



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
CARRERA DE AGRONOMÍA**



EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

**DIAGNÓSTICO GENERAL Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL “DEPARTAMENTO
DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO AGRICOLA DEL INGENIO MAGDALENA
S.A.”, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA,
GUATEMALA, 2015.**

RAFAEL HUMBERTO PACHECO ORELLANA 200940818

CHIQUMULA, FEBRERO DE 2,016

ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	OBJETIVOS	2
2.1	General	2
2.2	Específicos.....	2
3.	DIAGNÓSTICO GENERAL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN AGÍCOLA “INGENIO MAGDALENA S.A.”	3
3.1	INFORMACIÓN GENERAL.....	3
3.1.1	Antecedentes históricos	3
3.1.2	Ubicación geográfica	4
3.1.3	Clima y zonas de vida.....	4
3.1.4	Recursos Naturales	4
3.1.5	Recursos Físicos	5
3.1.6	Material y equipo	5
3.1.7	Recurso Humano	6
3.1.8	Instituciones presentes en el Ingenio Magdalena S.A.	6
3.2	SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA	7
3.3	SERVICIOS PÚBLICOS.....	8
3.3.1	Energía eléctrica.....	8
3.3.2	Servicios telefónicos	8
3.3.3	Vías de acceso	8
3.4	INFRAESTRUCTURA.....	8
3.5	FUENTES DE TRABAJO	8
3.6	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES EN LOS PROCESOS DE INVESTIGACIÓN.....	9
3.6.1	Selección del área	9
3.6.2	Montaje de ensayo.....	9
3.6.3	Evaluación de resultados	10
3.6.4	Divulgación de nuevas tecnologías.....	10
3.6.5	Resultados esperados de la generación de nuevas tecnologías	10

4. SERVICIOS A REALIZAR	11
4.1 EVALUACIÓN DE HERBICIDAS PREEMERGENTES A BASE DE PENDIMENTALINA.....	11
4.1.1 Aspectos técnicos de los herbicidas a base de pendimentalina	11
4.1.2 Descripción del problema.....	11
4.1.3 Objetivo	11
4.1.4 Meta.....	11
4.1.5 Metodología	11
4.1.6 Evaluación	12
4.2 APLICACIÓN DE PREP 72 SL (ETHEPHON) COMO INHIBIDOR FLORAL EN EL CULTIVO DE CAÑA (Saccharum spp).	15
4.2.1 Descripción del problema.....	15
4.2.2 Objetivo	15
4.2.3 Meta.....	15
4.2.4 Metodología	15
4.2.5 Evaluación	15
5. CONCLUSIONES	18
6. RECOMENDACIONES	19
7. BIBLIOGRAFÍA.....	20
8. ANEXOS.....	21
9. PROYECTO A NIVEL DE PERFIL	27
9.1 INTRODUCCIÓN	27
9.2 RESUMEN DEL PROYECTO	28
9.2.1 Área para el desarrollo del proyecto	28
9.2.2 Beneficiarios del proyecto	28
9.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	28
9.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO	29
9.5 ESTUDIO DE MERCADO	30
9.5.1 Localización del proyecto.....	30
9.5.2 Ingeniería del proyecto	30
9.5.3 Métodos de operación de los UAV´s.....	31

9.5.4 Principales ventajas de los multirrotadores	32
9.5.5 Aplicaciones de los Uav's	32
9.6 ESTUDIO FINANCIERO	33
9.7 PROTOTIPO SUGERIDO	33
9.8 CONCLUSIONE	36

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Equipo disponible en el departamento de investigación agriola del ingenio Magdalena.....	5
Cuadro 2. Malezas encontradas en muestreo en el lote 100212 en finca "Velásquez", La democracia, Escuintla, Guatemala. 2015.	12
Cuadro 3. Distribución de parcelas en finca "Velasquez", La democracia, Escuintla, Guatemala, 2015.....	13
Cuadro 4. Tratamientos, casas comerciales, dosis y número de aplicación a realizar en finca "Velasquez" La democracia, Escuintla, Guatemala, 2015.....	13
Cuadro 5. Distribución de parcelas en finca "Santa Mónica" La democracia, Escuintla, Guatemala, 2015.....	16
Cuadro 6. Tratamientos, fechas de aplicación y dosis de la aplicación a realizar, en finca " Santa Mónica" La democracia, Escuintla, Guatemala, 2015.....	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama del departamento de investigación agrícola del ingenio Magdalena S.A.....	7
Figura 2. Gráfica comparativa del porcentaje de control de los tres muestreos realizados en ensayos premergentes.....	14
Figura 3. Grafica comparativa del porcentaje de flor del muestro realizado en ensayo de hibidores 2015.....	17
Figura 4. Gráfica comparativa del porcentaje de corcho del muestreo realizado en ensayo de inhibidores	17

1. INTRODUCCIÓN

La agroindustria azucarera se ha convertido en una de las principales fuentes de divisas para el país y generadora de abundantes empleos en la economía guatemalteca. Sus 12 ingenios y las cinco organizaciones que la integran contribuyen decisivamente al desarrollo de medio centenar de municipios del país y de más de un millón de personas, con lo que se constituye en un factor determinante para el progreso de Guatemala. (ASAZGUA).

Esta representa el 31% del valor total de la exportación agrícola guatemalteca y 15.36% de las exportaciones totales del País. Es el sector económico que más divisas genera en nuestro país. (ASAZGUA).

Uno de los ingenios que más ha crecido tanto en producción como en productividad es Magdalena S. A., ubicado en el municipio de La Democracia, Escuintla, con un record de producción de 15, 086,083 quintales de azúcar producidos en la zafra 2013-2014, esto se ha logrado gracias a los avances que se han tenido en cuanto al cultivo de caña, esto se logra por medio de nuevas tecnologías desarrolladas por el departamento de investigación del ingenio.

Como parte del ejercicio profesional supervisado (EPS) a realizarse en el departamento de investigación agrícola, se elaboró un diagnóstico general con el fin de contribuir con los servicios asignados por parte del jefe de investigación agrícola.

El EPS se realizara como apoyo de las distintas actividades planificadas en el departamento de investigación agrícola durante los meses de Julio a Diciembre del 2,015.

2. OBJETIVOS

2.1 General

Contribuir en las actividades asignadas como parte del ejercicio profesional supervisado que se realiza en el área de investigación y desarrollo agrícola del Ingenio Magdalena en el municipio de La Democracia, Escuintla, Guatemala 2015.

2.2 Específicos

- ✓ Realizar un diagnóstico general para conocer la situación actual del Ingenio Magdalena y del departamento de Investigación de forma que se puedan planificar las actividades asignadas para el desarrollo del EPS.
- ✓ Ejecutar de manera adecuada y eficiente las actividades planificadas que se realizan en el área de investigación y desarrollo agrícola del Ingenio Magdalena.
- ✓ Elaborar un proyecto a nivel de perfil como propuesta para mejorar en el área de investigación.

3. DIAGNÓSTICO GENERAL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN AGÍCOLA “INGENIO MAGDALENA S.A.”

3.1 INFORMACIÓN GENERAL

3.1.1 Antecedentes históricos

En sus inicios el Ingenio estaba instalado en la Finca Magdalena, de la cual se deriva su nombre, ubicada en el Rodeo, Escuintla. Inicialmente dedicaba su operación a la producción de mieles como materia prima, para fabricación de licor. A comienzos de los años 80 Ingenio Magdalena es reubicado en la Finca Bugarvilia (localización actual).

En los años siguientes se innovan los sistemas de corte, sistemas de transporte, se completa la instalación de molinos. Se duplica la producción de las zafras anteriores, alcanzando una producción récord de azúcar. De aquí en adelante el ingenio ha tenido un crecimiento constante en productos como azúcar, alcohol y en la producción de energía.

El ingenio se encuentra dividido en cuatro áreas las cuales trabajan en conjunto para llevar a cabo todo el proceso del azúcar, desde la siembra hasta la obtención del producto final, estas áreas son:

- ✓ Obra Civil que es la encargada de caminos e infraestructura.
- ✓ Campo todo lo relacionado al cultivo de caña de azúcar.
- ✓ Fábrica el procesamiento y transformación de la materia prima.
- ✓ Área Administrativa lleva a cabo todos los procesos administrativos de todas las áreas.

Dentro del área de Campo se encuentra el departamento de Investigación Agrícola, el departamento de investigación fue creado por el ingeniero Jorge Luis Juárez en el año de 1,992, con la finalidad de generar nuevas tecnologías de cultivo adaptables que incrementen la producción y permitan obtener desarrollo con altos rendimientos en toneladas de caña y azúcar por hectárea. A lo largo de los años la necesidad de generar crecimiento y tecnología dio pauta a la necesidad de crear áreas de investigación de temas agrícolas en específicos, por lo que después de 17 años de haber sido creado el departamento por primera vez se decide que la investigación sea de forma más específica, por lo que en el año 2009 fueron creados 4 programas de investigación, los cuales fueron suelos y fertilidad, productos, malezas y riegos. En la actualidad estos programas se encargan de desarrollar tecnologías en sus respectivas ramas.

3.1.2 Ubicación geográfica

El Ingenio Magdalena, se encuentra localizado en terrenos de la finca Buganvilia, en el municipio de La Democracia, Escuintla. En el kilómetro 99.5 carretera a la Gomera, se desvía a 7 km de terracería hacia las instalaciones del Ingenio. La finca está ubicada a 107 km aproximadamente de la ciudad de Guatemala con una latitud Norte de 14°06'14", longitud oeste de 90°57'39". Colinda al Norte con finca Santa Marta y Los Amigos, al Sur con finca Santa Ricarda, al Este con Río Achíguate, y al Oeste con finca San Patricio.

3.1.3 Clima y zonas de vida

El clima de la región es cálido con temperaturas medias de 32° C. Según la clasificación Holdridge el ingenio se encuentra ubicado en una zona de vida de Bosque húmedo subtropical cálido (Bmh-S(c)), este se caracteriza por tener un mayor patrón de lluvias con precipitaciones que van de los 2,000 a los 4,000 mm. Topografía que va de plana a hasta accidentada, con elevaciones que van de 80 a 1,600 msnm, uso apropiado para agricultura intensiva (PDM SEGEPLAN LA DEMOCRACIA).

3.1.4 Recursos Naturales

- a) **Suelo:** Los suelos de la región según Simmons, pertenecen a los suelos del litoral del Pacífico, los cuales son suelos arenosos bien drenados de la serie de suelos Mollisoles y Andisoles. Suelos Mollisoles Están asociados con los suelos Andisoles y se distinguen por su buen drenaje, por su textura franca o más gruesa y por sus subsuelos cafés. El suelo superficial, a una profundidad aproximada de 35 centímetros, es franco, de café oscuro a café muy oscuro. El contenido de materia orgánica es alrededor del 5 al 10%. La estructura es granular fina poco desarrollada y la reacción es neutra, pH alrededor de 7.0. Suelos Andisoles es suelo superficial, a una profundidad alrededor de 40 centímetros, es franco arcilloso suave de color gris muy oscuro a gris oscuro.
- b) **Agua:** con precipitaciones promedio anuales que van desde los 200 hasta los 4000 mm el recurso agua es abundante, se cuenta también con sistemas de riego por aspersión, riego por gravedad y actualmente se están haciendo pruebas en riegos por goteo.
- c) **Flora:** En cuanto a la flora hay una gran diversidad de especies tan de árboles frutales como maderables entre los que destacan zapote, coco, cacao, banano, mamey, carambola y maderables cedro, caoba, palo blanco, chichipate, matiliguat, ceiba y un gran número de plantas que se utilizan con fines medicinales.

- d) Fauna:** La fauna en el área es escasa pues la mayoría del territorio se dedica a la producción de caña, algunas de las especies que encontramos son, iguanas, garrobos, cutetes, taltuzas, tacuazín, pericos, loros entre otros.

3.1.5 Recursos Físicos

Dentro de los recursos físicos con los que cuenta el departamento de investigación agrícola se encuentra el área de oficinas administrativas cuatrocientos (400) ubicado dentro del casco de la finca Buganvilia.

3.1.6 Material y equipo

El material y equipo con el que cuenta el departamento de investigación agrícola para el desarrollo de sus actividades es.

Cuadro 1. Equipo disponible en el departamento de investigación agrícola del Ingenio Magdalena.

EQUIPO DISPONIBLE	CANTIDAD
Bombas de mochila	26
Camión	1
Camión con furgón	1
Carretones	10
Chapeadoras	4
Cortadoras de yemas	4
Cultivadoras	3
Descarnador	1
Desmalezadora	1
Monocultivador	1
Motores de miniaspersión	3
Motores estacionarios	2
Motobomba	1
Motosierra	24
Pick-up	17
Planta generadora	1
Rastra	1
Surqueador	1
Sembradora	1
Tanque aguilón	1
Tanques para agua	3
Tanques para combustible	6
Tractores	12
Lavador portátil a presión	1

Fuente: Datos brindados por departamento de investigación y desarrollo agrícola, IMSA.
Elaboración propia.

3.1.7 Recurso Humano

El departamento de investigación agrícola del Ingenio Magdalena cuenta con gran número de colaboradores en calidad que van desde Ingenieros Agrónomos, auditores, contadores entre otros. En el departamento de investigación hay un promedio de 335 empleados que desempeñan diferentes funciones en gerencia, administración, tabulación de datos, y campo.

3.1.8 Instituciones presentes en el Ingenio Magdalena S.A.

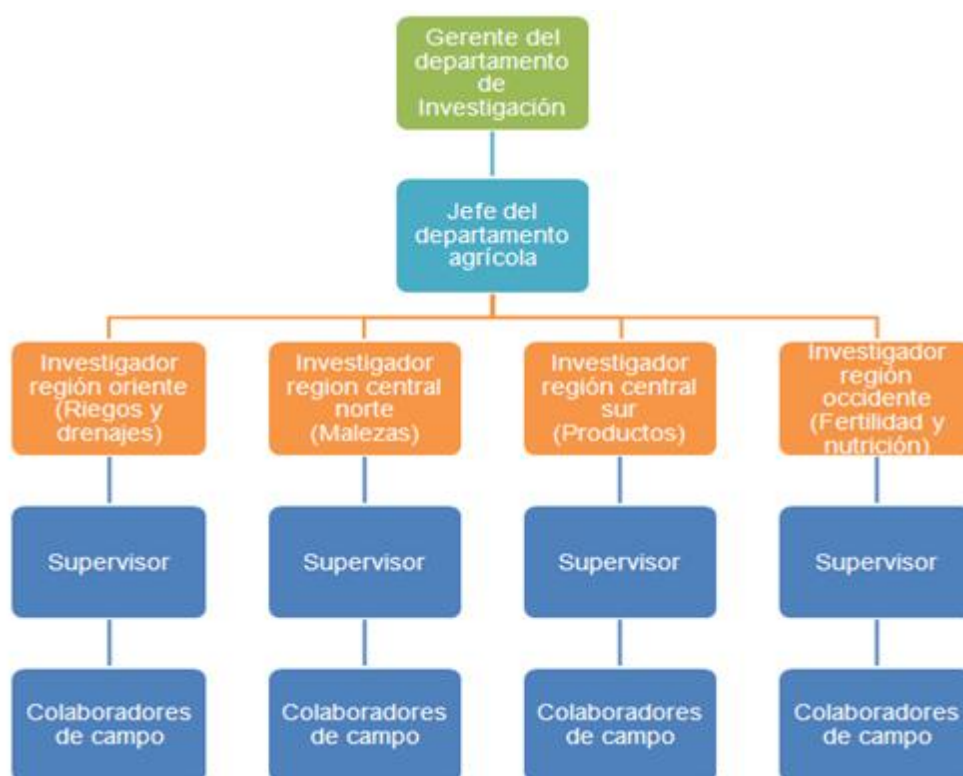
- a) Instituto Nacional de Bosques (INAB)** Evaluación de áreas forestales y manejo de plantaciones forestales que trabajan en el programa de PINFOR.
- b) Asociación de Azucareros de Guatemala (ASAZGUA)**, su fin es incrementar la producción a través del desarrollo y mejoramiento de la productividad tanto en el campo como en la fábrica.
- c) Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA)** apoya el avance tecnológico de la agroindustria azucarera, con el fin de mejorar la producción y productividad del cultivo de la caña de azúcar y sus derivados.
- d) Expogranel, S.A.** es la terminal de embarque responsable de la recepción, almacenamiento y embarque del azúcar para exportación producida por los ingenios.
- e) Fundazúcar de Guatemala** surge como iniciativa de los ingenios para fomentar el desarrollo social de la zona agroindustrial en donde se encuentra el sector azucarero.

3.2 SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA

El departamento de investigación agrícola busca generar nuevas tecnologías en los programas de:

- ✓ Riegos y drenajes
- ✓ Malezas
- ✓ Fertilidad y nutrición
- ✓ Productos

Esto ha hecho que el ingenio se divida en cuatro zonas con un investigador por zona.



Fuente: Datos brindados por departamento de investigación y desarrollo agrícola, IMSA.
Elaboración propia.

Figura 1. Organigrama del departamento de investigación agrícola del ingenio Magdalena S. A.

3.3 SERVICIOS PÚBLICOS

3.3.1 Energía eléctrica

El ingenio Magdalena cuenta con una planta generadora de energía, la producción de la energía eléctrica se realiza aprovechando la transformación de la energía, resultante de la combustión de bagazo y la producción de vapor de agua. Luego esta energía eléctrica producida es utilizada para consumo interno y la energía restante se distribuye para el consumo en la red eléctrica.

Se entrega energía de 12.5 kV a las líneas principales del ingenio para el consumo interno. La energía restante sale a través de un transformador elevador en la subestación Magdalena a 69 kV, que es el voltaje comercial utilizado como el Administrador del Mercado Mayorista (AMM), para poder hacer la interconexión con el Sistema Nacional Interconectado (SIN).

Hay también un suministro de energía pública que se utiliza cuando no hay producción interna.

3.3.2 Servicios telefónicos

El departamento de investigación agrícola del ingenio Magdalena cuenta con dos líneas directas y tres extensiones, por aparte el ingenio brinda a sus empleados un teléfono celular para comunicación interna.

3.3.3 Vías de acceso

El acceso al Ingenio Magdalena se encuentra en la ruta CA2 que de Guatemala va a Siquinalá luego se toma el camino que va a la Gomera en el kilómetro 99.5 hay un desvío en el cual hay que recorrer 7 kilómetros en una carretera de terracería que conduce a las instalaciones del ingenio, en donde se encuentran las oficinas administrativas del departamento de investigación agrícola.

3.4 INFRAESTRUCTURA

El departamento de investigación cuenta con un área de oficinas administrativas cuatrocientos (400) ubicada dentro de la finca Bugarvilía, aparte cuenta con un área de fincas en donde se establecen los diferentes ensayos de investigación en cada una de las ramas malezas, productos, riegos y drenajes, Fertilidad y nutrición.

En la finca San Patricio se encuentran ubicadas las bodegas en donde se almacenan los productos utilizados en los ensayos.

3.5 FUENTES DE TRABAJO

El ingenio Magdalena es una de las principales fuentes de empleo en la región siendo una de las principales agro industrias de Guatemala genera una gran cantidad de empleos.

3.6 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES EN LOS PROCESOS DE INVESTIGACIÓN

El objetivo del departamento de investigación es el incremento en la producción de toneladas de caña por hectárea y toneladas de azúcar por hectárea, brindando nuevas tecnologías para una producción sostenida regulando factores como riego, manejo de malezas, madurantes, inhibidores de flor y una adecuada nutrición del cultivo.

La generación de nuevas tecnologías conlleva varios procesos de los cuales se pueden mencionar los siguientes:

- ✓ Determinar los puntos de interés por parte de campo y ensayos determinativos.
- ✓ Elaboración de protocolos de aplicación.
- ✓ Definición de áreas con iguales condiciones tanto en variedad como número de cortes, edad de cultivo, unidad de riego, entre otras.
- ✓ Verificación en campo de área seleccionada.
- ✓ Establecimiento del ensayo.
- ✓ Manejo agronómico del ensayo.
- ✓ Recopilación y evaluación de índices de desarrollo
- ✓ Cosecha y evaluación de resultados.
- ✓ Entrega de informe de resultados.
- ✓ Divulgación de nuevas tecnologías.

3.6.1 Selección del área

- ✓ Selección de misma variedad
- ✓ Edad de corte
- ✓ Número de cortes
- ✓ Unidad de riego
- ✓ Generación de protocolos

3.6.2 Montaje de ensayo

- ✓ Identificación y mapeo de condiciones limitantes para el área aplicada
- ✓ Planificación áreas a aplicar
- ✓ Calibración de equipo
- ✓ Calibración personal
- ✓ Dosis adecuadas
- ✓ Orden de mezcla

- ✓ Determinar los productos a utilizar y su respuesta al control para las condiciones de la finca
- ✓ Supervisión antes, durante y después de la aplicación

3.6.3 Evaluación de resultados

- ✓ Recolección, evaluación y análisis de variables de producción por tratamientos
- ✓ Evaluación y análisis de toneladas de caña por hectárea obtenidas por cada tratamiento evaluado.
- ✓ Evaluación y análisis de toneladas de azúcar por hectárea obtenidas por cada tratamiento evaluado.
- ✓ Análisis económico por tratamiento
- ✓ Generación de informe por ensayo
- ✓ Presentación de resultados a nivel de departamento
- ✓ Determinación de nuevas tecnologías propuestas para su replicación en diferentes zonas

3.6.4 Divulgación de nuevas tecnologías

- ✓ Presentación de nuevas tecnologías al comité de investigación con resultados replicados en las cuatro regiones del ingenio.
- ✓ Presentación a nivel de campo
- ✓ Apoyo técnico por parte de especialistas del departamento agrícola en la adopción de las nuevas tecnologías.

3.6.5 Resultados esperados de la generación de nuevas tecnologías

- ✓ Incremento de toneladas de caña por hectárea
- ✓ Incremento de toneladas de azúcar por hectárea
- ✓ Generación de base de datos en tiempo oportuno, permitiendo con ello la generación de bibliografía de investigación.

4. SERVICIOS REALIZADOS

4.1 EVALUACIÓN DE HERBICIDAS PREEMERGENTES A BASE DE PENDIMENTALINA

Los productos a base de pendimentalina son herbicidas de contacto aplicado al suelo, es absorbido por la raíz de la semilla en germinación y en plántula antes de presentar hojas verdaderas. Este es de poca movilidad tanto en el suelo como en la planta, los brotes mueren rápidamente después de la germinación o a continuación de la emergencia.

4.1.1 Aspectos técnicos de los herbicidas a base de pendimentalina

- ✓ Son herbicidas pre-emergente en relación a la maleza. .
- ✓ Es un herbicida utilizado en: malezas de hojas anchas y gramíneas.

4.1.2 Descripción del problema

Debido a la creciente demanda del sector agrícola y productivo se han creado una gran cantidad de productos y casas que los comercializan esto ha creado una competencia en la utilización de productos como los herbicidas necesarios para el control de las malezas que son plantas que se desarrollan en los campos de producción en un lugar no deseado por el hombre interfiriendo en el desarrollo normal del cultivo debido a que compiten con los cultivos por nutrientes, agua, luz y espacio, es de suma importancia la prevención de estas malezas, en la actualidad la utilización de diversos productos con diferentes componentes es una práctica común, por eso es necesario evaluar cuál es el más eficiente en el control de las malezas.

4.1.3 Objetivo

Evaluar diferentes dosis de herbicidas preemergentes a base de pendimentalina y comprobar su efectividad en el control de malezas.

4.1.4 Meta

Hacer una comparación de los diferentes productos a base de pendimentalina en diferentes dosis y evaluar cuál tiene mayor cantidad de días control.

4.1.5 Metodología

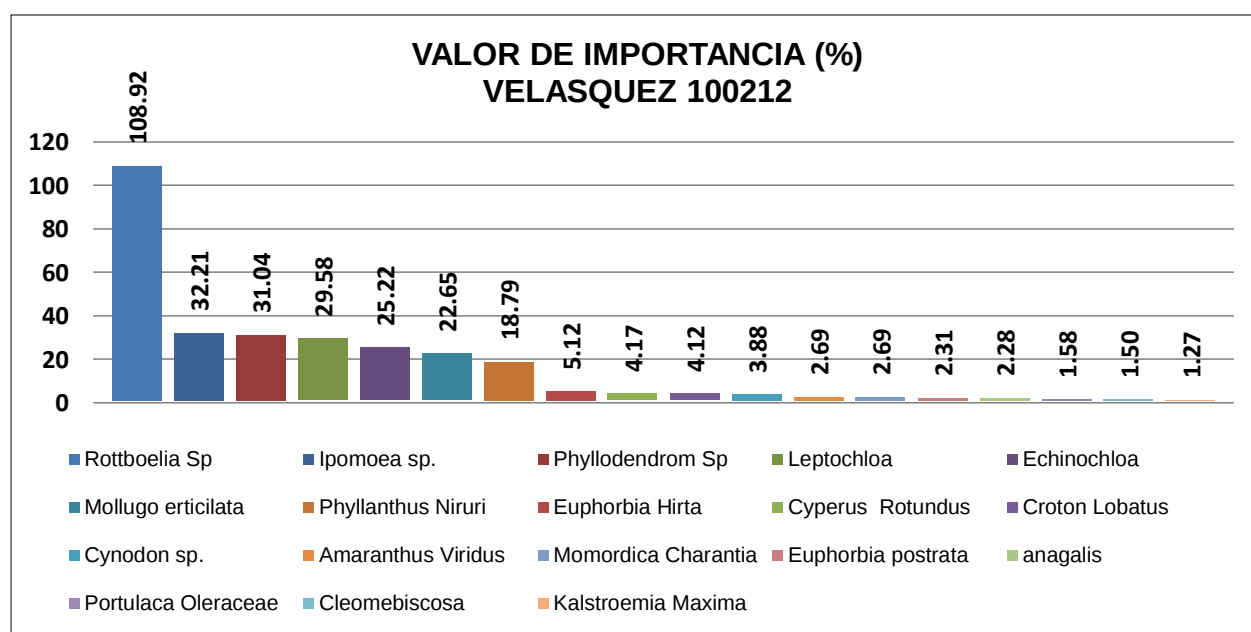
- ✓ Se seleccionó el área en la cual se pueda realizar el ensayo que tenga la misma edad, misma variedad y se le dé el mismo manejo.

- ✓ Con un muestreo realizado previamente se determinó cuáles son las principales malezas del área y se obtuvo el valor de importancia de las malezas.
- ✓ Se realizó un protocolo en el cual se van a especificar cuáles son los tratamientos del ensayo, la distribución de las parcelas.
- ✓ Se realizó muestreos de malezas cada 15 días después de aplicado el preemergente hasta los 45 días.
- ✓ Con los datos obtenidos de los muestreos se realizaron comparaciones para evaluar cuál de los tratamientos tuvo el mayor número de días control.

4.1.6 Evaluación

Se seleccionó un área con la variedad CP 72-2086, se evaluaron diferentes tratamientos los cuales se presentan en el Cuadro 3, en un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones por tratamiento. Las unidades experimentales constaron de 6 surcos de ancho y 10 metros de largo. El distanciamiento entre surcos es de 1.50 metros. La aplicación se realizó con bomba de mochila de 16 litros. En el muestreo previo se estableció que las principales malezas por su valor de importancia son las malezas presentes en el Cuadro 2. Se hicieron muestreos de malezas cada 15 días hasta los 45 días para determinar la incidencia de malezas en cada uno de los tratamientos.

Cuadro 2. Malezas encontradas en muestreo en el lote 100212 en finca “Velásquez”, La democracia, Escuintla, Guatemala, 2015.



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3. Distribución de parcelas en finca “Velásquez”, La democracia, Escuintla, Guatemala, 2015.

R I	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116
R II	210	211	212	207	208	209	204	205	206	216	213	214	215	201	202	203
R III	316	304	305	306	301	302	303	313	314	315	307	308	309	310	311	312
R IV	413	414	415	407	408	409	416	401	402	403	410	411	412	404	405	406

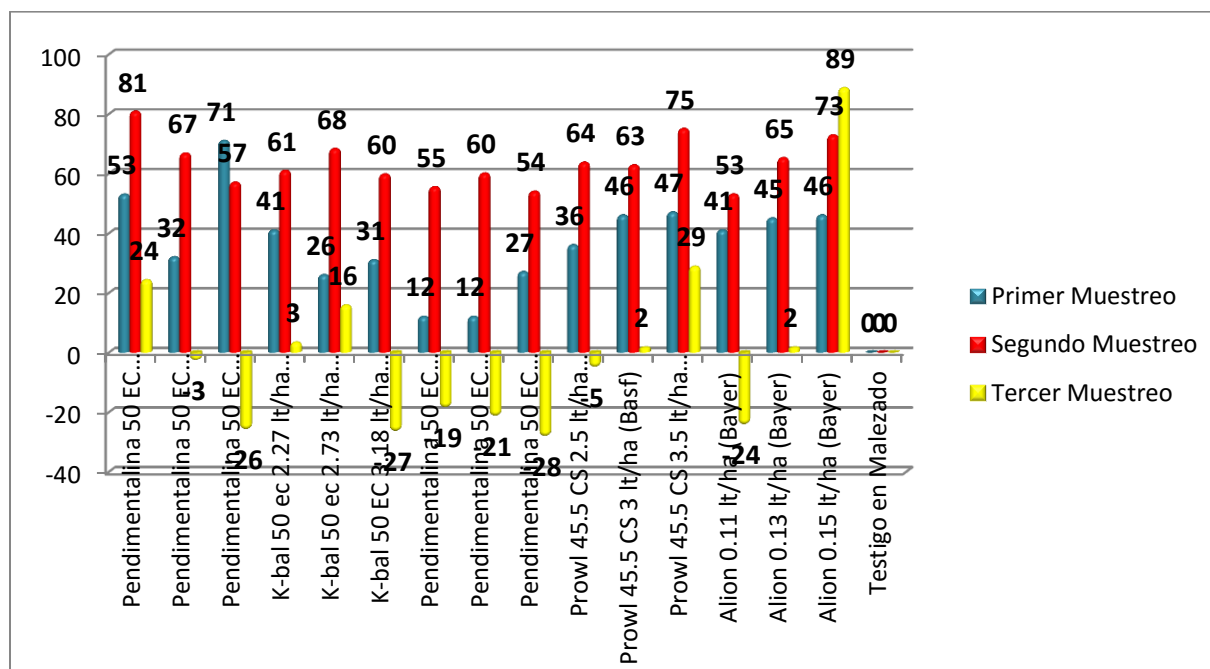
Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4. Tratamientos, casas comerciales, dosis y número de la aplicación a realizar, en finca “Velásquez”, La Democracia, Escuintla, Guatemala, 2015.

Tratamiento	Casa comercial	Dosis	Aplicación	Componente Activo
1	Foragro 5	2.27 lt/ha	1	Pendementalina 50 EC
		2.73 lt/ha	2	Pendementalina 50 EC
		3.18 lt/ha	3	Pendementalina 50 EC
2	Duwest	2.27 lt/ha	4	Pendementalina 50 EC
		2.73 lt/ha	5	Pendementalina 50 EC
		3.18 lt/ha	6	Pendementalina 50 EC
3	Proagro	2.27 lt/ha	7	Pendementalina 50 EC
		2.73 lt/ha	8	Pendementalina 50 EC
		3.18 lt/ha	9	Pendementalina 50 EC
4	BASF	2.5 lt/ha	10	Pendementalina 45.5 SC
		3 lt/ha	11	Pendementalina 45.5 SC
		3.5 lt/ha	12	Pendementalina 45.5 SC
5	Bayer	0.11 lt/ha	13	Indaziflan Alion
		0.13 lt/ha	14	Indaziflan Alion
		0.15 lt/ha	15	Indaziflan Alion
6	TESTIGO LIMPIO		16	-

Fuente: Elaboración propia.

De la Información que se recolecto de los muestreos realizados se obtuvo que durante los primeros 30 días después de aplicado el producto la Pendimentalina de Foragro en el primer muestreo fue pendimentalina 50 EC (Foragro) con dosis de 3.18 lt/Ha, en el segundo muestreo tuvo un mayor control en las malezas la pendimentalina 50 EC (Foragro) a dosis de 2.27 lt/Ha, en el tercer muestreo a los 45 días después de aplicado el que mayor control tuvo fue Alión (Bayer) con dosis de 0.15 lt/Ha.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Gráfica comparativa del porcentaje de control de los tres muestreos realizados en ensayo de preemergentes finca “Velásquez”, La Democracia, Escuintla, Guatemala, 2015.

4.2 APLICACIÓN DE PREP 72 SL (ETHEPHON) COMO INHIBIDOR FLORAL EN EL CULTIVO DE CAÑA (*Saccharum spp*).

4.2.1 Descripción del problema

Los efectos perjudiciales de la floración en la producción de caña se ven reflejados en que la planta desvía azúcar y nutrientes hacia la producción de la flor, esto ocasiona que se forme un corcho interno en la caña y provoca que el despunte se tenga que hacer muy bajo, si no se realiza un buen despunte y la caña lleva corcho en el proceso de extracción el corcho actúa como una esponja lo que hace que haya una pérdida de jugo durante el proceso y causa una baja en la producción de azúcar.

4.2.2 Objetivo

Determinar a través de un muestreo de flor la efectividad de Prep 72 SL como inhibidor floral en el proceso de producción de caña (*Saccharum spp*).

4.2.3 Meta

Aplicar Prep 72 SL como inhibidor de flor en el cultivo de caña y determinar cuál de los tratamientos tiene el menor porcentaje de flor y corcho.

4.2.4 Metodología

- ✓ Se seleccionó el área de en donde se estableció el ensayo las características son cañales de la misma edad, misma variedad y se le dé el mismo manejo.
- ✓ Se realizó un protocolo en el cual se especificó cuáles son los tratamientos del ensayo, la distribución de las parcelas.
- ✓ Se realizaron muestreos de flora los 4 meses después de aplicado el inhibidor de flor.
- ✓ Con los datos obtenidos de los muestreos se hicieron comparaciones para evaluar cuál de los tratamientos tuvo el menor porcentaje de corcho.

4.2.5 Evaluación

Se seleccionó un área con la variedad CP 72-2086 entre 4 y 5 meses de edad, se realizaron aplicaciones en 4 fechas distintas con un testigo sin aplicación, las parcelas estaban comprendidas de 4 surcos con distanciamiento de 1.80 metros entre surco y 20 metros de largo para hacer un área de 144 m² equivalente a 0.0144 ha.

El producto utilizado como inhibidor fue Prep 72SL. La aplicación se realizó con un simulador de aplicaciones aéreas, los muestreos de flor se realizaron a los 4 meses de la aplicación.

Cuadro 5. Distribución de parcelas en finca “Santa Mónica”, La democracia, Escuintla, Guatemala, 2015.

FINAL DE PISTA					B o r d e r d o s 4
C A Ñ A C O M E R C I A L	T5	T4	T3	T2	T1
	T3	T1	T5	T4	T2
	T4	T5	T2	T1	T3
	T2	T3	T1	T5	T4

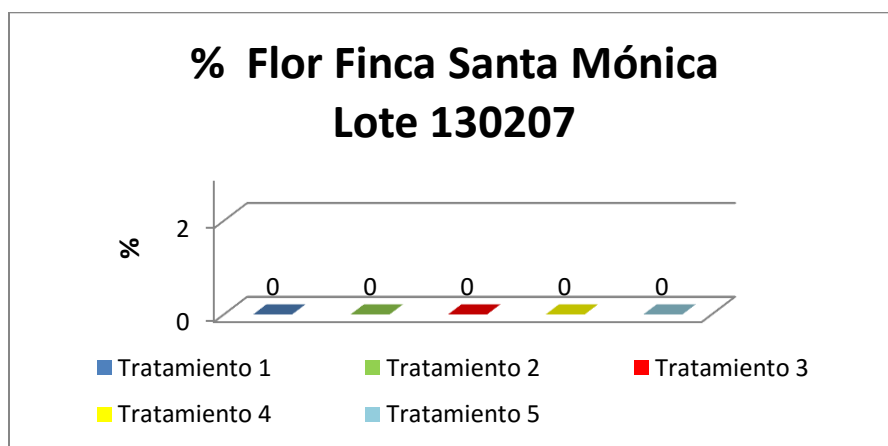
Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 6. Tratamientos, fechas de aplicación y dosis de la aplicación a realizar, en finca “Santa Mónica”, La Democracia, Escuintla, Guatemala, 2015.

TRATAMIENTOS	APLICACIÓN	PRODUCTO	EDAD DEL CULTIVO A LA APLICACIÓN	DOSIS
1	12/08/2015	Prep 72 SL (Etephon)	4.7 meses	1 lt/ha
2	18/08/2015	Prep 72 SL (Etephon)	4.9 meses	1 lt/ha
3	26/08/2015	Prep 72 SL (Etephon)	5.16 meses	1 lt/ha
4	02/09/2015	Prep 72 SL (Etephon)	5.4 meses	1 lt/ha
5	TESTIGO	Sin Aplicar	4.7 meses	

Fuente: Elaboración propia.

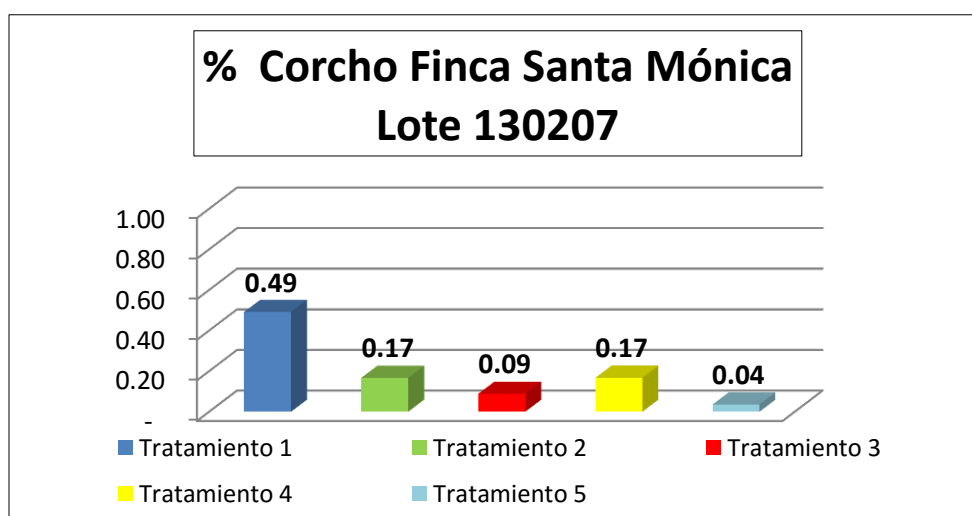
Del muestreo realizado se determinó que no hubo presencia de flor en ninguno de los tratamientos. Lo que nos dice que no hubo diferencia en las fechas de aplicación del inhibidor de flor.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Gráfica comparativa del porcentaje de flor del muestreo realizados en ensayo de inhibidores en finca “Santa Mónica”, La Democracia, Escuintla, Guatemala, 2015.

En el porcentaje de corcho el testigo presenta una menor cantidad que los otros tratamientos lo que muestra que en este caso el efecto de la aplicación de inhibidor afecto al cultivo lo que propicio a una aparición de corcho en los otros tratamientos



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Gráfica comparativa del porcentaje de corcho del muestreo realizados en ensayo de inhibidores en “Santa Mónica”, La Democracia, Escuintla, Guatemala, 2015.

5. CONCLUSIONES

- ✓ En las aplicaciones que se realizaron de los tratamientos de herbicidas preemergentes en la variedad de caña CP 72-2086 se determinó que el tratamiento que tuvo mayor efecto de días control fue Alion de Bayer a dosis de 0.15 lt/Ha que tuvo 89 % de control a los 45 días después de aplicado teniendo un mayor control sobre malezas de hoja ancha de hoja angosta. No se apreció visualmente daño de fitotoxicidad por los tratamientos herbicidas en el cultivo de caña de azúcar.

- ✓ De las cuatro épocas de aplicación y el testigo, evaluadas en la variedad de caña CP 72-2086 a dosis de 1.0 lt/Ha de inhibidor de flor no se mostró que hubiera una diferencia en cuanto al porcentaje de flor con relación a las épocas de aplicación de Ethephon a intervalo de una semana y sin embargo en la aparición de corcho si se muestra que el testigo fue el que tuvo el menor porcentaje, los otros tratamientos manifestaron tener efecto negativo en la aplicación mostrando una mayor aparición de corcho.

6. RECOMENDACIONES

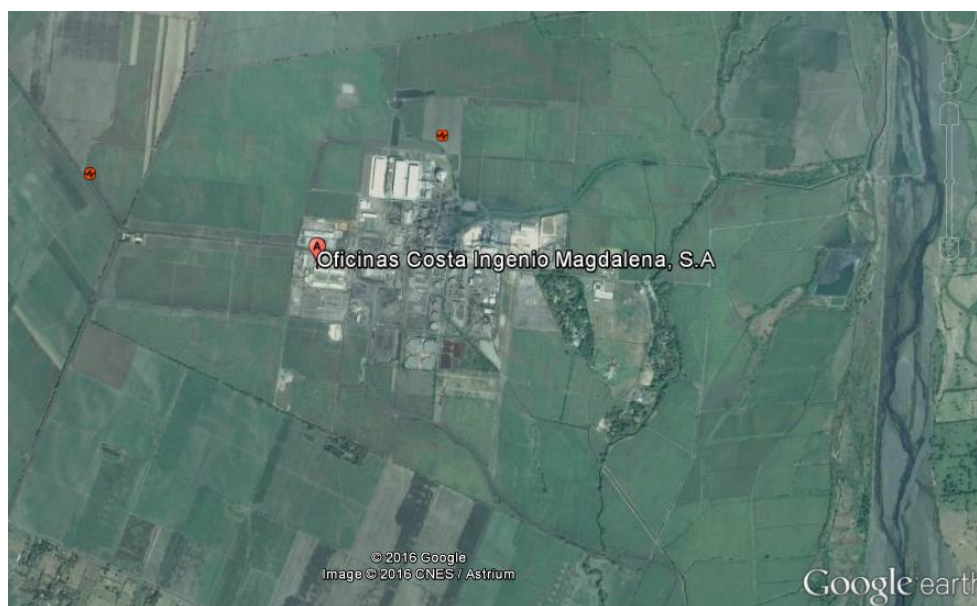
- ✓ Continuar las evaluaciones de herbicidas preemergentes en áreas de condiciones diferentes de suelo, en diferente época y variedad con tratamientos similares.
- ✓ Continuar las investigaciones de Alion ya que muestra una buena respuesta al control de malezas con un amplio número de días para el control de las malezas.
- ✓ Continuar las evaluaciones de Inhibidores en áreas de condiciones diferentes de suelo, en diferente época y variedad con tratamientos similares.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Melgar, M; Meneses, A; Orozco, H; Pérez, O; Espinosa, R. 2014. El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, (CENGICAÑA). 526 p.
2. Díaz Montejo, L L; Portocarrero Rivera, E T. 2002. Manual de caña de azúcar. Tesis Zamorano, HN, Carrera de ciencias y producción agropecuaria. 148 p.
3. Portabella Lou, J R. 2008. Sistematización del manejo de las acetanilidas para el control preemergentes de malezas en el cultivo de caña de azúcar en Guatemala. Tesis Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 41 p.
4. Abel Toledo, H C. 2005. Control de malezas en el cultivo de caña de azúcar con herbicidas preemergentes. Bayer CropScience de México. 5 p.
5. Portillo Folgar, N A. 1999. Evaluación de tres sulfonilureas solas y con glifosato, como inhibidor de flor y sus efectos en el rendimiento de la caña de azúcar (*Saccharum* spp) en Escuintla Guatemala. Tesis Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 88 p.
6. Xia Umul, M A. 2000. Evaluación de tres dosis y seis épocas de aplicación de ethrel, utilizado como inhibidor de la floración de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en el estrato alto del Ingenio El Baúl S.A. Tesis Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 85 p.
7. SEGEPLAN Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, GT; 2010. Plan de desarrollo municipio de La Democracia. Guatemala, La Municipalidad de La Democracia, Escuintla. 97 p.

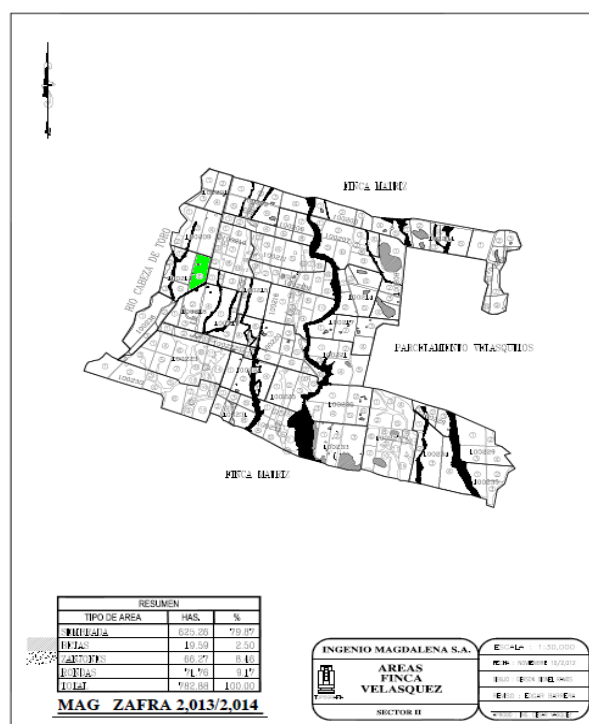
8. ANEXOS

Anexo 1. Ubicación del Ingenio Magdalena en finca “Buganvilia”, La Democracia, Escuintla.



Fuente: Google earth, 2016.

Anexo2. Ubicación ensayo herbicidas preemergentes finca “Velásquez”, La Democracia, Escuintla, 2015.



Anexo 3. Aplicación de herbicidas en finca “Velásquez”, La Democracia, Escuintla, 2015.



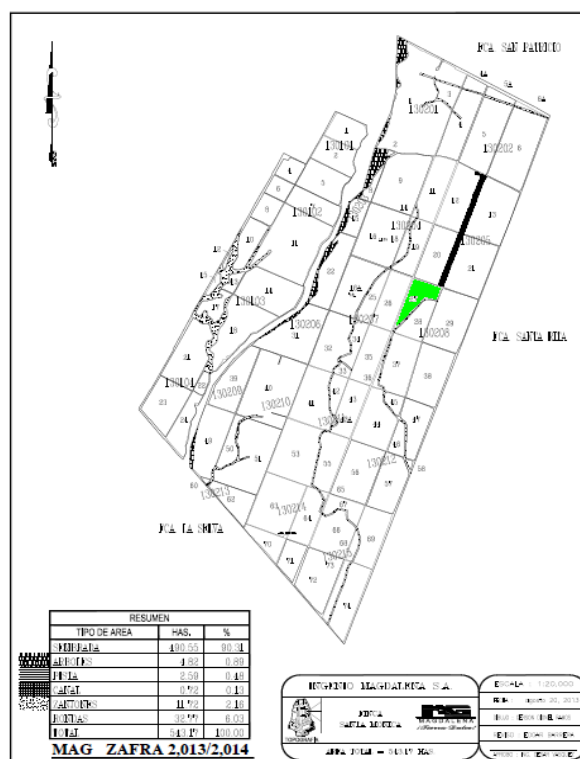
Anexo 4. Aplicación de herbicidas en finca “Velásquez”, La Democracia, Escuintla, 2015.



Anexo 5. Muestreo de Cyperus en finca “Buganvilia”, La Democracia, Escuintla, 2015.



Anexo 6. Ubicación ensayo de inhibidores florales en finca “Santa Mónica”, La Democracia, Escuintla, 2015.



Anexo 7. Calibración equipo de simulación aérea para aplicación de ensayo de inhibidores en finca “Santa Mónica”, La Democracia, Escuintla, 2015.



Anexo 8. Calibración equipo de simulación aérea para aplicación de ensayo de inhibidores en finca “Santa Mónica”, La Democracia, Escuintla, 2015.



Anexo 9. Aplicación de inhibidor de flor en finca “Santa Mónica”, La Democracia, Escuintla, 2015.



Anexo 10. Aplicación de inhibidor de flor en finca “Santa Mónica”, La Democracia, Escuintla, 2015



PROYECTO A NIVEL DE PERFIL

IMPLEMENTACIÓN Y USO DE DRONES EN MONITOREO DE ENSAYOS AGRÍCOLAS

INTRODUCCIÓN

Una de las tecnologías que más destacan y que han llamado la atención en los últimos años son los llamados drones, estas son aeronaves de tamaño pequeño o mediano que se controlan de forma remota y no llevan tripulación, los vehículos aéreos no tripulados UAV por las siglas en inglés de Unmanned Aerial Vehicle, o sistema aéreo no tripulado UAS de Unmanned Aerial System, están equipados con equipos de última generación como GPS, sensores infrarrojos, cámaras de alta resolución y controles de radares.

Una de las aplicaciones con más potencial es la agricultura y la monitorización de los campos. La agricultura emplea nuevas tecnologías para un estudio detallado de la parcela, de manera que pueda aplicarse cada tratamiento de manera más focalizada.

Algunas de las aplicaciones concretas del uso de los drones en la agricultura son:

- ✓ Controles en cultivos.
- ✓ Detección de stress hídrico (falta de riego) en cultivos apostando por el manejo eficiente del agua.
- ✓ Detección de stress nutricional en cultivos (uso óptimo de fertilizantes sólo en las zonas en las que es necesaria su aplicación).
- ✓ Detección temprana de enfermedades y plagas en cultivos.
- ✓ Índices relativos a calidad en cultivos.
- ✓ Generación de inventarios de áreas de cultivos.
- ✓ Supervisión de áreas fumigadas.

Por tanto, las ventajas de los drones en la agricultura, es facilitar a los agricultores un servicio de información sobre el estado hídrico, nivel de desarrollo y sanidad de cultivos, obtenida prácticamente en tiempo real, para poder hacer tratamientos sanitarios, riegos o fertilizaciones dirigidas a zonas en las que se detecten dichas necesidades en el momento preciso de aplicarlos esto va de la mano con la reducción de costos, mejora la rentabilidad de los cultivos y disminución del impacto ambiental.

RESUMEN DEL PROYECTO

Área para el desarrollo del proyecto

La implementación del equipo de este proyecto se propone para el departamento de investigación y desarrollo agrícola del Ingenio Magdalena, como complemento para el monitoreo y seguimiento más detallado de ensayos y evaluaciones en desarrollo.

Beneficiarios del proyecto

El principal beneficiario del proyecto es el departamento de investigación y desarrollo agrícola del Ingenio Magdalena quién contará con un sistema de monitoreo preciso y eficiente para ensayos y evaluaciones.

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En unos años los drones han pasado de tecnología militar, destinada a reconocer el terreno e incluso realizar ataques, al ámbito civil. Uno de los campos donde está previsto que tengan un impacto especialmente notorio es en la agricultura. Sirven para vigilar una determinada zona, en un cultivo pueden monitorear el estado de desarrollo.

La constante búsqueda de nuevas tecnologías en el cultivo de la caña de azúcar para incrementar el rendimiento agrícola es de suma importancia el monitoreo los drones pueden ayudar al agricultor a detectar problemas fitosanitarios, humedad de la tierra y otras condiciones vitales para los cultivos. Estos dispositivos ayudan a aumentar la productividad de los cultivos que operan hoy en día, evitando las pérdidas y aprovechando mejor la productividad que permiten algunas áreas.

En la actualidad el monitoreo aéreo de algunos ensayos en caña de azúcar se realiza con el uso de avioneta lo que eleva los costos de las investigaciones, con la ayuda de un Dron los costos serían menores y se podría evaluar una mayor cantidad de evaluaciones en diferentes épocas de desarrollo de la caña.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

General

Implementar el uso de drones en el departamento de investigación y desarrollo agrícola en el Ingenio Magdalena para el monitoreo aéreo de investigaciones en desarrollo.

Específicos

- ✓ Obtener información por medio de drones para generar patrones de mismos estados, similitudes del terreno y detección de patologías o anomalías.
- ✓ Procesar los datos obtenidos para dar recomendaciones dependiendo las condiciones encontradas en el campo según las características para un mayor control en el estado del cultivo.
- ✓ Usar esta tecnología para conseguir diagnósticos de campo más certeros y realizar seguimientos sobre el comportamiento de los cultivos a lo largo del tiempo.

ESTUDIO DE MERCADO

El departamento de investigación y desarrollo agrícola se encuentra ubicado en oficinas administrativas 400, en la finca Bugarvilia del Ingenio Magdalena y se dedica a la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías aplicadas al cultivo de la caña de azúcar, esta tecnología se desarrolla en campo en cuatro regiones del ingenio en las áreas de fertilidad, riegos y drenajes, malezas y productos.

Localización del proyecto

El proyecto se llevará dentro de los campos de investigación en los programas de mejora de caña de azúcar, ubicados en las cuatro regiones que conforman el Ingenio Magdalena, en los departamentos de Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa.

Ingeniería del proyecto

Actualmente la agricultura está pasando por un cambio tecnológico importante. Se están empezando a utilizar herramientas nuevas e innovadoras de alto potencial que permiten una mejora sustancial de la productividad de las explotaciones.

Es el caso de la teledetección, con la que se puede obtener información sobre el estado de los cultivos mediante el uso de satélites, avionetas, drones. Los primeros estudios de teledetección agrícola estaban restringidos a zonas muy amplias de cultivos pero con el incremento de la resolución espacial y espectral ya es posible la agricultura de precisión con un margen de error inferior a un metro. Cada vez son más los agricultores que confían en la agricultura de precisión con el uso de UAV's para explotar con un mayor rendimiento los campos de cultivo debido a su amplio rango de ventajas respecto a otros sistemas de teledetección.

La principal potencialidad del uso de los UAV's en agricultura, es la de facilitar a los agricultores la capacidad de observar su explotación desde el aire, obteniendo así una perspectiva de su cosecha que les permita detectar las incidencias en cada campaña agrícola. Estas incidencias van desde problemas de fertirrigación hasta infestaciones de plagas y hongos que no se ven a ras de suelo.

Los tres principales métodos de teledetección son con el uso de aviones tripulados (avionetas), por vía satélite o con el uso de UAV's. El uso de estos métodos de teledetección tiene ventajas y desventajas uno sobre otro como se muestra en el siguiente cuadro.

	Avión tripulado	Satélite	UAV
Dispositivo autónomo			
Complicaciones climatológicas (no extremas)			
Rápido procesamiento de imágenes captadas			
Adaptabilidad a las necesidades del cliente (tipos de cámaras)			
Alta resolución de imágenes detalladas			

Métodos de operación de los UAV's

- a) **Modo manual:** En este modo, el piloto remoto actúa sobre las superficies de control y la potencia del motor o motores, a través de una emisora de radiocontrol.
- b) **Modo asistido:** Es similar al modo manual, pero el piloto remoto no actúa directamente sobre las superficies de control o los motores, sino que indica sus intenciones (girar a la derecha, subir, etc.) en su puesto de radiocontrol y actúa un autopiloto que las transforma en actuaciones sobre las superficies de control o los motores que consigan ese propósito.
- c) **Modo automático:** el piloto remoto establece un «plan de vuelo», es decir, un cierto número de puntos de paso de forma previa al inicio del vuelo.

Principales ventajas de los multirrotores

- ✓ Despegue y aterrizaje vertical, lo que reduce las necesidades del espacio requerido en tierra para su operación.
- ✓ La posibilidad de volar a punto fijo (vuelo estacionario) o a muy baja velocidad, lo que resulta muy adecuado para aplicaciones de inspección.
- ✓ Mayor maniobrabilidad y precisión de vuelo pueden volar prácticamente siguiendo cualquier trayectoria.

Las nuevas herramientas tecnológicas permiten obtener datos con una resolución temporal reducida y con una alta resolución espacial, tanto de fotografías como de puntos.

Los datos espaciales son la base de los diversos procesos que sirven para la toma de decisiones como los programas de Sistemas de Información Geográfica, que permiten combinar y relacionar diferentes elementos georeferenciados en el espacio.

Una vez recogidos los datos se exportan a software especializados, creando una nube de puntos con coordenadas x, y, z, un modelo digital del terreno y composición de una ortoimagen georeferenciada.

Existen programas como Photoscan o Pix 4D que se encargan de generar un modelo con el conjunto de los datos obtenidos. Para procesar los datos, previamente debe conocerse el sistema de coordenadas que se ha utilizado en el proceso de captación de datos, y de forma muy recomendable la posición de

Aplicaciones de los Uav's

- ✓ **Manejo eficiente del agua:** el estrés hídrico en los cultivos provoca el cierre de los estomas, reduciendo la transpiración y aumentando la temperatura de las hojas. Este aumento de temperatura se puede monitorizar mediante sensores térmicos.
- ✓ **Detección temprana de enfermedades y plagas en cultivos.** La capacidad de tomar imágenes multispectrales en cualquier momento, nos permite detectar los cambios que se están produciendo en los cultivos.

- ✓ **Generación de inventarios de cultivos.** La observación aérea ha sido desde siempre una herramienta potente para la generación de inventarios de cultivos.
- ✓ **Supervisión de áreas fumigadas.** La vista aérea nos permiten tener una perspectiva de las aplicaciones realizadas.

Cada una de las fotografías que se incorporen al proceso. Si las coordenadas son locales se deberá configurar previamente el *software* para no producir deformaciones en los resultados.

ESTUDIO FINANCIERO

Por ser un proyecto sin fines lucrativos no se puede generar un análisis financiero de beneficio costo ya que éste no presenta un ingreso monetario en conceptos de ventas o servicios.

Sin embargo si se hace una comparación en la forma actual de monitoreo aéreo de ensayos por medio de avionetas se puede determinar por medio del cuadro 7 que el vuelo de avioneta es de \$250 dólares la hora si se eleva la avioneta para monitoreo una vez al mes por 2 horas.

Avioneta	
Precio Hora de vuelo	\$ 250.00
Número de vuelos	12
Horas de Vuelo	2
Total	\$6,000.00

Comparado con que un dron tiene mayor maniobrabilidad que una avioneta el tiempo de vuelo se reduciría comparado con un dron cuyo valor es de \$ 1,259.00 dólares.

PROTOTIPO SUGERIDO

Un prototipo de adquisición recomendado puede ser el DJI Phantom 3. El DJI Phantom 3. La tercera generación del vehículo volador se presenta con dos versiones, y las mismas ganas de grabar lo que ocurre desde las alturas.

La intención de crear dos modelos diferentes sobre el mismo dron, tiene que ver con la calidad de las cámaras. Al margen de eso, el nuevo cuadricóptero mejora en cada

aspecto posible a su antecesor, ya que ahora es más potente, tiene más autonomía, y nos proporcionan un mejor control sobre el mismo.

Dos versiones, dos cámaras

En un primer escalón nos encontramos con el modelo Advanced, que es capaz de filmar en formato 1080p a 60 imágenes por segundo, mientras que el Professional ya se atreve con los sonados 4K, a 24 o 30 imágenes por segundo.

En ambos casos nos encontramos con un sensor Sony de 12 megapíxeles - un tamaño de 1/2,3 pulgadas -, que puede tomar instantáneas a esa definición, tanto en formato JPEG, como en RAW (DNG). La lente recoge un campo de acción de 94 grados.

La cámara va montada en un soporte que le permite realizar movimientos verticales, para generar panorámicas desde las alturas. No tiene tres ejes como su hermano mayor Inspire 1, por lo que solo apuntaremos hacia donde mire el dron. La velocidad máxima de ascenso es de 6 metros por segundo, mientras que para bajar lo hace a 2 metros por segundo. El peso es de 1.280 gramos, cámaras incluidas. El tiempo de vuelo es de 25 minutos.



Figura 5. Dron DJI Phantom 3 modelo profesional.



Figura 6. Equipo fotográfico de Dron DJI Phantom 3.



Figura 7. Sistema de control de vuelo del Dron DJI Phantom 3.

CONCLUSIONE

- ✓ Los drones ofrecen una mayor eficiencia en el monitoreo de ensayos ya que por su manejo y tamaño es más maniobrable su utilidad en el seguimiento de toma de datos sirven para la toma de decisiones con ayuda de programas de Sistemas de Información Geográfica.
- ✓ Los costos de utilizar drones para monitoreo son más bajos que el utilizar una avioneta o un helicóptero para monitoreo aéreo de parcelas en ensayos de investigación, toma fotos con mayor precisión.
- ✓ La capacidad elevación vertical de los drones hace que sea más fácil elevarlo que otros equipos de monitoreo y ofrece una mayor maniobrabilidad y precisión de vuelo.