. 2018)

3.2.4. Generales de Comercialización

Grupo CASSA comercializa sus productos bajo marcas reconocidas en el mercado, las cuales tienen el respaldo de producción sostenible, altos estándares de calidad y siempre cumpliendo con las expectativas de los clientes y consumidores.

4. Análisis de la Problemática del Sector

El manejo correcto del suelo y la fertilización del cultivo de caña de azúcar son algunos de los factores que presentan mayor importancia en la producción ya que de ello depende el desarrollo y rendimiento del cultivo. Por lo tanto, es necesario obtener un diagnóstico de los suelos mediante la implementación de muestreos y análisis con el fin de obtener el estado nutricional de las áreas cultivadas.

Los análisis de suelos se basan en proporcionar el contenido de nutrientes, materia orgánica y conductividad eléctrica, los cuales deben ser introducidos a una base de datos para finalmente poder calcular los requerimientos de los suelos y el cultivo; de esta manera se determina un balance que garantice un mayor aprovechamiento de los nutrientes y la incorporación de la cantidad requerida de fertilizantes y enmiendas.

También es importante tener en cuenta los diferentes problemas fitosanitarios que afectan el desarrollo del cultivo los cuales pueden significar pérdidas de hasta el 50% de la producción, si no se toman medidas para su control en el momento óptimo.

Las plagas y enfermedades de la caña de azúcar constituyen uno de los principales factores negativos para la producción de azúcar a nivel mundial (Campos Hernández, 2012).

Es por ello que es necesario la implementación de nuevas tecnologías dentro del cultivo de caña de azúcar, ya que nos proporcionan herramientas para garantizar un buen desarrollo del mismo y la sostenibilidad de la agroindustria azucarera.

5. Metodología

El proyecto de pasantía de práctica profesional se desarrolló en Ingenio Central Izalco el cual es uno de los ingenios que conforman Compañía Azucarera Salvadoreña (Grupo CASSA) y se encuentra en el Kilómetro 62 ½, carretera a Sonsonate, Cantón Huiscoyolate, Izalco, Sonsonate.

Las labores se realizaron dentro del programa de Agronomía y Suelos y el programa de Manejo Integrado de Plagas, ambos forman parte del área de Investigación Agrícola, proporcionando apoyo en las diferentes actividades correspondientes a cada programa con la finalidad de contribuir en la implementación de nuevas tecnologías en el cultivo de caña de azúcar.

5.1. Elaboración de matriz de datos de análisis de suelos del parque cañero.

5.1.1. Procesamiento de muestras de suelo en laboratorio

Metodología de campo

Las muestras de suelo fueron tomadas previamente siguiendo los pasos a continuación:

- En cada muestreo se tomaron 10 muestras en diferentes puntos al azar en cada lote/ hacienda.
- Se procede a realizar una mezcla de las 10 muestras tomadas en el lote.
- Se toman dos muestras de 1 lb cada una en bolsas plásticas con su respectiva información (Lugar, Hacienda y Lote).

Metodología de laboratorio

Las muestras fueron llevadas al laboratorio de Agronomía y Suelos en las instalaciones de Central Izalco para su procesamiento:

- Las muestras son colocadas para su secado en una carpeta de plástico por un periodo de 24 a 48 horas aproximadamente, dependiendo del grado de humedad que presente el suelo.
- Cuando las muestras se encuentren completamente secas si el suelo es suelto se procede a tamizar con tamiz número 10 en una bandeja.
- Si el suelo presenta formación de terrones grandes y endurecidos se procede a hacer uso de una piedra de moler para pulverizar la muestra y facilitar el tamizado y poder separar toda materia extraña.
- Del suelo previamente tamizado se toma 1 lb y se colocan nuevamente en bolsa plástica para posteriormente colocar su respectiva viñeta (Figura 2) con la información necesaria para ser entregadas al laboratorio de suelos del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) (Figura 3).

INFORMACION MUESTRA DE SUELO CASSA	
HACIENDA	
CODIGO	
LOTE	
PROFUNDIDAD	
FECHA	
CASERIO	
CANTON	
MUNICIPIO	
DEPARTAMENTO	
MUESTREADOR	

Figura 2: Datos importantes que debe contener una muestra de suelo



Figura 3: Muestras de suelo debidamente rotuladas para enviar a laboratorio de CENTA

5.1.2. Procesamiento de resultados en análisis de suelos

A través de los años en la compañía se han realizado análisis de los suelos de las haciendas que conforman el parque cañero, los cuales se tienen en físico y archivados, parte de ellos ya se encuentran digitalizados en la base de datos. Por lo tanto, se requiere implementar un orden de la siguiente manera:

- Conteo de análisis existentes por año
- Identificar los análisis repetidos
- Reubicar análisis por fecha
- Verificar número correlativo asignado en la base de datos
- Digitalizar análisis faltantes.

Selección y digitalización de análisis de suelos del año 2018 al 2022 en matriz de datos

Posterior al ordenamiento y clasificación por año, se seleccionaron los análisis de suelos del año 2018 al 2022 para verificar si se encontraban digitalizados o con los datos completos en la matriz muestreo de suelos.

Información general de muestreo de suelos

a)

Nombre del Productor	Código de Hacienda	Nombre Hacienda	lote
----------------------	--------------------	-----------------	------

b)

Digitado	Estatus	As	Correlativo	Año	Código	Numero de muestreo	Cantidad de muestreos	Llave	Validación	Observación
----------	---------	----	-------------	-----	--------	--------------------	-----------------------	-------	------------	-------------

Información nutricional del suelo

c)

Textura	pH en agua	Fosforo (P) (mg kg ⁻¹)	Potasio (K) (mg kg ⁻¹)	Zinc (Zn) (mg kg ⁻¹)	Manganeso (Mn) (mg kg ⁻¹)	Hierro (Fe) (mg kg ⁻¹)	Cobre (Cu) (mg kg ⁻¹)
---------	------------	------------------------------------	------------------------------------	----------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

d)

Materia Orgánica %	Calcio_int (Ca) (cmol kg ⁻¹)	Magnesio_int (Mg) (cmol kg ⁻¹)	Potasio Inter (cmol kg ⁻¹)	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/K
--------------------	--	--	--	-------	------	---------	------

e)

CICE	Acidez int. (h+a) (cmol kg ⁻¹)	Suma bases (cmol kg ⁻¹)	% sat bases	Potasio int. (cmol kg ⁻¹)
------	--	-------------------------------------	-------------	---------------------------------------

Finalmente se realizó la tabulación de los resultados de los análisis para la complementación de la matriz nutricional de suelos que permitirá tener a disposición los valores de cada elemento y poder hacer uso de ellos para realizar los cálculos de fertilizaciones y enmiendas a aplicar para las posteriores renovaciones del cultivo en el parque cañero.

5.2. Validación de nuevos agroquímicos incorporados a la secuencia de labores del cultivo

Se seleccionaron diferentes agroquímicos los cuales se pretenden incorporar a la secuencia de labores de mantenimiento del cultivo de caña de azúcar con la finalidad de mejorar los rendimientos.

En el Cuadro 1, se presentan los agroquímicos que se utilizaron para el desarrollo de los análisis de compatibilidad de mezclas para su validación.

Cuadro 1. Listado de agroquímicos sometidos a validación mediante análisis de compatibilidad de mezclas

Tipo de Agroquímico	Nombre comercial	Ingrediente activo
Fertilizantes	Proo root®	Nitrógeno y Fósforo
	Root feed Dry SP®	Nitrogeno, Calcio, Boro
	Auge Calcio 18®	Nitrógeno, calcio, magnesio y boro.
	Stimulate®	Giberelinas, Auxinas y Citoquininas
	Organosato®	Aminoácidos, ácidos húmicos, hormonas naturales de crecimiento
	Solub 21®	Nitrógeno y azufre
Insecticidas	Pikudo 20 SC®	Fipronil
	Centric 75 SG®	Tiametoxam
	Biomet 48 EW®	<i>Metarhizum anisopliae</i>
Repelentes orgánicos	Bralic 11.6 EC®	Extracto de ajo
	Cacique®	Extractos pireleñosos

5.2.1. Validación de ingredientes activos de acuerdo a la certificación de Bonsucro

Los agroquímicos son seleccionados basándonos en el **CRITERIO 4.4: Existe y se implementa un Plan de Gestión de Plagas, Enfermedades y Malezas**, en el cual se encuentra el **INDICADOR 4.4.4: El operador sólo aplica productos agroquímicos legales y seguros**. Siendo parte de los estándares de producción del cultivo que se deben cumplir por parte de la empresa al obtener la certificación de Bonsucro versión 5.2, 2023.

Dicho indicador en resumen prohíbe el uso de productos agroquímicos extremada o altamente peligrosos, Ingredientes activos de plaguicidas y sus formulaciones que cumplen los criterios de carcinogenicidad, mutagenicidad, con toxicidad reproductiva,

enumerados por el Convenio de Estocolmo y Rotterdam; y en el Protocolo de Montreal.

Así mismo menciona que en ausencia de alternativas no prohibidas legalmente registradas para su uso, el operador deberá investigar y documentar si se pueden utilizar controles químicos o no químicos alternativos. Si la investigación confirma que no se dispone de alternativas químicas o no químicas no prohibidas, se tolerará el uso de un agroquímico prohibido.

5.2.2. Compatibilidad físico-química de mezclas

Metodología para el desarrollo de análisis de compatibilidad de mezclas.

La cantidad de cada producto a utilizar es calculada en base a realizar el análisis en un frasco de capacidad de 1 litro y suponiendo que se hará uso de un Dron o Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) con una capacidad mínima (10 litros) para realizar las aplicaciones en campo (Anexo 10.1).

Cálculo de Dosis de cada Producto para 1 litro

Dosis para 1 litro = Dosis de Producto por Ha / Capacidad de Dron o VANT en litros

Cálculo de ml de agua

1000 ml de agua - Producto A – Producto B = ml de agua

Mezclas de productos

M1: Producto A + Producto B + Producto C + Agua (Figura 4)

M2: Producto C + Producto D + Producto A + Agua

M3: Producto B + Producto C + Producto D + Agua

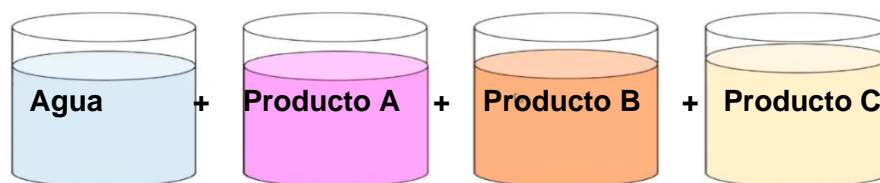


Figura 4. Ejemplo de mezcla de diferentes productos

Orden de Mezclas

Depende de la formulación y no del tipo de producto, y es importante recordar que guarda una correlación con el resultado de la calidad del caldo de pulverización (Syngenta, 2018).

En el Cuadro 2, se muestra el orden de mezcla que debería de seguirse para evitar que se presenten problemas de incompatibilidades:

Cuadro 2. Orden de Mezclas

Orden de adición	Tipo de formulaciones y otros productos	
PASO 1	Colocar agua hasta llegar a la mitad del volumen del tanque y comenzar la agitación.	
PASO 2	Agregar correctores, como reguladores de pH, secuestrantes, etc.	
PASO 3	Agregar primero las bolsas hidrosolubles y permitir que se disuelvan completamente antes de agregar otro producto.	SÓLIDOS
PASO 4	Agregar los polvos mojables (WP).	
PASO 5	Agregar los granulados dispersables (WG).	
PASO 6	Agregar los granulados solubles (SG).	
PASO 7	Mantener la agitación para permitir que los productos secos se mezclen completamente y asegurar una dispersión uniforme antes de agregar otros productos. Esto podría tardar unos pocos minutos.	
PASO 8	Agregar las dispersiones oleosas (OD).	
PASO 9	Agregar las suspensiones concentradas (SC).	
PASO 10	Agregar las formulaciones (ZC), mezcla de suspensión de encapsulado y suspensión concentrada.	
PASO 11	Agregar las suspensiones de encapsulados (CS).	
PASO 12	Agregar las suspo-emulsiones (SE).	
PASO 13	Agregar las emulsiones de aceite en agua (EW).	
PASO 14	Agregar los concentrados emulsionables (EC).	
PASO 15	Agregar los concentrados solubles (SL).	
PASO 16	Otros adyuvantes como aceites / surfactantes.	
PASO 17	Micro nutrientes / fertilizantes foliares.	
PASO FINAL 18	Completar con agua y continuar la agitación hasta el final de la pulverización.	

Fuente: Syngenta, 2018.

Preparación de mezclas

En Probetas de 1 litro se realizan las pruebas con el siguiente orden de mezcla:

1. Colocar agua hasta llegar a la mitad del volumen de la probeta
2. Preparar pre mezcla con ml de Agua + Producto A + Producto B

3. Dilución con ml de agua faltantes de acuerdo a mezcla a realizar.
4. Agitación constante hasta observar una mezcla homogénea.
5. Iniciar observación en periodos de tiempo de 5, 10 y 15 minutos.
6. Realizar filtrado de mezclas en malla para observar residuos.
7. De acuerdo a las observaciones obtenidas se realiza la comparación con los parámetros que se muestran en el Cuadro 3, para la selección de la mezcla ideal para aplicación.

Cuadro 3. *Parámetros de selección de mezcla ideal para equipos de aplicación de agroquímicos.*

PARAMETROS		
Grado	Condiciones	Resultado
1	Separación Inmediata	No aplicar
2	Separación después de 1 min	No aplicar
3	Separación después de 5 min	Agitación continua
4	Separación después de 10 min	Agitación continua
5	Separación después de 15 min	Sin restricciones

5.2.3. Cálculo de Carga química

Dentro del **CRITERIO 4.4** contenido en la certificación de Bonsucro también encontramos el **Indicador 4.4.3 El operador maximiza la eficiencia de los agroquímicos aplicados**. El cual indica que el operador deberá aplicar los productos agroquímicos en la dosis recomendada con el fin de minimizar la contaminación del aire, el suelo y el agua, en particular los impactos externos (Figura 5). Calcular las cantidades de ingredientes activos de productos agroquímicos aplicados (incluidos, entre otros, insecticidas, acaricidas, herbicidas, fungicidas, nematocidas, molusquicidas, rodenticidas, maduradores y reguladores del crecimiento vegetal, excluidos los coadyuvantes y otros materiales inertes). Utilizar únicamente productos registrados para su uso, en las dosis registradas y de acuerdo con las instrucciones de la etiqueta. Estableciendo menos de 5 kg de ingrediente activo/ha /año (Bonsucro,2023), según la siguiente fórmula:

Suma de ingrediente activo neto de cada producto en la mezcla

= Dosis del producto X Concentración de IA

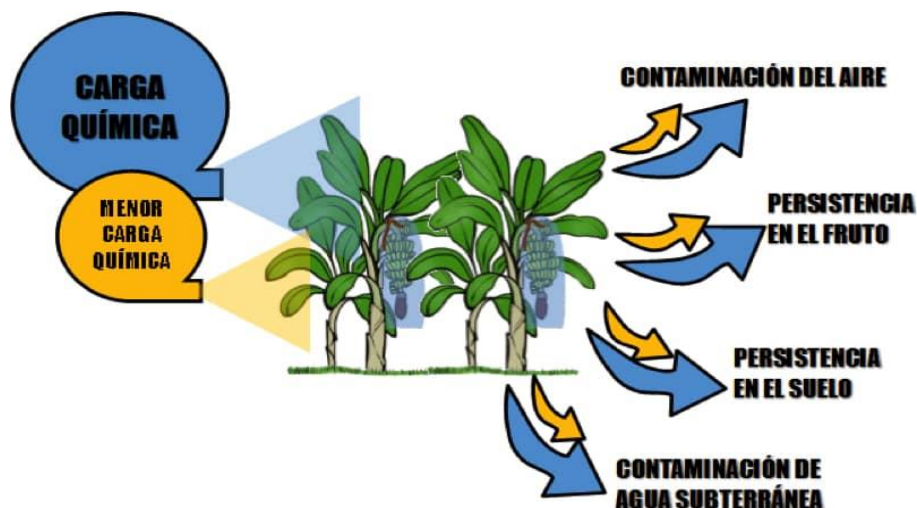


Figura 5. Importancia de disminuir la carga química en las aplicaciones de agroquímicos

5.3. Seguimiento de las actividades de Manejo Integrado de Plagas y desarrollo de ensayos en parcelas exploratorias

5.3.1. Ensayo de control de poblaciones de nematodos en caña de azúcar.

Previamente se elaboró el protocolo donde se describen la importancia del control de las poblaciones de nematodos en la agricultura debido a los daños y pérdidas que estos pueden ocasionar en los cultivos en general si sus poblaciones incrementan siendo beneficiadas por las condiciones ambientales y la humedad de los suelos.

También se describe el proceso a seguir para el desarrollo y establecimiento del ensayo de "Validación de acción nematicida de productos comerciales para el control de poblaciones de nematodos en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en Hacienda El Diamante de San Marcos, ubicada en La Hachadura, San Francisco Menéndez, Ahuachapán". El estudio fue planificado sin aplicar un diseño estadístico para su validación, por lo que los datos obtenidos fueron procesados mediante el cálculo de promedios de los datos recolectados.

Metodología

Previo a la aplicación de los productos nematicidas se tomaron muestras de suelo y raíz en las áreas designadas para el establecimiento de los seis tratamientos en estudio, tomando una muestra por lote, debidamente rotulada para enviar al laboratorio de Parasitología Vegetal del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria

y Forestal (CENTA) (Figura 6), asegurando resguardar las muestras en óptimas condiciones para ser analizadas y conocer la densidad poblacional de nematodos presentes y los géneros que podrían estar afectando al cultivo de caña de azúcar.

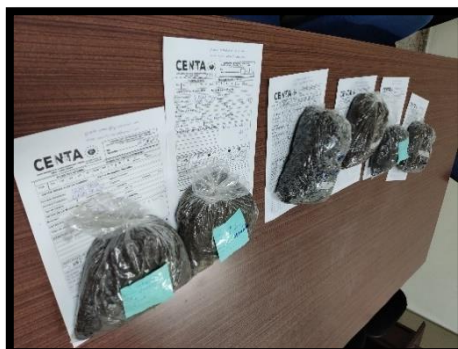


Figura 6. Muestras de suelo y raíz para análisis nematológico

En el Cuadro 4 se describen los seis tratamientos a evaluar, entre los cuales se encuentran Nimitz®, T90 PRIME®, Faisenonema®, Mycogel®, Verango prime® y Solvigo®; la aplicación de los productos nematicidas se realizó a través de sistema de riego por goteo con la dosis correspondiente (lt/Ha y gr/Ha) recomendada por cada casa comercial.

Cuadro 4. Distribución de tratamientos y dosificación.

	Tratamientos Nematicidas	Ingrediente Activo	Dosis/Ha	Área (Ha)	Variedad	Lote	Válvula
POZO I	Nimitz® 480 EC	Fluensulfone	2 lt	8.41	CG 02-163	4	6
							4
							5
	Testigo 1			3.06	CG 02-163		12
	T90 PRIME®	Flavonoides y Saponinas Triterpenicas	3 lt	8.55	CG 02-163	1	28
						2	21
	Testigo 2			3.59	CG 02-163	1	22
Faisenonema® 8 WP	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	150 gr	7.30	CG 02-163	4	14	
						13	
Testigo 3			3.34	CG 02-163	2	27	
POZO II	Mycogel®	<i>Rhizophagus irregularis</i>	200 cc	10.60	CG 02-163	11	22
							29
							28
	Testigo 4			3.19	CG 02-163	12	1
	Verango Prime®	Fluopyram	1 lt	7.49	CG 02-163	9	7
							13
	Testigo 5			3.99	CG 02-163	12	5
Solvigo® 10.8 SC	<i>Abamectina + thiametoxan</i>	1.10 lt	7.06	CG 02-163	10	25	
						30	
Testigo 6			3.68	CG 02-163	11	17	

Fuente: Propia

Recolección de datos biométricos y muestreo de suelo/ material vegetativo

Un mes después de la aplicación de los productos en estudio, se realizó el segundo y último muestreo de suelos y raíz para un nuevo análisis nematológico y conocer si se obtuvo una disminución en la densidad poblacional de nematodos en los lotes.

Además, se tomaron datos biométricos del cultivo (peso del tallo (lb), altura de tallo (cm), diámetro de tallo (cm), Número de entrenudos), para observar si se obtuvo una diferencia en el desarrollo de la caña de azúcar post-aplicación.

Inicialmente se tenía contemplado realizar otras tomas de datos biométricos. Sin embargo, por diversos factores internos de la empresa se actuó con premura para la obtención de los resultados, por lo que se inició con el procesamiento de datos para obtener la resolución de la efectividad de los productos en evaluación, para presentar el informe a las jefaturas de Investigación Agrícola y del Área Agrícola para su aprobación y así proceder al registro y adquisición de el o los productos seleccionados.

Evaluación del sistema radicular de la caña de azúcar

Se recolectaron muestras del área radicular de la cepa de caña de azúcar en los seis tratamientos. Las muestras tomadas fueron procesadas realizando un lavado de raíces con el cuidado de no perder las raíces absorbentes, luego se dejaron secar sobre papel toalla para proceder a la toma de fotografías comparativas y finalmente el corte y pesado de masa radicular en balanza electrónica (Figura 7).



Figura 7. Lavado cepas y corte de raíz de caña de azúcar para pesaje

Procesamiento de datos

Los datos fueron procesados haciendo uso de hojas de cálculo de Excel donde se ingresó la información recolectada en campo para obtener los promedios de peso del tallo (lb), altura de tallo (cm), diámetro de tallo (cm), número de entrenudos y el peso radicular (gr).

5.3.2. Atención técnica a clientes CASSA: Monitoreos de plagas de importancia económica en haciendas cañeras

Los monitoreos de plagas se realizaron en las haciendas de acuerdo a la petición de los responsables de haciendas o mandadores, al observar síntomas o signos de presencia de plaga en los lotes de caña de azúcar, con el fin de evitar un incremento en el daño que presenta el cultivo o la proliferación de las plagas. Además, proporciono un panorama de la población de plagas de importancia económica que existe en la zona y así proceder a la toma de decisiones tempranas.

Los procedimientos realizados en los monitoreos son basados en los instructivos elaborados por el Programa de Manejo Integrado de Plagas de Grupo CASSA.

5.3.2.1. Barrenador Mayor (*Diatraea saccharalis*)



Figura 8. Larva de *Diatraea saccharalis*

Daños y pérdidas: El daño es causado por las larvas (Figura 8). Cuando atacan los brotes jóvenes causan la muerte de la yema apical, cuyo síntoma se conoce como “corazón muerto”. En caña adulta, además del daño anteriormente mencionado, ocurren pérdidas de peso, brotación lateral, enraizamiento aéreo, cañas quebradas y entrenudos atrofiados. Por los orificios dejados por las larvas penetran hongos (*Fusarium moniliforme* y/o *Colletotrichum falcatum*) que ocasionan la pudrición roja, afectando la calidad del jugo, lo que determina una disminución del rendimiento industrial por la inversión de sacarosa, disminución de la pureza del jugo y problemas de contaminaciones en el proceso de fermentación alcohólica (CINCAE, 2017).

En un estudio efectuado en el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE) con cuatro variedades comerciales de caña de azúcar (Ragnar, CC85-92, CR74-250 y B76-78) se determinaron pérdidas de 0.3 a 1.4 Kilogramos de azúcar por tonelada de caña y de 0.4 a 1.1% de peso, por cada 1% de intensidad de daño (CINCAE, 2017).

Monitoreo de daño: Debe realizarse 90 días después de la siembra y en caña soca 60 días después del roce. Para la evaluación se toman 5 puntos por lote al azar, en cada punto tomar 5 metros lineales y recorrer el área tomada contando los “corazones muertos” o tallos dañados (con perforaciones) por barrenador (Figura 9) y el total de tallos.

Determinación del daño en el cultivo

El porcentaje de daño, se calcula mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ de daño} = \frac{\text{Tallos dañados}}{\text{Tallos totales}} \times 100$$

Nivel Critico	Etapas del cultivo
> 5%	Germinación o macollamiento
> 2%	Desarrollo

Monitoreo de larva: Se seleccionan 5 puntos por lote al azar, tomando tres muestras de tallos y se contabilizan entrenudos perforados y entrenudos totales. Partiendo longitudinalmente los tallos o cañas podemos verificar el daño en el interior de los entrenudos. Es importante observar cuidadosamente y extraer las larvas, pupas (Figura 10) y parasitoides que se encuentren dentro de los tallos. Larvas de Barrenador en caña de azúcar



Figura 9. Identificación de tallos de caña de azúcar dañados por Barrenador



Figura 10. Larvas de Barrenador en caña de azúcar

Determinación de % de infestación

El porcentaje de infestación, se calcula aplicando la formula siguiente:

$$\% \text{ intensidad de infestación} = \frac{\text{Entrenudos dañados}}{\text{Entrenudos totales}} \times 100$$

Nivel Critico	
> 2%	Intensidad de infestación

Determinación de % de larvas

El porcentaje de larvas, se calcula aplicando la formula siguiente:

$$\% \text{ de larva} = \frac{\text{Total de larvas}}{\text{Total de tallos}} \times 100$$

Nivel Critico	
> 10%	Larvas

5.3.2.2. Cochinilla Algodonosa (*Pseudococcus sp.*)



Figura 11. *Pseudococcus sp*

Daño: El daño que causa al succionar la savia en la caña consiste en provocar una serie de síntomas tales como franjas rojas, manchas verdes y, por último, amarillamiento, marchitez, secado de la planta (Antezana, 2020).

Monitoreo: Se toman 5 puntos al azar por lote, cada punto con una distancia de 5 metros lineales (Figura 12). En los cuales es importante revisar con mucho cuidado las hojas y tallos para observar si existe evidencia de asocio con la plaga.

Posteriormente se extrae una cepa en cada punto, procurando ocasionar el menor daño posible. En cada cepa extraída se observa si existe presencia de cochinilla en raíces y la tierra adherida a ella, además se buscan rastros o signos de daño en las raíces (Figura 13).

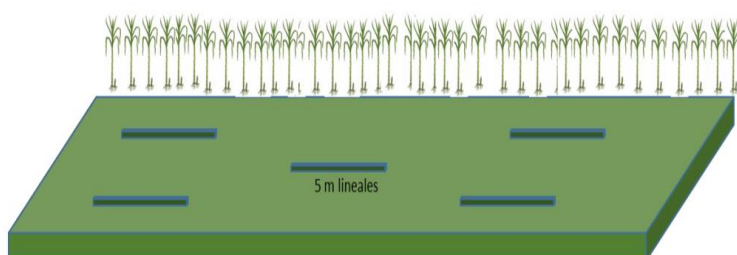


Figura 12. Distribución de puntos de monitoreo para cochinilla algodonsa



Figura 13. Observación de presencia de cochinilla en sistema radicular de caña de azúcar

5.3.2.3. Gallina Ciega (*Phyllophaga spp.*)



Figura 14. Estadio larval 3 *Phyllophaga spp.*

Monitoreo de larvas: Se realiza en los meses de junio a noviembre, tomando 5 puntos al azar, en cada uno se extrae una cepa con el cuidado de no dañar o partir las raíces y posteriormente elaborar un agujero en el suelo de 60 cm de ancho, 60 cm de largo y 30 cm de profundidad (Figura 15). A continuación, se extraen todos los estadios larvales (L1, L2 y L3) y pupas que se encuentren en el área (Figura 16).

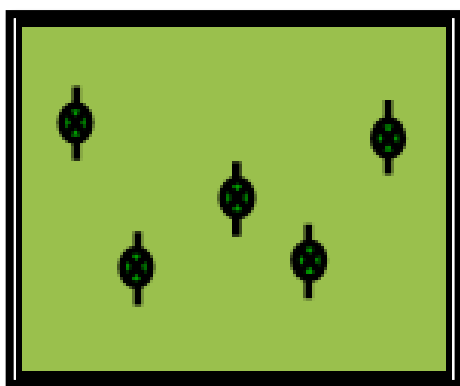


Figura 15. Monitoreo de larvas tomando cinco puntos al azar en el lote en evaluación.



Figura 16. Etapas de desarrollo de *Phyllophaga*

La determinación de larvas/m² se calcula aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{Larvas/m}^2 = \frac{\text{Total de larvas}}{\text{Total de puntos}} / 0.36$$

Nivel Crítico	
> 12	Larvas de gallina ciega/m ²

5.3.2.4. Mosca Pinta (*Aeneolamia sp.*)



Figura 17. *Aeneolamia sp.*

Daños y pérdidas: El adulto causa un daño al alimentarse de las hojas, manifestándose como bandas rojizas necróticas longitudinales y el estado ninfal succiona la sabia de las raíces causando el marchitamiento de la planta. Los salivazos se caracterizan porque sus ninfas o estados inmaduros, secretan y se recubren de un líquido baboso y espumoso (Bustillo, 2011).

Según estudios, se ha llegado a estimar que la presencia de una población de 10 adultos por cepa de caña, puede llegar a causar una pérdida de 2.86 a 5.71 Ton/Ha.

Las altas infestaciones de adultos, pueden provocar una necrosis total del follaje y reducir la producción en un 30%, debido al retraso en el crecimiento y desarrollo de la planta; así como en la absorción de inhibidores de oración y/o madurantes para la acumulación de azúcares (FUNDAZUCAR, 2017(a)).

Para determinar el índice de infestación en el cultivo se toma 1 punto al azar por cada 2 Ha en cada lote, en cada punto medir 5 metros lineales. Se contabilizan los adultos visibles, las ninfas presentes en salivazos (Figura 18) y contar los tallos totales en los 5 metros de cada punto seleccionado.



Figura 18. Adultos, ninfas y salivazos de *Aeneolamia* sp.

Cálculo de unidades biológicas

Para calcular las unidades biológicas de *Aeneolamia* sp. en un área se aplica la formula a continuación:

$$U. B. = \frac{\text{Total de ninfas} + \text{total de adultos}}{\text{Total de tallos (5 metros lineales)}}$$

Nivel Critico	Medidas a tomar
> 0.20 % U.B.	Seguir monitoreando cada 7 días
De 0.20 – 0.40 % U.B.	Aplicar tratamiento biológico
> 0.40 % U.B.	Aplicar tratamiento químico

5.3.2.5. Roedores.

Daños y Perdidas: Los roedores (Figura 19) atacan preferentemente la caña madura y los entrenudos basales. Los tallos al caerse pueden ser dañados en toda su longitud. Recientemente se ha observado daños en las yemas, afectando el material de siembra; y, daños en brotes jóvenes en canteros donde ha quedado el rollo de hojarasca o que hayan estado enmalezados. Los daños causados por la rata se transforman en pérdidas directas de peso y disminución de la calidad de los jugos a

causa de la invasión de microorganismos que provocan la fermentación y la pudrición del tallo, aumentando la concentración de azúcares reductores. En caña de azúcar, los daños ocasionados por roedores pueden ser de moderados a severos, pudiendo ocasionar pérdidas totales en casos extremos (CINCAE, 2013).

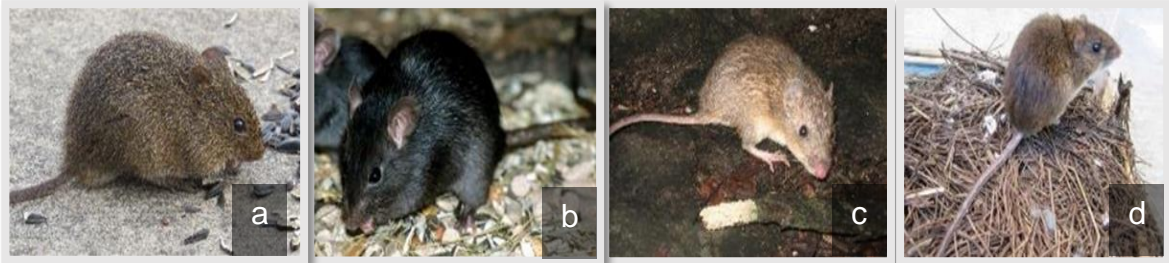


Figura 19. a) *Sigmodon hispidus* (Rata Cañera), b) *Oryzomys couesi* (Rata Arrocerca de agua), c) *Rattus rattus* (Rata Negra) y d) *Liomys spp*

Monitoreo de roedores con trampa: En cada lote independientemente del área a monitorear, se utilizan 50 trampas de golpe (tipo Víctor) a las cuales se les coloca un trozo de tortilla impregnada con esencia de vainilla. Las trampas se colocan distribuidas en los surcos siempre y cuando se pueda ingresar al lote. De acuerdo al estado de acame o cierre en que se encuentre el cultivo, las trampas se colocan en el perímetro del lote ingresando aproximadamente 5 metros.

Las labores de trampeo se realizan en horas de la tarde entre 3:00 a 6:00 pm. Y la recolección de las trampas por la mañana entre 6:00 a 9:00 am. Se identifican las trampas con roedores capturados, trampas con evidencia (pelos y excremento), trampas disparadas, trampas comidas e intactas. (Figura 20)



Figura 20. Captura de roedores con trampas tipo Victor o de golpe

Determinación de % de captura

Para obtener un porcentaje de captura de roedores en el cultivo de caña de azúcar se toman en cuenta algunos factores que se incluyen en la formula siguiente:

$$\% \text{Captura} = \frac{(\text{capturas} + \text{excremento} + \text{pelos} + \text{disparadas} + \text{comidas})}{\text{Total de trampas}} * 100$$

Nivel Critico	
> 2%	Captura de roedores

Monitoreo de tallos dañados: Se toman 5 puntos por lote, en cada punto se toman 5 metros lineales en los cuales se identifican tallos con daño viejo, tallos con daño reciente y la cantidad total de tallos.

Se deberá tomar en cuenta para el cálculo todos los tallos dañados (tallos primarios, secundarios, terciarios y mamoncillos).

Determinar el porcentaje de daño total

Para calcular el porcentaje de daño que se tiene en el cultivo previo a la cosecha se obtiene aplicando la siguiente formula:

$$\% \text{ de daño precosecha} = \frac{\text{Tallos con daño nuevo} + \text{tallos con daño viejo}}{\text{total de tallos}} * 100$$

Nivel Critico	
> 6%	Daño total en precosecha

NOTA: Se estima que por cada 1% de infestación (tallos dañados) se pierden 0.5 TCH y 2.19 kg de azúcar/TM.

5.3.2.6. Termitas



Figura 21. Termitas

Las termitas refieren alimentarse de maderas blandas que contengan de 20-30% de humedad (Figura 21). Al no encontrar su alimento preferido pueden consumir otros tipos de madera e incluso árboles o cultivos que contengan celulosa (caña de azúcar). Se pueden clasificar en cuatro grupos: Termitas de madera húmeda, Termitas de madera seca, Arbóreas y Subterráneas. Los obreros buscan alimento fuera de la colonia

(Figura 22) alimentándose ellos y sirviendo a los demás integrantes a través de trofalaxis (FUNDAZUCAR,2017 (b)).

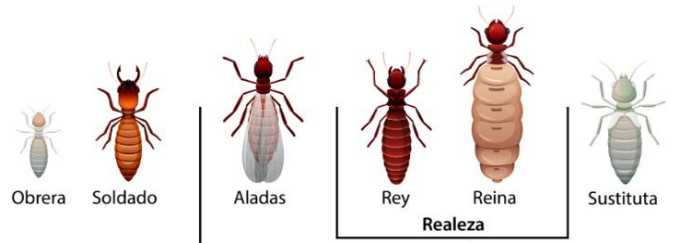


Figura 22. Tipos de Termita según su casta. Fuente: (FUNDAZUCAR.2017)

Es importante que los monitoreo se realicen periódicamente a los 120 después de la siembra, en caña soca a los 90 después del roce y durante el periodo de desarrollo en los meses de julio y agosto.

Monitoreo de daño: Se realiza tomando un punto de muestreo por cada 2 Ha en el lote, se toman en forma de zigzag en caña erecta cuando el cañal no se encuentra acamado. En caso que el lote a monitorear este acamado la toma de puntos se realiza al azar, hasta donde sea posible ingresar. En cada punto seleccionado se miden 5 metros lineales y se contabilizan los tallos dañados por termitas (Figuras 23 A y B) y los tallos totales. Posteriormente procedemos a extraer una cepa al azar para observar si existe presencia de termitas en la cepa y en el suelo (Figura 23 C).



Figura 23. A) Galerías en tallo de caña de azúcar. B) Daño en tallo de caña de azúcar. C) Presencia de termitas en el suelo

Determinación del daño de termita

El porcentaje de daño ocasionado por termitas en tallos de caña de azúcar se obtiene aplicando la formula siguiente:

$$\% \text{ de daño} = \frac{\text{Tallos dañados}}{\text{Tallos totales}} \times 100$$

Nivel Critico	Etapas del cultivo
> 5%	Germinación o macollamiento
> 2%	Desarrollo

Determinación de presencia de termitas

El porcentaje de presencia de termita se obtiene aplicando la formula siguiente:

$$\% \text{ presencia de termita} = \frac{\text{Total presencia}}{\text{Total puntos}} \times 100$$

Nivel Critico	Etapas del cultivo
> 5%	Presencia de termita en Germinación o macollamiento
> 2%	Presencia de termita en Desarrollo

6. Resultados y Discusión

6.1. Importancia de los análisis nutricionales del suelo

Para poder saber las cantidades de elementos nutrientes que extrae el cultivo de la caña de azúcar, es importante tener en consideración los niveles nutricionales que posee el suelo (Guerrero Lázaro, 2012). Los datos nutricionales que poseen los suelos cañeros fueron obtenidos mediante análisis químicos de laboratorio, proporcionados por el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA).

6.1.1. Análisis químico de suelo

El análisis químico de suelos extrae, mediante una solución química, una fracción del total de cada elemento nutricional esencial para el crecimiento de las plantas y permite medir la cantidad solubilizada con procedimientos químicos adecuados. Para

que esta fracción tenga un significado agronómico, es preciso que represente una proporción de lo que la planta requiere. (Bernier y Undurraga, sf.).

6.1.2. Características nutricionales del suelo

Los análisis de rutina en laboratorio de suelos incluyen los propuestos por Quintana, *et al.* (1983): determinación de textura, reacción del suelo (pH), densidad aparente (g/cm³), materia orgánica (MO, %) y los macronutrientes nitrógeno (N, %), fósforo (P, ppm), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) expresados en meq/100 g. Los análisis especiales incluyen a los micronutrientes manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), hierro (Fe) expresados en ppm, capacidad de intercambio catiónico (CIC, meq/100 g), acidez intercambiable (Al + H), saturación de bases (%), y conductividad eléctrica (Ce) (Mendoza y Espinoza, 2017).

6.2. Matriz de datos nutricionales de los suelos en las haciendas que conforman el parque cañero.

Se realizó una revisión de cada uno de los análisis de suelos que se poseen en físico, identificando los análisis repetidos y verificando números correlativos asignados por la empresa. Finalmente se elaboraron dos carpetas con los correspondientes documentos de los años 2013 - 2017 y 2018 - 2022, siendo un total de 1,109 análisis organizados de los cuales se seleccionaron 542 documentos de los últimos 5 años vigentes (2018-2022) para ser registrados en la matriz de datos nutricionales de los suelos de las haciendas pertenecientes a Grupo CASSA.

La matriz de datos permite tener un orden en la información que se recolecta de cada una de las haciendas que conforman el parque cañero, facilita la toma de decisiones en cuanto a las aplicaciones de fertilizantes y enmiendas durante el periodo de mantenimiento o renovación del cultivo.

Está conformada por el registro de datos generales de las haciendas (Cuadro 5) donde se encuentra el nombre de los productores afiliados a Grupo CASSA, el registro de haciendas (nombre, número o nombre de lote y código de hacienda), así mismo puede observarse el registro de fechas en la cual se realizaron los análisis de suelos y el código de muestra con el cual fue registrada para ser procesada. La matriz

de datos se ha desglosado en cuatro partes las cuales se presentan a continuación para una mejor comprensión y visualización de los datos.

Cuadro 5. Matriz de registro de análisis de suelos: Datos generales de las Haciendas Cañeras. (a)

Nombre Productor	Hda	Hacienda	lote	Nombre Lote	FECHA	N° de muestra
COAGRI, S.A. DE C.V.	3067	TAZULATH	01	01	28/7/2019	20323
COAGRI, S.A. DE C.V.	3067	TAZULATH	02	02	28/7/2019	20324
COAGRI, S.A. DE C.V.	3067	TAZULATH	05	05	28/7/2019	20325
COAGRI, S.A. DE C.V.	3067	TAZULATH	08	08	28/7/2019	20326
COAGRI, S.A. DE C.V.	3067	TAZULATH	03	03	28/7/2019	20327
COAGRI, S.A. DE C.V.	3006	LA VERANERA	01	01	28/7/2019	20328
COAGRI, S.A. DE C.V.	3006	LA VERANERA	07	07	28/7/2019	20329
COAGRI, S.A. DE C.V.	3006	LA VERANERA	08	08	28/7/2019	20330
COAGRI, S.A. DE C.V.	3006	LA VERANERA	12	12	28/7/2019	20331
COAGRI, S.A. DE C.V.	3006	LA VERANERA	04	04	28/7/2019	20332

A continuación, se presenta parte del registro de datos que son proporcionados en los resultados obtenidos de los análisis de suelo que se realizan en CENTA quienes proporcionan sus servicios en el laboratorio de suelos.

Esto permite conocer el estado nutricional de los suelos de cada hacienda y lote (Cuadros 6 y 7) para poder tomar decisiones optimas en cuanto a si existen desbalances o deficiencias de los minerales y así hacer el cálculo óptimo de las proporciones de fertilizantes que se aplicaran durante el periodo de mantenimiento y renovación del cultivo.

Cuadro 6. Matriz de registro de análisis de suelos: Datos nutricionales de los suelos del parque cañero. (b)

Textura	pH en agua	Fosforo (P) (mg kg ⁻¹)	Potasio (K) (mg kg ⁻¹)	Zinc (Zn) (mg kg ⁻¹)	Manganeso (Mn) (mg kg ⁻¹)	Hierro (Fe) (mg kg ⁻¹)	Cobre (Cu) (mg kg ⁻¹)
Franco arcillosa	6.10	19	116.93	2.47	39.62	12.64	2.63
Franco arcillosa	6.10	5	119.84	2.67	45.94	18.08	3.47
Franco arcillosa	6.00	25	183.07	2.29	37.02	19.48	2.95
Arcillosa	6.30	10	88.78	2.07	42.78	14.30	3.30
Arcillosa	6.30	9	110.89	1.79	39.40	8.99	2.95
Arcillosa	6.30	238	288.44	3.32	32.83	13.83	1.68
Arcillosa	6.20	45	199.94	2.12	21.68	11.20	1.75
Franco arcillosa	6.40	106	284.03	2.16	29.71	8.74	1.35
Arcillosa	6.80	381	313.69	5.66	47.11	15.98	1.27
Arcillosa	6.80	77	204.87	1.47	41.64	9.13	1.83

Cuadro 7. Matriz de registro de análisis de suelos: Datos de fertilidad de los suelos del parque cañero. (c)

Materia Orgánica %	Calcio_int (Ca) (cmol kg ⁻¹)	Magnesio_int (Mg) (cmol kg ⁻¹)	Potasio Inter (cmol kg ⁻¹)	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/K	Na (cmol kg ⁻¹)
3.25	17.72	4.38	0.30	4.05	14.61	73.73	59.12	0.80
3.92	17.47	4.40	0.31	3.97	14.32	71.19	56.87	1.86
3.11	16.22	4.32	0.47	3.76	9.20	43.76	34.56	1.66
3.25	17.90	4.31	0.23	4.16	18.92	97.55	78.63	1.44
3.38	16.99	4.41	0.28	3.85	15.51	75.25	59.75	0.69
3.25	16.64	4.16	0.74	4.00	5.63	28.13	22.50	1.19
2.84	14.83	4.15	0.51	3.57	8.10	37.03	28.93	0.79
2.44	14.46	4.03	0.73	3.59	5.53	25.38	19.85	1.57
4.60	15.47	4.36	0.80	3.55	5.42	24.65	19.24	0.85
2.71	14.69	4.32	0.53	3.40	8.22	36.19	27.97	1.26

Los datos registrados en el Cuadro 8 permiten conocer si existen problemas de acidez en el suelo, la cual puede afectar sus propiedades químicas, resultando en una disminución de rendimiento en el cultivo. Es por ello que esta información es útil para decidir si es necesario realizar aplicaciones de cal o enmiendas al suelo.

Cuadro 8. Matriz de registro de análisis de suelos: Datos de fertilidad de los suelos del parque cañero. (d)

CICE	Acidez Int. (H+Al) (cmol kg ⁻¹)	Suma Bases (cmol kg ⁻¹)	% SAT Bases	Potasio int. (cmol kg ⁻¹)
15.67	0	15.67	100.0	0.77
15.67	0	15.67	100.0	0.77
27.26	0	27.26	100.0	0.20
23.43	0	23.43	100.0	0.40
16.26	0	16.26	100.0	0.20
11.13	0.1	11.03	99.1	0.46
18.99	0	18.99	100.0	0.53
10.38	0.11	10.27	98.9	0.68
13.15	0	13.15	100.0	0.37
15.54	0	15.54	100.0	0.77

6.3. Validación de agroquímicos mediante el desarrollo de análisis de compatibilidad físico- química.

Algunas combinaciones de productos fitosanitarios además de complementar sus acciones aumentan la eficiencia individual de los productos mezclados, siendo este el fundamento de muchos preparados comerciales existentes en el mercado, esta acción de refuerzo se conoce como sinergismo (Zamacona Guzmán, 1990).

Mezclar dos o más productos puede permitir el tratamiento de múltiples plagas o deficiencias nutricionales al mismo tiempo, además de mejorar la eficiencia de los productos a aplicar y en última instancia, permite ahorrar tiempo y dinero.

Los principales factores que afectan la mezcla de agroquímicos (Figura 24) son:

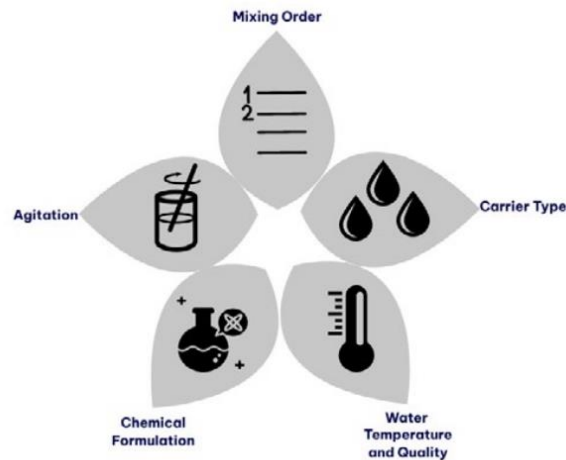


Figura 24. Factores que afectan la compatibilidad de mezclas

- a) **Velocidad y método de agitación:** La mezcla del tanque debe agitarse entre la adición de cada producto en el tanque. Sin suficiente agitación, el producto puede separarse y formar capas. Algunos productos, como los polvos humectables (WP), gránulos dispersables (WDG), concentrados en suspensión (SC) y los concentrados emulsionables (EC) se sedimentarán con el tiempo y puede requerir agitación adicional durante aplicación por aspersión.
- b) **Temperatura y calidad del agua:** La temperatura del agua puede influir en la velocidad a la que los productos se disuelven, dispersan y actúan. Siempre preste atención a las etiquetas de los productos, ya que especificarán cualquier sensibilidad a temperaturas extremas del agua.
- c) **Orden de mezcla:** Mezclar en el orden incorrecto puede provocar incompatibilidades, que puede afectar negativamente el pH del agua y la solubilidad y potencial de mezcla de los productos

- d) **Tipo de Vehículo:** Al utilizar agua como vehículo, se reduce el riesgo de incompatibilidades llenando el tanque de pulverización con al menos 50% del volumen de agua requerido antes de agregar los productos.
- e) **Formulaciones químicas:** Es una combinación de ingredientes activos e inactivos (inertes) que forman un producto. Los ingredientes activos varían en sus propiedades físicas y químicas y requieren diferentes niveles de agitación, temperaturas y vehículos (Virginia Tech,2024).

Para evaluar la compatibilidad de agroquímicos, especialmente si se mezclan productos desconocidos, antes de mezclar en el tanque de pulverización es importante primero realizar una prueba en un frasco. Esta prueba puede revelar incompatibilidades físicas en la mezcla como sedimentación, separación, gelificación, desarrollo de lodos, acumulación de residuos de aceite, flotación de partículas en la superficie y precipitación que pueden obstruir las boquillas de aspersión (Figura 25). De igual manera también puede revelar incompatibilidades químicas como calor u olores fuertes (Figura 26) (Virginia Tech,2024).

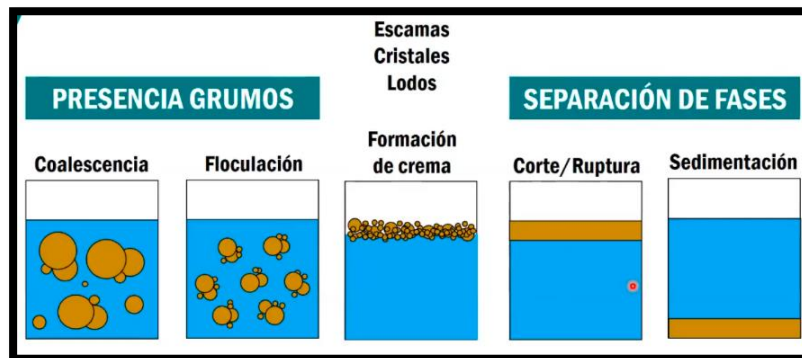


Figura 25. Incompatibilidad física de mezclas de agroquímicos

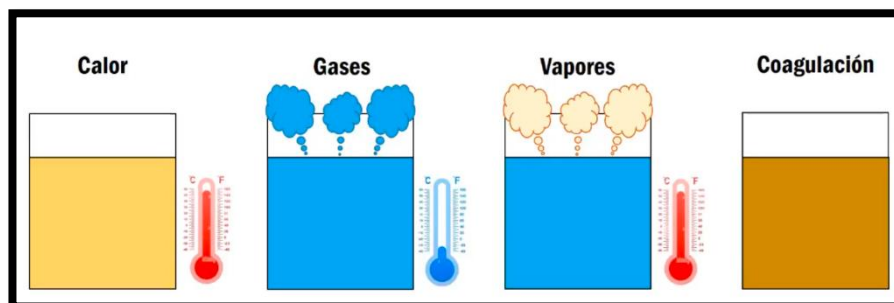


Figura 26. Incompatibilidad química de mezcla de agroquímicos

En la práctica muchos de los productos son mezclados entre sí en un mismo tanque para aplicarlos conjuntamente. Lo anterior, ha sido la causa de muchos problemas de taponamiento (Figura 27) o desgaste acelerado de equipos de aplicación, así como de bajas efectividades en el control de problemas fitosanitarios, por la inactivación de los productos al combinarse y generar incompatibilidades. Es importante leer la etiqueta de los productos a utilizar, ya que en ellas se especifican muchas de las veces la compatibilidad de los productos con otras de distintas formulaciones (INTAGRI, 2017).



Figura 27. Taponamiento de filtros de los equipos de aplicación por incompatibilidad de productos

6.3.1. Análisis de compatibilidad de mezclas de repelentes orgánicos y fertilizantes foliares

El objetivo de realizar las mezclas que se muestran en el Cuadro 9 estuvo enfocado en hacer uso de productos orgánicos que permitan repeler las plagas en caña de azúcar y disminuir el uso de insecticida químicos, además que permita al mismo tiempo compensar nutricionalmente el cultivo y disminuir el estrés provocado por plagas o agentes climáticos.

Cuadro 9. Evaluación de Compatibilidad de Mezclas de repelentes orgánicos y fertilizantes foliares

Mezclas	Producto	Dosis para 1 L
M1 (Figura 28)	Bralic® 12.5 EC	150 ml
	Organosato®	300 ml
	Agua	550 ml
M2 (Figura 29)	Bralic® 12.5 EC	150 ml
	Vigor-S®	200 ml
	Agua	650 ml
M3 (Figura 30)	Cacique®	150 ml
	Organosato®	300 ml
	Agua	550 ml
M4 (Figura 31)	Cacique®	150 ml
	Vigor-S®	200 ml
	Agua	650 ml

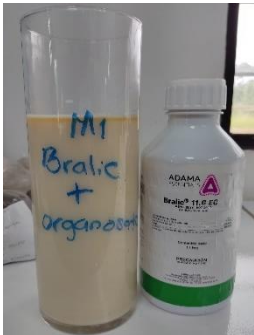
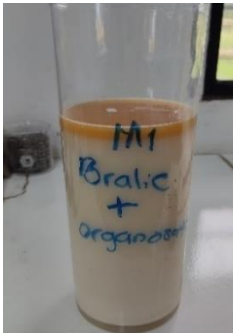
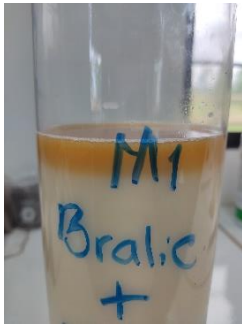
Mezcla 1: Bralic® 12.5 EC + Organosato®		
5 minutos	10 minutos	15 minutos
		
Separación de fases por densidad y poca sedimentación	Mayor porcentaje de separación de fases.	Incremento de separación de fases por densidad de los productos y una leve sedimentación

Figura 28. Mezcla 1 de repelentes orgánicos y fertilizantes foliares

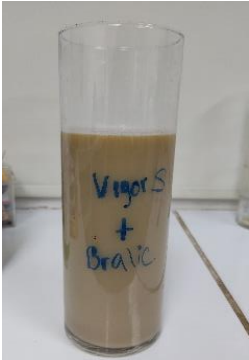

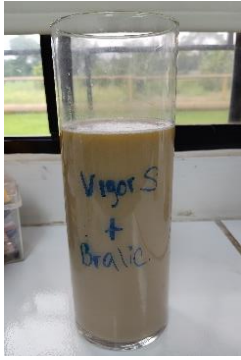
Mezcla 2: Bralic® 12.5 EC + Vigor-S®		
5 minutos	10 minutos	15 minutos
		
Separación por densidad, espuma y burbujas de aceite en toda la mezcla.	La separación por densidad se hace más evidente, presencia de burbujas y espuma.	Se mantiene la misma reacción.

Figura 30. Mezcla 2 de repelentes orgánicos y fertilizantes foliares

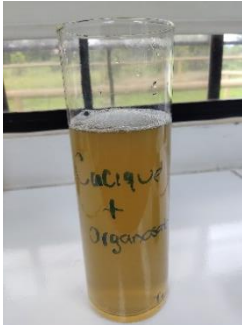

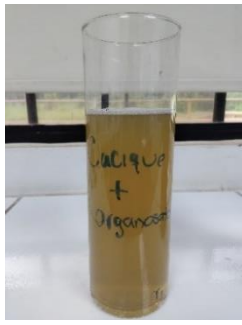
Mezcla 3: Cacique® + Organosato®		
5 minutos	10 minutos	15 minutos
		
En la premezcla se observó espuma, la cual se redujo al transcurrir el tiempo.	La espuma se redujo y no se observó otra reacción química o física	No se observaron reacciones

Figura 29. Mezcla 3 de repelentes orgánicos y fertilizantes foliares


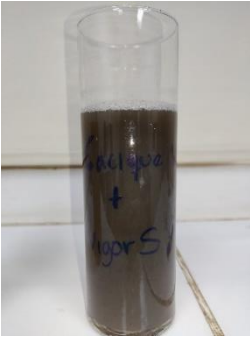
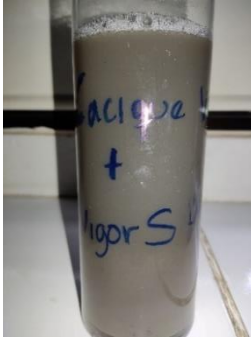
Mezcla 4: Cacique® + Vigor-S®		
5 minutos	10 minutos	15 minutos
		
En la premezcla se observó formación de espuma. Posteriormente se redujo parte de la espuma y se comienza a observar una leve sedimentación. Es difícil observarlo por la coloración oscura de la mezcla.	Se incremento la cantidad de sedimento levemente gelatinoso.	Por la coloración no es posible percibir la leve gelificación que se ha acumulado en la parte inferior del frasco. Al introducir el mezclador se puede percibir que el fondo de la mezcla se ha tornado espesa.

Figura 31. Mezcla 4 de repelentes orgánicos y fertilizantes foliares

Según los parámetros para la evaluación de compatibilidad de laboratorio las mezclas analizadas tienen como resultado:

Mezcla	Grado
M1	2
M2	2
M3	5
M4	2

Se considera que la Mezcla 3: Cacique® + Organosato® (Figura 30) se puede aplicar con aeronaves o equipos terrestres ya que demostró ser completamente compatible en premezcla y mezcla total, al no tener reacciones físico – químicas.

6.3.2. Análisis de compatibilidad de mezclas de Insecticidas

Se realizaron las siguientes mezclas con el fin de obtener una opción que permita reforzar la eficiencia en el control de plagas y conocer si es viable mezclar productos químicos con un insecticida microbiológico como lo es Biomet® 48 EW el cual este compuesto por *Metarhizium anisopliae* y *Purpureocillium lilacinum*.

Cuadro 10. Evaluación de Compatibilidad de Mezclas de Insecticidas

Mezclas	Producto	Dosis para 1 L
M1 (Figura 32)	Pikudo 20 SC®	33.33 ml
	Biomet 48 EW®	100 ml
	Agua	866.67 ml
M2 (Figura 33)	Pikudo 20 SC®	33.33 ml
	Centric 75 SG®	13.33 gr
	Agua	966.67 ml


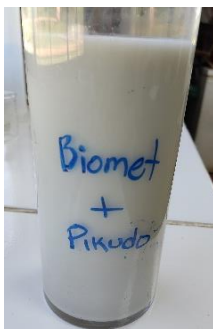

Mezcla 1: Pikudo® 20 SC + Biomet® 48 EW		
5 minutos	10 minutos	15 minutos
		
Al realizar la premezcla la solución no se observa estabilidad al remover. Al transcurrir el tiempo se observa formación de poca sedimentación.	Leve incremento de sedimento.	Se mantiene el incremento de sedimentación. Al realizar el filtrado se confirmó la cantidad de sedimento formada.

Figura 32. Mezcla 1 de Insecticidas




Mezcla 2: Pikudo® 20 SC + Centric® 75 SG		
5 minutos	10 minutos	15 minutos
		
La premezcla se observa homogénea. No se observó reacción físico-química	No se observó reacción físico-química	Al finalizar el periodo de observación no se obtuvo reacción físico-química. En el filtrado de la mezcla se observó una mínima cantidad de residuos del insecticida granulado que no se lograron disolver.

Figura 33. Mezcla 2 de insecticidas

Según los parámetros para la evaluación de compatibilidad de laboratorio las mezclas analizadas tienen como resultado:

Mezcla	Grado
M1	2
M2	5

De acuerdo a los parámetros a evaluar en las mezclas analizadas en laboratorio es evidente que no es recomendable aplicar en campo la Mezcla1: Pikudo® 20 SC + Biomet® 48 EW (Figura 32) ya que desde la premezcla la solución no se observa completamente estable y al transcurrir el tiempo de observación presentan formación de sedimento, comprobando la cantidad de sedimento formado al realizar el filtrado, confirmando que su uso y aplicación en campo resultaría en taponamiento de filtros y boquillas de los equipos de aplicación, con riesgo de dañar el equipo. Por otra parte, se considera que la Mezcla 2: Pikudo® 20 Sc + Centric® 75 SG (Figura 33) se puede aplicar con aeronaves o equipos terrestres ya que demostró ser completamente compatible en premezcla y mezcla total, al no presentar reacciones físico- químicas.

6.3.3. Análisis de compatibilidad de mezclas de Fertilizantes foliares

Este análisis de compatibilidad se enfocó en obtener una mezcla que permita proporcionar al cultivo elementos nutricionales y reguladores de crecimiento (citoquininas, ácido giberelico y ácido indol-3 butírico), adicionando un adyuvante para obtener una mejor deposición y retención de los productos a aplicar.

Cuadro 11. Evaluación de Compatibilidad de Mezclas de Fertilizantes foliares

Mezclas	Producto	Dosis para 1 L
M1 (Figura 34)	Auge calcio ®	67 gr
	Stimulate ®	17 ml
	Bivert®	9 ml
	Agua	974 ml
M2 (Figura 35)	Auge calcio ®	67 gr
	Stimulate ®	17 ml
	Bivert®	17 ml
	Agua	966 ml
M3 (Figura 36)	Auge calcio ®	34 gr
	Stimulate ®	17 ml
	Agua	983 ml
M4 (Figura 37)	Auge calcio ®	51 gr
	Stimulate ®	17 ml
	Agua	983 ml


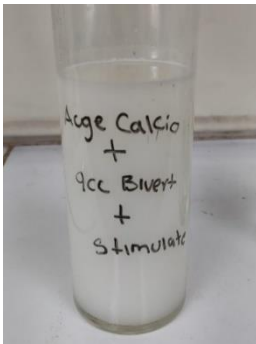

Mezcla 1: Auge calcio® + Stimulate® + Bivert®		
5 minutos	10 minutos	15 minutos
		
Dilución del producto Auge calcio en 50 ml de agua presento formación de sedimentación. Al completar la mezcla con los demás productos, se observó formación de precipitado.	Se observa separación de fases en la mezcla lo que nos indica que no es homogénea.	Se obtuvo un aumento de precipitado en la profundidad del frasco y se logró observar mejor al realizar el filtrado.

Figura 34. Mezcla 1 de Fertilizantes foliares

En la mezcla 2 (Figura 35) se incrementó la cantidad de Bivert®, utilizando 17 ml para observar si se presentaban cambios en las reacciones.

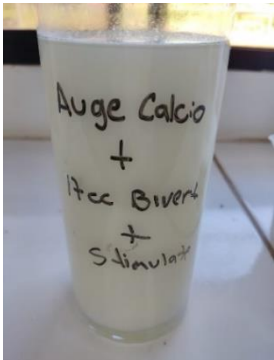
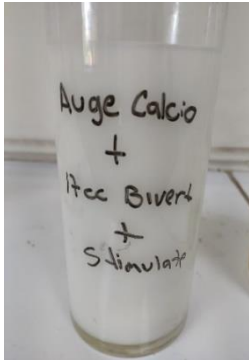

Mezcla 2: Auge calcio® + Stimulate® + Bivert®		
5 minutos	10 minutos	15 minutos
		
Al Igual que la mezcla 1 se observó formación de precipitado.	Se observo separación de fases	Se mantiene la formación de precipitado y al pasar por el filtrado se observa los residuos formados.

Figura 35. Mezcla 2 de Fertilizantes foliares

Se realizaron dos mezclas (Figuras 36 y 37) más para comprobar si la precipitación formada en las mezclas anteriores se debe a un problema de saturación del producto Auge Calcio en la solución.

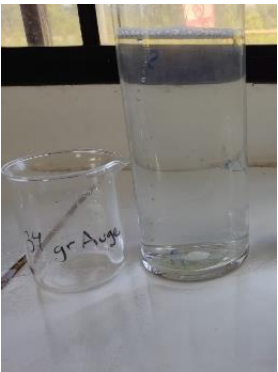
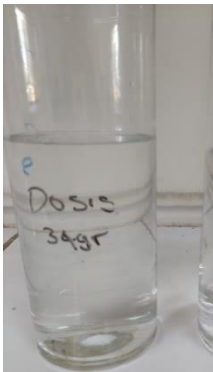

Mezcla 3: Auge calcio® 34 gr +Stimulate®		
5 minutos	10 minutos	15 minutos
		
Al realizar la mezcla se observa formación de espuma y concentración de residuos en el fondo del frasco.	No hay disolución de los residuos ni incremento de los mismos, pero se observa la reducción de espuma.	No hubo incremento de residuos en la solución.

Figura 36. Mezcla 3 de Fertilizantes foliares


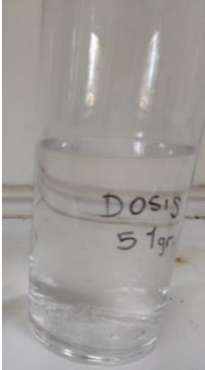

Mezcla 4: Auge calcio® 51 gr +Stimulate®		
5 minutos	10 minutos	15 minutos
		
Se observo formación de espuma y concentración de residuos en menor cantidad.	Se obtuvo disminución de la espuma formada y se mantiene la cantidad de residuos en el fondo del recipiente.	No hubo incremento en la cantidad de residuos.

Figura 37. Mezcla 4 de Fertilizantes foliares

Según los parámetros para la evaluación de compatibilidad de laboratorio las mezclas analizadas tienen como resultado:

Mezcla	Grado
M1	3
M2	3
M3	4
M4	5

Al observar los resultados obtenidos se considera que la Mezcla 4: Auge calcio® (51 gr) + Stimulate® (Figura 37) es la más indicada para aplicar con aeronaves o equipos terrestres ya que demostró ser completamente compatible en premezcla y mezcla total, al no presentar reacciones físico- químicas. Esta mezcla fue seleccionada por presentar menor cantidad de residuos en el fondo del frasco, estos residuos son resultado de saturación de la solución.

Cuadro 12. Evaluación de Compatibilidad de Mezclas de fertilizantes reguladores de crecimiento

Mezclas	Producto	Dosis para 1 L
M1 (Figura 38)	Pro-root ®	40 gr
	Root feed dry®	200 gr
	Agua	1000 ml



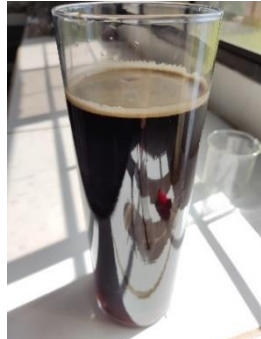
Mezcla 1: Pro-root ® + Root feed dry®		
5 minutos	10 minutos	15 minutos
		
Se observó formación de espuma.	No se obtuvieron cambios en la mezcla.	La mezcla se mantuvo homogénea y estable.

Figura 38. Mezcla 1 de fertilizantes reguladores de crecimiento

Según los parámetros para la evaluación de compatibilidad de laboratorio las mezclas analizadas tienen como resultado:

Mezcla	Grado
M1	5

La mezcla de Pro-root ® + Root feed dry® (Figura 38) presenta condiciones óptimas para ser aplicada con aeronaves o equipos terrestres ya que demostró ser completamente compatible en premezcla y mezcla total, al no presentar reacciones físico- químicas que pueden ser perjudiciales para los equipos de aplicación. La espuma formada en la mezcla es un factor que se puede solucionar con la aplicación de productos antiespumantes.

6.4. Validación de acción nematicida de productos comerciales para el control de poblaciones de nematodos en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.).

Los daños que ocasionan frecuentemente los nematodos, se atribuyen a causas más evidentes como son las deficiencias nutricionales o el estrés hídrico entre otras, dado que es imposible observarlos a simple vista en el campo y a que los síntomas que producen son inespecíficos, por ende, los agricultores y los técnicos a menudo subestiman su efecto (Peña, *et al.* 2018).

El ataque de los nematodos a la caña de azúcar se restringe a las raíces, de donde extraen nutrientes para el crecimiento y desarrollo. Este ataque al sistema radicular se produce a partir de la emisión de las primeras raíces. A medida que los nematodos inyectan toxinas en el sistema radicular, se producen deformaciones como agallas causadas por *Meloidogyne* y áreas necróticas extensas, cuando los nematodos presentes son *Pratylenchus*. Como consecuencia del ataque de los nematodos, las raíces se vuelven pobres en radículas o raíces secundarias y son incapaces de absorber agua y nutrientes necesarios para el correcto desarrollo de las plantas, que se vuelven más pequeñas, atrofiadas, cloróticas, marchitas en las horas más calurosas del día y menos productivas (Grupo Cultivar, 2018).

El conocimiento de los nematodos fitoparásitos y de los nemátodos de vida libre, así como la evaluación de sus densidades poblacionales, son importantes para determinar estrategias de control.

6.4.1. Nematicidas químicos y biológicos

El uso de químicos para manejar nematodos acarrea problemas ambientales debido a las toxicidades de los mismos, y en muchos casos económicamente inviables para los productores; sin embargo, ellos son muy efectivos en el campo. El uso de agentes de control biológico es útil, a través de la disminución de poblaciones de nematodos fitoparásitos, pero este tipo de manejo funciona mejor como complemento que como única táctica (Becerra, *et al.* 2010).

Las micorrizas arbusculares (MA) son útiles para manejar nematodos y actúan como bio-controladores que protegen los hospedantes; además, proporcionan condiciones

favorables para el desarrollo fisiológico de las plantas, por lo que resultan altos rendimientos. (Becerra, *et al.* 2010)

En el Cuadro 13 se presenta la información técnica de los productos seleccionados como tratamientos dentro del ensayo de control de poblaciones de nematodos. De acuerdo a los ingredientes activos que poseen, se tienen productos nematicidas químicos, orgánico y biológicos

Cuadro 13. Descripción de productos nematicidas seleccionados para validación como alternativas de control de poblaciones de nematodos en caña de azúcar.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Modo de Acción
Nimitz® 480 EC	Fluesulfone	Actúa por contacto, que afecta a todos los estados activos del ciclo de vida del nemátodo, inhibiendo la alimentación y causando la muerte de adultos y juveniles (ADAMA. sf).
T90 Prime®	Flavonoides y Saponinas Triterpenicas	Eficiente para el control de nematodos del género <i>Melodogyne</i> y <i>Pratylenchus</i> . Mecanismo de acción por contacto, efecto nematostático, causa desorientación, parálisis e inhibe la síntesis de colesterol (El Surco.2023).
Faisenonema® 8 WP	Paecilomyces maximus	Mata al nematodo y a sus huevos básicamente por tres mecanismos: la penetración del hongo en el cuerpo, la secreción de enzimas, metabolitos y toxinas que aceleran la muerte del nematodo (MICSA.2023).
Mycogel®	Rhizophagus irregularis	Las micorrizas modifican los exudados radiculares los cuales repelen a los nematodos a zonas alejadas de las raíces, evitando su llegada a la planta y permitiendo la absorción de agua y nutrientes (Kimitec.sf).
Verango Prime® SC	Fluopyram	Los nematodos se paralizan hasta que mueren interrumpiendo los ciclos generacionales por su efecto nematicida irreversible (Bayer.2023).
Solvigo® 10.8 SC	<i>Abamectina + thiametoxan</i>	Acción estomacal y de contacto causa una rápida inhibición de la alimentación y del movimiento en insectos y nematodos (Syngenta. 2022).

6.4.2. Distribución de nematodos fitopatógenos

Los nematodos se encuentran con mayor abundancia en la capa de suelo comprendida entre los 0 y 15 cm de profundidad, aunque cabe mencionar que su distribución en los suelos cultivados es irregular y es mayor en torno a las raíces de las plantas susceptibles, a las que en ocasiones siguen hasta profundidades considerables (de 30 a 150 cm o más). La mayor concentración de nematodos en la región radical de la planta hospedante se debe principalmente a su rápida reproducción cuando el alimento es abundante y también a la atracción que tienen por las sustancias liberadas en la rizosfera (Peña y Páez, 2009).

6.4.3. Interpretación de resultados de análisis de nematodos.

Los análisis nematológicos son una herramienta fundamental a la hora de tomar decisiones sobre control de nematodos.

Se le llama límite de tolerancia cuando se observa que hay pequeñas pérdidas de producción en densidades menores a 10 nematodos por gr de suelo, las pérdidas de producción aumentan conforme las densidades de nemátodos pasan a ser mayores. Si se observan pérdidas en densidades entre 10 y 20 nematodos por gr de suelo, estas no son suficientes para justificar el uso de un tratamiento, caso contrario es que se obtengan pérdidas con densidades mayores de nematodos por lo que es recomendable aplicar un tratamiento nematicida al suelo. A esto se le llama umbral económico (CRS Laboratorio, 2022).

A continuación, en el Cuadro 14 se presentan los resultados obtenidos de los géneros de nematodos y las cantidades de individuos/100 cc de suelo presentes en las muestras de suelo y raíz obtenidas de los lotes seleccionados para el establecimiento de los seis tratamientos en estudio para el control de poblaciones de nematodos fitoparásitos, más un testigo por cada tratamiento.

Los datos se obtuvieron en el análisis nematológico realizado en el laboratorio de parasitología vegetal del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) (Anexo 10.2).

Cuadro 14.Conteo de nematodos en muestras de suelo y raíz tomada antes de la aplicación de los tratamientos.

Genero De Nematodos	<i>Pratylenchus sp.</i>	<i>Meloidogyne</i>	<i>Helicotylenchus sp</i>	<i>Tylenchorhynchus sp</i>	<i>Hoplolaimus sp</i>	<i>Rotylenchulus sp.</i>	<i>Tylenchus sp.</i>	<i>Criconemoides sp</i>	<i>Xiphinema sp.</i>
	Individuos/100 cc de suelo								
Límite De Tolerancia	10	10	200 - 400	300 - 500	400- 600	> 150	400- 600	400- 600	400- 600
T1: Nimitz®	40	8	88	24	8	8	24	16	8
Testigo 1	16	16	48	48	-	-	-	-	8
T2: T90 PRIME®	-	-	252	-	-	24	24	-	-
Testigo 2	16	-	936	-	-	-	-	-	-
T3: Faisenonema®	8	24	112	8	-	8	8	-	-
Testigo 3	16	-	106	-	-	16	-	-	-
T4: Mycogel®	16	-	40	16	-	-	48	-	-
Testigo 4	384	-	8	24	16	-	-	112	-
T5: Verango Prime®	216	24	104	64	18	104	40	32	-
Testigo 5	56	8	8	32	-	-	24	16	-
T6: Solvigo®	72	-	32	-	-	8	8	8	-
Testigo 6	96	-	8	16	16	8	8	-	-

Nota: Los datos de los límites de tolerancia fueron proporcionados por el laboratorio de parasitología vegetal de CENTA (Anexo 10.2)

6.4.3.1. Límites de tolerancia y resultados de análisis nematológico previo a la aplicación de tratamientos.

En la Figura 39 se presenta la distribución de tratamientos y testigos en los lotes seleccionados en la Hacienda El diamante de San Marcos para la evaluación de los seis productos nematicidas en estudio.



Figura 39. Distribución de tratamientos y testigos en Hacienda El Diamante de san Marcos, Departamento de Ahuachapán.

Dentro del área seleccionada para evaluar el T1: Nimitz®, el análisis nematológico demostró la presencia nueve géneros de nematodos fitoparásitos de los cuales *Pratylenchus sp.* y *Meloidogyne* se encuentran arriba del límite de tolerancia establecido para los cultivos en general (Figura 40) sobrepasando la cantidad de 10 individuos/ 100 cc de suelo.

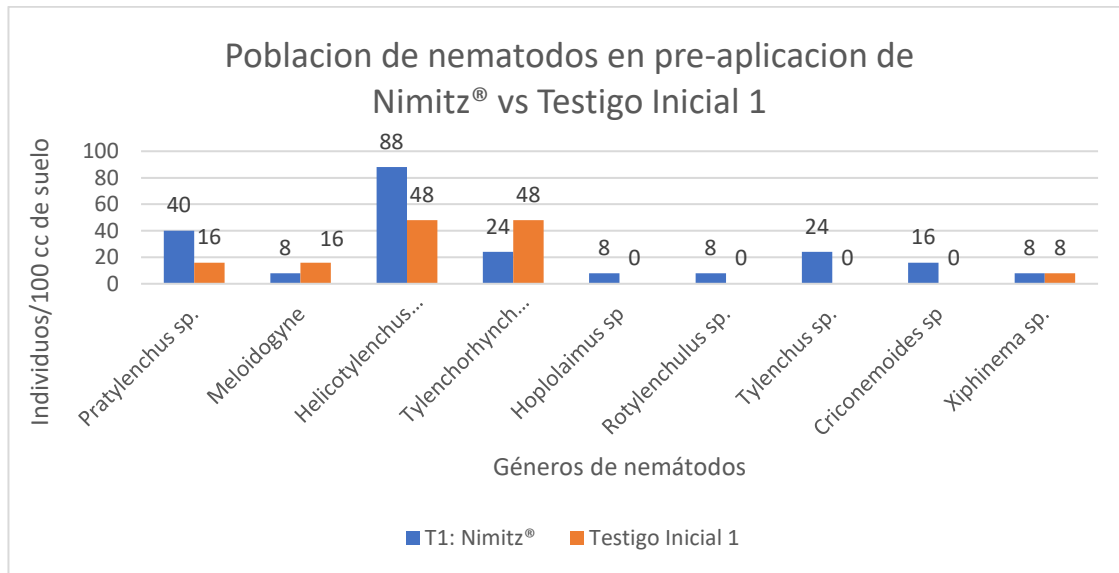


Figura 40. Población de nematodos fitoparásitos pre - aplicación de Nimitz® vs Testigo Inicial 1

En la Figura 41 se observa que de acuerdo a los resultados del análisis nematológico se obtuvieron cuatro géneros de nematodos, de los cuales existe mayor presencia del género *Helicotylenchus sp.* en el área del Testigo sobrepasando el límite de tolerancia de 400-600 individuos/100 cc de suelo.

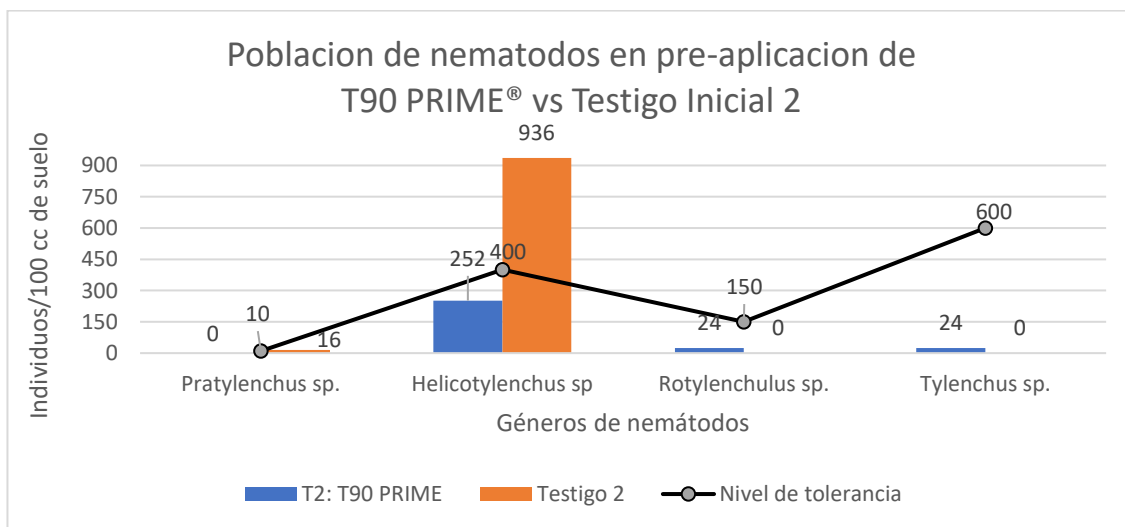


Figura 41. Población de nematodos fitoparásitos pre-aplicación de T90 PRIME® vs Testigo Inicial 2

El conteo de nematodos realizado proporciono datos poblacionales variables, siendo más representativos los valores del género *Meloidogyne sp.* dentro del área seleccionada para evaluar el T3: Faisenonema® (Figura 42), ya que la población obtenida se encuentra arriba del límite tolerable.

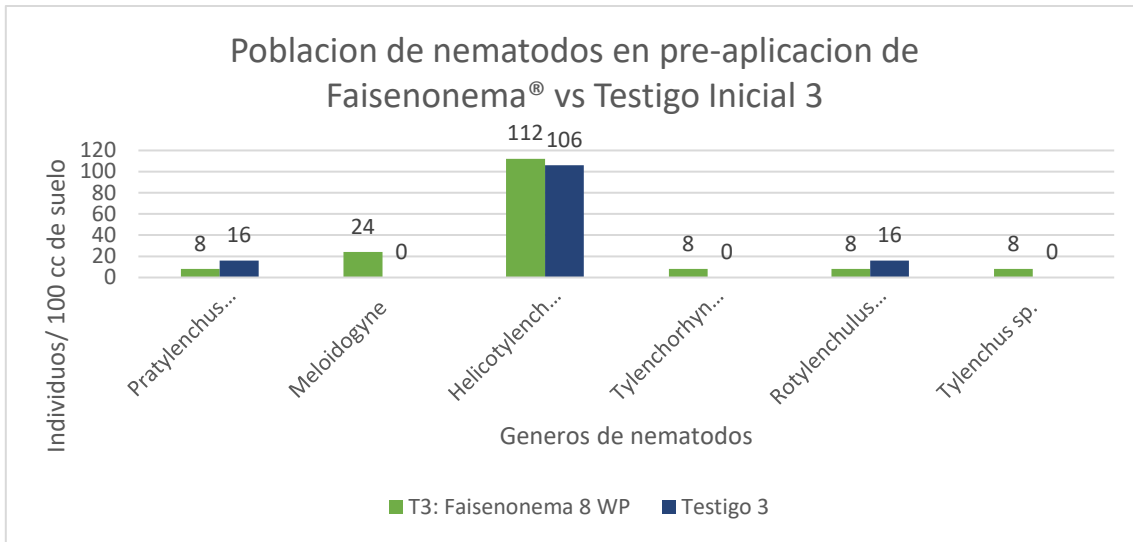


Figura 42. Población de nematodos fitoparásitos pre-aplicación de Faisenonema® vs Testigo Inicial 3

Para la evaluación del T4: Mycogel® se seleccionó un área de 10.64 Ha en total donde se incluyó el área a aplicar y el área para el correspondiente testigo. El análisis nematológico proporcionó datos de presencia de seis géneros de nematodos, siendo *Pratylenchus sp.* el más representativo en el área testigo en cuanto al límite de tolerancia establecido (Figura 43).

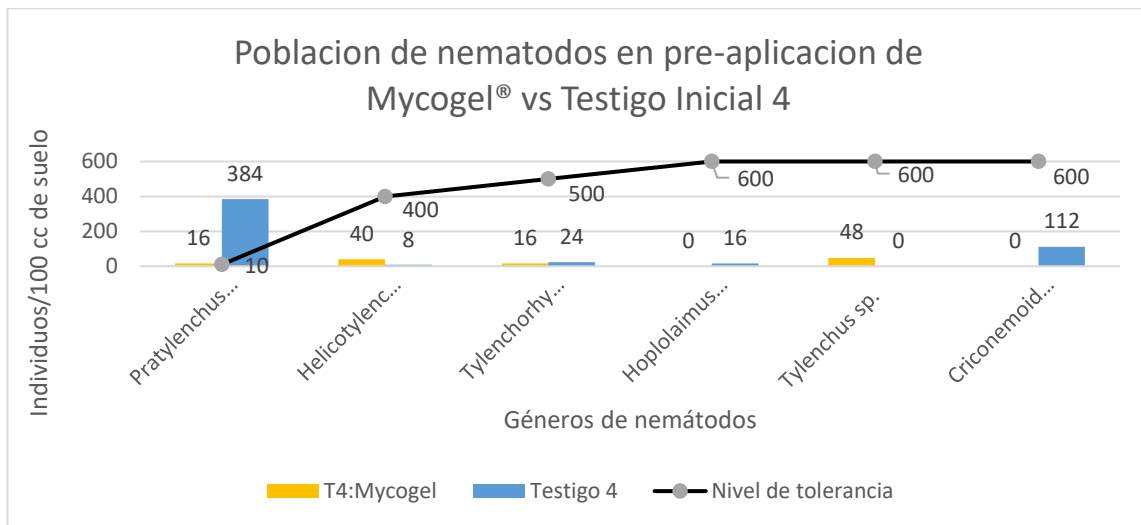


Figura 43. Población de nematodos fitoparásitos pre - aplicación de Mycogel® vs Testigo Inicial 4

Dentro del área asignada de 7.43 Ha. para evaluar el T5: Verango Prime® se obtuvieron ocho géneros de nematodos de los cuales los más representativos son *Pratylenchus sp.* y *Meloidogyne sp.* sobrepasando el límite de tolerancia de 10 individuos/100 cc de suelo (Figura 44).

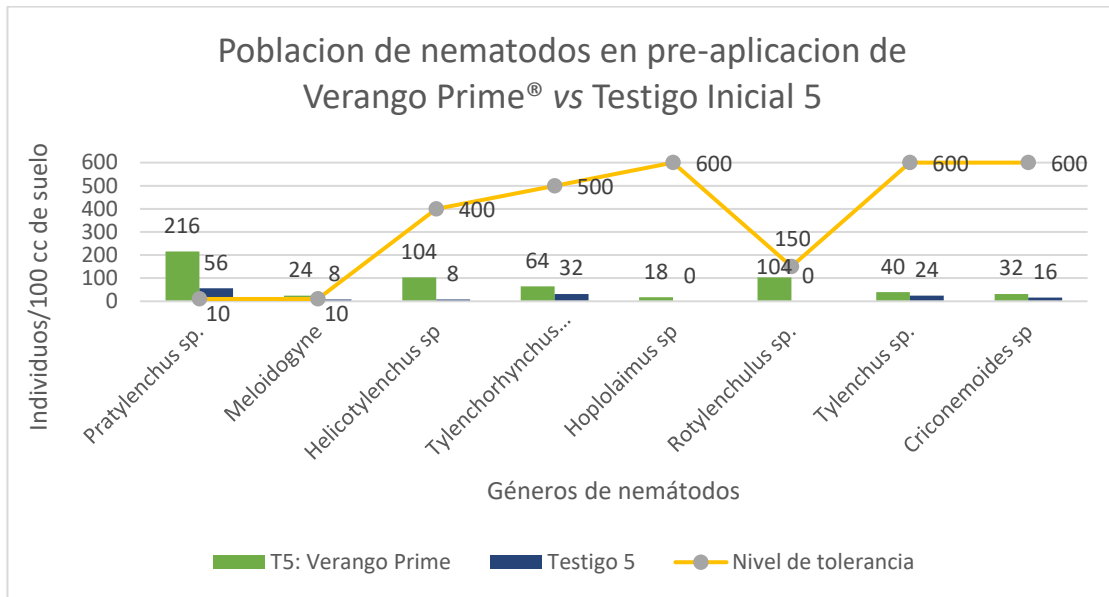


Figura 44. Población de nematodos fitoparásitos pre - aplicación de Verango Prime® vs Testigo Inicial 5

En el área seleccionada para evaluar el T6: Solvigo® se obtuvieron un total de siete géneros de nematodos, siendo el más relevante dentro de esta área el género *Pratylenchus sp.* con valores arriba de 10 individuos/100 cc de suelo (Figura 45).

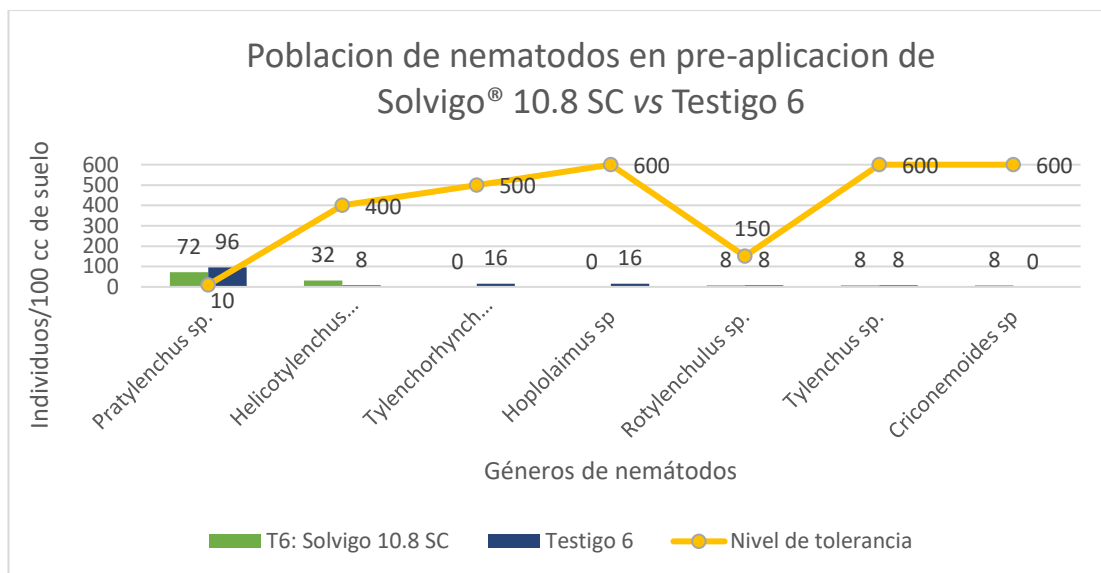


Figura 45. Población de nematodos fitoparásitos pre - aplicación de Solvigo® vs Testigo Inicial 6

6.4.3.2. Efectividad de los tratamientos post – aplicación en el control poblacional de nematodos fitoparásitos en caña de azúcar.

Al obtener los resultados del análisis nematológico que se realizó 30 días después de aplicados los seis tratamientos, a continuación, se procesaron los datos de la cantidad de individuos/ 100 cc de suelo de acuerdo a los géneros de nematodos encontrados contenidos en el Cuadro15. En esta ocasión se registraron datos solo de cinco géneros de nematodos, en comparación al primer muestreo con un registro de nueve géneros, de los cuales *Meloidogyne* estuvo presente específicamente en la muestra de suelo y raíz tomada del área aplicada con el T1 Nimitz®.

Cuadro 15.Conteo de nematodos en muestras de suelo y raíz post- aplicación de tratamientos

Genero De Nematodos	<i>Pratylenchus sp.</i>	<i>Meloidogyne</i>	<i>Helicotylenchus sp</i>	<i>Tylenchorhynchus sp</i>	<i>Hoplolaimus sp</i>	<i>Rotylenchulus sp.</i>	<i>Tylenchus sp.</i>	<i>Criconemoides sp</i>	<i>Xiphinema sp.</i>
Límite De Tolerancia	Individuos/100 cc de suelo								
	10	10	200 - 400	300 - 500	400- 600	> 150	400- 600	400- 600	400- 600
T1: Nimitz®	16	16	38	8	-	-	-	96	-
Testigo 1	96	-	64	8	-	-	-	48	-
T2: T90 PRIME®	-	-	16	104	-	-	-	-	-
Testigo 2	104	-	648	8	-	-	-	16	-
T3: Faisenonema®	24	-	8	-	-	-	-	40	-
Testigo 3	-	-	104	48	-	-	-	-	-
T4: Mycogel®	16	-	48	16	-	-	-	16	-
Testigo 4	16	-	16	1104	-	-	-	1896	-
T5: Verango Prime®	8	-	65	16	-	-	-	56	-
Testigo 5	-	-	-	16	-	-	-	64	-
T6: Solvigo®	-	-	16	-	-	-	-	216	-
Testigo 6	88	-	104	72	-	-	-	-	-

Nota: Los datos de los límites de tolerancia fueron proporcionados por el laboratorio de parasitología vegetal de CENTA.

Al comparar los resultados obtenidos en el conteo de poblaciones de nematodos presentes en las muestras de suelo y raíz tomadas 30 días después de haber

aplicado Nimitz® vs el lote Testigo Final 1 (Figura 46), se puede observar que en el área sin tratar se obtuvo un incremento poblacional de nematodos fitoparásitos principalmente de los géneros *Pratylenchus*, *Helicotylenchus* y *Tylenchorhynchus* en comparación con el área tratada en la cual se observa menor cantidad de individuos en siete de los nueve géneros reportados en la primera toma de datos. En otros géneros de nematodos como *Meloidogyne* y *Criconemoides sp.* se observó que obtuvieron un incremento poblacional dentro del área con Nimitz® lo cual pudo estar influenciado por la muerte de nematodos depredadores de estos géneros, resistencia al producto o que el producto no tiene acción sobre huevos de nematodos.

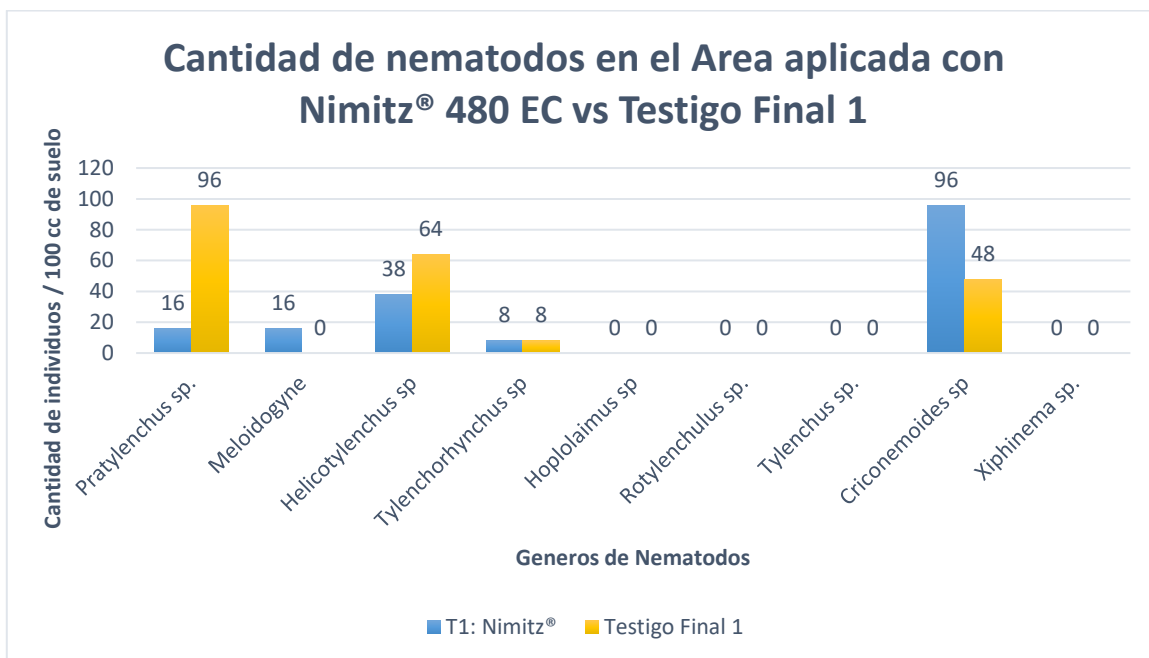


Figura 46. Cantidad de nematodos fitoparásitos en el área aplicada con Nimitz vs Testigo Final 1

Al comparar los resultados del área aplicada vs el lote Testigo Final 2 se puede observar un elevado crecimiento poblacional de nematodos sobrepasando el límite de tolerancia establecido como en el caso de *Pratylenchus sp* y *Helicotylenchus sp.* (Figura 47).

En el género *Tylenchorhynchus sp.* se obtuvo un incremento de 104 individuos/ 100 cc de suelo posterior a la aplicación del tratamiento, cabe mencionar que inicialmente no se reportaron individuos.

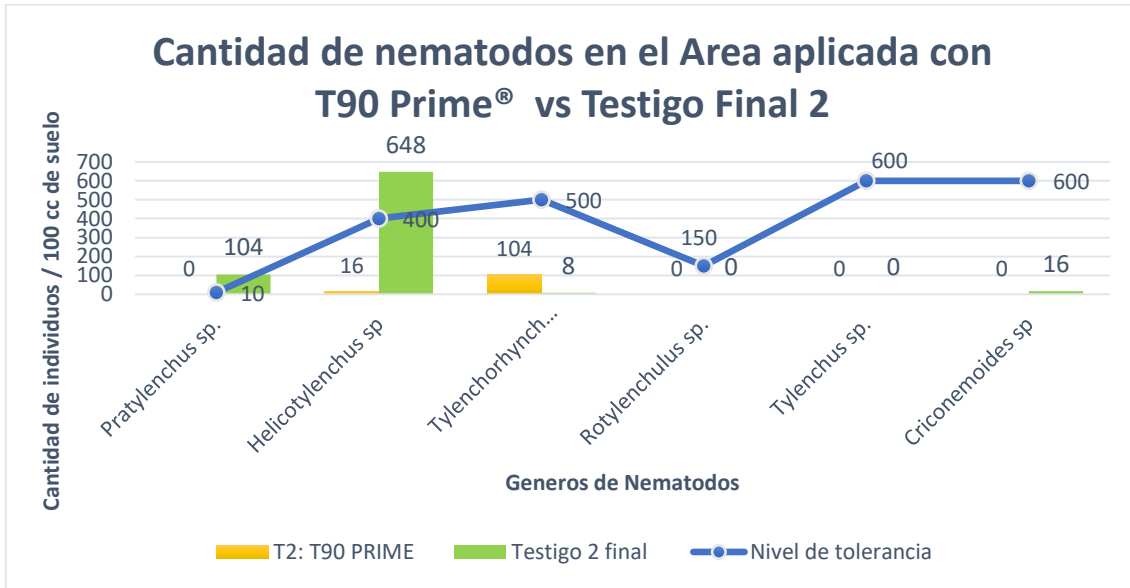


Figura 47: Cantidad de nematodos fitoparásitos en el área aplicada con T90 Prime® vs Testigo Final 2

En la Figura 48 se observa que en el área tratada con Faisenonema® las poblaciones se mantuvieron relativamente bajas, con excepción de *Criconemoides sp.* que tuvo un aumento de 40 individuos/100 cc de suelo en comparación con el análisis inicial previo a la aplicación del tratamiento donde no se reportaron individuos.

Por otra parte, en el lote Testigo Final 3 se obtuvo un crecimiento poblacional en los géneros *Helicotylenchus sp.* y *Tylenchorhynchus sp.* manteniéndose bajo los límites de tolerancia establecidos.

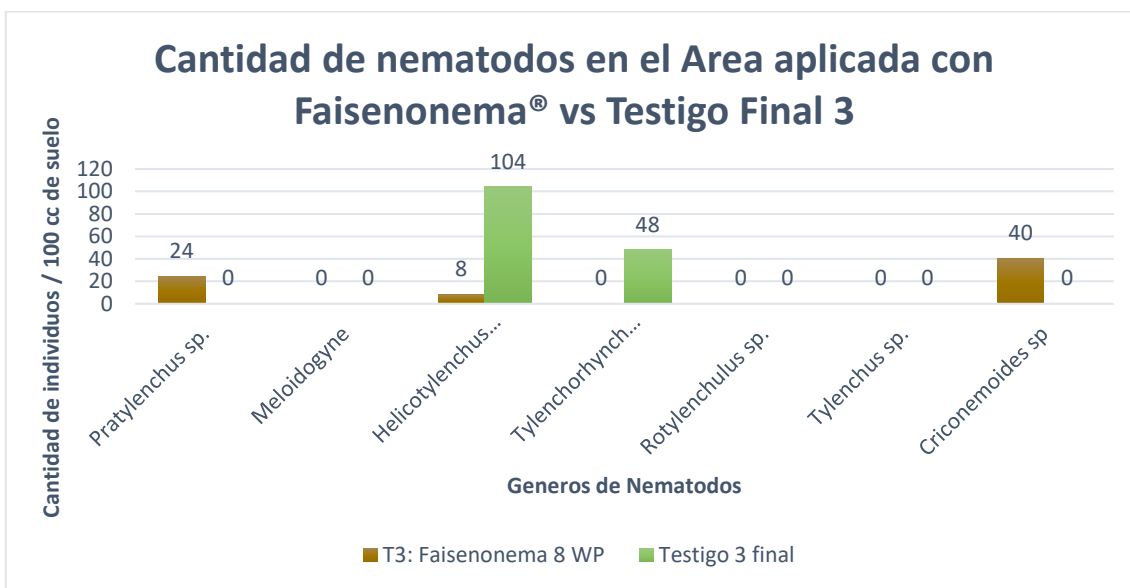


Figura 48: Cantidad de nematodos fitoparásitos en el área aplicada con Faisenonema® vs Testigo Final 3.

En la Figura 49 se observa que las poblaciones de nematodos fitoparásitos mantuvieron o incrementaron sus valores poblacionales después haber aplicado el T4 Mycogel®, el cual no tiene como finalidad reducir o eliminar poblaciones de nematodos; sin embargo, las Mycorrizas arbusculares, le proporciona al cultivo la capacidad de resistir los daños que puedan ocasionarle los nematodos a las raíces.

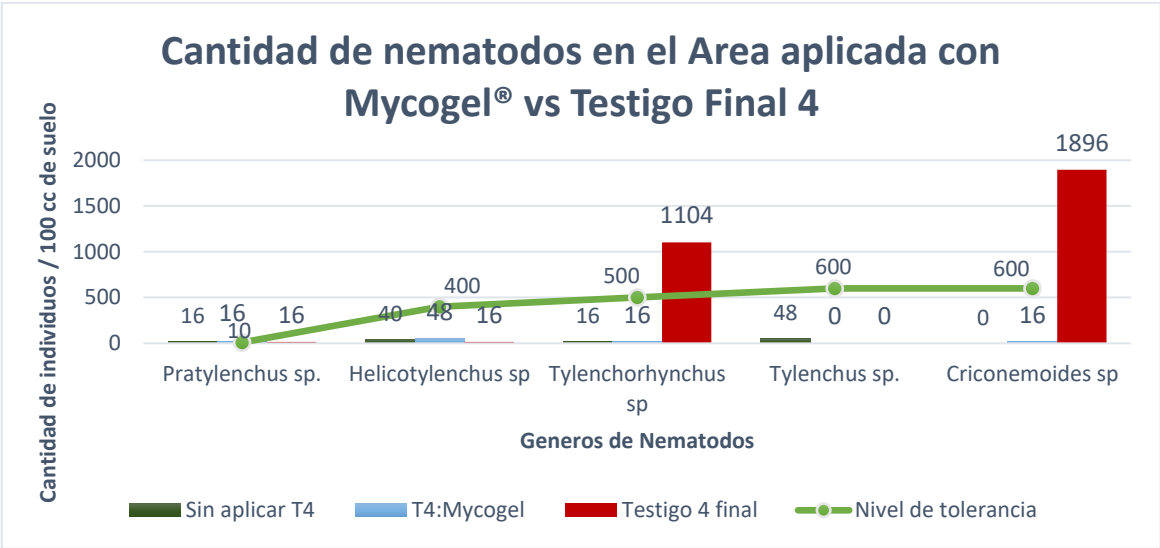


Figura 49: Cantidad de nematodos fitoparásitos en el área aplicada con Mycogel® vs el Testigo Final 4

La aplicación de Verango Prime® demostró eficiencia en el control poblacional de nematodos. El ejemplo más relevante es el género *Pratylenchus sp.* en el cual se tenía inicialmente una cantidad de 216 individuos por cada 100 cc de suelo, encontrándose arriba del límite de tolerancia, obteniendo como resultado una reducción a 8 individuos después de la aplicación del tratamiento (Figura 50).

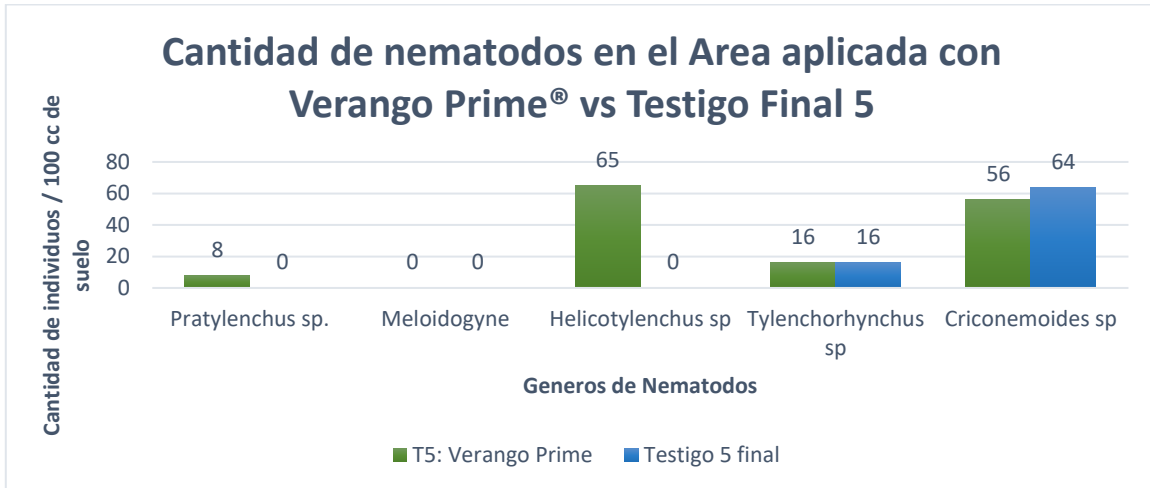


Figura 50: Cantidad de nematodos fitoparásitos en el área aplicada con Verango Prime® vs el Testigo Final5

En la Figura 51 se observa que al aplicar el Tratamiento 6 Solvigo® se obtuvieron buenos resultados en cuando a la reducción poblacional en la mayor parte de géneros de nematodos reportados en comparación con el área Testigo donde los valores poblacionales se mantuvieron en aumento. Sin embargo, se obtuvo una excepción con el género *Criconemoides sp.* ya que se observa un incrementó excesivo de 216 individuos por cada 100 cc de suelo después de la aplicación de Solvigo® 10.8 SC; sin embargo, no alcanzo el límite de tolerancia.

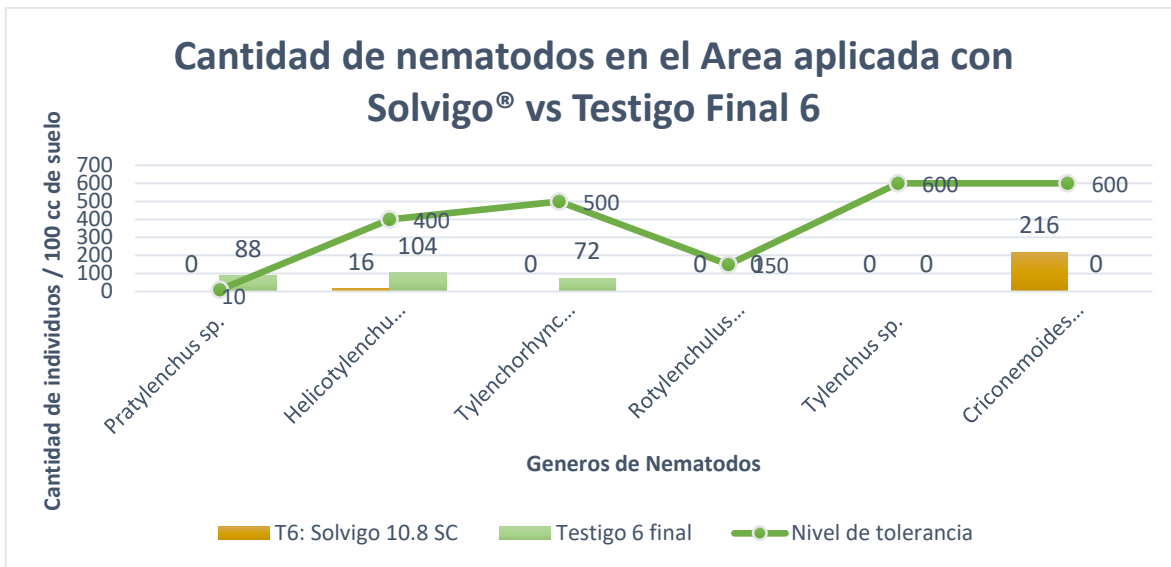


Figura 51: Cantidad de nematodos fitoparásitos en el área aplicada con Solvigo® vs el Testigo Final 6

6.4.3.3. Análisis costo/efectividad de nematicidas

En el Cuadro 16 se detallan los costos unitarios de los productos por cada tratamiento, dosis recomendada por las casas comerciales que los distribuyen y el costo total por Ha tratada.

Cuadro 16. Porcentaje de efectividad por tratamientos vs costos/Ha

Tratamientos	Porcentaje Efectividad (%)	Precio Unidad (\$)	Presentación	Dosis/Ha	Costo (\$) /Ha
T0: Testigo	0	0.0	--	0	0.0
T1: Nimitz®	22.32	284.0	1 litro	2 lt/Ha	568.0
T2: T90 PRIME®	60	13.6	1 litro	3 lt/Ha	40.8
T3: Faisenonema®	57.14	37.5	25 gr	150 gr/Ha	225.0
T4: Mycogel®	20	43.2	250 cc	200 cc/Ha	43.2
T5: Verango Prime®	75.91	84.0	1 litro	1 lt/Ha	84.0
T6: Solvigo®	81.25	135.0	1 litro	1 lt/Ha	135.0

Con la finalidad de conocer que tratamiento obtuvo mejor porcentaje de efectividad en el control de poblaciones de nematodos fitoparásitos, se realizó el análisis de costo/efectividad (Figura 52), donde se obtuvo como resultado que el T1 Nimitz® obtuvo un costo/Ha de \$568.00 con un 22.32% de efectividad resultando el tratamiento con los costos más altos por hectárea tratada; el T2 T90 PRIME® tiene un costo/Ha de \$40.80 con 60% de efectividad; el T3 Faisenonema® tiene un costo/Ha de \$225.00 con 57.14% de efectividad; el T4 Mycogel® tiene un costo/Ha de \$43.20 con 20% de efectividad; el T5 Verango Prime® tiene un costo/Ha de \$84.00 con 75.91% de efectividad y el T6 Solvigo® tiene un costo/Ha de \$135.00 con 81.25% de efectividad.

Es importante enfatizar que los tratamientos 2,3,5 y 6 presentan un porcentaje de efectividad mayor al 50% que indica que son efectivos para el control de poblaciones de nematodos fitoparásitos en caña de azúcar, siendo así el T2: T-90 PRIME® el tratamiento que obtuvo la mejor relación costo/efectividad y seleccionando como alternativas secundarias los tratamientos T5: Verango Prime® y T6: Solvigo® por obtener una efectividad entre 70 y 80%, así como una rentabilidad media.

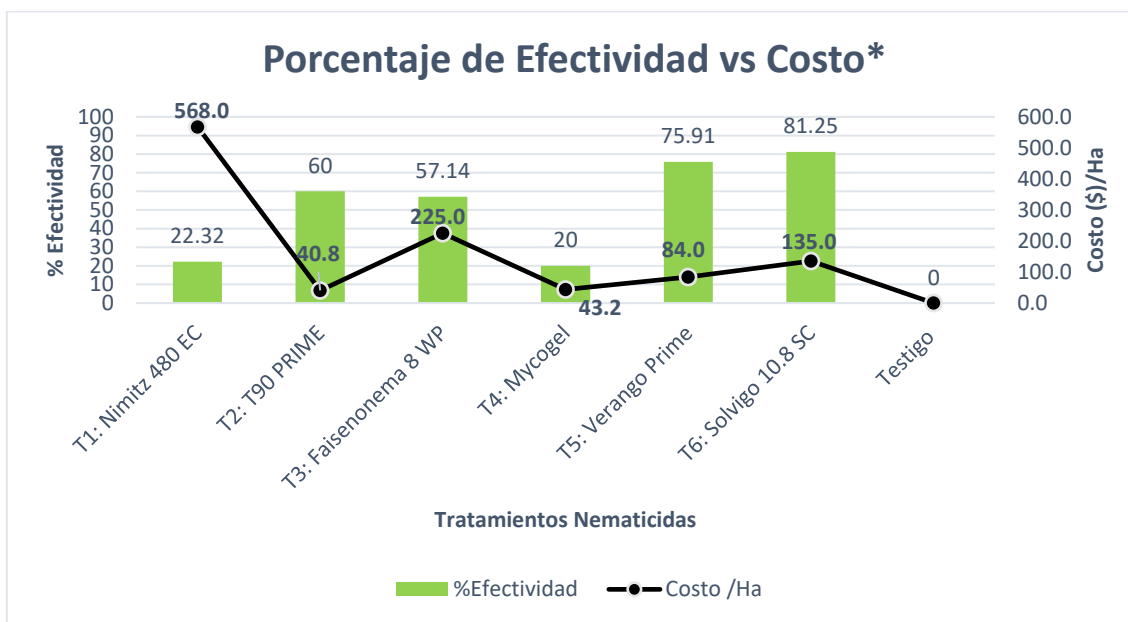


Figura 52: Porcentaje de efectividad por tratamientos vs costos de productos aplicados

***Nota:** El porcentaje de efectividad de los tratamientos se consideró tomando en cuenta la población de nematodos al final del ensayo.

6.4.3.4. Evaluación biométrica de tratamientos nematicidas aplicados en caña de azúcar.

Al comparar los valores promedios de Peso de los tallos obtenidos en las áreas aplicadas con los seis tratamientos en estudios versus los testigos (Figura 53), se observa que la aplicación de los productos nematicidas no presentan una diferencia significativa en el peso de los tallos de caña de azúcar. Con excepción de Faisenonema® y Verango Prime® donde se obtuvo mayor peso promedio en comparación al testigo correspondiente.



Figura 53: Peso de tallos de caña de azúcar variedad CG 02-163.

En la Figura 54 se realizó la comparación entre los valores promedios de altura de tallos obtenidos en las áreas tratadas versus los testigos, donde se observa que los tratamientos nematocidas no presentan relevancia en la elongación de los tallos de caña de azúcar. Con excepción del área tratada con Faisenonema® y Verango Prime® en los cuales se obtuvo una mínima diferencia de altura.

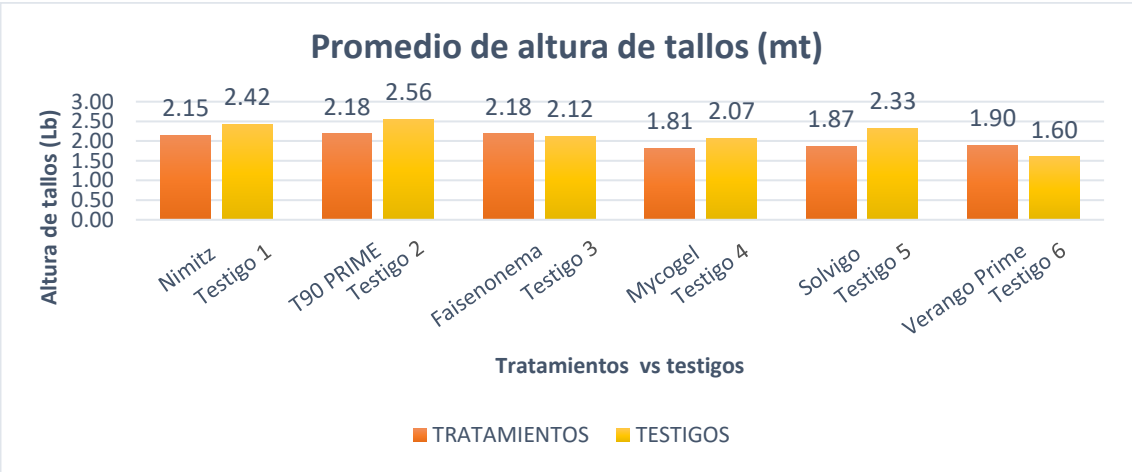


Figura 54: Altura de tallos de caña de azúcar variedad CG 02-163

La cantidad de entrenudos en los tallos de caña de azúcar no se observa condicionada por la aplicación de los productos nematocidas en evaluación, ya que los promedios de entrenudos obtenidos en las áreas aplicadas son menor o igual a los promedios de los Testigos (Figura 55).

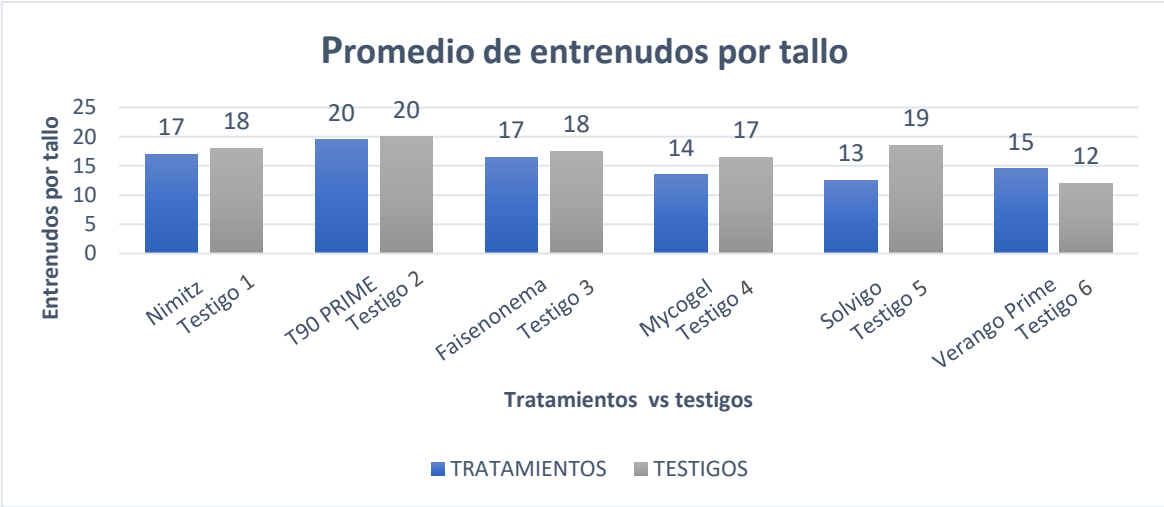


Figura 55: Desarrollo de entrenudos en tallos de caña de azúcar variedad CG 02-163

En la Figura 56 se observa que los valores de diámetro de tallos de caña de azúcar no fueron condicionados por la aplicación de productos nematocidas. Además, se

obtuvo una diferencia en el diámetro de los tallos tomados del área aplicada con Mycogel® presentando valores mayores que el Testigo correspondiente.

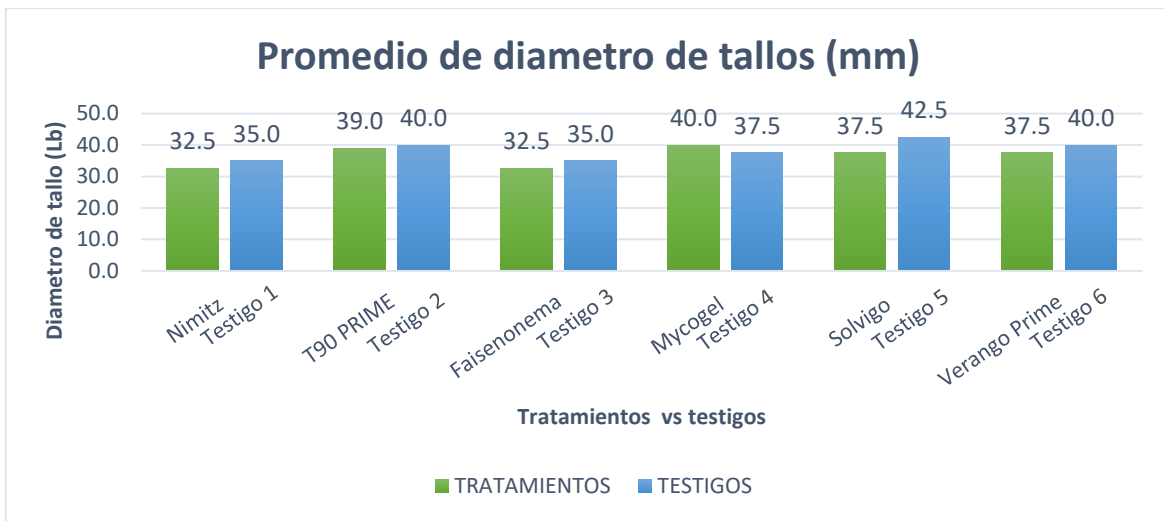


Figura 56: Diámetro de tallos de caña de azúcar variedad CG 02-163

En cuanto al peso de raíz obtenido 30 días después de haber aplicado los tratamientos en estudio, es evidente que el T4: Mycogel® presentó un peso de raíz mayor en gr (Figuras 57 y 58) en comparación a los tratamientos restantes, esto se debe a la acción nematostática de la cepa de *Rhizophagus irregularis* que posee Mycogel® como Ingrediente Activo (IA). Las micorrizas modifican los exudados radiculares los cuales repelen a los nematodos a zonas alejadas de las raíces, evitando su llegada a la planta y permitiendo la absorción de agua y nutrientes. (Kimitec.2023).

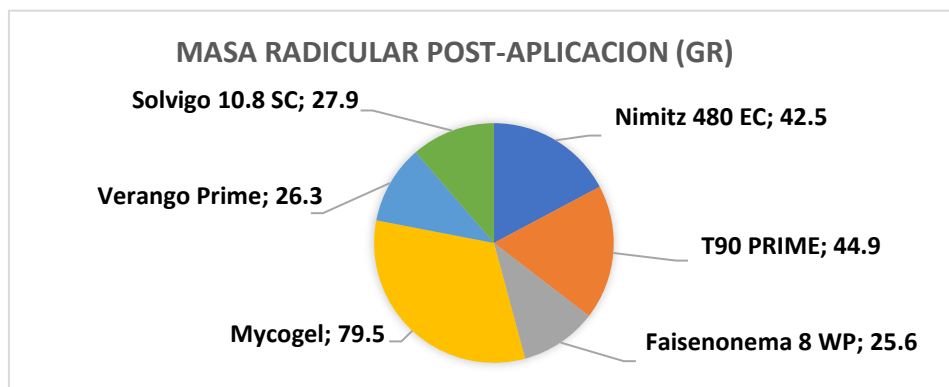


Figura 57: Desarrollo de masa radicular post- aplicación

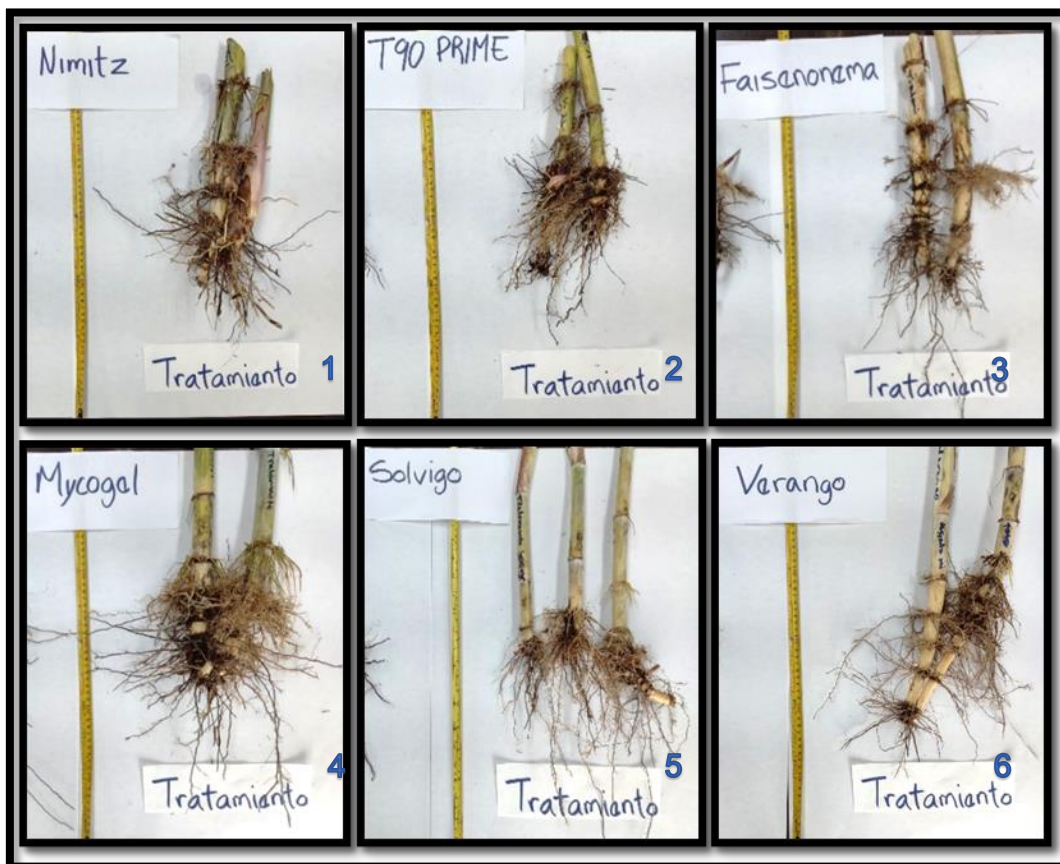


Figura 58. Desarrollo radicular en cepas de variedad CG02 -163 post- aplicación de tratamientos

A través de los resultados obtenidos en el ensayo con la aplicación de la micorriza *Rhizophagus Irregularis* (Mycogel®) en caña de azúcar, se ha tomado la iniciativa de implementar el uso de hongos benéficos para obtener un desarrollo óptimo en el sistema radicular, mejor anclaje al suelo, mayor absorción de agua y nutrientes, minimizando síntomas de raquitismo, amarillamiento y acame en el cultivo.

6.5. Atención técnica a clientes CASSA.

Los monitoreos de plagas fueron realizados de acuerdo a las solicitudes recibidas en las haciendas cañeras principalmente del área occidental del país.

En los meses de junio a septiembre los monitoreos son variables y se realizan de acuerdo a la dinámica de cada plaga ya que, a partir del tercer trimestre de desarrollo, el cultivo ha iniciado el cierre y tomando en cuenta que el país se encuentra en época lluviosa, estos factores generan un microclima óptimo para el desarrollo de las

principales plagas de importancia económica (Figura 59). Algunas plagas como gallina ciega en su estadio larval 3 se alimentan vorazmente de las raíces, lo que se ve reflejado en síntomas de amarillamiento y acame del cultivo; así mismo las ninfas de cochinilla se alimentan de la savia de las raíces provocando debilitamiento y atrofia. Realizar monitoreos de plagas permite tomar medidas de control antes del cierre definitivo del cultivo, donde las aplicaciones de agroquímicos se complican por el espacio reducido que se tiene y además impide el ingreso del personal a la parcela.

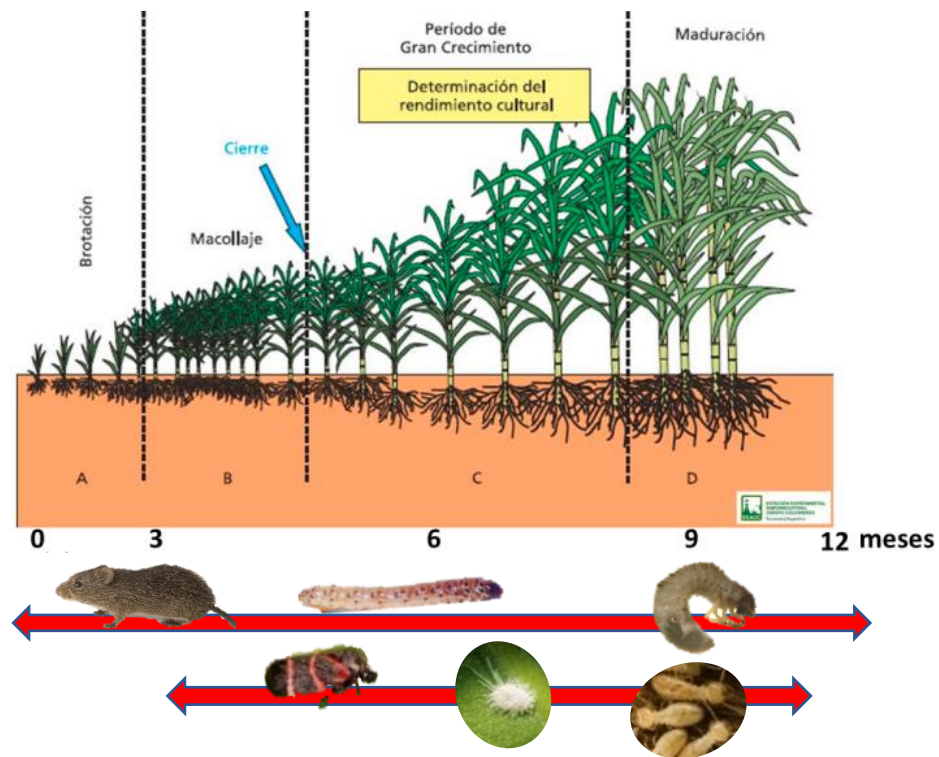


Figura 59. Etapas críticas de la presencia de plagas de importancia económica de acuerdo a la fenología del cultivo de caña de azúcar.

En la Figura 60 se puede observar que los monitoreos de termitas, ratas y gallina ciega se incrementaron en los meses octubre a noviembre debido a que en ese periodo los monitoreos son realizados con el propósito de conocer un pronóstico de las posibles pérdidas de biomasa y sacarosa que se podrían tener durante el periodo de zafra.

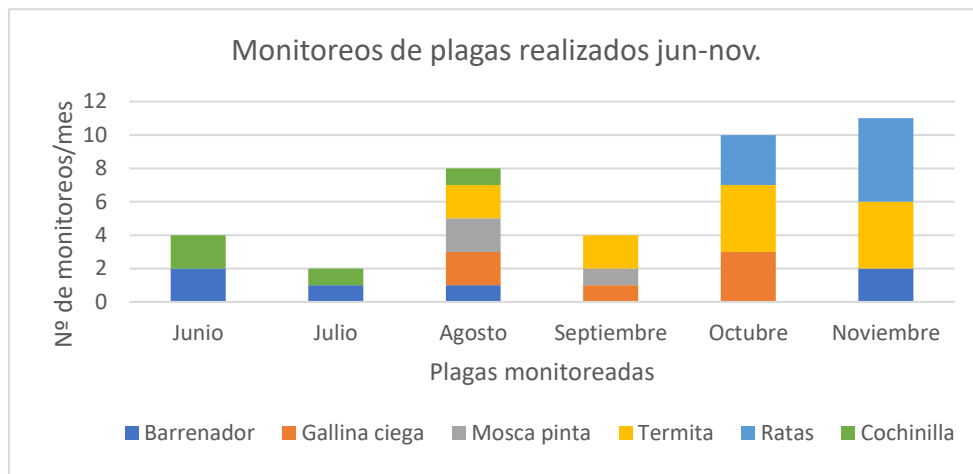


Figura 60. Monitoreos de plagas realizados en los meses de junio a noviembre

Con el propósito de brindarle seguimiento a las actividades de control de poblaciones de plagas de importancia económica de la caña de azúcar, se elaboraron protocolos para proponer la implementación de nuevas iniciativas MIP las cuales se iniciaron a partir del año 2024 posterior a la cosecha, entre ellas se encuentran:

- Colocación de cajas de anidamiento para aves rapaces como lo son las lechuzas (*Tyto alba*), búhos y gavilanes, como alternativa de control biológico de roedores.
- Uso de feromonas para el control de adultos de *Phyllophaga sp.*
- Uso de alternativas biológicas como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para el control de cochinilla algodonosa en caña de azúcar.
- Sistematización en tiempo real de monitoreos de plagas del parque cañero.

7. Conclusiones

- Mantener un registro ordenado y actualizado del estado nutricional de los suelos del parque cañero facilita la toma de decisiones en cuanto a la aplicación de fertilizantes y enmiendas, minimizando los costos de producción del cultivo y optimizando los recursos.
- Desarrollar análisis de compatibilidad de mezclas previos a cada aplicación de agroquímicos, garantiza que los componentes de la mezcla no presentaran reacciones físico-químicas, evitando daños en el cultivo y en los equipos de aplicación.
- Realizar periódicamente monitoreos de plagas en el cultivo permite identificar el problema y tomar decisiones en el momento óptimo para suprimir las plagas que pueden ocasionar daños severos al cultivo, disminuyendo su desarrollo y rendimiento.
- La validación de la eficiencia de productos comerciales nematicidas indica que los tratamientos T-90 PRIME® y Verango Prime® proporcionaron mejores resultados en cuanto a la biometría del cultivo.
- Se recomienda aplicar T-90 PRIME por presentar la mejor relación costo/efectividad. Tomando como opciones secundarias Verango Prime® y Solvigo® por presentar efectividad entre el 70-80% y rentabilidad media.
- Mycogel® demostró proporcionar un mejor desarrollo radicular y entrenudos con mayor diámetro.

8. Recomendaciones

- Actualizar periódicamente los datos nutricionales de todas las haciendas que conforman el parque cañero realizando análisis de suelos previos a la renovación de lotes.
- Capacitar al personal correspondiente para desarrollar los respectivos análisis de compatibilidad de mezclas de agroquímicos previo a su aplicación.
- Capacitar personal para realizar monitoreos de plagas periódicamente en cada hacienda para brindarle seguimiento al estado del cultivo.
- Evaluar el periodo de persistencia y efectividad en el suelo de los productos nematicidas.
- Validar el uso productos nematicidas en combinación con Mycogel® con la finalidad suprimir las poblaciones de nematodos fitoparásitos y a la vez obtener los beneficios que proporcionan las micorrizas en el desarrollo del cultivo.
- Implementar un diseño estadístico adecuado para el desarrollo de futuros ensayo o investigaciones, con la finalidad de facilitar el procesamiento de datos.

9. Bibliografía

- Alvarenga, A.A; Henríquez, J. D & Romero, K. S. 2021. Desarrollo del sector azucarero en El Salvador: Aumento de la producción, exportación e incursión en nuevos mercados. (En línea). Consultado el 1 de abr. 2023. Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/24774/1/Trabajo%20de%20Graduaci%C3%B3n-desarrollo%20del%20sector%20azucarero%20en%20El%20Salvador%20aumento%20de%20la%20produccion%2C%20%20e.pdf>
- Antezana, O. 2020. Cochinilla en caña: *Saccharicoccus sacchari*. (En línea). Bolivia. Consultado el 8 de nov. 2024. Disponible en: <https://plantwisepplusknowledgebank.org/doi/epdf/10.1079/pwkb.20207800238>
- ADAMA. Sf. Nimitz® 480 EC. (En línea). Consultado el 22 de oct. 2024. Disponible en: <https://www.adama.com/mexico/es/portafolio-de-soluciones/manejo-de-plagas/nimitz>
- Agroservició El Surco. 2023. Presentación de Producto T-90 Prime®. Sonsonate, El Salvador.
- Bernier, R; Undurraga, P. sf. Análisis de suelo. Metodología e interpretación. (En línea). Consultado el 10 de jun. 2024. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/8314/2.pdf?sequence=8&isAllowed=y>
- Becerra Encinales, J. F; Castaño Zapata, J. y Villegas Estrada, B. 2010. Efecto de la micorrización sobre el manejo de nematodos en plántulas de plátano híbrido “FHIA-20AAAB”. (En línea). Consultado el 20 jun. 2024. Disponible en: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20133297526>
- Bayer. 2023. Verango Prime®: Innovación, seguridad y poder contra nematodos. (En línea). México. Consultado el 22 de oct. 2024. Disponible en: https://www.micultivo.bayer.com.mx/es-mx/productos/product-details.html/nematicide/verango_prime.html
- Bonsucro.2023. Estándar de Producción Bonsucro, Version 5.2.(En línea). Consultado el 12 Mar. 2024. Disponible en: https://bonsucro.com/wp-content/uploads/SCH_Bonsucro-Production-Standard-v5.2-July-2023-ES.pdf
- Bustillo Pardey, A.E, 2011. Parasitoides, predadores y entomopatógenos que afectan las plagas de la caña de azúcar en Colombia. (En línea). Cali, Colombia. Consultado el 8 de nov. 2024. Disponible en: https://www.cenicana.org/pdf_privado/no_clasificacion/6481.pdf

- CASSA (Compañía Azucarera Salvadoreña S.A. de C.V.). 2023. Resumen de la Organización. Consultado el 12 Mar. 2024. Disponible en: <https://greatplacetoworkcarca.com/es/grupo-cassa-compania-azucarera-salvadorena/>
- CASSA (Compañía Azucarera Salvadoreña S.A. de C.V.). 2022. Informe de sostenibilidad y gestión. (En línea). Consultado el 15 de abr. 2024. Disponible en: <https://www.grupocassa.com/wp-content/uploads/2023/04/Informe-de-Sostenibilidad-y-Gestioin-Grupo-CASSA-2022.pdf>
- CASSA (Compañía Azucarera Salvadoreña S.A. de C.V.). 2018. Informe de sostenibilidad y gestión. (En línea). Consultado el 15 de abr. 2024. Disponible en: <https://grupocassa.com/wp-content/uploads/2023/04/INFORME-DE-SOSTENIBILIDAD-Y-GESTION-2018-GRUPO-CASSA.pdf>
- Campos Hernández, A. 2012. Manual de plagas y enfermedades en caña de azúcar para el estado de Morelos. (En Línea). Morelos, México. Consultado el 2 de abr. 2024. Disponible en: <https://www.compucampo.com/tecnicos/manualplagasenfs-canaazucar-mor.pdf>
- CRS Laboratorio. 2022. Ensayos y Validaciones: Interpretación de Análisis de Nematodos. (En línea). España. Consultado el 20 sept. 2024. Disponible en: <https://csrlaboratorio.es/notas-tecnicas-agricultura/nta-04-interpretacion-de-analisis-de-nematodos/>
- CINCAE (CENTRO DE INVESTIGACION DE LA CAÑA DE AZUCAR DEL ECUADOR). 2013. Ratras de la caña de azúcar. (En línea). Consultado el 12 de oct. 2024. Disponible en <https://cincae.org/areas-de-investigacion/manejo-de-plagas/ratas-de-la-cana-de-azucar/>
- CINCAE (CENTRO DE INVESTIGACION DE LA CAÑA DE AZUCAR DEL ECUADOR). (En línea). 2017. Barrenador del tallo. Consultado el 8 de nov. 2024. Disponible en: <https://cincae.org/areas-de-investigacion/manejo-de-plagas/barrenador-del-tallo/>
- FUNDAZUCAR. 2017 (a). Manejo Integrado de plagas: Mosca Pinta. (En línea). Consultado el 8 de nov. 2024. Disponible en: <https://fundazucarelsalvador.com/wp-content/uploads/2020/10/Mosca-Pinta.pdf>
- FUNDAZUCAR. 2017 (b). Manejo Integrado de plagas: Termitas. (En línea). Consultado el 8 de nov. 2024. Disponible en: <https://fundazucarelsalvador.com/wp-content/uploads/2020/10/Folleto-termitas-web2.pdf>

- Guerrero Lázaro, J. 2012. Guía Técnica: Análisis de suelos y fertilización en el cultivo de caña de azúcar. (En línea). Consultado el 10 de jun. 2024. Disponible en: <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/012-a-cana-de-azucar.pdf>
- Guerrero Peña, A; Cruz Pons, A. & Velasco Velasco, J. 2017. Interpretación del análisis de suelos cañeros basado en las relaciones entre propiedades y elementos. Consultado el 15 de sept. 2023. Disponible en: [https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/download/59/54/92#:~:text=Con%20el%20an%C3%A1lisis%20de%20suelos,elementos%20\(Salas%2C%202001\)](https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/download/59/54/92#:~:text=Con%20el%20an%C3%A1lisis%20de%20suelos,elementos%20(Salas%2C%202001)).
- Grupo Cultivar. 2018. Manejo de nematodos en caña de azúcar. (En línea). Consultado el 12 de oct. 2024. Disponible en <https://revistacultivar-es.com/articulos/manejo-de-nematodos-en-ca%C3%B1a-de-az%C3%BAcar-a>
- INTAGRI. 2017. Tips para la Preparación de Caldos o Soluciones Plaguicidas. Serie Fitosanidad. (En línea). Artículos Técnicos de INTAGRI. México. Consultado el 25 de mayo 2024. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/tips-para-la-preparacion-de-caldos-o-soluciones-plaguicidas> -
- IQV Agro. 2023. Productos fitosanitarios que no se deben mezclar: Evita incompatibilidades en la agricultura. (En línea). Barcelona, España. Consultado el 12 de oct. 2024. Disponible en <https://iqvagro.com/productos-fitosanitarios-que-no-se-pueden-mezclar/>
- Kimitec. 2023. Presentación Mycogel®: Probióticos del suelo. Sonsonate, El Salvador.
- Mendoza, R. & Espinoza, A. 2017. Guía Técnica para Muestreo de Suelos. (En línea). Managua, Nicaragua. Consultado el 10 de jun. 2024. Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/3613/1/P33M539.pdf>
- MICSA. 2023. Faisenonema® 8 WP. (En línea). Consultado el 22 de oct. 2024. Disponible en: <https://micsagt.com/product/faisenonema/>
- Peña Prades, M; Olivares Reyes, N; Rodríguez Regal, M; Peña Rivera, L; Cobas, Elías, A; Cervera Duverger, G. & Barquie Pérez, O. 2018. Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en la provincia Guantánamo, Cuba. (En línea). vol. 39, pp. 7-14. Consultado el 12 de oct. 2024. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193260614001>
- Peña Sánchez, R.R. & Páez Mendieta, J.E. 2009. Nematodos Fitopatógenos. Colombia. (En línea). Consultado el 12 de jul. 2024. Disponible en: <https://virtual.uptc.edu.co/ova/fito/archivo/NEMATODOS.pdf>

- Quintana, J. O.; Blandón, J.; Flores, A.; Mayorga, E. 1983. Manual de Fertilidad para los suelos de Nicaragua. Editorial Primer Territorio Indígena Libre de América Ithaca, Nueva York. Residencial Las Mercedes N° 19-A. Managua, Nicaragua. 60p. Consultado el 10 de jun. 2024. Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/3613/1/P33M539.pdf>
- Syngenta. 2018. Orden de mezclas de productos en el tanque de la pulverizadora. (En Línea). Morelos, México. Consultado el 2 de abr. 2024. Disponible en: https://www.syngenta.com.ar/sites/g/files/kgtney396/files/migration/f/syngenta_-_informe_tecnico_-_orden_demezcla.pdf
- Syngenta. 2022. Solvigo® 10.8 SC. El Salvador. (En línea). Consultado el 22 de oct. 2024. Disponible en: <https://www.syngenta.com.sv/product/crop-protection/solvigo-108-sc>
- Virginia Tech (Virginia Cooperative Extension). 2024. Understanding Spray Tank Mixing Practices. (En línea). U.S.A. Consultado el 20 sept. 2024. Disponible en: https://www.pubs.ext.vt.edu/content/dam/pubs_ext_vt_edu/BSE/bse-351/BSE-351.pdf
- Zamacona Guzmán, A.A, 1990. Análisis de compatibilidad de mezclas de plaguicidas con nutrientes usados en los cultivos de chile (*Capsicum annuum*, L) y tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill.), en el Walamo, Sinaloa. (En línea). Guadalajara, México. 69p. Consultado el 15 de may. 2024. Disponible en: <http://132.248.9.195/pmig2017/0120727/0120727.pdf>

10. ANEXOS

10.1. Reporte de Análisis de Compatibilidad de Mezclas de Agroquímicos Elaborados para Investigación Agrícola en Compañía Azucarera Salvadoreña S.A. de C.V.



INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO AGRÍCOLA REPORTE DE LABORATORIO

GENERALIDADES

FECHA: 20 de noviembre del 2023

LUGAR: Laboratorio de Investigación Agrícola.

OBJETIVO: Evaluar la compatibilidad de mezclas de Surf- AC 80 + Exoddus 25 ME + Omex DP98 e identificar la mezcla que se comporta estable física y químicamente, permaneciendo uniforme en un periodo de tiempo definido después de su preparación, permitiendo obtener una mayor eficiencia en las aplicaciones en campo.




METODOLOGÍA

Evaluación de Compatibilidad de Mezclas		
Calidad del agua: pH 6 y dureza 120 ppm		
M1	Surf- AC 80	1 cc
	Exoddus 25 ME	100 cc
	Omex DP98	100 cc
	Agua	799 cc
M2	Surf- AC 80	1 cc
	Exoddus 25 ME	120 cc
	Omex DP98	100 cc
	Agua	779 cc
M3	Surf- AC 80	2 cc
	Exoddus 25 ME	100
	Omex DP98	100 cc
	Agua	798

En Probetas de 1 Litro se realizaron las pruebas con el siguiente orden de mezcla:

1. Pre mezcla de Surf- AC 80 dilución con 500 cc de agua.
2. Agitación constante hasta observar una mezcla homogénea.
3. Agregar Exoddus 25 ME y Omex DP98
4. Agregar cc de agua restante.
5. Agitar nuevamente hasta observar una mezcla homogénea.
6. Iniciar observación en periodos de tiempo de 10, 20 y 30 minutos.

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO AGRÍCOLA
REPORTE DE LABORATORIO

Mezcla 1	Tiempo	Observación								
	10 min	<table border="1" data-bbox="932 447 1378 690"> <tr> <td>Surf- AC 80</td> <td>1 cc</td> </tr> <tr> <td>Exoddus 25 ME</td> <td>100 cc</td> </tr> <tr> <td>Omex DP98</td> <td>100 cc</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>799 cc</td> </tr> </table>	Surf- AC 80	1 cc	Exoddus 25 ME	100 cc	Omex DP98	100 cc	Agua	799 cc
Surf- AC 80	1 cc									
Exoddus 25 ME	100 cc									
Omex DP98	100 cc									
Agua	799 cc									
	20 min	<p>Formación de burbujas de aceite que descienden hacia el fondo de la mezcla</p> <p>No presenta película grasa en la superficie</p>								
	30 min	<p>Concentración de solución aceitosa y espesa en el fondo de la mezcla.</p> <p>No presenta película grasa en la superficie.</p>								

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO AGRÍCOLA
REPORTE DE LABORATORIO

CONCLUSIONES

PARAMETROS		
Grado	Condiciones	Resultados
1	Separación Inmediata	No aplicar
2	Separación después de 1 min	No aplicar
3	Separación después de 5 min	Agitación Continua
4	Separación después de 10 min	Agitación Continua
5	Separación después de 15 min	Sin restricciones

Según los parámetros para la evaluación de compatibilidad de laboratorio las mezclas analizadas tienen como resultado:

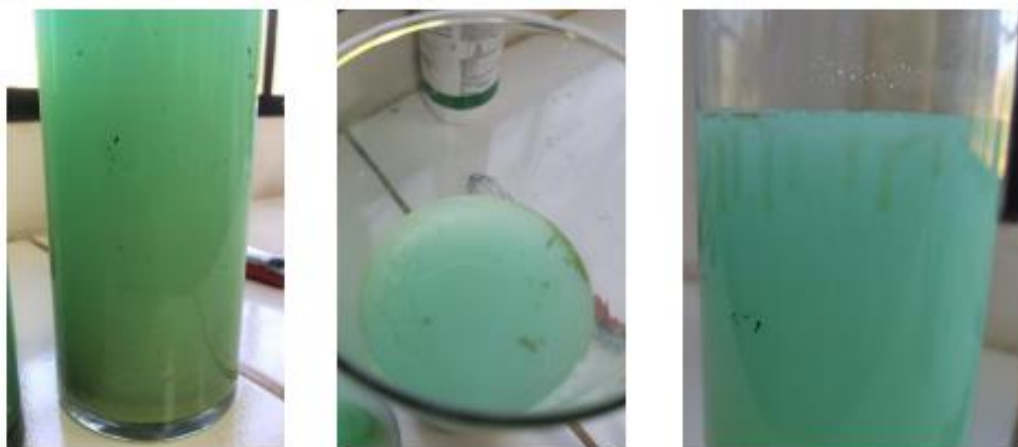
Mezcla	Grado
M1	5
M2	4
M3	4

De acuerdo a los parámetros a evaluar en las mezclas analizadas en laboratorio no se recomienda aplicar en campo las Mezclas:

M2: 1 cc Surf- AC 80 + 120 cc Exoddus 25 ME + 100 cc Omex DP98

M3: 2 cc Surf- AC 80 + 100 cc Exoddus 25 ME + 100 cc Omex DP98

Debido a la división de las mezclas y formación de sedimentación en el fondo del frasco y la formación de una película de grasa en la superficie no es recomendable hacer uso de las mezclas antes mencionadas para evitar el posible taponamiento en los filtros y boquillas de los equipos de aplicación.



La mezcla recomendable es:

M1: 1 cc Surf- AC 80 + 100 cc Exoddus 25 ME + 100 cc Omex DP98

Aunque presento formación de una solución aceitosa concentrada en el fondo de la mezcla esta se formó lentamente a partir de los 15 min. Se realizó la prueba de filtrado de la mezcla y no presento mayor dificultad.



10.2. Resultados de análisis nematológicos Hacienda El Diamante de San Marcos, Municipio San Francisco Menéndez, Departamento de Ahuachapán, realizados en el laboratorio de parasitología vegetal del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA).



LABORATORIO DE PARASITOLOGÍA VEGETAL
TEL: 23 97-22 00 EXT. 272

San Andrés, 29 de agosto de 2023.

No. Registro. 249 – 258 N.

IDENTIFICACIÓN:

Nombre de la propiedad: Caserío: **El Castaño.** Cantón: **La Herradura.**

Municipio: **San Francisco Menéndez.** Dpto.: **Ahuachapán.** Área:

Cultivo: **Caña de Azúcar.** Variedad: Edad:

Propietario: **COAGRI S.A. de C.V.** Altitud:

Solicitante: **Pedro Márquez.**

Fecha de consulta: **08 – 08 – 2023.**

Fecha de envío de recomendación: **29 – 08 – 2023.**

TIPO DE ANALISIS: ENTOMOLOGIA FITOPATOLOGIA **NEMATOLOGIA**

DIAGNOSTICO:

En la muestra de caña de azúcar - suelo, presentada a este laboratorio, se identificaron los siguientes géneros y población de nematodos:

REGISTRO No. 249 N.
Variedad: CG 02163.
Edad: 5 meses.
Área de Cultivo: 3.29 Ha.
El Diamante L4 V4

Suelo (100 cc)

Nematodos fitoparásitos (Dañinos)		Nematodos de vida libre (No dañinos)	
<i>Criconemoides</i> sp.	8	<i>Acrobeles</i> sp.	8
<i>Helicotylenchus</i> sp.	152	<i>Aphelenchus</i> sp.	24
<i>Meloidogyne</i> sp.	8	<i>Mylonchulus</i> sp.	8
<i>Pratylenchus</i> sp.	32	<i>Rabditis</i> sp.	24
<i>Tylenchorhynchus</i> sp.	24	Vida Libre sin identificar	184
<i>Tylenchus</i> sp.	24		
<i>Xiphinema</i> sp.	8		

Límites de tolerancia:

- *Pratylenchus* sp.: 10 individuos en 100 cc de suelo.
- *Meloidogyne*: 10 individuos en 100 cc de suelo.
- *Helicotylenchus* sp.: 200 - 400 individuos en 100 cc de suelo.

REGISTRO No. 250 N.
Variedad: CG 02163.
Edad: 5 meses.
Área de Cultivo: 3.05 Ha.
El Diamante L4 V5

Suelo (100 cc)

Nematodos fitoparásitos (Dañinos)		Nematodos de vida libre (No dañinos)	
<i>Criconemoides</i> sp.	16	<i>Aphelenchus</i> sp.	24
<i>Helicotylenchus</i> sp.	48	<i>Dorylaimus</i> sp.	24
<i>Hoplolaimus</i> sp.	8	<i>Mylonchulus</i> sp.	64
<i>Meloidogyne</i> sp.	8	Vida Libre sin identificar	88
<i>Pratylenchus</i> sp.	40		
<i>Rotylenchulus</i> sp.	8		
<i>Tylenchorhynchus</i> sp.	8		
<i>Xiphinema</i> sp.	8		

REGISTRO No. 251 N.
Variedad: CG 02163.
Edad: 5 meses.
Área de Cultivo: 2.79 Ha.
El Diamante L4 V6

Suelo (100 cc)

Nematodos fitoparásitos (Dañinos)		Nematodos de vida libre (No dañinos)	
<i>Criconemoides</i> sp.	8	<i>Acrobeles</i> sp.	16
<i>Helicotylenchus</i> sp.	64	<i>Dorylaimus</i> sp.	8
<i>Meloidogyne</i> sp.	8	<i>Mylonchulus</i> sp.	8
<i>Pratylenchus</i> sp.	48	Vida Libre sin identificar	24

REGISTRO No. 252 N.
Variedad: CG 02163.
Edad: 5 meses.
Área de Cultivo: 3.04 Ha.
El Diamante L4 V12

Suelo (100 cc)

Nematodos fitoparásitos (Dañinos)		Nematodos de vida libre (No dañinos)	
<i>Helicotylenchus</i> sp.	48	<i>Aphelenchus</i> sp.	8
<i>Meloidogyne</i> sp.	16	<i>Dorylaimus</i> sp.	16
<i>Pratylenchus</i> sp.	16	<i>Mylonchulus</i> sp.	72
<i>Tylenchorhynchus</i> sp.	48	Vida Libre sin identificar	160
<i>Xiphinema</i> sp.	8		

GÉNEROS DE NEMATODOS QUE SOBREPASAN EL LÍMITE DE TOLERANCIA.

N° INGRESO	AREA Ha.	IDENTIFICACION EL DIAMANTE	NEMATODOS FITOPATÓGENOS
249 N	3.29	L4 V4	➤ <i>Pratylenchus</i> sp.
250 N	3.05	L4 V5	➤ <i>Pratylenchus</i> sp.
251 N	2.79	L4 V6	➤ <i>Pratylenchus</i> sp.
252 N	3.04	L4 V12	➤ <i>Meloidogyne</i> sp. ➤ <i>Pratylenchus</i> sp.
253 N	3.83	L4 V13	➤ <i>Meloidogyne</i> sp.
254 N	3.85	L4 V14	➤ <i>Helicotylenchus</i> sp.
256 N	3.5	L1 V22	➤ <i>Helicotylenchus</i> sp. ➤ <i>Pratylenchus</i> sp.
257 N	3.39	L2 V27	➤ <i>Pratylenchus</i> sp.
258N	3.47	L1 V8	➤ N/A
			➤

RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES:

Se encontró en las muestras, la presencia de los nematodos fitoparásitos: *Pratylenchus* sp., (249 N, 250 N, 251 N y 257 N.), *Meloidogyne* sp., (253 N, y 254 N), *Meloidogyne* sp., y *Pratylenchus* sp., (252 N) y *Helicotylenchus* sp., y *Pratylenchus* sp., (256 N) que pueden estar causando daño al cultivo de caña y las poblaciones sobrepasan el límite de tolerancia, por lo que se sugiere las siguientes recomendaciones:

- ❖ Con el propósito de mantener bajo control los nematodos fitoparásitos, se sugiere aplicar:
 - **FLUOPYRAM 50 SC**, en dosis de en dosis de 0.35 – 0.7 litros / Mz., intervalo de aplicación cada 90 – 120 días.
 - **Extracto de Tagetes + algas marinas (por ejemplo TAGELIS)** en dosis de 5 – 7 litros / manzana, realizar la aplicaciones al momento de la siembra, luego realizar dos aplicaciones más, a los 30 y 60 días después de la siembra.
- ❖ Se indican solamente estos productos debido a la residualidad de los nematicidas químicos (2 meses).
- ❖ Realizar muestreos para análisis de nematodos, cada 3 meses, con el objeto de mantener la población de nematodos fitoparásitos bajo control.