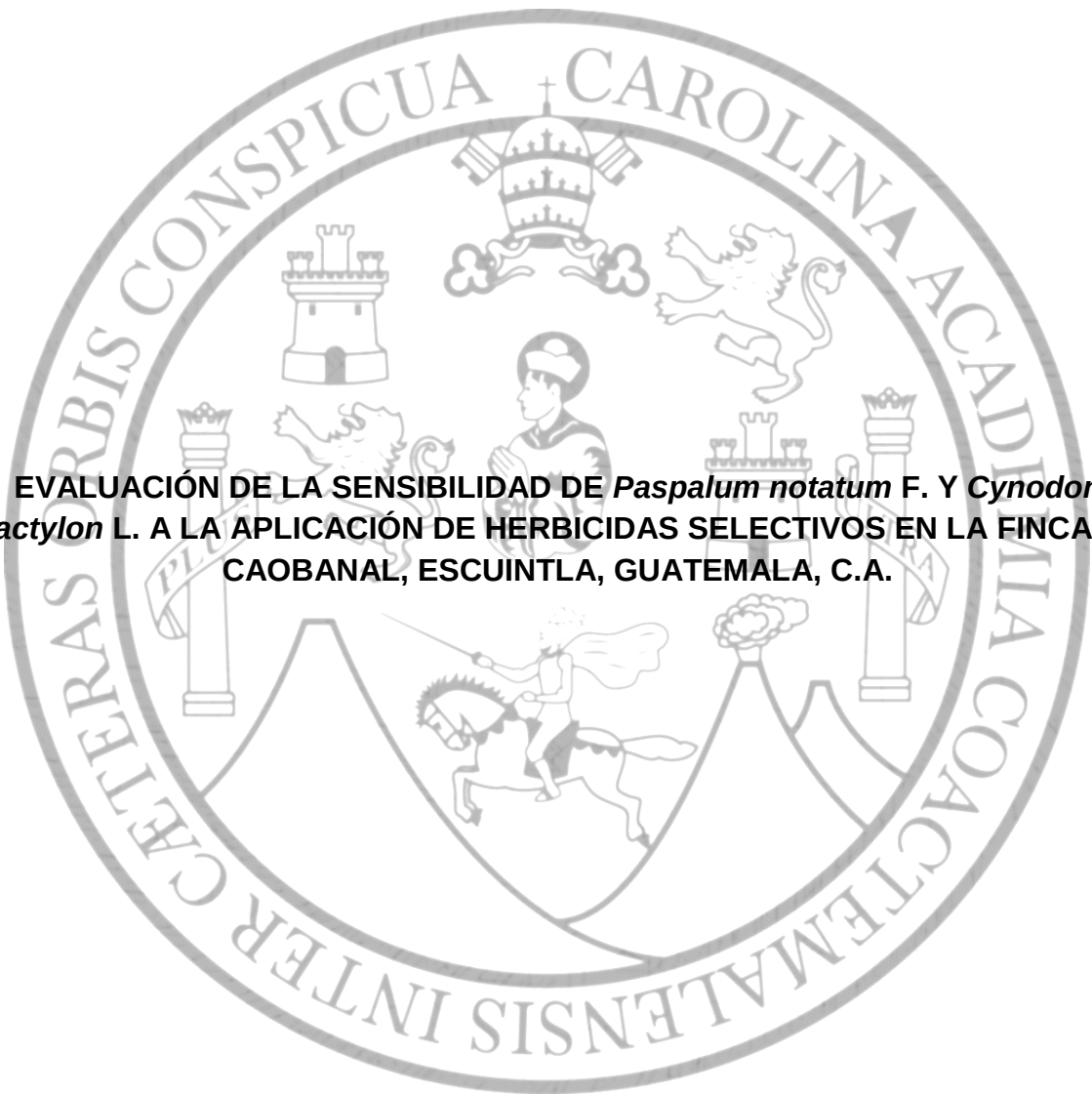


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a large, circular emblem. It features a central shield with a figure of a person in a hat and robe, possibly a saint or scholar, holding a staff. Above the figure is a crown. The shield is flanked by two lions. The entire shield is set within a circular border containing the Latin text "CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CETERAS ORBIS CONSPICUA".

EVALUACIÓN DE LA SENSIBILIDAD DE *Paspalum notatum* F. Y *Cynodon dactylon* L. A LA APLICACIÓN DE HERBICIDAS SELECTIVOS EN LA FINCA EL CAOBANAL, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

KARLA MARIBEL LÓPEZ ORDOÑEZ

GUATEMALA, OCTUBRE 2022

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES**

EVALUACIÓN DE LA SENSIBILIDAD DE *Paspalum notatum* F. Y *Cynodon dactylon* L. A LA APLICACIÓN DE HERBICIDAS SELECTIVOS EN LA FINCA EL CAOANAL, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

TESIS

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

KARLA MARIBEL LÓPEZ ORDOÑEZ

En el acto de investidura como

**INGENIERA AGRÓNOMA EN
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA**

GUATEMALA, OCTUBRE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

M.A. WALTER RAMIRO MAZARIEGOS BIOLIS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano:	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
Vocal I:	Dr. Marvin Roberto Salguero
Vocal II:	Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez
Vocal III:	Ing. Agr. MA. Jorge Mario Cabrera Madrid
Vocal IV:	Br. Carmen Aracely García Pirique
Vocal V:	P. Agr. Mynor Fernando Almengor Orenos
Secretario Académico:	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López

GUATEMALA, OCTUBRE 2022

Guatemala, octubre 2022

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguidos miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el documento de graduación titulado:

“EVALUACIÓN DE LA SENSIBILIDAD DE *Paspalum notatum* F. Y *Cynodon dactylon* L. A LA APLICACIÓN DE HERBICIDAS SELECTIVOS EN LA FINCA EL CAOBANAL, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.”

Presentando como requisito previo a optar el título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciada.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, agradeciendo la atención prestada a la presente,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Karla M. López', with a large, stylized flourish at the end.

KARLA MARIBEL LÓPEZ ORDOÑEZ

ACTO QUE DEDICO

A

DIOS: Por ser mi luz en el camino, mi guía, por darme la sabiduría y fortaleza para cumplir cada uno de mis objetivos, por acompañarme en todo momento.

MI PADRE: Carlos López, mi papito gracias por ser mi mayor ejemplo, mi apoyo incondicional, por cada uno de tus consejos y porque en ti vi la pasión que tuviste por tu profesión, por tu trabajo, algo que siempre he admirado mucho de ti y lo que me llevo a querer tanto mi carrera, gracias papito por ayudarme a llegar a este momento, gracias no permitir que dejara de creer en mí y por estar a mi lado siempre.

MI ABUELA: Isabel de Paz, mi mamita, por tu cariño, tu presencia, por orientarme a ser cada día mejor, por tus bendiciones cada mañana, por estar a mi lado y darme palabras de aliento para no dejar de luchar para cumplir mis metas.

MI MADRE: Sonia Ordoñez, gracias mamita por tu cariño, tu calidez, por estar conmigo siempre, por darme tu apoyo, por tus consejos y la energía que me transmitías para seguir adelante.

MIS HERMANOS: Carlos López, por ser mi mejor compañía, por estar siempre al pendiente de mí, por hacerme ver las dificultades que se me presentaban en el camino de forma positiva, por ser siempre un ejemplo para mí. Manuel López, mi corazón, porque siempre has estado al pendiente de mí y me has dado todo tu cariño. Derick López, siempre has sido el angelito que me ha cuidado y acompañado en mi camino.

MI ESPOSO:

Heliberto Méndez, mi vida, mi cielo, contigo inicié este camino, contigo compartí muchos de los más bellos recuerdos que me llevo de la facultad, por las dificultades que nos tocó pasar, los nervios, los desvelos y cada emoción que compartimos juntos, gracias por todo tu apoyo y por qué siempre me has motivado a seguir adelante. te amo.

MI BEBÉ:

Derick Santiago Méndez López, gracias mi pequeño bebé por haber sido mi motor, por ayudarme a llegar a este momento, por motivarme cada día a seguir adelante, por acompañarme en todo momento, por esas pataditas que me recordaban que cada esfuerzo valía la pena.

MIS ABUELOS:

Rodolfo Ordoñez y Tomasa San José, gracias papitos por todo su cariño, porque a distancia siempre velaron por mí y me ayudaron a ser siempre una persona de bien.

MIS TÍAS:

Sonia López, Andri Ordoñez, Astrid Ordoñez, Guisela Ordoñez y Lesbia Ordoñez, gracias por todo su amor y apoyo que me brindaron.

MIS PRIMOS (AS):

Antonio Rivera, Johana Rivera, Suceli Rivera, Alejandro Delgado, Paola Araujo, Bryan Araujo, Kevin Araujo, por su cariño, por su compañía y por todos esos momentos felices que compartimos en familia.

MIS AMIGOS:

Alejandro Rosales, Alan Pocasangre, David Paiz, Abigail Andrade, Yanira Martínez,

Pablo Ramazzini, Fabiola Leiva, Lynn Silvestre, Paola Muñoz, Claudia Bedoya, Karla Sandoval, Christian De León, David Acajabon, Dayrinne Godoy, Harley Tichoc, Ricardo Alvarado, Josué Santos, Henzo Hidalgo, Billy Cuculista, Jonatán Cruz, Lily Barrios, Francisco Hernández, Lester Posadas, Miguel Escobar, por su amistad y apoyo durante la carrera.

INGA. AGRA. CELENA CARIAS

Por brindarme su apoyo, cariño y amistad.

DR. ANIBAL SACBAJA

Por su cariño, su enseñanza y su amistad.

TESIS QUE DEDICO

A

DIOS: Gracias por estar en cada momento de mi vida y guiar mis pasos.

MI PADRE: Gracias papito por haber estado a mi lado siempre y ayudarme a llegar a este momento.

MI ABUELA: Gracias mamita por cada una de tus bendiciones y cuidados.

MI MADRE: Mamita gracias por todo tu amor y estar al pendiente de mí.

MIS HERMANOS: Por darme tantos momentos felices, por sus consejos, por su apoyo y por estar a mi lado siempre, los quiero.

MI ESPOSO: Gracias mi cielo por hacer cada momento tan especial, por todo tu amor y paciencia.

MI BEBÉ: Gracias mi amor por motivarme a ser cada día mejor.

MIS AMIGOS: Por cada momento que compartimos en el camino que llevaré con alegría siempre conmigo.

USAC: Mi alma mater, por darme la oportunidad de formar parte de esta casa de estudios, de la cual me siento muy orgullosa.

FAUSAC:

Por cada ingeniero, amigos, por cada salón y laboratorio que fueron parte de mi formación académica.

AGRADECIMIENTOS

A

DIOS:	Por darme la fortaleza y sabiduría para lograr mis sueños.
MI FAMILIA:	Por guiarme, apoyarme y estar a mi lado en cada momento.
Ing. Agr. Camilo Wolford:	Por su asesoría, por guiarme y animarme a seguir adelante, por su dedicación y apoyo.
Ing. Agr. Manuel Martínez:	Por su paciencia, por guiarme y apoyarme en este camino.
Ing. Agr. Gustavo Alvarez:	Por brindarme su apoyo, por enseñarme y por darme la oportunidad de seguir aprendiendo y creciendo profesionalmente, gracias por abrirme las puertas y guiarme en el camino.
Ing. Agr. Carlos López Búcaro:	Gracias por su apoyo, dedicación y por animarme a seguir adelante.
Centro de Diagnóstico Parasitológico (CDP):	Por darme la oportunidad de realizar mi EPS y seguir adquiriendo conocimiento.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁGINA
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1 Marco conceptual	2
2.1.1 Generalidades de las plantas arvenses	2
2.1.2 Generalidades del <i>Cynodon dactylon</i> L.....	3
A. Descripción morfológica	4
B. Origen y distribución	5
C. Importancia del <i>Cynodon dactylon</i> L. en campos de polo	5
2.1.3 Características de <i>Paspalum notatum</i> F.	6
A. Descripción morfológica	7
B. Características de adaptación.....	8
C. Problemas de resistencia	8
2.1.4 Control químico de arvenses.....	9
2.1.5 Select ® 24 EC (I.A. Clethodim).....	10
A. Modo de acción.....	10
B. Mecanismo de acción.....	10
2.1.6 Calaris ® 44.36 SC (I.A. Mesotrione y Atrazina)	11
A. Modo de acción.....	11
B. Mecanismo de acción.....	12
2.1.7 Dual Gold ® 96 EC (I.A. Metolachlor)	12
A. Modo de acción.....	12
B. Mecanismo de acción.....	13
C. Compatibilidad	13
2.1.8 Gesaprim ® 90 WG (I.A. Atrazina).....	13
A. Modo de acción.....	14
B. Mecanismo de acción.....	14
2.1.9 Break thru ®	14
2.1.10 Análisis de varianza no paramétrica	15
A. Método Kruskal-Wallis.....	17
2.2 Marco referencial	19

PÁGINA

2.2.1	Productos químicos utilizados en la finca El Caobanal para el control de <i>Paspalum notatum</i> F.	19
2.2.2	Antecedentes de herbicidas utilizados sobre <i>Cynodon dactylon</i> L. y <i>Paspalum notatum</i> F.	19
2.2.3	Antecedentes del municipio Guanagazapa, Escuintla	21
A.	Ubicación geográfica, límites y vías de acceso al municipio	21
B.	Clima	22
C.	Orografía	22
D.	Actividades culturales y deportivas.....	22
2.2.4	Fundación de la aldea Brito	23
A.	Localización de la aldea Brito	23
B.	Topografía	24
C.	Datos poblacionales	24
D.	Hidrografía.....	24
2.2.5	Finca El Caobanal	25
3.	OBJETIVOS	26
3.1	Objetivo general	26
3.2	Objetivos específicos	26
4.	HIPÓTESIS	26
5.	METODOLOGÍA.....	27
5.1	Diseño experimental.....	27
5.2	Descripción de tratamientos	27
5.3	Descripción de la unidad experimental.....	28
5.4	Modelo estadístico.....	29
5.5	Variables de respuesta.....	29
5.6	Porcentaje de fitotoxicidad en <i>C. dactylon</i> y <i>P. notatum</i> , al ser expuestos a los herbicidas	29
5.7	Días control sobre la población <i>P. notatum</i> con la aplicación de los herbicidas	30
5.8	Material y equipo personal.....	31
5.9	Material y equipo de aplicación	31

	PÁGINA
5.10	Porcentaje de fitotoxicidad 32
5.11	Establecimiento del área experimental 32
5.12	Calibración del equipo 33
5.13	Aplicación de los productos..... 34
5.14	Análisis experimental 35
5.14.1	Porcentaje de fitotoxicidad en <i>C. dactylon</i> y <i>P. notatum</i> por efectos de los herbicidas selectivos a los 8, 15 y 30 días después de la aplicación 35
5.14.2	Días control sobre <i>P. notatum</i> con la aplicación de los herbicidas a los 8, 15 y 30 días 36
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 37
6.1	Evaluación de productos para el control de <i>P. notatum</i> y <i>C. dactylon</i> 37
6.2	Porcentaje de fitotoxicidad de los herbicidas sobre <i>C. dactylon</i> y <i>P. notatum</i> 40
6.2.1	Evaluación a los 8 días después de la aplicación 40
6.2.2	Evaluación a los 15 días después de la aplicación 42
6.2.3	Evaluación a los 30 días después de la aplicación 44
6.3	Resultados de los días control de los diferentes herbicidas sobre <i>C. dactylon</i> y <i>P. notatum</i> por medio de la prueba Kruskal-Wallis..... 46
7.	CONCLUSIONES 50
8.	RECOMENDACIONES 51
9.	BIBLIOGRAFÍA 52
10.	ANEXOS 59

ÍNDICE DE CUADROS

	PÁGINA
Cuadro 1. Clasificación taxonómica de <i>Cynodon dactylon</i> L.....	4
Cuadro 2. Clasificación taxonomica de <i>Paspalum notatum</i> F.	7
Cuadro 3. Descripción de los tratamientos.....	27
Cuadro 4. Descripción de la escala rochecouste para la determinación del porcentaje de fitotoxicidad en arvenses.	32
Cuadro 5. Prueba de Shapiro-Wilk.....	38
Cuadro 6. Resumen de Kruskal-Wallis para evaluación del porcentaje de fitotoxicidad de diferentes herbicidas en <i>P. notatum</i> y <i>C. dactylon</i> a los 8, 15 y 30 días después de la aplicación.	47
Cuadro 7. Comparación de rangos para determinar si hay diferencia significativa entre tratamientos.....	47
Cuadro 8A. Resultados en la primera lectura, 8 días después de la aplicación de los herbicidas.	60
Cuadro 9A. Resultados segunda lectura, 15 días después de la aplicación de los herbicidas.	61
Cuadro 10A. Resultados tercera lectura, 30 días después de la aplicación de los herbicidas	62

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Mapa de ubicación geográfica, departamento de Escuintla, Guatemala.	25
Figura 2. Detalle del diseño de la unidad experimental.	28
Figura 3. Lectura de resultados realizadas a los 8, 15 y 30 días después de la aplicación con la escala rochecouste.....	30
Figura 4. Establecimiento de la unidad experimental.....	33
Figura 5. Aplicación de los herbicidas selectivos.	35
Figura 6. Área de aplicación para la evaluación de los herbicidas en C. dactylon y P. notatum.	37
Figura 7. Gráfica QQ-plot.....	39
Figura 8. Gráfica de la dispersión de puntos..	39
Figura 9. Gráfica del porcentaje (%) de fitotoxicidad de P. notatum y C. dactylon 8 días después de la aplicación.	40
Figura 10. Lectura a los ocho días después de la aplicación.....	41
Figura 11. Gráfica del porcentaje (%) de fitotoxicidad de P. notatum y C. dactylon a los 15 días después de la aplicación.	42
Figura 12. Lectura a los quince días después de la aplicación.....	44
Figura 13. Gráfica del porcentaje (%) de fitotoxicidad de P. notatum y C. dactylon a los 30 días después de la aplicación.	45
Figura 14. Lectura a los treinta días después de la aplicación.	46
Figura 15. Gráfica del porcentaje (%) de fitotoxicidad de P. notatum a los 8, 15 y 30 días después de la aplicación de los tratamientos.	48
Figura 16A. Campo de polo finca El Caobanal, Escuintla.....	59
Figura 17A. Crecimiento de P. notatum en el campo de polo.	59

EVALUACIÓN DE LA SENSIBILIDAD DE *Paspalum notatum* F. Y *Cynodon dactylon* L. A LA APLICACIÓN DE HERBICIDAS SELECTIVOS EN LA FINCA EL CAOBANAL, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

EVALUATION OF THE SENSITIVITY OF *Paspalum notatum* F. AND *Cynodon dactylon* L. TO THE APPLICATION OF SELECTIVE HERBICIDES AT EL CAOBANAL FARM, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

La finca El Caobanal, localizada en el departamento de Escuintla, cuenta con campos deportivos donde se llevan a cabo juegos de polo, en las cuales se ha establecido como césped el *C. dactylon*, también conocido como “bermuda común”. Es una especie de estación cálida, resistente al pisoteo y a los cortes frecuentes (Laurencena, y otros, 2009). Su propagación se da por medio de estolones, los cuales, se desarrollan sobre la superficie del suelo. Habitualmente, contienen de dos a tres nudos cercanos entre sí, creando raíces adventicias y vástagos inmaduros laterales en los mismos (Oakley, 1999).

El desarrollo del *C. dactylon* se ha visto comprometido por la invasión de *P. notatum* en los campos deportivos. Según Gates, Quarin, & Pedreira (2004), *P. notatum* conocido como “pasto bahía”, es un césped que presenta un desarrollo altamente competitivo, permitiéndole una mayor persistencia. Peters, y otros (2010) afirman que, *P. notatum* es una especie muy complicada de erradicar y tiene un alto potencial como arvense en cultivos, haciendo que su control sea de gran importancia para la finca El Caobanal.

En la presente investigación se evaluaron cuatro ingredientes activos de herbicidas selectivos para el manejo de *P. notatum* sin que estos comprometieran el desarrollo del *C. dactylon*, tomándose lecturas con el uso de la escala rochecouste a los 8, 15 y 30 días después de las aplicaciones, de esta forma, se obtuvieron los resultados del porcentaje de fitotoxicidad que presentó cada arvense. Para dicha evaluación, se utilizó metolachlor a una dosis de 1 l/ha, clethodim a 1.50 l/ha, atrazina con 3 kg/ha y mesotrione+atrazina con una dosis de 1.50 l/ha.

Se establecieron bloques completos al azar bifactorial con arreglo combinatorio en un área total de 264 m² con cinco tratamientos y cuatro repeticiones donde se evaluó el porcentaje de fitotoxicidad y los días control que presentaron los productos en cada unidad experimental. Las lecturas realizadas por medio de la escala rochecouste permitieron observar los efectos que tuvieron *C. dactylon* y *P. notatum* a las aplicaciones realizadas con los productos seleccionados.

Al momento de no presentarse una distribución normal de los datos se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, debido a que es necesario que se cumplan los supuestos para realizar un ANOVA.

Los resultados demostraron que el porcentaje de fitotoxicidad, a los 30 días después de la aplicación, que el producto metolachlor no tuvo ningún efecto aparente sobre ninguna arvense. Con clethodim se tuvo un 30 % en *C. dactylon* pudiendo observarse una recuperación y en *P. notatum* se tuvo un 43.75 % demostrando un incremento constante en su control. En los tratamientos con Atrazina y mesotrione+atrazina se observó una recuperación en ambas arvenses.

1. INTRODUCCIÓN

Según González, Amich y Vallejo (2018), el *Cynodon dactylon* L. al ser una planta rizomática, rústica y agresiva, tiene gran capacidad para establecerse como césped en campos deportivos. Por lo cual, se encuentra sujeto a un manejo de altas exigencias, siendo importante su tolerancia al pisoteo, con muy buena adherencia al suelo, que presente un tapiz uniforme y denso, regularidad en su color, una recuperación rápida al corte y resistencia a la competitividad entre plantas (Laurencena, y otros, 2009).

Las raíces de *C. dactylon* liberan un mucílago a través del ápice, permitiendo una mayor absorción de agua y una menor pérdida de la misma. Es una planta perenne, su crecimiento se da por medio de rizomas y estolones, los cuales ejercen una alta presión osmótica, dándole una mayor resistencia a la sequía (Parracia, 2012).

La presencia de arvenses no deseadas puede generar pérdidas económicas de no realizarse un control adecuado antes de que las poblaciones sean demasiado altas, como lo es *Paspalum notatum* F. en los campos de polo de la finca El Caobanal, Escuintla. Dicha arvense interfiere en el desarrollo óptimo del *C. dactylon*, gramínea establecida en el campo. El control sobre *P. notatum* ha presentado una fuerte dificultad, debido a su agresividad como arvense y principalmente por la sensibilidad que presenta el *C. dactylon* a los herbicidas utilizados para el control de dicha arvense.

En la presente investigación se evaluaron cuatro ingredientes activos de herbicidas selectivos para el manejo de *P. notatum* sin que estos comprometieran el desarrollo del *C. dactylon*, tomándose lecturas con el uso de la escala rochecouste a los 8, 15 y 30 días después de las aplicaciones, de esta forma, se obtuvieron los resultados del porcentaje de fitotoxicidad que presentó cada arvense. Para dicha evaluación, se utilizó metolachlor a una dosis de 1 L/ha, clethodim a 1.50 L/ha, atrazina con 3 kg/ha y mesotrione+atrazina con una dosis de 1.50 L/ha. Evitando un exceso en dosificación que alterara los resultados o generara una resistencia (Fischer, 1992).

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Generalidades de las plantas arvenses

El crecimiento vegetativo de las arvenses es clasificado según el hábitat donde se encuentren, los cuales pueden ser: agrestes, ruderales, de pasturas y también acuáticas. Al momento de realizar la clasificación de una especie determinada, hay diferentes aspectos que se deben considerar para evitar un resultado erróneo, entre los cuales se puede observar el tipo de hoja, si es de hoja ancha o angosta, si presenta tallo leñoso, semileñoso o herbáceo, ciclo de vida anual o perenne, e incluso según la nocividad, que puede ser alta, mediana o moderadamente nocivas (INCA, 2016).

Las arvenses son plantas silvestres que se desarrollan en hábitats que generalmente se encuentran perturbados por la actividad del hombre. Una planta es considerada arvense cuando se encuentra establecida en un área determinada sin haber sido cultivada con deliberación, generando perjuicios y daños económicos. Las arvenses son de gran importancia, ya que aportan efectos negativos sobre las actividades del hombre, a lo cual se le agregan los costos que se llevan a cabo para llevar su manejo y mantener las poblaciones a un nivel que no interfiera el desarrollo del cultivo (Ibíd.).

Cuando no se da un manejo agronómico adecuado y en el momento necesario, los costos de producción pueden incrementarse por la dificultad que pueden presentar las arvenses. Para el manejo de estos vegetales se deben tomar las decisiones más adecuadas para su control y la selección de un método adecuado para una mayor eficiencia económica, evitando daños a la salud y el medio ambiente (Ibíd.).

Por lo tanto, conocer las arvenses que se encuentran presentes en el campo es significativo para mejorar la planificación en cuanto a las estrategias de manejo. La variabilidad que presentan estas plantas en cuanto a la densidad puede deberse a factores como el drenaje, topografía, tipo de suelo o el microclima. Los métodos que son utilizados para el control de arvenses se basan en diferentes estrategias y tácticas de control (Rivas & Sermeño, 2004).

Para un manejo adecuado de plantas arvenses, ya sea para una agricultura sostenible u otro tipo de sistema donde se requiera un control sobre la población de las especies que se encuentran establecidas, es necesario tener conocimiento básico sobre su biología. Esto se encuentra siendo necesario para conocer de mejor manera las poblaciones, su tipo de crecimiento, desarrollo y los tipos de interacciones que tienen con los aspectos bióticos y abióticos. Es importante conocer su fenología y la interferencia que estas pueden provocar en el desarrollo de un cultivo (Gamboa & Pohlen, 1997).

2.1.2 Generalidades del *Cynodon dactylon* L.

El *C. dactylon* es una planta arvense perenne que posee estolones y rizomas, los cuales le confieren una gran capacidad para perdurar en sistemas productivos. El ciclo de desarrollo anual de esta gramínea inicia con el rebrote de las yemas a finales de invierno o la primavera temprana. Por lo cual, aparentemente no se presenta una dormición innata y las yemas pueden activarse al encontrarse en condiciones de humedad y temperatura adecuada, sin importar la época del año (Pérez, Pérez, & Leguizamón, 1999).

El género *Cynodon* sp. tiene nueve especies, donde se conoce mayormente a *C. dactylon*, también conocido como “Bermuda común”. Esta especie es resistente al pisoteo, también es utilizada en pastoreo, es resistente a la aridez y sus rizomas toleran las heladas. El factor de mayor significancia para el desarrollo de esta especie es la temperatura, la cual puede limitar su adaptación. Para un adecuado rendimiento del *C. dactylon* las temperaturas medias diarias se deben encontrar entre los 23 °C - 24 °C. Un rendimiento óptimo se obtiene cuando las temperaturas se encuentran entre 35 °C y 37 °C. Cuando las temperaturas medias están por debajo de 1 °C a 2 °C provoca la muerte a las hojas y cuando llega a los 10 °C comienza en estado de latencia, iniciando una decoloración hasta que llega a pajizo (Jiménez, 2006).

Para su germinación requiere de temperaturas en el suelo mayores a 18 °C. El *C. dactylon* requiere de alta luminosidad, ya que no logra desarrollarse adecuadamente en sombra, por lo cual el período de luz es de gran influencia en el crecimiento de esta especie. Este pasto presenta un buen crecimiento en varios tipos de suelos,

desde arcillosos a los arenosos, alcalinos o ácidos, si se encuentra con una fertilidad adecuada y se ve favorecido en terrenos con buen drenaje (Ibíd.).

C. dactylon es una especie de estación cálida que se propaga por medio de semillas y estolones, su crecimiento se da por medio de rizomas y también por los estolones. Este pasto es utilizado en campos deportivos, presenta ventajas al momento de utilizarlo debido a su capacidad de tolerar bajas alturas de corte, recuperación rápida con el pisoteo, una alta respuesta hacia la fertilización nitrogenada, buena resistencia contra enfermedades y se adapta a diversas condiciones de drenaje. En las desventajas se considera su coloración castaño oscuro al ser expuesto a temperaturas menores a 10 °C, no tolera la sombra y presenta un ciclo de dormancia largo (Laurencena, y otros, 2009). En el cuadro 1 se detalla la clasificación taxonómica de *C. dactylon*:

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de *Cynodon dactylon* L.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
subfamilia	Chloridoideae
Género	<i>Cynodon</i>
Especie	<i>C. dactylon</i> L.

Fuente: Oakley (1999).

A. Descripción morfológica

El *C. dactylon* es un pasto perenne con una altura aproximada de 50 cm, estolonífera y rizomatosa, tiene un crecimiento primavero-estivo-otoñal. Los estolones son estructuras con abundantes ramificaciones, consideradas como invasoras, son apelmazados a cilíndricos, con una coloración verde o una pigmentación purpura y glabros en la mayoría de la superficie. Regularmente, presentan de dos a tres nudos

que se aproximan entre sí para formar raíces adventicias y nuevos vástagos laterales. Los rizomas son estructuras que se encuentran en las profundidades del suelo, puntiagudas, escamosas, con abundante ramificación y el grosor tiene a ser doble que el de los estolones, los cuales están recubiertos por catáfilas blancas y agudas (Oakley, 1999).

Las hojas de *C. dactylon* se distribuyen de forma alterna y dística, con una agrupación de dos a tres pareciendo una disposición opuesta. Presenta lígula pestañosa, con pelos de hasta 0.50 mm de longitud y un puño de pelos largos y sedosos en ambos lados. La inflorescencia se da en espigas, actualmente definidos como racimos espiciformes digitadas en el límite de los vástagos floríferos. Las espiguillas están dispuestas en dos hileras alternas que están imbricadas en un lado del raquis. Las glumas y glumelas tienen color violeta, presentan lemma mútica. El fruto es una cariósida, achatada y de coloración castaño-parda (Ibíd.).

B. Origen y distribución

En la actualidad se cita a África tropical, India y Malasia como las probables regiones. Se encuentra distribuida en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Se considera como una forrajera de gran valor en la India y ciertos países caribeños. Se estableció en el continente americano que procede de África, para posteriormente difundirse por las islas del Caribe y la costa del Brasil (Oakley, 1999).

C. Importancia del *Cynodon dactylon* L. en campos de polo

El *C. dactylon* es utilizado como césped en los campos de polo, el cual lleva un estricto manejo para mantener un crecimiento denso y uniforme. Las condiciones que presente el área de juego, determinan en su mayoría los resultados finales. Por lo tanto, es de gran importancia llevar un control sobre el estado en el que se encuentren los campos de polo (Jiménez, 2006).

La resistencia que tienen las plantas a la sequía se puede presentar formando unas estructuras xeromórficas, permitiendo un mayor desarrollo del sistema radicular, de tal manera que, especies como el *C. dactylon* contienen un alto nivel de desarrollo

radicular que permite conocer el suelo a una mayor profundidad, para encontrar humedad y asimilar considerablemente los aportes de agua en el lugar. El *C. dactylon* tiene la capacidad de sobrevivir en ausencia de agua por medio de rizomas, ya que pueden mantenerse vivos en el suelo seco (Ibíd.).

2.1.3 Características de *Paspalum notatum* F.

El género *Paspalum* sp. pertenece a la familia Poaceae. Según los nuevos estudios filogenéticos, con aproximadamente 350 especies, que se encuentran en las regiones tropicales y templadas de los dos hemisferios, principalmente en el hemisferio oeste. *Paspalum* sp. contiene especies de gran importancia económica, ya que aportan un excelente pasto. Sin embargo, hay especies que provocan fuertes problemas, debido a la interferencia que presentan en campo (Ortiz-Díaz, Arnelas, Cerros-Tlatilpa, Siqueiros-Delgado, & Tun-Garrido, 2015).

El medio de propagación es por semilla y también vegetativamente, lo cual se debe a los rizomas y sus estolones. Esta especie es utilizada para céspedes públicos presentando una alta resistencia al uso. Estos pastos contienen diferentes grupos, pudiendo encontrar textura gruesa, algo huecos, con coloración verde claro a un verde oscuro. La velocidad de propagación es lenta por medio de sus pequeños estolones y rizomas. Tiene la capacidad de adaptarse a diversas condiciones. Por lo cual, se pueden encontrar en áreas que presentan un drenaje deficiente y muy arcillosos, así como también se pueden encontrar en suelos arenosos e infértiles. A pesar de que tiene buena respuesta a las aplicaciones de fertilizantes, tiene preferencia por suelos neutros o moderadamente ácidos (Jiménez, 2006).

La siega se realiza principalmente a 4 cm o 5 cm cuando se desea realizar lugares de esparcimiento, pero también se puede realizar a mayor altura. Esta especie requiere de bajo mantenimiento, en cuanto a las aplicaciones de fertilizantes y aportes de agua. Tiene la capacidad de tolerar la sequía debido a la profundidad del sistema radicular (Ibíd.). En el cuadro 2 se detalla la clasificación taxonómica de *P. notatum*:

Cuadro 2. Clasificación taxonomica de *Paspalum notatum* F.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
subfamilia	Panicoideae
Género	<i>Paspalum</i>
Especie	<i>P. notatum</i> F.

Fuente: Ortiz-Díaz, Arnelas, Cerros-Tlatilpa, Siqueiros-Delgado, & Tun-Garrido (2015).

A. Descripción morfológica

Según Peters, y otros (2010), *P. notatum* es conocido como *bahía grass*, grama, pasto bahía, pasto horqueta y tejona. Ortiz-Díaz, y otros (2015), dicen que las plantas del género *Paspalum* sp. se definen por poseer espiguillas biflosculares plano convexas. También, las espiguillas carecen de la primera gluma y el lema fértil tiene márgenes enrollados.

Esta planta tiene un ciclo vegetativo perenne formando un césped denso, presenta rizomas y raíces profundas, sus tallos son pequeños y fibrosos, en los nudos produce raíces, posee gran cantidad de hojas con pubescencia de 5 cm a 25 cm de longitud y de 3 mm a 10 mm de ancho. La inflorescencia se presenta en panícula, principalmente con dos racimos de 5 cm a 10 cm de longitud, las semillas se encuentran envueltas por una capa cerosa. Se utiliza para pastoreo, para la conservación de suelos, como cobertura, en jardines y campos deportivos. Presenta un alto potencial como arvense debido a su difícil control (Peters, Franco, Schmidt, & Hincapié, 2010).

B. Características de adaptación

Esta especie es nativa de América, se distribuye desde Norteamérica hacia Argentina. Tiene buena adaptación desde el nivel del mar hasta 2,300 m, a precipitaciones que oscilan entre 900 mm a 1,500 mm, sin embargo, puede tolerar hasta 2,500 mm. Tolera muy bien la sequía lo cual se debe a la profundidad de las raíces. Tiene un buen desarrollo en suelos ácidos, neutros y moderadamente alcalinos, con cierta tolerancia al Aluminio. Es una especie muy conocida en lugares de climas medios y cálidos, siendo complicada su erradicación y tiene un alto potencial como arvense en cultivos (Peters, Franco, Schmidt, & Hincapié, 2010).

C. Problemas de resistencia

Este aspecto hace referencia al aumento de biotipos que generan resistencia a ciertos productos herbicidas, que son utilizados en poblaciones donde se encuentran determinadas especies de plantas arvenses, donde inicialmente eran susceptibles al herbicida en cuestión. Esto se ha provocado por el uso inadecuado de productos químicos para su control. La resistencia se genera por el uso continuo de un herbicida o varios que presenten el mismo mecanismo de acción (Fischer, 1992).

Cuando una arvense presenta resistencia a cierto herbicida, esta incluye un proceso de selección relacionado a la variabilidad intraespecífica. Se considera que cualquier población de arvense puede contener biotipos que sean resistentes en una frecuencia pequeña, ya que las mutaciones se dan naturalmente. De tal forma, el uso continuo de un mismo herbicida da lugar a la población de arvense a una presión de selección, provocando un incremento de la cantidad de individuos resistentes. Los biotipos que tienen susceptibilidad perecen, sin embargo, los que presentan resistencia sobreviven al producir propágulos (Villalba, 2009).

Para ciertos herbicidas, como en el caso de los inhibidores de la ALS, la frecuencia de los individuos con resistencia anterior a la aplicación del herbicida puede llegar a 1 en 10,000, por lo cual, los inhibidores de la ALS por lo general desarrollan resistencia con rapidez. Para productos como el glifosato, la regularidad en la resistencia puede ser inferior de 1 en 1 millón (Heap, 2013).

P. notatum presenta alta resistencia a las aplicaciones de glifosato, mostrando daños poco significativos a las aplicaciones de la sal de cloruro de sodio. Además, el uso de glifosato durante un largo periodo, debido a la sal, tiende a colapsar el espacio poroso, provocando compactación en el suelo, reduciendo la penetración y retención de agua (Lindsey, 2018)

2.1.4 Control químico de arvenses

El control químico es muy eficaz, siendo el método más empleado y en su mayoría, el más económico para el control de arvenses. Sin embargo, este método de control debe seguir todas las precauciones en cuanto a las dosis de los productos, la frecuencia de aplicación y las formas de uso. La toma de decisión para un herbicida o selección del ingrediente activo a utilizar va a depender del grado de presencia de arvenses y las especies involucradas. La importancia de la selección del producto es la misma que la manera en que este será utilizado, siendo necesario conocer sobre los tipos de pulverizadora que sea más adecuado (Parracia, 2012).

Los herbicidas selectivos son utilizados para erradicar o inhibir el desarrollo de plantas indeseadas que provocan perjuicios y daños económicos, sin provocarles daño a otras que son interés. Estos productos se clasifican de la siguiente manera (Cárdenas, Doll, & Romero, 1975):

- De contacto: tienen efecto solamente en los tejidos con los que entran en contacto.
- Sistémicos o translocables: son aplicados en el área foliar o al suelo, de tal forma, que sean absorbidos y dispersos en la planta.

Estos productos se agrupan según el tiempo de aplicación, los cuales son:

- Pre-emergentes: son productos que se utilizan cuando el cultivo y/o las arvenses aún no han emergido.
- Emergentes: son aquellos herbicidas que tienen efecto sobre los cultivos y/o arvenses que emergen del suelo.

- Post-emergentes: el producto puede aplicarse en las diferentes etapas de desarrollo de las arvenses.

2.1.5 Select® 24 EC (I.A. Clethodim)

Es un concentrado emulsionable (EC) y pertenece al grupo químico de Ciclohexanodionas. Es utilizado para aplicaciones post-emergentes y de manera sistémica que se recomienda para el manejo de arvenses gramíneas que afectan en la producción de soya, algodón y cebolla, por otro lado, es utilizado en caña de azúcar para acelerar su maduración. Las arvenses que se han registrado afectadas por este herbicida son Avena (*Avena fatua* L.), Raygrass (*Lolium perenne* L.), gramilla (*Paspalum* sp.), kikuyu (*Pennisetum clandestinum* H.) (Angel, 2014). Este producto se lixivia con facilidad, por lo que se aconseja utilizarlo con algún coadyuvante como aceites (Espinoza, Hernández, & Morales, Manual de Malezas y Catálogo de Herbicidas Para el Cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala, 2013).

A. Modo de acción

Producto de acción sistémica, de absorción rápida por medio del follaje translocándose por el apoplasto y el simplasto hacia los meristemos, lugar en el que ejerce su acción. Al ocurrir la desesterificación en el tejido foliar, liberándose el ácido, siendo el compuesto con actividad herbicida (Espinoza, Hernández, & Morales, 2013).

B. Mecanismo de acción

Inhibición de la enzima Acetil coenzima A carboxilasa (ACCase) ubicada en el protoplasto, ya que es la encargada de catalizar el primer proceso en la biosíntesis de los ácidos grasos, lo cual permite el desarrollo de malonil CoA por medio de acetil CoA (2C) y CO₂. La enzima ACCase, tiene un elevado peso molecular, con diversas funciones, y la inhibición es el resultado de la competencia que tiene el producto por el sitio de acción, provocando una inhibición incapaz de revertirse (Angel, 2014).

Los tejidos jóvenes que están en expansión junto con los meristemas son los más afectados en la aplicación. Afectando principalmente el sistema interno de las membranas, de tal forma que las enzimas oxidativas e hidrolíticas de la actividad lisosomal, las cuales se liberan y proceden sobre los constituyentes citoplasmáticos, debido a esto, la célula sufre una total erradicación (Espinoza, Hernández, & Morales, 2013).

2.1.6 Calaris ® 44.36 SC (I.A. Mesotrione y Atrazina)

El mesotrione y la atrazina son los ingredientes activos del producto Calaris ® 44.36 SC, el cual, no se encuentra catalogado como un producto dañino para animales, siendo innecesario un control de riesgos para su protección. Es un herbicida selectivo para el manejo de arvenses y pastos de hoja ancha. El producto tiene un amplio control sobre arvenses de hoja ancha de ciclo anual y determinadas gramíneas. Es una suspensión concentrada con un contenido de 380 g/L de Atrazina y 60 g/L de Mesotrione, siendo utilizado para pre y postemergencia temprana (Syngenta, 2014).

Calaris ® 44.36 SC es un producto que resulta de la interacción de dos ingredientes activos, siendo la atrazina y mesotrione. La atrazina, permite un manejo sobre las arvenses de hoja ancha y el resultado sinérgico del mesotrione, que da lugar a una mayor eficiencia del compuesto anterior (Cruz, 2016). Al ser un producto que resulta de la interacción de dos ingredientes activos con dos distintos modos de acción, reduce la posibilidad de desarrollar una resistencia (Henriquez, 2016).

A. Modo de acción

Este producto es absorbido por medio del follaje y por el sistema radicular, de esta forma se establece una interacción entre la acción de contacto y el manejo de arvenses residuales (Henriquez, 2016).

B. Mecanismo de acción

Mesotrione, es una tricetona que detiene la formación de pigmentos vegetales, inhibe la enzima HPPD (hidroxil-fenil-piruvato dehidrogenasa), utilizada para la transformación de tirosina a plastoquinina. La plastoquinina es el cofactor principal que requiere la enzima fitoeno desaturasa, la cual, da lugar a la biosíntesis de carotenoides, siendo esencial para la fotosíntesis, así como para otras funciones de importancia, al ser inhibida esta enzima se provoca la muerte de la planta. La Atrazina es el ingrediente activo que se encarga de inhibir la reacción de Hill en los cloroplastos, provocando la muerte de la planta (Henriquez, 2016).

2.1.7 Dual Gold ® 96 EC (I.A. Metolachlor)

El metolachlor tiene un alto rango en el control de arvenses de hoja angosta y ciertas plantas de hoja ancha. El uso de este producto permite un adecuado control sobre las arvenses al momento de emerger, permitiendo una producción sin problema de competencia que provocan las mismas (Syngenta, 2016). Es un herbicida de cloroacetanilida, comúnmente utilizado para el manejo de arvenses en diversos cultivos, donde se incluyen maíz, algodón y soja. Se ha demostrado que los residuos de metolachlor pueden persistir en el suelo hasta el momento de la cosecha, sin importar la dosis y los cultivos (Ponnusamy, Meena, & Chinnusamy, 2015).

A. Modo de acción

Producto de acción pre-emergente sistémico, el cual es absorbido generalmente por medio de los tallos (coleóptilo y/o hipocótilo) de las arvenses que se encuentran en germinación, en menor medida se da por raíces y semillas, afectando un alto contenido de arvenses gramíneas y ciperáceas. Las arvenses son erradicadas antes, durante y después de su emergencia (Diez, 2013).

B. Mecanismo de acción

El metolachlor es un herbicida de clorocetanilida. Este producto inhibe la síntesis de proteínas, de una absorción al suelo regular. Según estudios realizados, se considera de alta solubilidad en agua (488 mg/L, 20 °C), por lo cual, tiende a una lixiviación extensa, detectándose en aguas subterráneas (Ponnusamy, Meena, & Chinnusamy, 2015). Según Diez (2013), son herbicidas inhibidores de la síntesis de ácidos grasos de cadena larga.

C. Compatibilidad

Dual Gold se caracteriza por su compatibilidad con otros herbicidas que tengan selección específica sobre el control de arvenses de hoja ancha (Syngenta, 2008).

2.1.8 Gesaprim ® 90 WG (I.A. Atrazina)

Este herbicida es selectivo para el manejo de arvenses anuales de hoja ancha en los cultivos de maíz, sorgo y plantas forestales (pino y eucalipto), pertenece al grupo químico de las triazinas. Su absorción se da mayormente por medio de las raíces y el follaje, lo cual produce una inhibición en los procesos fotosintéticos de las arvenses. El producto tiene baja solubilidad en el agua, dando lugar a que pase más tiempo activo, encontrándose alrededor de 3 a 5 meses sobre el área superficial del suelo. La formulación de Gesaprim ® 90 WG es bastante concentrada, lo cual facilita su transporte, el almacenamiento y el uso en campo. Dado que, al agregarse a la bomba, no levanta polvo, disminuyendo los riesgos hacia el usuario (Syngenta, 2006).

Se encuentran diversas clases de herbicidas (entre los cuales destacan las triazinas) que son elaborados con el propósito de controlar a las arvenses sin afectar a los cultivos (Maya, 2000).

A. Modo de acción

En aplicaciones al suelo son absorbidos por el sistema radicular, transportándose con rapidez hacia las hojas, vía apoplasto (xilema). Herbicidas de contacto en follaje, por dificultades en su movilidad vía simplasto (floema), pudiendo darse un significativo movimiento por medio de apoplasto teniendo la función de un herbicida de contacto (Espinoza, Hernández, & Morales, 2013).

B. Mecanismo de acción

Este producto inhibe el proceso fotosintético interrumpiendo en la reacción de Hill, en la conducción de electrones en el fotosistema I ó II. Generalmente, surge un cambio en la cadena de aminoácidos serina por glicina lo que da lugar a una destrucción por fotooxidación por los carotenoides, por consiguiente, de la clorofila. Su degradación puede darse por plantas superiores, encontrándose diferencias entre ellas en la tasa y la velocidad de metabolización por medio de procesos de dealquilación, conjugación o absorción (Espinoza, Hernández, & Morales, 2013).

2.1.9 Break thru ®

Break thru es un coadyuvante que se basa en el desarrollo de compuestos órgano siloxanos que fueron modificados para utilizarse en la mezcla de los productos químicos, ya sea plaguicidas y fertilizantes foliares que son aplicados con agua. Este producto es un coadyuvante no iónico, el cual, tiene efecto como surfactante, humectante, dispersante y para una mayor penetración del producto que se esté aplicando. Tiene la capacidad de reducir la tensión superficial del agua, le confiere a las partículas de los plaguicidas una mayor penetración en el follaje o en los insectos, permitiendo una mayor uniformidad en la distribución de los plaguicidas y fertilizantes foliares en su aspersion por medio de sus capacidades para su dispersión (Acevedo, 2014).

2.1.10 Análisis de varianza no paramétrica

Investigaciones donde se obtienen poblaciones de hongos, malezas y nematodos, como variables cualitativas, que son expresados como índices de seriedad, se ha generalizado el uso del análisis de varianza (ANAVA). Siendo dicha metodología la menos apropiada para el análisis e interpretación de datos que tienden a no cumplir con los supuestos distribucionales del ANAVA, los cuales, sustentan la validez de la prueba (Santos, Gilreath, Arbona, & Pimentel, 2005).

El análisis de varianza resulta ser una de las herramientas más utilizadas en investigaciones científicas, generalmente cuando se requiere de una comparación de diferentes tratamientos en un experimento. Sin embargo, este análisis incluye varios supuestos que deben cumplirse para la aplicación del mismo, como lo es la normalidad de la variable respuesta o variable dependiente, homogeneidad de varianzas entre tratamientos e independencias de los datos. No siempre será posible obtener dichos datos en investigaciones y al no ser cerciorados debidamente, pueden presentarse sesgos importantes en la interpretación de resultados, generando decisiones incorrectas. Esto es muy común en áreas de la ciencia donde deben emplearse escalas de medición, donde es complicado medir cuantitativamente la variable respuesta (Núñez, 2018).

Al ser esta una evaluación por medio de variables discretas y siendo difícil tener normalidad, al utilizar un análisis de varianza convencional, paramétrico, puede generar conclusiones equivocadas. En el momento que se tiene la sospecha de que los datos a analizar no cumplen con los supuestos se buscan alternativas de análisis a técnicas más robustas pero que den el mismo resultado, incluso, pueden utilizarse aun cuando se estén cumpliendo los supuestos. En ocasiones estas técnicas son utilizados por preferencia aun cuando el método paramétrico puede realizarse sin ningún problema (Núñez, 2018).

Dentro de los análisis de varianza no paramétricas también encontramos la prueba de U de Mann-Whitney, prueba de Friedman, prueba W de Kendall, prueba de Q de Cochran. Las cuales son utilizadas de la siguiente forma:

- **Prueba de U de Mann-Whitney:** según Gómez, Danglot, & Vega (2003), es una de las pruebas más utilizadas para el análisis de dos muestras independientes.

Siendo similar a la prueba de suma de rangos de Wilcoxon y la prueba de Kruskal-Wallis. Se encuentra siendo una prueba alternativa no paramétrica a la comparación de dos promedios independientes a través de la *t* de student. Esta prueba es utilizada cuando se efectúa una comparación en dos grupos donde se ha medido una variable cuantitativa continua que no presenta una distribución normal o si la variable es de tipo cuantitativa discreta.

La prueba de Kruskal-Wallis o de *H* es una extensión de la prueba de *U* de Mann-Whitney, de cierta forma es el equivalente no paramétrico del análisis de varianza de una vía, permitiendo conocer si existen diferencias en las distribuciones de la variable en estudio en las poblaciones.

- **Prueba de Friedman:** esta prueba es una amplitud de la prueba de Wilcoxon para introducir información registrada en más de dos periodos de tiempo o grupos de tres o más sujetos pareados, con un individuo correspondiente a cada grupo que ha sido asignado aleatoriamente a una de las tres o más condiciones. La prueba investiga los rangos de los datos que se generan en cada periodo de tiempo para establecer si las variables contienen la misma distribución continua de su origen. Resulta ser muy útil en el momento que la variable dependiente es continua pero su distribución se encuentra sesgada (Gómez, Danglot, & Vega, 2003).
- **Prueba *W* de Kendall:** de cierta manera esta prueba resulta ser una normalización de la estadística de Friedman. Se asume como el coeficiente de concordancia, siendo una medida de acuerdo entre los rangos. Esto quiere decir que, cada caso es tomado como una base o rango, y cada variable toma un artículo o persona a juzgar. En cada variable se calcula la suma de cada línea. El valor final se engloba entre 0 (ningún acuerdo) y 1 (acuerdo completo). Presenta las mismas indicaciones que la prueba de Friedman, sin embargo, su uso en investigación se ha dado, principalmente, entender la concordancia entre rangos, más que para demostrar que existe una diferencia entre las medias (Gómez, Danglot, & Vega, 2003).
- ***Q* de Cochran:** Gómez, Danglot, & Vega (2003), indican que esta prueba es muy similar a la prueba de Friedman, pero se utiliza si el total de respuestas son binarias. Resulta ser una amplitud de la prueba de McNemar ante la situación de *k*-muestras. La *Q* de Cochran demuestra que la hipótesis de que distintas variables dicotómicas que se encuentran relacionadas entre sí, presentan el mismo promedio. En observaciones múltiples las variables son medidas en el

mismo individuo o ya sea en individuos pareados. Una de las ventajas es que se puede examinar cambios en las variables categóricas.

A. Método Kruskal-Wallis

La prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, fue propuesta por William Henry Kruskal (1919-2005) y W. Allen Wallis (1912-1998) por medio del artículo "*Use of ranks in one-criterion variance analysis*" que fue publicado en el "*Journal of American Statistics Association*" en el año 1952. Dicha prueba es utilizada como una alternativa a la prueba F (comparación de varianzas muestrales) para diseños que cumplen una clasificación simple. En esta prueba se comparan distintos grupos, pero en lugar de las medias se usa la mediana de cada uno.

Siendo el test más funcional cuando se presentan datos de orden natural, donde se les debe dar un orden para que estos tengan sentido o que los datos no cumplan con las condiciones para realizar un ANOVA. La hipótesis nula se rechaza si al momento de realizar la prueba de Kruskal-Wallis H (estadístico de prueba para la prueba de Kruskal-Wallis) es superior al valor de P (Rivera, Escamilla, & Ibarra, 2018).

Es muy común encontrar en diferentes áreas de las ciencias que no se cumpla con los supuestos del análisis de varianza, principalmente en estudios de sanidad vegetal donde se hace uso de las escalas de medición y de otras investigaciones similares, donde es complicado medir de forma cuantitativa la variable respuesta. La prueba de Kruskal-Wallis es utilizada para datos ordinales y en escalas que pueden ser subjetivas. No se ajustan a una distribución normal como lo son pesos, densidades, entre otros (Núñez, 2018).

El método Kruskal-Wallis es aplicado en diversas áreas como la salud, hongos, malezas, evaluación de enfermedades en cultivos que requieran de escalas para la obtención de datos. Siendo utilizada por el mínimo de supuestos que son requeridos para su aplicación, lo que la hace versátil, adaptándose de mejor manera a datos ordinales y en escalas que podrían ser subjetivas (Núñez, 2018).

En las pruebas paramétricas, al momento de realizar una comparación de dos muestras que son independientes, tanto variables cuantitativas o cualitativas ordinales (de rango), se utiliza la prueba “U” de Mann-Whitney. Pero al encontrarse una comparación de tres o más muestras independientes, la prueba que debe utilizarse es la de Kruskal-Wallis. La prueba de Kruskal-Wallis es una prueba no paramétrica (lo que quiere decir que, es necesario una comparación de poblaciones donde sus distribuciones no son normales), similar a la prueba paramétrica ANOVA. Donde las hipótesis para dicha prueba serían:

- H_0 : Las medias o medianas de los n grupos son todas iguales.
- H_1 : Hay diferencia en al menos una de las medias o medianas.

De esta manera, la prueba de Kruskal-Wallis brinda información acerca de la posibilidad de igualdad de medias o medianas entre grupos (3 o más) y da lugar al rechazo de la hipótesis de igualdad en el momento que el valor de p sea menor de 0.05. También, permite mayor facilidad al momento de realizar las comparaciones múltiples a posteriori en base al método de Dunn (Soto, 2013).

Previo a realizar los cálculos estadísticos de la prueba debe conocerse la variable que se desea comparar (cualitativa o cuantitativa) y seguido a ello, identificar si los datos que se están evaluando llegan a cumplir los criterios de pertenencia a una distribución normal, siempre que la variable comparativa sea cuantitativa (Soto, 2013).

Las principales dificultades que encuentran los investigadores al hacer uso de los métodos no paramétricos es la obtención de resultados confiables. Kruskal-Wallis y Friedman son pruebas muy utilizadas para diseños unidireccionales y bloques al azar, respectivamente. Las tablas utilizadas para estas pruebas no son muy difíciles, por lo que la investigación debe llevar valores que sean aproximados. También, estas tablas no consideran las observaciones que son similares, inclusive si la muestra es pequeña (Pontes, 2000).

2.2 Marco referencial

2.2.1 Productos químicos utilizados en la finca El Caobanal para el control de *Paspalum notatum* F.

Los herbicidas utilizados en la finca El Caobanal para el control de plantas arvenses que se encuentran afectando en los campos de polo, son los siguientes; Master 720 SL (sal monosódica del ácido metilarsónico), Diuron ® 80 SC, urea sustituida, ametrina y glifosato, los cuales han afectado al *C. dactylon*. Las aplicaciones se realizan en época de invierno ya que en verano se llevan a cabo las actividades deportivas. El chapeo se realiza cada ocho días y en invierno lo realizan cada 15 días. La fertilización en los campos es realizada una vez al año con dosis variadas de fosfato diamónico y sulfato de amonio con una cantidad de tres quintales por hectárea.

2.2.2 Antecedentes de herbicidas utilizados sobre *Cynodon dactylon* L. y *Paspalum notatum* F.

Según investigaciones realizadas por Lindsey (2018), se demostró que la atrazina es un ingrediente activo que provoca fuertes lesiones sobre *P. notatum*. Además, utilizando productos para el manejo de *C. dactylon* se comprobó que con etofumesato, fluazifop y clethodim, tanto combinados como individuales han sido ineficaces sobre *C. dactylon*, sin embargo, provocaron una mayor lesión sobre *P. notatum*. Según Lindsey (2018), hay herbicidas que no son seguros para ser utilizados sobre plántulas, donde se incluyen Master ® 720 SL (MSMA), imazaquin, Diuron ® 80 SC, triclopir, fluazifop-P-butil, fenoxaprop-etil, bispiribac-sodio y etofumesato.

Según Bywater (2008), los productos químicos DSMA (metilarsonato disódico) y Master ® 720 SL (sal monosódica del ácido metilarsónico) han logrado efectos positivos sobre el control de *Paspalum* sp., sin embargo, se ha demostrado que estos productos contienen características inapropiadas, presentando una toxicología de alto riesgo para mamíferos y pueden llegar a provocar una fitotoxicidad sobre las especies de césped deseado.

Entre los herbicidas que pueden afectar al *C. dactylon* se encuentran el fusilade II en aplicaciones secuenciales en 0.21 kg/ha – 0.42 kg/ha + Turflon® ester a 2.24 kg/ha en un intervalo de cuatro semanas durante varios ciclos del cultivo. Acclaim® extra puede ser aplicado en 1.40 kg/ha – 1.96 kg/ha + Turflon® ester a 2.24 kg/ha con intervalo de cuatro semanas. Sin embargo, la Universidad de Tennessee ha dado a conocer que las aplicaciones de Acclaim® extra resultan ser menos eficaces que los resultados con fusilade II. El glifosato es utilizado para el control de diferentes especies de *C. dactylon*., pero al no ser un herbicida selectivo este producto requiere de aplicaciones precisas (Breedon, Brosnan, & Samples, 2010).

Un estudio sobre el control de arvenses que afectan en campos de césped de *C. dactylon*, demostró que el herbicida atrazina puede dar efectos positivos utilizando 1.12 kg i.a/ha, pero para una mayor consistencia fue necesario la cantidad de 2.25 kg i.a/ha o 1.12 kg i.a/ha en dos de las aplicaciones realizadas. Sin embargo, en este estudio se mostró que al momento de utilizar atrazina en enero las arvenses fueron controladas a lo largo del invierno o a principios de la primavera, permitiendo disminuir la cantidad de aplicaciones del producto, siendo innecesaria una segunda aplicación para el control de arvenses (Johnson, 1973).

Las aplicaciones pulverizadas del herbicida mesotriona fueron utilizadas para lesiones sobre *Paspalum* sp. en la costa. Las aplicaciones de mesotriona reducen el color verde del *Paspalum* sp. La mesotriona resulta ser muy soluble en agua, presentando problemas de lixiviación de bajo a muy alto. Por lo cual, se debe cuidar de no regar en exceso y no aplicar durante fuertes lluvias, de esta forma se aumenta la residencia del herbicida en el área radicular de la planta, permitiendo una mayor absorción del producto (Lindsey, DeFrank, & Cheng, 2019).

Según Pool (2005), el herbicida metolaclor es utilizado para el control anual del césped de los campos deportivos durante el verano. Del cual se ha demostrado que presenta una reducción en cuanto a la calidad del césped de *Paspalum* sp.

Luna (2021), realizó un estudio sobre el rendimiento y los costos del control de maleza a través del control químico y mecánico, donde utilizó un análisis de varianza al 5 % de significancia entre tratamientos para los datos que presentaban una distribución normal y para los datos que no cumplían con una distribución normal utilizó la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, usando esta prueba para la variable rendimiento

encontrando significancia estadística entre tratamientos en las tres evaluaciones realizadas (60, 120 y 180 días).

Según Martínez (2019), quien realizó un estudio sobre la estimación de la diversidad de plantas arvenses en cultivos y el impacto que estas tienen en la agricultura, resaltando la importancia de identificar las plantas arvenses que se encuentran asociadas a un determinado cultivo para conocer los efectos que puede tener su presencia, el manejo y los beneficios que también pueden proporcionar, para lo cual utilizó un análisis de datos con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Permitiendo conocer que puede haber una alta diversidad de plantas arvenses asociadas a cultivos tecnificados en donde se compite por espacio, nutrientes y agua.

2.2.3 Antecedentes del municipio Guanagazapa, Escuintla

No se tiene un estimado sobre la fecha oficial del momento en que fue fundado el municipio, sabiendo que puede ser bastante antiguo ya que estuvo en distintos lugares. El primer lugar que fue establecido fue en un valle, donde se ubicaron los primeros pobladores. Dicho lugar fue devastado por un incendio, lo que provocó que los pobladores tuvieran que marcharse a un nuevo lugar. Las personas que se trasladaron en busca de un nuevo lugar se situaron en un paraje denominado Los Apantes. El municipio de Guanagazapa es enunciado en la Constitución Política del Estado de Guatemala difundido por la Asamblea Constituyente en la fecha del 12 de octubre de 1825, correspondiente al departamento de Escuintla (Zarceño, 2013).

A. Ubicación geográfica, límites y vías de acceso al municipio

El municipio se localiza en el sur-este de Escuintla, el cual colinda hacia el norte con el municipio conocido como San Vicente de Pacaya, al este con el Pueblo Nuevo Viñas y Taxisco, ambos pertenecen al departamento de Santa Rosa, al sur se localiza Iztapa (Escuintla), y al oeste colinda con Masagua y Escuintla (Zarceño, 2013).

La extensión territorial del municipio es de 220 km², el cual contiene un 0.20 % del territorio nacional (108,889 km²) y un 5.02 % en lo que se refiere al departamento de

Escuintla (4,384 km²). Sus respectivas coordenadas son: latitud 14° 13' 28" norte y longitud 90°38'40" oeste, referente al meridiano de Greenwich, ubicándose a 23 km de la cabecera del departamento de Escuintla y a 82 km de la ciudad capital, presentando una altura de 315 m s.n.m. (Zarceño, 2013).

B. Clima

Cuenta con dos estaciones, una seca que abarca desde el mes de noviembre hasta abril y una lluviosa, que cubre desde mayo a octubre, con una precipitación máxima de 381.8 mm anual, presenta una temperatura mínima de 25.3 °C y una máxima de 28.25 °C, en cuanto a la humedad relativa se estima una mínima de 85.17 % y una máxima de 97.16 % (ICC, 2019).

C. Orografía

El municipio de Guanagazapa presenta suelos que le conciernen a la división fisiográfica del declive y al litoral del Pacífico; la topografía del lugar es irregular, quebrada alrededor de un 40 % correspondiente a la parte nor-oriental y plano en la parte sur (Zarceño, 2013).

En la extensión de la topografía del municipio, 130.97 km² corresponden al territorio plano, el 60 % de la totalidad de la extensión, 76.23 representa el 35 % del terreno quebrado, 12.80 pertenece a la parte de mayor altura siendo un 5 % del total (Zarceño, 2013).

D. Actividades culturales y deportivas

Las costumbres y tradiciones a las que se les da mayor importancia es la feria que se lleva a cabo para festejar en honor al patrono San Lorenzo, en la fecha del 12 al 16 de febrero y la feria principal del 8 al 10 de agosto. El plato típico es el caldo de gallina criolla, el cual es consumido por los pobladores del lugar y visitantes (Zarceño, 2013).

El municipio posee un estadio municipal denominado Los Mangos, con una circulación de metal en el cual, se realizan actividades como jaripeos ya sea regional o internacional y un polideportivo, pudiendo realizar juegos de baloncesto, voleibol, futbol y otras actividades culturales que pertenecen al lugar. En las comunidades del Brito y La Unión se encuentran establecidas canchas deportivas (Zarceño, 2013).

2.2.4 Fundación de la aldea Brito

Alrededor de 60 años atrás, la aldea Brito consistía de un área montañosa la cual abarcaba desde el kilómetro 81 hacia las cercanías del municipio del departamento de Escuintla, dado a eso se conocía como Montaña bonita por su alto contenido en fauna silvestre y flora (Fundazucar, 2014).

Al pasar los años los hijos fueron estableciendo su propia familia y así se fue dando el inicio de la fundación de la aldea, habitándose cada vez un poco más ya que la familia Brito decidió vender terrenos a las personas que estuvieran interesadas (Fundazucar, 2014).

A. Localización de la aldea Brito

La aldea Brito se ubica en el municipio de Guanagazapa que pertenece al departamento de Escuintla, encontrándose a 17 km de la cabecera municipal, la aldea posee una carretera asfaltada por la cual puede transitarse durante todo el año. La aldea Brito se ubica a 25 km del municipio de Escuintla empleando la carretera interamericana que lleva hasta la frontera de El Salvador (Fundazucar, 2014).

B. Topografía

La topografía de la aldea Brito presenta relieves planos y ciertas áreas onduladas, el suelo es clasificado como barroso y áreas arenosas, por otro lado, también contiene áreas con tierra negra y textura franca (Fundazucar, 2014).

C. Datos poblacionales

Por medio del censo poblacional que se llevó a cabo por el personal salubrista realizado el año 2013, determina que hay una población total de 945 mujeres y 1,028 hombres, estableciéndose una población total de 1,973 habitantes (Fundazucar, 2014).

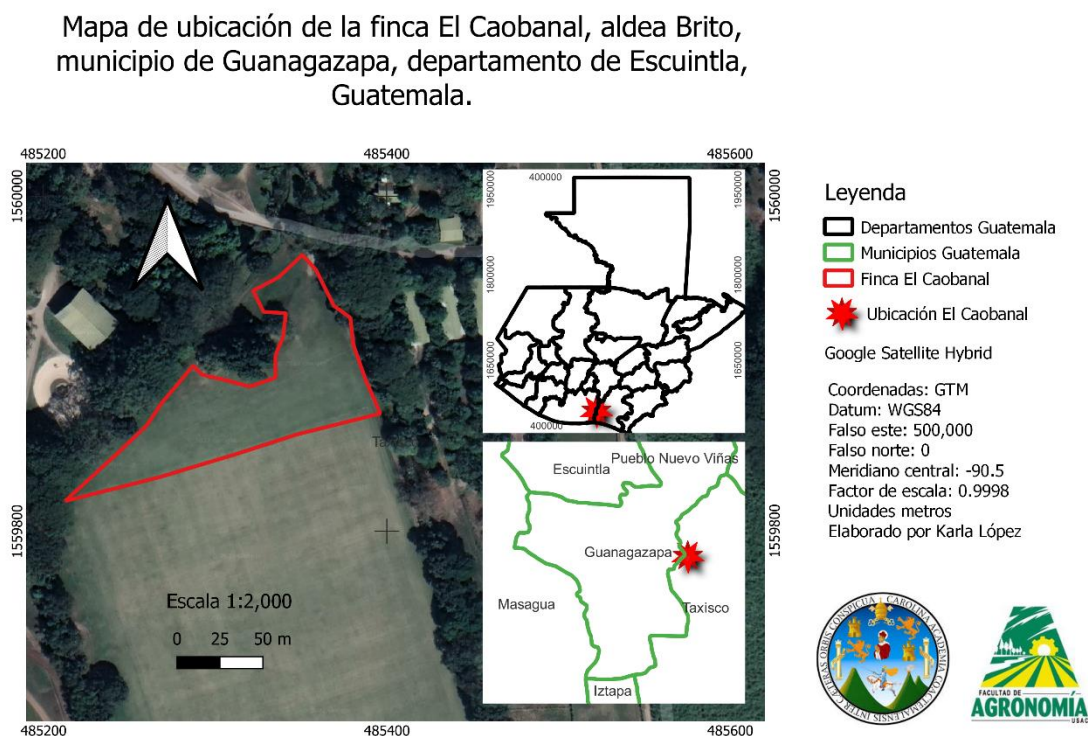
D. Hidrografía

Al sur de la aldea Brito se encuentra el recorrido del río Asuchio y al norte el río Michatoya. El río Michatoya presenta altos riesgos para la comunidad lo cual se debe a su fuerte caudal generalmente en la época de invierno, ya que, al momento de presentarse tormentas tropicales, estas aumentan el nivel del afluente de agua llegando a provocar desbordes en áreas pobladas, así mismo provocando fuertes pérdidas en los cultivos y viviendas (Fundazucar, 2014).

Según los estudios de Fundazucar (2014), indican que se requiere llevar un control sobre los recursos hídricos que se encuentran en la comunidad ya que se presentan altos niveles de contaminación.

2.2.5 Finca El Caobanal

La finca El Caobanal fue fundada en 1812, se ubica en el departamento de Escuintla, Guatemala. Presenta una altitud de 24 m s.n.m, con coordenadas $14^{\circ} 6' 0''$ N y $90^{\circ} 37' 60''$ W en formato DMS (grados, minutos, segundos). Cuenta con un total de 1220 hectáreas, una precipitación de 2,000 mm/año a 2,500 mm/año y una temperatura de 30.5°C (Getamap, 2019). En la figura 1 se observa el mapa de ubicación de la finca El Caobanal:



Fuente: elaboración propia, 2022.

Figura 1. Mapa de ubicación geográfica, departamento de Escuintla, Guatemala.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Evaluar la sensibilidad de diferentes ingredientes activos en *Cynodon dactylon* L. y *Paspalum notatum* F. en el campo de polo, finca El Caobanal, Escuintla.

3.2 Objetivos específicos

1. Determinar el producto que presente mayor control de *Paspalum notatum* F. y no comprometa el desarrollo del *Cynodon dactylon* L.
2. Conocer el porcentaje de fitotoxicidad de los diferentes ingredientes activos sobre *Cynodon dactylon* L. y *Paspalum notatum* F.
3. Estimar los días control sobre el efecto que presenten los diferentes herbicidas sobre *Cynodon dactylon* L. y *Paspalum notatum* F.

4. HIPÓTESIS

Cynodon dactylon L. y *Paspalum notatum* F. poseen diferente grado de sensibilidad a herbicidas comerciales empleados para el control de gramíneas.

5. METODOLOGÍA

5.1 Diseño experimental

Se utilizó un diseño en bloques completos al azar bifactorial con arreglo combinatorio, donde se establecieron cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

5.2 Descripción de tratamientos

Se evaluaron cuatro herbicidas selectivos que se describen en el cuadro 3, para el control de *P. notatum* en la finca El Caobanal, Escuintla, Guatemala.

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos.

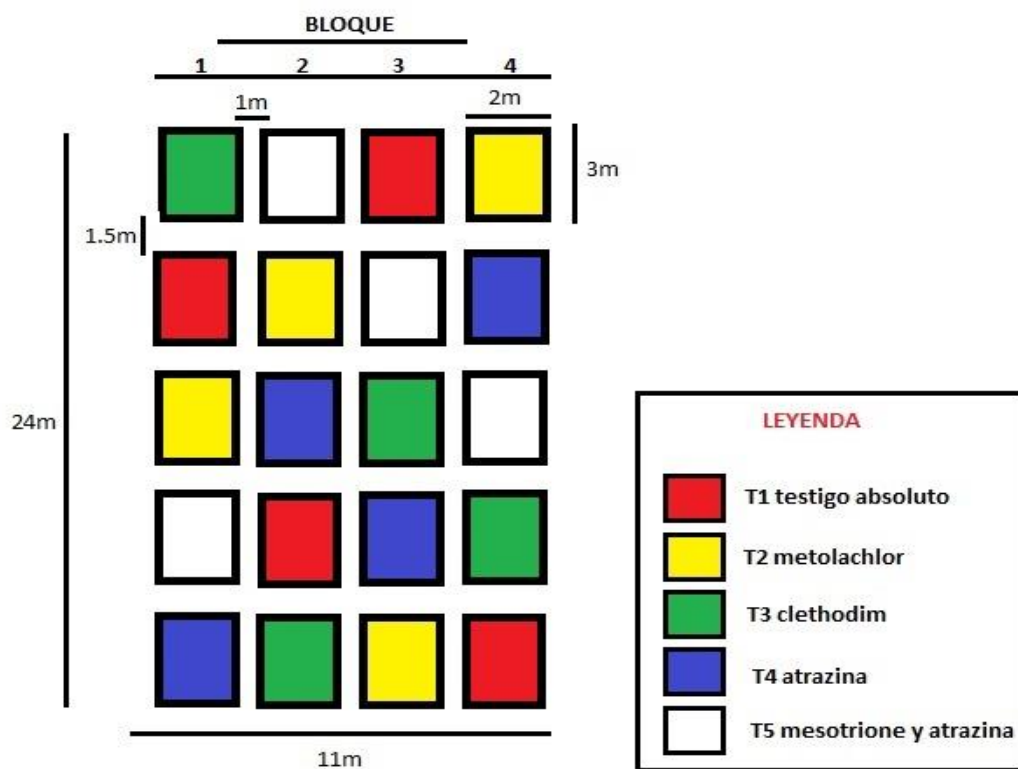
Tratamientos	Producto comercial	Ingrediente activo	Dosis
T1	Testigo absoluto		
T2	Dual Gold ® 96 EC	metolachlor	1 L/ha
T3	Select ® 24 EC	clethodim	1.50 L/ha
T4	Gesaprim ® 90 WG	atrazina	3 kg/ha
T5	Calaris ® 44.36 SC	mesotrione y atrazina	1.50 L/ha

Fuente: elaboración propia, 2019.

- El coadyuvante Break Thru ® será aplicado a una dosis de 1 ml/L, permitiendo una cobertura del producto con mayor velocidad.
- El volumen de referencia es de 285 L/ha, el cual, es utilizado en pasturas.

5.3 Descripción de la unidad experimental.

La unidad experimental tuvo un área total de 264 m² y cada tratamiento se segmentó en un área de 6 m² cada uno, diferenciando cada tratamiento por color.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 2. Detalle del diseño de la unidad experimental.

5.4 Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + \varepsilon_{ijk} \quad \left\{ \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, b \\ k = 1, 2, \dots, r \end{array} \right.$$

Y_{ijk} = variable de respuesta referida al porcentaje de fitotoxicidad en *C. dactylon* y *P. notatum*.

μ = media general de la variable respuesta: porcentaje de fitotoxicidad en *C. dactylon* y *P. notatum*.

α_i = efecto de los herbicidas sobre *C. dactylon*.

β_j = efecto de los herbicidas sobre *P. notatum*.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = efecto de la interacción del rendimiento de *C. dactylon* y *P. notatum* a los herbicidas utilizados.

γ_k = efecto de los bloques.

ε_{ijk} = error asociado a la ijk -ésima unidad experimental.

5.5 Variables de respuesta

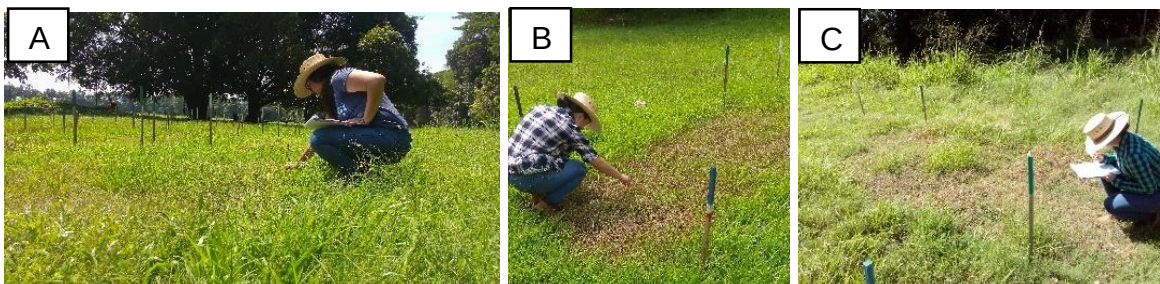
Las variables de respuesta para la evaluación del rendimiento de *C. dactylon* y *P. notatum* con la aplicación de los herbicidas selectivos fueron las siguientes:

- Porcentaje de fitotoxicidad en *C. dactylon* y *P. notatum*, al ser expuestos a los herbicidas.
- Días control sobre la población *P. notatum* con la aplicación de los herbicidas.

5.6 Porcentaje de fitotoxicidad en *C. dactylon* y *P. notatum*, al ser expuestos a los herbicidas

Para obtener esta variable se utilizó la escala rochecouste (Cuadro 4), la cual proporciona características que permitieron su clasificación en campo como se

observa en la figura 3, siendo totalmente cualitativas. Se procedió a realizar lecturas a los 8, 15 y 30 días después de la aplicación de los herbicidas.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 3. Lectura de resultados realizadas a los 8, 15 y 30 días después de la aplicación con la escala rochecouste. (A) lectura realizada a los 8 días, (B) lectura a los 15 días y (C) lectura a los 30 días para determinar el porcentaje de fitotoxicidad en *C. dactylon* y *P. notatum*.

5.7 Días control sobre la población *P. notatum* con la aplicación de los herbicidas

El control sobre *P. notatum* con los herbicidas utilizados (Cuadro 3) fue percibido a los 15 días después de la aplicación, observándose mayores daños a los 30 días con el producto clethodim, sin embargo, los demás tratamientos presentaron un decaimiento en su control. Por lo tanto, de los productos utilizados solo uno tuvo resultados favorables (T3) para el control de la arvense y los demás no tuvieron un control eficiente sobre *P. notatum*, observándose rebrotes de dicha población. Esto pudo determinarse por medio de una determinación visual con el uso de la escala rochecouste (Cuadro 4).

A los 15 días se pudo observar que los herbicidas Select ® 24 EC (clethodim), Gesaprim ® 90 WG (atrazina) y Calaris ® 44.36 SC (mesotrione y atrazina) provocaron media atrofia, fuerte clorosis (o coloración rojiza) y ligera necrosis según la escala rochecouste. Presentando un menor control a los 30 días, aunque los

efectos de Select ® 24 EC (clethodim) se mantuvieron provocando media atrofia, fuerte clorosis (o coloración rojiza), ligera necrosis y algunas plantas muertas. A pesar de los efectos provocados por los herbicidas a dicha arvense, el control no fue lo suficientemente alto para evitar un rebrote y resistencia hacia los productos.

5.8 Material y equipo personal

- Mascarilla de carbón activado.
- Guantes de nitrilo.
- Botas de hule.
- Sombrero o gorra.
- Lentes de protección.
- Traje de protección (camisa manga larga y pantalón).
- Aplicación metrónomo: para la calibración de la bomba y definir la velocidad del paso en la aplicación.
- Audífonos: se llevó un control sobre la velocidad del paso al momento de aplicar los productos.
- Cámara.

5.9 Material y equipo de aplicación

- Cinta métrica.
- Rafia: es un complemento para facilitar la medición de cada unidad experimental.
- 80 estacas para delimitar cada unidad experimental.
- Aerosoles para pintar las estacas, utilizando color rojo, amarillo, verde, azul y blanco.
- Mazo o martillo.
- Bomba de mochila Matabi 16 L.
- Boquilla de abanico TJ 8002 (ángulo de 80° con una descarga de 0.013 L/s).
- Acetona para limpiar el residuo entre productos, evitando la contaminación cruzada.
- Masking tape para hacer identificaciones y marcar productos aplicados.
Cinco Jeringas de 5 ml para la medición de cada producto.

5.10 Porcentaje de fitotoxicidad

El porcentaje de fitotoxicidad se evaluó por medio de un diagnóstico visual sobre los efectos provocados por los diferentes herbicidas selectivos en cada unidad experimental. Se utilizó la escala rochecouste que se describe en el cuadro 4 para la evaluación de los daños sobre *C. dactylon* y *P. notatum*.

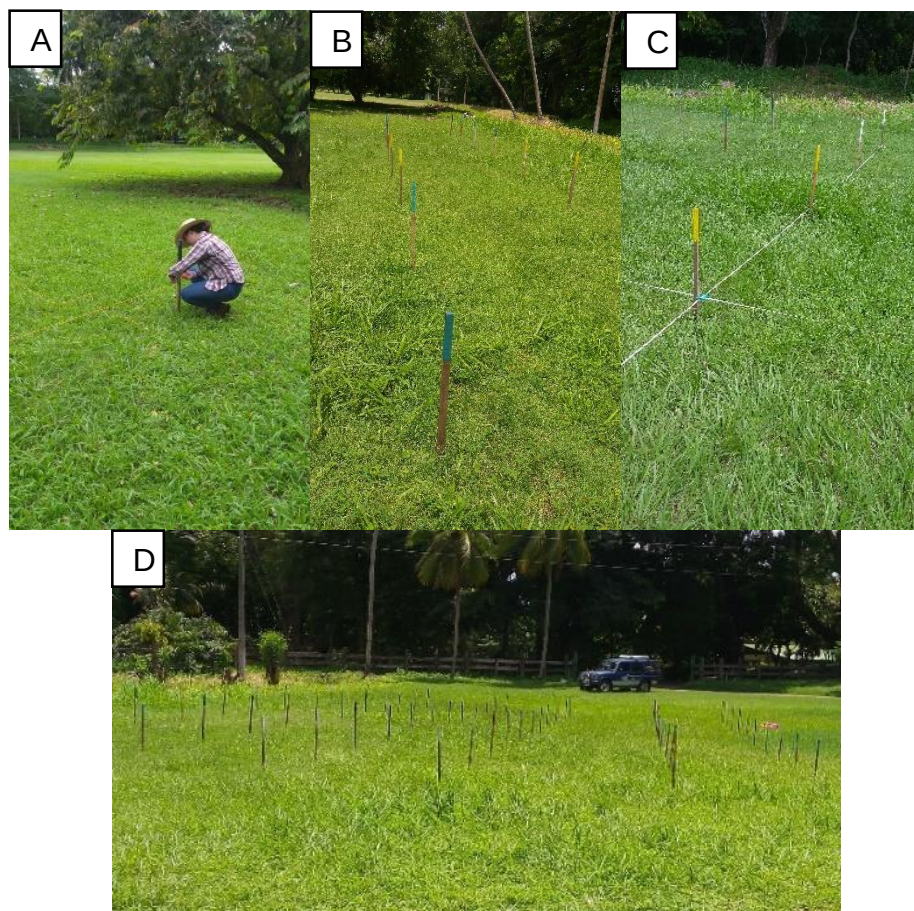
Cuadro 4. Descripción de la escala rochecouste para la determinación del porcentaje de fitotoxicidad en arvenses.

Porcentaje de Control/Daño (%)	Sintomatología
1-10	Sin efectos aparentes
11-20	Ligera atrofia y/o clorosis (puntos rojos)
21-30	Ligera atrofia, mediana clorosis y ligera Necrosis
31-40	Media atrofia, fuerte clorosis (o coloración rojiza), ligera necrosis
41-50	Media atrofia, fuerte clorosis (o coloración rojiza), ligera necrosis, algunas plantas muertas
51-60	Fuerte atrofia, y/o incremento en el número de plantas muertas
61-70	Entre 61 % y 70 % de las plantas muertas
71-80	Entre 71 % y 80 % de las plantas muertas
81-90	Entre 81 % y 90 % de las plantas muertas
91-100	Entre 91 % y 100 % de las plantas muertas

Fuente: Autrán, Puricelli, & Andrés (2013).

5.11 Establecimiento del área experimental

El experimento se llevó a cabo a orillas del campo de polo de la finca El Caobanal, localizado en el departamento de Escuintla, Guatemala. Siendo afectado por la población de *P. notatum* en los céspedes de *C. dactylon*.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 4. Establecimiento de la unidad experimental. A) medición de cada unidad experimental, B y C) selección de las estacas de madera para identificar cada unidad experimental, las estacas fueron diferenciadas por color para identificar cada tratamiento, D) Establecimiento de los bloques con los cinco tratamientos y sus repeticiones.

5.12 Calibración del equipo

En la calibración del equipo para la aplicación de los productos se realizó una descarga de la bomba de mochila Matabi 16 L, boquilla de abanico TJ 8002 por el tiempo de un minuto, donde se obtuvo un volumen de 450 ml, lo que es igual a 0.45 L. Posteriormente se trazaron 10 m para calcular la velocidad de los pasos (con la

ayuda de un metrónomo) para la realizar la aplicación de cada producto en cada unidad experimental, el cálculo se realizó de la siguiente forma:

$$\frac{285L}{0.45Lmin} = 633.33 \text{ min} * \frac{60seg}{min} = 38,000 \text{ s/ha}$$

$$= 38 \text{ s/10 m}$$

5.13 Aplicación de los productos

La aplicación de los herbicidas (Cuadro 3) fueron aplicados con bomba de mochila Matabi de 16 L y una boquilla de abanico TeeJet 8002 (ángulo de 80° con una descarga de 0.20 gal/min). Cada unidad experimental tenía una dimensión de 2 m de ancho y 3 m de longitud, con un espacio entre calle de 1 m de ancho y 1.50 m de longitud. Los tratamientos fueron preparados el mismo día de la aplicación, con las dosis establecidas por cada tratamiento (Cuadro 3) utilizando jeringas de 5 ml por cada producto. En la figura 5 se observa el proceso de preparación y aplicación de cada producto.

Se utilizó una boquilla de abanico ya que son mayores eficientes para usarse en aspersiones (coberturas completas) de productos por la superficie del suelo, permitiendo un mayor control sobre las arvenses pequeñas. El ancho del ángulo de una boquilla da lugar a que el brazo del pulverizador esté más cerca del suelo, disminuyendo los problemas de la dispersión del producto cuando haya fuertes vientos (Moreno, 2011).

El equipo de aplicación se enjuagó tres veces entre tratamientos para evitar una contaminación cruzada, en la segunda lavada se agregó 1 ml de acetona y en la tercera solamente agua. La aplicación se realizó por la mañana para reducir el riesgo de la deriva. Los herbicidas fueron aplicados el 18 de enero del 2,019.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 5. Aplicación de los herbicidas selectivos. A) preparación de los productos, B y C) aplicación de cada tratamiento.

5.14 Análisis experimental

Los resultados obtenidos durante las lecturas de los tratamientos en campo sobre el efecto que presentaron los diferentes herbicidas en *C. dactylon* y *P. notatum* fueron analizados por medio de una prueba no paramétrica utilizando la prueba de Kruskal-Wallis con un nivel de significancia del 5 % en lugar de un análisis de varianza (ANDEVA), debido al incumplimiento de los supuestos (Figuras 7 y 8), en el cual no se percibieron diferencias significativas entre los tratamientos y el control de las arvenses, para lo cual se utilizó el programa de INFOSTAT, sin embargo, en las gráficas se observan diferencias en las medias pero debido a la variabilidad de los datos estos no fueron percibidos por la varianza.

5.14.1 Porcentaje de fitotoxicidad en *C. dactylon* y *P. notatum* por efectos de los herbicidas selectivos a los 8, 15 y 30 días después de la aplicación

Ho: El porcentaje de fitotoxicidad a los efectos de los herbicidas en *C. dactylon* y *P. notatum* a los 8, 15 y 30 días después de su aplicación en la unidad experimental no presentan diferencia significativa.

H1: Hay diferencia significativa en el porcentaje de fitotoxicidad a los efectos de los herbicidas en *C. dactylon* y *P. notatum* a los 8, 15 y 30 días después de su aplicación en la unidad experimental.

5.14.2 Días control sobre *P. notatum* con la aplicación de los herbicidas a los 8, 15 y 30 días

Ho: No existe diferencia sobre los días control en *P. notatum* con la aplicación de los herbicidas a los 8, 15 y 30 días.

H1: Existe diferencia sobre los días control en *P. notatum* con la aplicación de los herbicidas a los 8, 15 y 30 días.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Evaluación de productos para el control de *P. notatum* y *C. dactylon*

Se realizó una evaluación de la sensibilidad de *P. notatum* y *C. dactylon* a la aplicación de herbicidas selectivos en la finca El Caobanal, Escuintla, Guatemala. Donde las parcelas presentaban uniformidad en su crecimiento para la aplicación (Figura 6), indicando que los tratamientos se aplicaron en condiciones adecuadas para poder evaluar el control de *P. notatum* y el efecto que tendrían sobre *C. dactylon*. Tomando resultados a los 8, 15 y 30 días después de la aplicación. Posteriormente, se realizó un análisis no paramétrico con la prueba de Kruskal-Wallis para la evaluación de resultados.



Figura 6. Área de aplicación para la evaluación de los herbicidas en *C. dactylon* y *P. notatum*.

Al realizar el análisis estadístico de varianza (ANDEVA) no se cumplió con los supuestos de normalidad, dado a que la prueba de Shapiro-Wilk dio un resultado de p valor de 0.0020, por lo que se concluye que los residuos no tienen una distribución normal (Cuadro 5), siendo necesario para realizar un análisis paramétrico, para su verificación se realizó un gráfico de QQ-plot donde se muestran datos atípicos alejados de la recta, sin una distribución normal (Figura 7) y el gráfico de la homocedasticidad (Figura 8), por lo que se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis debido a que no asume la normalidad en los datos, lo contrario al ANOVA tradicional. Esta prueba es utilizada para varias muestras independientes, lo opuesto a otras pruebas no paramétricas (Quispe, Calla, Yangali, Rodríguez, & Pumacayo, 2019).

Cuadro 5. Prueba de Shapiro-Wilk

Variable	n	Media	D.E.	W*	P (Unilateral D)
RDUO rendimiento	120	0.00	8.52	0.95	0.0020

La prueba de Shapiro-Wilk nos indica que los datos no cumplen con una distribución normal al darnos como resultado el valor de p 0.0020, siendo inferior al nivel de significancia del 0.05. Es necesario que se cumpla el supuesto de normalidad para realizar un ANOVA dado a que es una distribución paramétrica, al no cumplirse, se decidió utilizar una prueba no paramétrica.

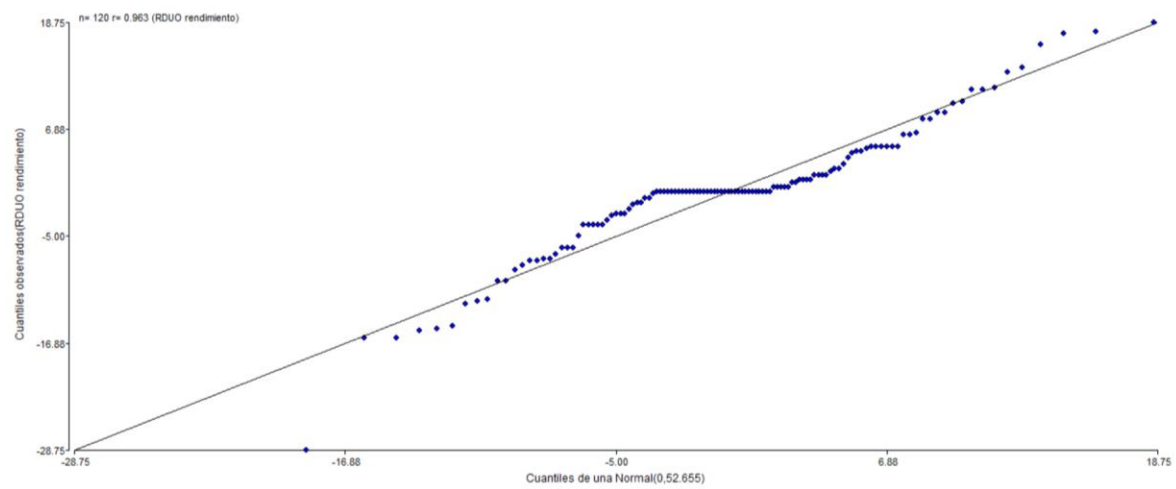


Figura 7. Gráfica QQ-plot. Los datos no presentan una distribución normal, hay datos atípicos alejados de la recta.

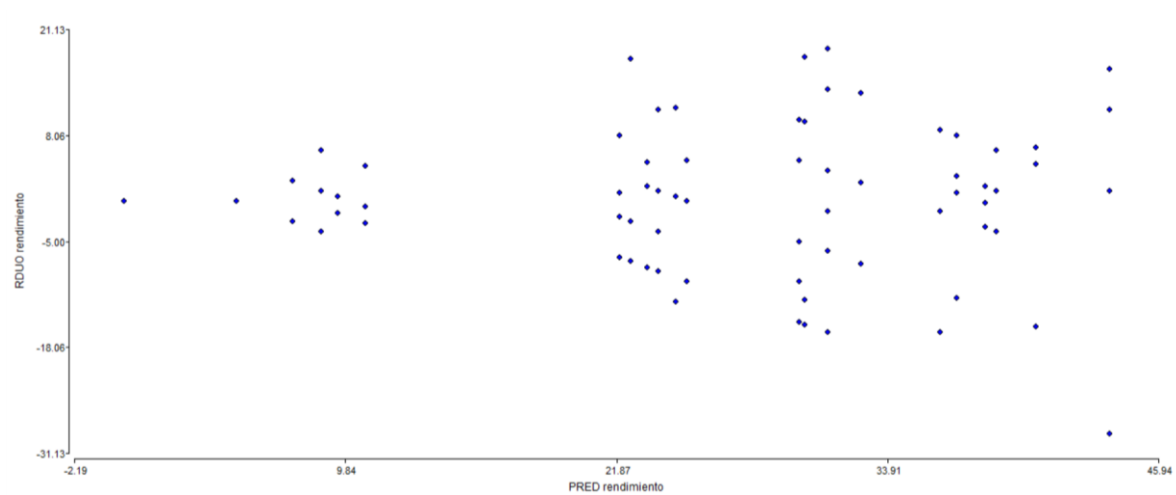


Figura 8. Gráfica de la dispersión de puntos. Los datos son heterocedásticos.

6.2 Porcentaje de fitotoxicidad de los herbicidas sobre *C. dactylon* y *P. notatum*

6.2.1 Evaluación a los 8 días después de la aplicación

A los 8 días después de la aplicación, las lecturas indicaron que el herbicida Gesaprim® 90 WG a una dosis de 3 kg/ha presentó un mejor control sobre *P. notatum*, sin embargo, también se observaron daños en *C. dactylon*. Los cuales fueron identificados como tratamientos 3, 4 y 5. En la figura 9 se observan los resultados del porcentaje de fitotoxicidad a los 8 días después de la aplicación.

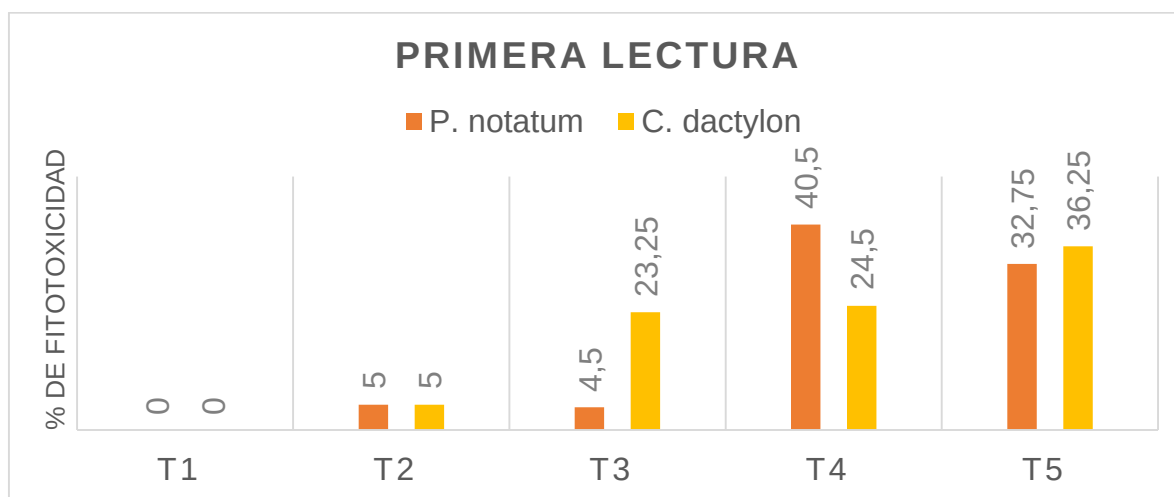


Figura 9. Gráfica del porcentaje (%) de fitotoxicidad de *P. notatum* y *C. dactylon* 8 días después de la aplicación.

En la gráfica de la primera lectura de resultados (Figura 9) se pudo observar que con atrazina (T4) hubo mayores efectos de fitotoxicidad en *P. notatum* debido a su acción en la planta, siendo sistémica y residual, al ser absorbido por la planta este se trasloca en sentido acrópeto a través del xilema hacia las zonas de la planta donde ejecuta su acción, como en meristemos apicales y hojas, inhibiendo la fotosíntesis y demás procesos enzimáticos (Candela, 2016). Sin embargo, con la mayoría de los productos se tuvieron efectos de atrofia y clorosis en *C. dactylon*, observándose mayores daños con mesotrione+atrazina (T5).

El producto mesotrione+atrazina (T5) provocó daño en ambas arvenses, dejando una leve diferencia en cuanto al daño provocado en *P. notatum*. Este producto, al contener dos ingredientes activos tiende a minimizar el riesgo de resistencia y también por inhibir la enzima HPPD (hidroxil-fenil-piruvato deshidrogenasa), utilizada para la transformación de tirosina a plastoquinina, siendo fundamental para la fotosíntesis, lo que provoca la muerte de la planta (Henriquez, 2016). Sin embargo, los daños provocados a los 8 días después de la aplicación no demostraron un control eficiente sobre *P. notatum*, lo cual no es bueno para el desarrollo de *C. dactylon* en los campos de polo. En la figura 10 se observan los resultados de la primera lectura.



Figura 10. Lectura a los ocho días después de la aplicación. A) T1: testigo absoluto; B) T2: Dual Gold ® 96 EC; C) T3: Select ® 24 EC; D) T4: Gesaprim ® 90 WG, E) T5: Calaris ® 44.36 SC, F) Efecto de los herbicidas sobre *C. dactylon* y *P. notatum*.

6.2.2 Evaluación a los 15 días después de la aplicación

A los 15 días después de la aplicación, en la figura 11 las lecturas indicaron que los herbicidas Duald Gold ® 96EC con dosis de 1 L/ha, Select ® 24 EC a una dosis de 1.5 L/ha, Gesaprim ® 90 WG con una dosis de 3 kg/ha y Calaris ® 44.36 SC con dosis de 1.5 L/ha presentaron un control superior sobre *P. notatum*, sin embargo, los daños observados sobre *C. dactylon* fueron similares, encontrándose una leve diferencia entre los efectos sobre *P. notatum* y *C. dactylon*. Los cuales fueron identificados como tratamientos 2, 3, 4 y 5.

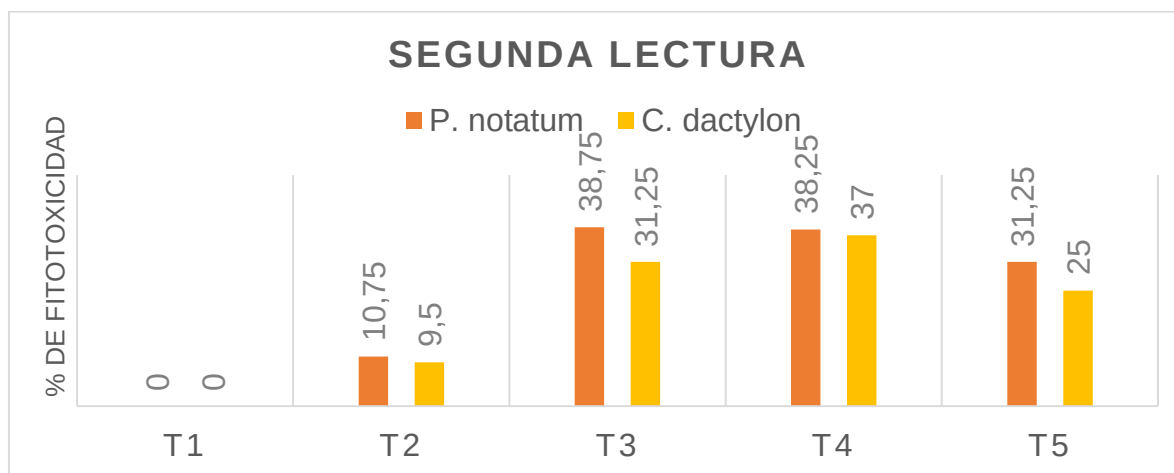


Figura 11. Gráfica del porcentaje (%) de fitotoxidad de *P. notatum* y *C. dactylon* a los 15 días después de la aplicación.

En la gráfica de la segunda lectura de resultados (Figura 11) a los 15 días después de la aplicación se logra observar un aumento en el control y porcentaje de fitotoxidad sobre *P. notatum* con el producto clethodim (T3) y los daños provocados por atrazina (T4) y mesotrione+atrazina (T5) siguen persistiendo. Por otro lado, los efectos provocados sobre *C. dactylon* con los tratamientos 3 y 4 siguen siendo desfavorables, aunque se logra ver una recuperación gráficamente con el producto mesotrione+atrazina (T5).

Con esta lectura podemos observar que con el producto clethodim (T3) a pesar de no presentar mayor daño a los 8 días después de la aplicación sobre *P. notatum*, a los 15 días se logró evidenciar con control y presencia de plantas muertas, elevándose el nivel del porcentaje de fitotoxicidad de 4.50 % a 38.75 % debido a que este producto actúa inhibiendo la acción de la acetil coenzima A carboxilasa, la cual, se encuentra comprometida con la catalización de nuevos ácidos grasos, deteniendo el crecimiento de tejidos jóvenes, posteriormente una clorosis y necrosis de la planta desarrollándose a partir de la semana uno y tres después de su aplicación (Espinoza, Pitty, & Trabanino, 2016). En la figura 12 se observan los efectos de los productos a los 15 días después de su aplicación.

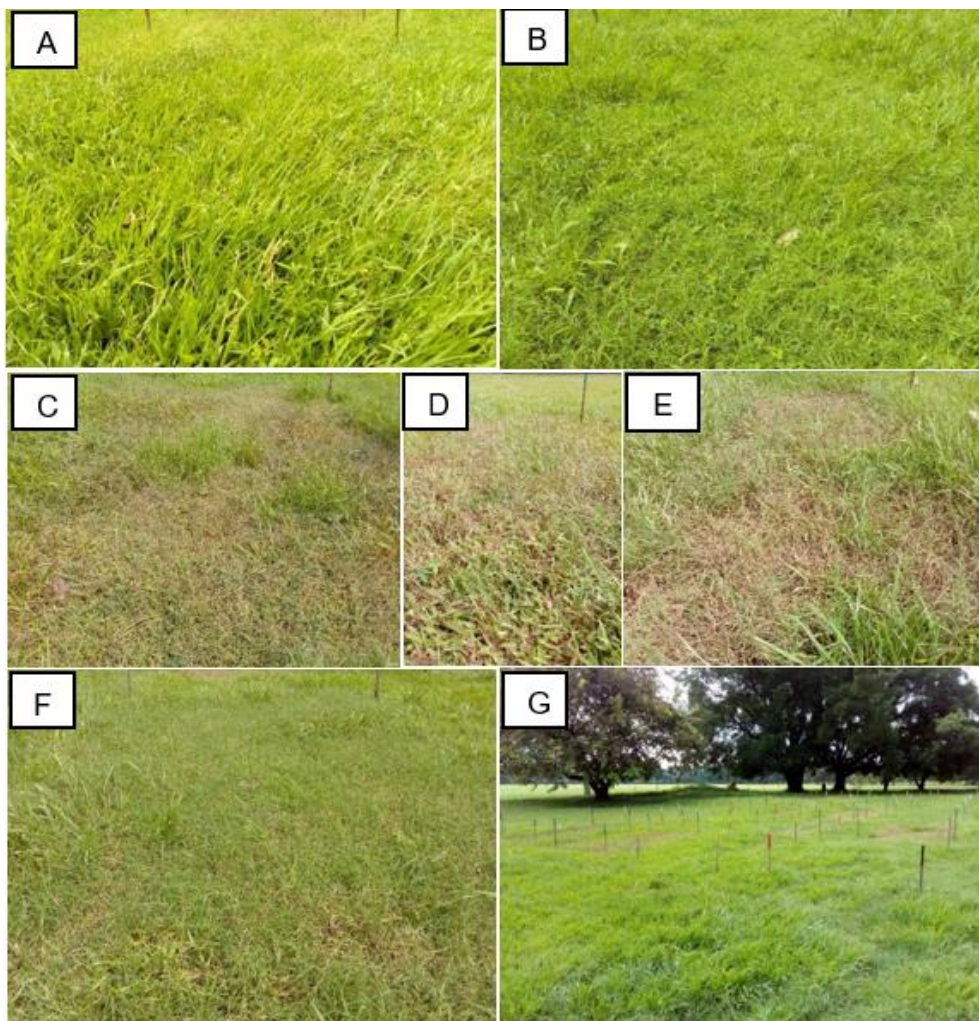


Figura 12. Lectura a los quince días después de la aplicación. A) T1: testigo absoluto, B) T2: Dual Gold ® 96 EC. C y D) T3: Select ® 24 EC, E) T4: Gesaprim ® 90 WG, F) T5: Calaris ® 44.36 SC, G) ensayo experimental.

6.2.3 Evaluación a los 30 días después de la aplicación

A los 30 días después de la aplicación, en la figura 13 las lecturas indicaron que el herbicida Select ® 24 EC a una dosis de 1.50 L/ha presentó un control superior sobre *P. notatum*, presentándose algunas plantas muertas y en *C. dactylon* se observó una mediana clorosis. Por otro lado, los tratamientos 2, 4 y 5 provocaron mayor porcentaje (%) de fitotoxicidad en *C. dactylon*.

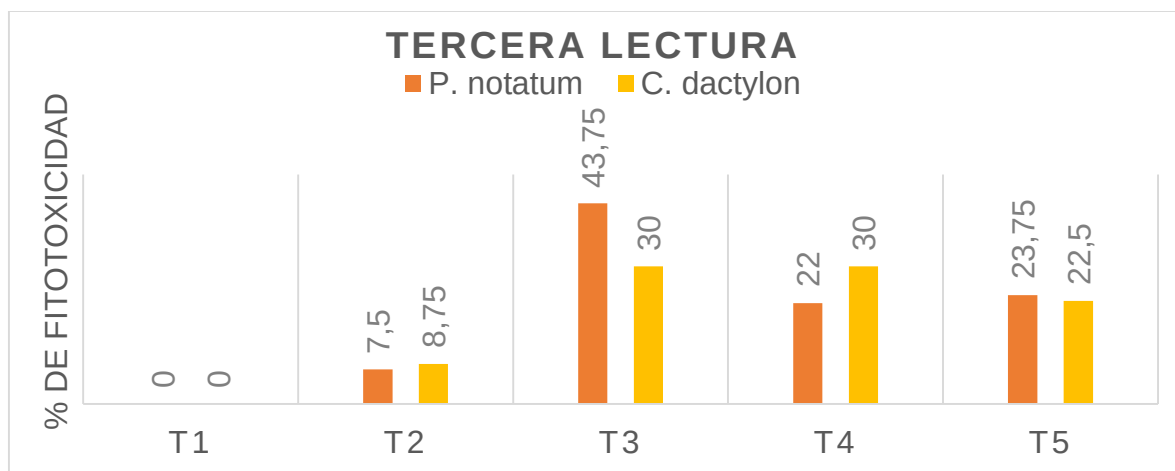


Figura 13. Gráfica del porcentaje (%) de fitotoxicidad de *P. notatum* y *C. dactylon* a los 30 días después de la aplicación.

En la tercera evaluación de resultados (Figura 13) se determina que el producto clethodim (T3) tuvo mayores efectos positivos en cuanto al control de *P. notatum*, donde se puede evidenciar un 43.75 % de fitotoxicidad, lo que indica media atrofia, fuerte clorosis, ligera necrosis y algunas plantas muertas según la escala rochecouste (Cuadro 4).

Por otro lado, los efectos que se tuvieron en *C. dactylon* fueron en disminución, demostrando que las plantas tuvieron recuperación a los daños ocasionados por los productos, encontrándose nuevos rebrotes. Además, las plantas presentan mecanismos de detoxificación, lo que puede afectar significativamente la respuesta que puedan tener los cultivos a los herbicidas lo que pudo dar lugar a la recuperación del *C. dactylon* (Candela, 2016). En la figura 14 se muestran los efectos que se tuvieron con los productos a los 30 días después de su aplicación.

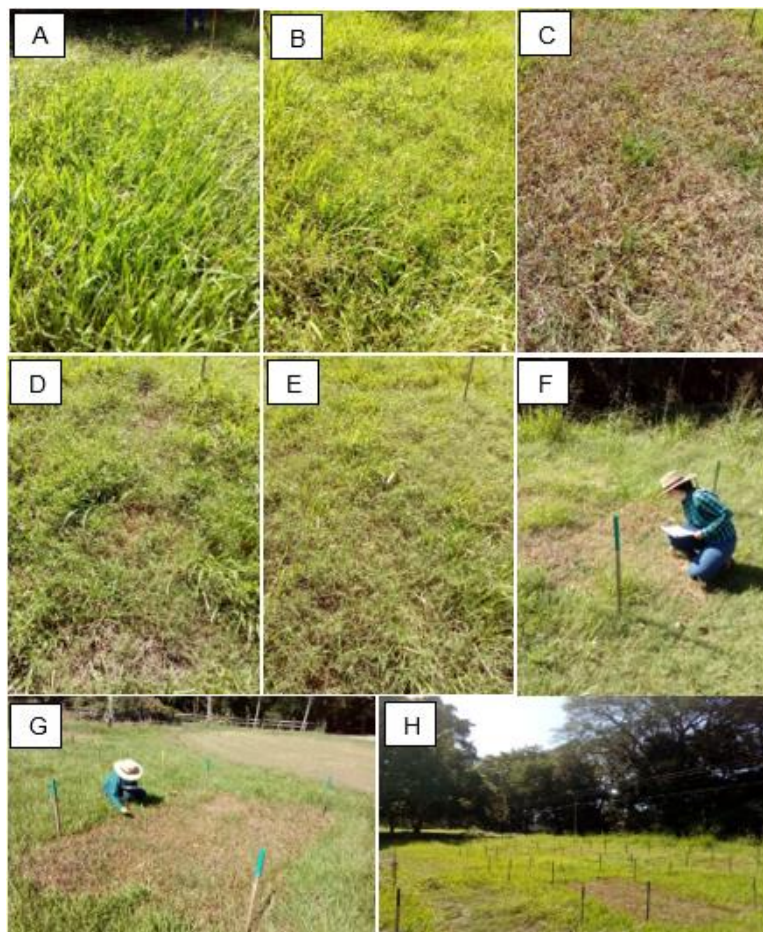


Figura 14. Lectura a los treinta días después de la aplicación. A) T1: testigo absoluto, B) T2: Dual Gold ® 96 EC, C) T3: Select ® 24 EC, D) T4: Gesaprim ® 90 WG, E) T5: Calaris ® 44.36 SC, F y G) determinación del porcentaje de fitotoxicidad en *C. dactylon* y *P. notatum*, H) Efecto de cada tratamiento.

6.3 Resultados de los días control de los diferentes herbicidas sobre *C. dactylon* y *P. notatum* por medio de la prueba Kruskal-Wallis

Para el análisis de datos con la prueba de Kruskal-Wallis se utilizó un nivel de significancia del 5 %, donde se puede observar la variabilidad de las medias en el cuadro 6:

Cuadro 6. Resumen de Kruskal-Wallis para evaluación del porcentaje de fitotoxicidad de diferentes herbicidas en *P. notatum* y *C. dactylon* a los 8, 15 y 30 días después de la aplicación.

Variable	Herbicida	Arvense	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
rendimiento	atrazina	Cynodon	12	30.50	10.10	35.00	92.40	<0.0001
rendimiento	atrazina	Paspalum	12	33.58	10.76	36.50		
rendimiento	clethodim	Cynodon	12	28.17	8.33	25.00		
rendimiento	clethodim	Paspalum	12	37.58	14.93	40.00		
rendimiento	mesotrione+atrazina	Cynodon	12	27.92	11.37	27.50		
rendimiento	mesotrione+atrazina	Paspalum	12	29.25	11.18	25.00		
rendimiento	metolachlor	Cynodon	12	7.75	3.28	6.50		
rendimiento	metolachlor	Paspalum	12	7.75	3.28	6.50		
rendimiento	testigo abs.	Cynodon	12	0.00	0.00	0.00		
rendimiento	testigo abs.	Paspalum	12	0.00	0.00	0.00		

Según el resultado de p valor que es de 0.0001, siendo menor al nivel de significancia 0.05, nos indica que si hubo una diferencia entre tratamientos utilizados para el control de *P. notatum* y *C. dactylon* por lo que se rechaza la hipótesis de igualdad. Esto da lugar a la posibilidad de encontrarse un tratamiento que proporcione resultados distintos a la evaluación del porcentaje de fitotoxicidad en las arvenses. En el cuadro 7 se observa la comparación de rangos:

Cuadro 7. Comparación de rangos para determinar si hay diferencia significativa entre tratamientos.

Tratamiento	Ranks		
Testigo abs.: Cynodon	12.50	A	
Testigo abs.: Paspalum	12.50	A	
Metolachlor: Cynodon	37.00	A	
Metolachlor: Paspalum	37.00	A	
Mesotrione+atrazina: Cynodon	78.50		B
Clethodim: Cynodon	79.42		B
Mesotrione+atrazina: Paspalum	80.83		B
Atrazina: Cynodon	83.58		B
Atrazina: Paspalum	89.33		B
Clethodim: Paspalum	94.33		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La comparación de rangos (Cuadro 7) permite identificar cuál de los tratamientos está marcando una diferencia en cuanto a la evaluación de los efectos de los herbicidas en *P. notatum* y *C. dactylon*, lo que nos lleva a que metolachlor no presentó ningún efecto que fuera significativo para el control de las arvenses por lo que está contenido en la letra A en común con el testigo absoluto.

Por otro lado, los demás tratamientos se encuentran contenidos con una misma letra en común lo que nos dice que no hay diferencia significativa entre los tratamientos mesotrione+atrazina, atrazina y clethodim en ambas arvenses, demostrando que los productos utilizados para el control de *P. notatum* comprometieron el desarrollo de *C. dactylon*. Sin embargo, con clethodim (T3) podemos decir que presentó mayores efectos de fitotoxicidad en *P. notatum* que lo que provocó en *C. dactylon* pero no fue lo suficiente para ser percibido y clasificado con diferente letra. En la figura 15 se observan los resultados que se obtuvieron a los 8, 15 y 30 días después de su aplicación en *P. notatum*.

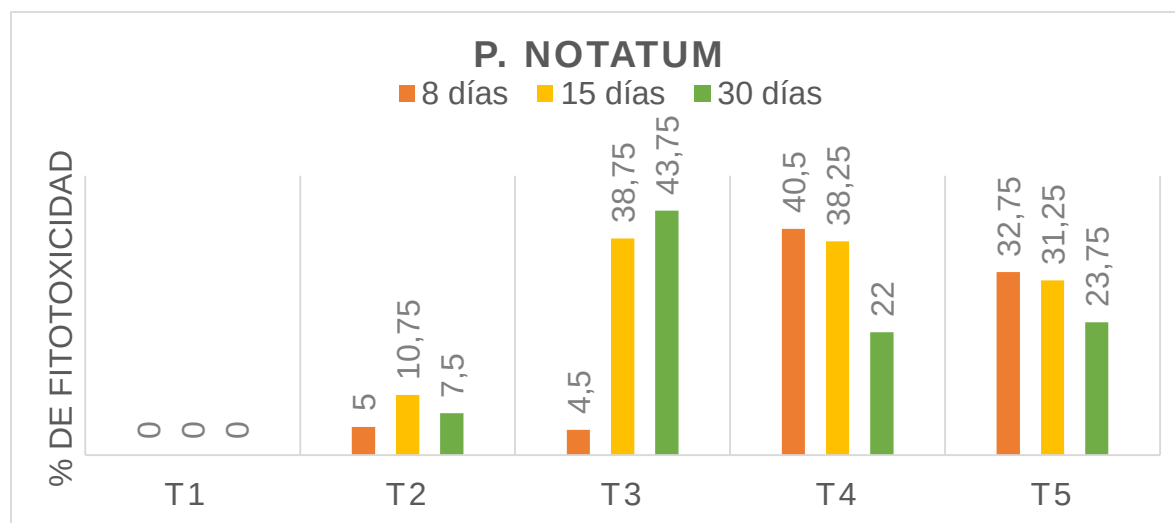


Figura 15. Gráfica del porcentaje (%) de fitotoxicidad de *P. notatum* a los 8, 15 y 30 días después de la aplicación de los tratamientos.

En la evaluación de resultados se pudo observar un incremento en cuanto al control que tuvo clethodim (T3) con el tiempo, con los demás tratamientos se ve un

decaimiento en el porcentaje de fitotoxicidad en cada lectura, observándose en la gráfica (Figura 15) que con clethodim se fueron incrementando los daños provocados por el producto, demostrando que bajo otras condiciones y una mayor cantidad de lecturas podría haber permitido que se presentaran diferencias significativas sobre el control de *P. notatum* con el uso de este herbicida.

Según Pérez, Pérez, & Leguizamón (1999) y Jiménez (2006), tanto *C. dactylon* como *P. notatum* son arvenses perennes, su propagación se da por medio de semilla y vegetativamente por estolones y rizomas. Esto da lugar a que sea complicado el control de *P. notatum* sin afectar el desarrollo de *C. dactylon*. Por lo tanto, los resultados no presentaron diferencia significativa entre el control de *P. notatum* y *C. dactylon* para ninguno de los tratamientos bajo las condiciones en las que se estableció el experimento. Dado a las diferencias de las medias, en otras condiciones el efecto se pudo haber obtenido, por lo que se recomienda realizar el experimento en otras condiciones evaluando bloques en tiempo y espacio, realizándolo en diferentes épocas del año, debido a que en esa época del año la diferencia no fue percibida a partir de la varianza.

7. CONCLUSIONES

1. El herbicida clethodim fue el producto que tuvo un efecto persistente en el control de *P. notatum* sin decaer y permitió la recuperación del *C. dactylon* a pesar de no poder observarse en los análisis estadísticos por la variabilidad de los datos y factores ambientales que pudieron intervenir en la unidad experimental.
2. El porcentaje de fitotoxicidad a los 30 días después de la aplicación demostró que el producto metolachlor no tuvo ningún efecto aparente sobre ninguna arvense. Con clethodim se tuvo un 30 % en *C. dactylon* pudiendo observarse una recuperación y en *P. notatum* se tuvo un 43.75 % demostrando un incremento constante en su control. En los tratamientos con Atrazina y mesotrione+atrazina se observó una recuperación en ambas arvenses.
3. Los días control sobre *P. notatum* tuvo un efecto progresivo con el producto clethodim, observándose mayores efectos a los 30 días después de su aplicación. *C. dactylon* mostró una recuperación con los tratamientos utilizados en su última lectura.

8. RECOMENDACIONES

1. Realizar el experimento en otras condiciones evaluando bloques en tiempo y espacio, realizándolo en diferentes épocas del año y evaluar su efecto sobre *C. dactylon* y *P. notatum*.
2. Realizar una mayor cantidad de lecturas de porcentajes de fitotoxicidad después de realizar la aplicación de los herbicidas, para que el efecto sea apreciable de una mejor manera y pueda observarse el proceso de recuperación de las arvenses y la senescencia de las mismas.
3. Realizar control de *P. notatum* por medio de eliminación mecánica para prevenir que las poblaciones sean problemáticas (Breedon, Brosnan, & Samples, 2010)

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Acevedo, S. (2014). *Break Thru* [Archivo PDF].
<http://dunemexicali.com.mx/archivos/AGROQUIMICOS/COADYUVANTE/CONVENCIONALES/BASF/BREAK-THRU/BREAK%20THRU%20ETIQUETA%202.pdf>
2. Angel, D. (2014). *Ficha Técnica*. Arysta LifeScience [Archivo PDF].
<http://recintodelpensamiento.com/ComiteCafeteros/HojasSeguridad/Files/Fichas/FTSelectonepack201481311325.pdf>
3. Autrán, V., Puricelli, E., & Andrés, J. (2013). *Fitotoxicidad de herbicidas postemergentes sobre Adesmia bicolor (Poir.) DC y control de malezas asociadas*. Agriscientia, Vol. 30 [Archivo PDF].
<https://pdfs.semanticscholar.org/859c/438652505e19f039b52511d0c5d849f1acbb.pdf>
4. Breeden, G., Brosnan, J. T., & Samples, T. J. (2010). *Bermudagrass (Cynodon dactylon) control in tall fescue (Festuca arundinacea) and zoysiagrass (Zoysia spp.) turf*. Turfgrass Science at the University of Tennessee. Institute of agriculture. Extensión W237 [Archivo PDF].
<http://www.tennesseeturfgrassweeds.org/Lists/Fact%20Sheets/Attachments/17/W237.pdf>
5. Bywater, M. (2008). *The control of Paspalum dilatatum in Cynodon dactylon sports turf*. Thirteenth Australian Weeds Conference [Archivo PDF].
<https://pdfs.semanticscholar.org/29d8/05cffe2b71f1a378d2d2143a11fab6c44aac.pdf>
6. Candela, R. (2016). *Comportamiento de atrazina y su relación con la práctica de fertilización nitrogenada en un suelo de la pedanía cañas, departamento Colón, provincia de Córdoba*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Córdoba].
<https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4180/Tesis%20Raul%20Candela.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
7. Cárdenas, J., Doll, J., & Romero, C. (1975). *Clasificación de herbicidas*. ICA - CIAT [Archivo PDF].
http://ciatlibrary.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/digital/66943/Clasificacion_de_herbicidas.pdf
8. Cruz, M. (14 de mayo de 2016). *Calaris, Syngenta*.
<https://elmundo.sv/presentan-nuevo-herbicida-calaris/>



9. Díez, P. (2013). *Modos de acción herbicida*. Manejo de malezas problema [Archivo PDF]. http://aapresid.org.ar/wp-content/uploads/sites/3/AAP167289/AAP-Manual_Rem_Herbicidas.pdf
10. Espinoza, E., Pitty, A., & Trabanino, R. (2016). *Efectividad de dos formulaciones de clethodim en el control de gramíneas y su antagonismo con bentazon* [Archivo PDF]. https://www.researchgate.net/publication/281666438_Efectividad_de_dos_Formulaciones_de_Clethodim_en_el_Control_de_Gramineas_y_su_Antagonismo_con_Bentazon
11. Espinoza, G., Hernández, C., & Morales, J. (2013). *Manual de malezas y catálogo de herbicidas para el cultivo de la caña de azúcar en Guatemala*. Cengicaña [Archivo PDF]. <https://cengicana.org/files/20150902101640359.pdf>
12. Fernández, O. A. (1982). *Manejo integrado de malezas* [Archivo PDF]. <http://www.scielo.br/pdf/pd/v5n2/a10v5n2>
13. Fischer, A. (1992). *Manejo de Malezas: Componentes y criterios para su integración*. CIAT [Archivo PDF]. http://ciatlibrary.ciat.cgiar.org/ciat_digital/CIAT/66811.pdf
14. Fundazucar. (2014). *Plan de Desarrollo Integral Comunitario*. Desarrollo Municipal Urbano y Rural Escuintla, Guatemala [Archivo PDF]. http://www.fundazucar.org/wp-content/uploads/2014/10/pdic_aldea_brito-redux.pdf
15. Gamboa, W., & Pohlen, J. (abril de 1997). *La importancia de las malezas en una agricultura sostenible del trópico* [Archivo PDF]. <https://www.jarts.info/index.php/tropenlandwirt/article/view/909/214>
16. Gates, R. N., Quarín, C. L., & Pedreira, C. G. (2004). *Bahiagrass* [Archivo PDF]. https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Pedreira2/publication/299701722_Bahiagrass/links/58036c0608ae6c2449f94a18/Bahiagrass.pdf
17. Moreno, J. (2011). *Mantenimiento y calibración de aspersoras manuales en pequeños cultivos de banano y platano*. Medellín, Colombia [Archivo PDF]. <http://cep.unep.org/repcar/proyectos-demostrativos/colombia-1/publicaciones-colombia/Manual%20calibracion%20equipos%20fumigacion.pdf>
18. Getamap. (2019). *Finca El Caobanal* [Archivo PDF]. http://es.getamap.net/mapas/guatemala/escuintla/_elcaobanal_finca/
19. Gómez, M., Danglot, C., & Vega, L. (2003). *Síntesis de pruebas estadísticas no paramétricas. Cuándo usarlas*. Revista mexicana de



- pediatría. vol 70. Núm 2. pp 91-99 [Archivo PDF].
<https://www.ugr.es/~fmocan/MATERIALES%20DOCTORADO/Sinopsis%20de%20pruebas%20estadisticas%20no%20parametricas.pdf>
20. González, J. A., Amich, F., & Vallejo, J. R. (2018). *Cynodon dactylon L. Pers* [Archivo PDF].
 file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Cynodon_dactylon_L._Pers_En_Inventario_E.pdf
21. Heap, I. (2013). *Las peores malezas mundiales resistentes a herbicidas*. WeedScience; AAPRESID [Archivo PDF].
http://www.aapresid.org.ar/rem/wpcontent/uploads/sites/3/2013/02/REMSD12_001.pdf
22. Henriquez, E. L. (noviembre de 2016). *Eficacia biológica de los herbicidas Mesotrione + Atrazina para el control pre y posemergente de malezas en el maíz (Zea mays)*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras [Tesis de licenciatura, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras] <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5879/1/CPA-2016-T058.pdf>
23. INCA (Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Cuba). (2016). *El rol de las arvenses como componente en la biodiversidad de los agroecosistemas* [Archivo PDF]. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v37n4/ctr03416.pdf>
24. Jiménez, R. J. (2006). *Manejo de céspedes con bajo consumo de agua*. Consejería de Agricultura y Pesca [Archivo PDF].
<https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/39543/MANEJO%20DE%20CESPEDES.pdf?sequence=1>
25. Johnson, B. J. (1973). *Herbicides control annual winter weeds in bermudagrass turf* [Archivo PDF].
<https://pdfs.semanticscholar.org/a816/118b6181a6305507175dc941fb09e6f9bfd3.pdf>
26. Laurencena, M. I., Carponi, M. S., Reinoso, P. D., Butus, M., Scorciapino, C., Galli, M., & Pérez, G. (noviembre de 2009). *Comportamiento de céspedes de Cynodon dactylon (L.) Pers. en Paraná, Entre Ríos, Argentina*. Ciencia, Docencia y Tecnología [Archivo PDF].
<http://www.scielo.org.ar/pdf/cdyt/n39/n39a07.pdf>
27. Lindsey, A. J. (2018). *Bermudagrass (Cynodon dactylon) and goosegrass (Eleusine Indica) management in seashore Paspalum (Paspalum vaginatum) turf*. [Tesis de maestría, Universidad de Hawái].
https://www.ctahr.hawaii.edu/deFrankJ/Streaming%20Media/Winfield%20Media/AJ_MS_032818/AJ_MS_Thesis_Final_UH_TPSS_040418.pdf

28. Lindsey, A. J., DeFrank, J., & Cheng, Z. (2019). *Seashore Paspalum and Bermudagrass response to spray applications of postemergence herbicides* [Archivo PDF].
https://www.researchgate.net/publication/332160921_Seashore_Paspalum_and_Bermudagrass_Response_to_Spray_Applications_of_Postemergence_Herbicides/fulltext/5ca40030299bf1b86d60ea25/Seashore-Paspalum-and-Bermudagrass-Response-to-Spray-Applications-of-Posteme
29. Luna, M. D. (2021). *Rendimientos y costos del control de maleza a través del control químico y mecánico en una plantación de Guazuma crinita C. Mart. (Bolaina blanca), Tingo María. Tesis. Ing. forestal.* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria De La Selva].
http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/2018/TS_MDLS_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
30. Martínez, C. E. (2019). *Estimación de la diversidad de plantas arvenses en cultivos de El Copal Irapauto. Guanajuato.* Universidad de Guanajuato [Archivo PDF]. <http://repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/3611>
31. Maya, S. F. (2000). *Efectos de los herbicidas Metribuzina y Ametrina (Triazinas) sin y con activación metabólica Vegetal in vivo sobre la cinética del ciclo celular y el índice mitótico en linfocitos humanos en cultivo.* Revista Internacional de Contaminación Ambiental [Archivo PDF].
<http://www.redalyc.org/pdf/370/37016305.pdf>
32. Núñez, C. A. (2018). *Análisis de varianza no paramétrica: un punto de vista a favor para utilizarla* [Archivo PDF].
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6788415.pdf>
33. Oakley, L. J. (1999). *Botánica y Sistemática de Cynodon dactylon (L.) Pers.* Facultad de Agronomía [Archivo PDF].
<https://core.ac.uk/download/pdf/144234614.pdf>
34. Ortiz-Díaz, J. J., Amelas, I., Cerros-Tlatilpa, R., Siqueiros-Delgado, M. E., & Tun-Garrido, J. (2015). *El género Paspalum L. (Paspaleae, Poaceae) en la península de Yucatán, México.* Acta botánica Mexicana [Archivo PDF].
<http://www.redalyc.org/pdf/574/57442729003.pdf>
35. Papa, J. C. (2008). *Malezas tolerantes y resistentes a herbicidas.* INTA [Archivo PDF].
http://rafaela.inta.gov.ar/info/documentos/miscelaneas/112/misc112_143.pdf
36. Papa, J. C., Felizia, J. C., & Esteban, A. J. (2004). *Tolerancia y resistencia a herbicidas* [Archivo PDF]. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_combate_de_plagas_y_malezas/25-tolerancia_y_resistencia_a_herbicidas.pdf



37. Parracia, A. N. (2012). *Césped: principales especies, manejo y métodos de propagación usados en parques y jardines*. Tesis. Ingeniería en producción agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. [Tesis de licenciatura, Universidad Católica Argentina]. <https://core.ac.uk/download/pdf/32621248.pdf>
38. Pérez, M., Pérez, L., & Leguizamón, E. (1999). *Dinámica de Cynodon dactylon L. en sistemas de producción mixtos. Impacto de tratamientos de control* [Archivo PDF]. <http://ri.agro.uba.ar/files/download/revista/facultadagronomia/1999perezm.pdf>
39. Peters, M., Franco, L. H., Schmidt, A., & Hincapié, B. (2010). *Especies Forrajeras Multipropósito*. Opciones para Productores del Trópico Americano [Archivo PDF]. http://ciat-library.ciat.cgiar.org/forrajes_tropicales/pdf/Books/Especies%20Forrajeras%20MultipropositoTropico%20Americano.pdf
40. Ponnusamy, J., Meena, S., & Chinnusamy, C. (2015). *Dynamics of Metolachlor in Sandy Clay Loam Soil and Its Residues in Maize and Soybean* [Archivo PDF]. https://www.researchgate.net/publication/271854421_Dynamics_of_Metolachlor_in_Sandy_Clay_Loam_Soil_and_Its_Residues_in_Maize_and_Soybean
41. Pontes, A. C. (2000). *Obtenção dos níveis de significância para os testes de Kruskal-Wallis, Friedman e comparações múltiplas não-paramétricas (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo)*. [Tesis de Doctorado, Universidad de Sao Paulo]. <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11134/tde-15032002-093020/en.php>
42. Pool, N. B. (2005). *Influence of saltwater on weed management in seashore Paspalum*. University of Florida [Tesis de maestría, Universidad de Florida]. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.570.2918&rep=rep1&type=pdf>
43. Quispe, A., Calla, K., Yangali, J., Rodríguez, J., & Pumacayo, I. (2019). *Estadística no paramétrica aplicada a la investigación científica con software* [Archivo PDF]. <https://www.editorialeidec.com/wp-content/uploads/2020/01/Estadística-no-paramétrica-aplicada.pdf>
44. Rivas, I. A., & Sermeño, I. A. (abril de 2004). *Manejo de plantas indeseables* [Archivo PDF]. <http://ri.ues.edu.sv/9074/1/A%20MANEJO%20DE%20PLANTAS%20INDESEABLES,%202004.pdf>



45. Rivera, E. E., Escamilla, L. F., & Ibarra, M. N. (2018). *Prueba H de Kruskal-Wallis para diseños completamente aleatorizados* [Archivo PDF].
https://www.academia.edu/38745192/Prueba_H_de_Kruskal_Wallis_para_diseños_completamente_aleatorizados
46. Santos, B. M., Gilreath, J. P., Arbona, R., & Pimentel, Á. R. (2005). *La estadística no paramétrica para el análisis e interpretación de estudios de plagas: alternativas al análisis de varianza* [Archivo PDF].
https://www.researchgate.net/publication/242494424_La_estadistica_no_parametrica_para_el_analisis_e_interpretacion_de_estudios_de_plagas_alternativas_al_analisis_de_varianza
47. Soto, P. J. (2013). *Contraste de hipótesis. Comparación de más de dos medias independientes mediante pruebas no paramétricas: Prueba de Kruskal-Wallis*. *Revista Enfermería del Trabajo*, 3(4), 166-171 [Archivo PDF]. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4698281.pdf>
48. Syngenta. (2006). *GESAPRIM 90 WG* [Archivo PDF].
https://www.mercosur.com/media/filer_public/b1/85/b185b092-8d2a-46f0-9b6e-201812dbfbef/gesaprim90wg.pdf
49. _____. (2008). *Dual Gold*. Ecuaquímica [Archivo PDF].
http://www.ecuaquimica.com/pdf_agricola/DUALGOLD.pdf
50. _____. (2014). *Calaris* [Archivo PDF].
<https://www.syngenta.co.uk/sites/g/files/zhg151/f/calaris.pdf?token=1515513681>
51. _____. (2016). *Dual Gold*. [Archivo PDF].
<https://www.syngenta.com.ar/product/crop-protection/herbicida-selectivo/dual-gold>
52. Valverde, B. E., Riches, C. R., & Caseley, J. C. (2000). *Prevención y manejo de malezas resistentes a herbicidas en arroz* [Archivo PDF].
https://www.researchgate.net/profile/Bernal_Valverde/publication/32924635_Prevencion_y_manejo_de_malezas_resistentes_a_herbicidas_en_arroz/links/00b4951e7e4f92681b000000.pdf
53. Vásquez, E., & Caballero, A. (2011). *Inconsistencia del coeficiente de variación para expresar la variabilidad de un experimento en un modelo de análisis de varianza*. *Revista Cultivos Tropicales*, vol. 22, no. 3, p. 42-45 [Archivo PDF]. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v32n3/ctr06314.pdf>
54. Villalba, A. (2009). *Resistencia a herbicidas*. [Archivo PDF].
<http://www.scielo.org.ar/pdf/cdyt/n39/n39a10.pdf>
55. Zarceño, C. J. (2013). *Municipio de Guanagazapa, Departamento de Escuintla: Diagnóstico socioeconómico, Potencialidades productivas y*

Propuestas de inversión. Facultad de Ciencias Económicas USAC:
Guatemala [Tesis de licenciatura, Universidad De San Carlos De
Guatemala]. <http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/08/0835/V12.pdf>



10. ANEXOS



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 16A. Campo de polo finca El Caobanal, Escuintla.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 17A. Crecimiento de *P. notatum* en el campo de polo.

Cuadro 8A. Resultados en la primera lectura, 8 días después de la aplicación de los herbicidas.

<i>Paspalum notatum</i>						
LECTURA		TRATAMIENTOS	REPETICION			
			I	II	III	IV
8 DIAS	T1	testigo abs.	0	0	0	0
	T2	metolachlor	5	5	5	5
	T3	clethodim	48	15	40	18
	T4	atrazina	47	25	45	45
	T5	mesotrione+atrazina	25	46	25	35
OBSERVACIONES						
<i>Cynodon dactylon</i>						
LECTURA		TRATAMIENTOS	REPETICION			
			I	II	III	IV
8 DIAS	T1	testigo abs.	0	0	0	0
	T2	metolachlor	5	5	5	5
	T3	clethodim	25	15	28	25
	T4	atrazina	25	36	25	12
	T5	mesotrione+atrazina	45	35	20	45
OBSERVACIONES						

Fuente: elaboración propia, 2019.

Cuadro 9A. Resultados segunda lectura, 15 días después de la aplicación de los herbicidas.

Paspalum notatum

LECTURA		TRATAMIENTOS	REPETICION			
			I	II	III	IV
8 DIAS	T1	testigo abs.	0	0	0	0
	T2	metolachlor	10	15	8	10
	T3	clethodim	35	40	45	35
	T4	atrazina	38	35	40	40
	T5	mesotrione+atrazina	35	50	25	15
		OBSERVACIONES	empiezan nuevos rebrotes			

Cynodon dactylon

LECTURA		TRATAMIENTOS	REPETICION			
8 DIAS			I	II	III	IV
	T1	testigo abs.	0	0	0	0
	T2	metolachlor	10	10	8	10
	T3	clethodim	25	25	30	45
	T4	atrazina	38	45	25	40
	T5	mesotrione+atrazina	30	30	15	25
OBSERVACIONES						

Fuente: elaboración propia, 2019.

Cuadro 10A. Resultados tercera lectura, 30 días después de la aplicación de los herbicidas

<i>Paspalum notatum</i>						
LECTURA		TRATAMIENTOS	REPETICION			
			I	II	III	IV
8 DIAS	T1	testigo abs.	0	0	0	0
	T2	metolachlor	10	10	5	5
	T3	clethodim	55	45	15	60
	T4	atrazina	20	15	30	23
	T5	mesotrione+atrazina	15	35	20	25
OBSERVACIONES						
<i>Cynodon dactylon</i>						
LECTURA		TRATAMIENTOS	REPETICION			
			I	II	III	IV
8 DIAS	T1	testigo abs.	0	0	0	0
	T2	metolachlor	15	10	5	5
	T3	clethodim	35	25	20	40
	T4	atrazina	35	35	35	15
	T5	mesotrione+atrazina	20	40	15	15
OBSERVACIONES						

Fuente: elaboración propia, 2019.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA - FAUSAC -
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES -IIA-



REF. SEM. 07-2020

DICTAMEN SEMINARIO II

Guatemala, 26 de noviembre 2,020

Señor
Director
Instituto de Investigaciones Agronómicas
Facultad de Agronomía

Señor Director:

Me dirijo a usted para informarle que con base a lo que establece el Reglamento de Tesis de Grado de esta unidad académica, conjuntamente con los profesores evaluadores:

Ing. Agr. Edin Alejandro Gil Esturban
Dr. Luis Rodolfo Montes Osorio

se ha procedido a realizar el **Seminario II de tesis** de la estudiante:

KARLA MARIBEL LÓPEZ ORDOÑEZ
Carné: 201310668

Durante el evento, el estudiante presentó el trabajo de investigación titulado:

**"EVALUACIÓN DE LA SENSIBILIDAD DE Paspalum notatum F. Y
Cynodon dactylon L. A LA APLICACIÓN DE HERBICIDAS SELECTIVOS
EN LA FINCA EL CAOANAL,
ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A"**

Luego de la deliberación correspondiente, la terna evaluadora acordó APROBAR el trabajo CONDICIONADO a que se incorporen al texto las recomendaciones siguientes:

1/4



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA - FAUSAC -
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES - IIA-



REF. SEM. 07-2020

SUSTENTANTE:

KARLA MARIBEL LÓPEZ ORDOÑEZ

Carné 201310668

Fecha de realización de la evaluación: 19/11/2020

Hora: 09:00 a 10:30 horas

EVALUADORES:

Ing. Agr. Edin Alejandro Gil Esturban

Dr. Luis Rodolfo Montes Osorio

Ing. Agr. Carlos Fernando López

DICTÁMEN DEL SEMINARIO II "A"

26/11/2020

Resultado de la Evaluación: **APROBADO, SUJETO A LAS SIGUIENTES RECOMENDACIONES**

1. Revisar referencias bibliográficas.
2. Mejorar la presentación de los datos de varianza y análisis.
3. Que el texto del índice no sobrepase la columna del número de las paginas
4. La introducción parece más un marco conceptual que una introducción, el último párrafo es el que más paceré parte de la introducción, pero se pierde entre la revisión bibliográfica. Deberá de reestructurar el último párrafo para que sea congruente con el trabajo presentado.
5. En el planteamiento del problema aún no se enfoca en cuál es la problemática, puede tomar elementos de la justificación.
6. La justificación no va en esta etapa de su documento, puede distribuirla entre la introducción y la definición del problema.
7. En el 4.1.2.1 y 4.1.3.1 se le recuerda que, luego de un título o subtítulo, no debe ir o colocar de forma inmediata, cuadros, figuras o viñetas, debe de introducir a la temática.
Marco teórico, marco conceptual:
8. En la clasificación taxonómica en el cuadro 1, falta la autoridad.
9. Tomar en cuenta que el título de los cuadros va arriba con tamaño 12, y el de las figuras va por debajo de la figura, debe de revisar el formato de documentos de tesis del IIA.
10. Debe de ampliar el método no paramétrico de Kruskal-Wallis, y colocar en análisis no paramétricos otros métodos de análisis.
Marco teórico: marco referencial:
11. Falta el mapa de ubicación que se le solicito en seminario I, con las normativas de GIS.
12. En las condiciones climáticas en seminario I, se recomendó que tomara datos actualizados, y en relación a temperatura, precipitación y humedad. Tomar en cuenta los datos del INSIVUMEH, no tomar en cuenta de Zarceño.
13. Lo que coloco de figuras no corresponde a mapas de ubicación.
14. El objetivo general no corresponde a lo presentado en el título, pues en el título hace referencia a la sensibilidad y en el objetivo general a la selectividad.

2/4



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA - FAUSAC -
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES -IIA-



REF. SEM. 07-2020

SUSTENTANTE:

KARLA MARIBEL LÓPEZ ORDOÑEZ

Carné 201310668

Fecha de realización de la evaluación: 19/11/2020

Hora: 09:00 a 10:30 horas

EVALUADORES:

Ing. Agr. Edin Alejandro Gil Esturban

Dr. Luis Rodolfo Montes Osorio

Ing. Agr. Carlos Fernando López

DICTÁMEN DEL SEMINARIO II "A"

26/11/2020

Resultado de la Evaluación: **APROBADO**, SUJETO A LAS SIGUIENTES RECOMENDACIONES

15. También en el objetivo general hace referencia a una población de gramíneas, si nos vamos al concepto de población es el conjunto de individuos de la misma especie que se pueden reproducir entre sí y dejar descendencia, y en el título habla de Paspalum y Cynodon por lo que no es una población.
16. En los objetivos específicos, no todos son determinar, pueden ser calcular los días de control o estimar el porcentaje, evaluarlo con sus asesores.
Metodología:
17. En los incisos 7.8 y 7.9, se le recuerda que luego de un título o subtítulo, no debe de ir o colocar de forma inmediata, cuadros, figuras, o viñetas, debe de introducir a la temática.
18. En el análisis experimental parece más revisión de literatura que proceso metodológico, pues habla de Kruskal-Wallis, pero no de la metodología.
19. ¿Por qué realizar un Kruskal Wallis y no otro análisis de varianza?, ¿por qué sabe que es no paramétrico?, ¿qué supuestos son los que no se cumplieron? Como se definió eso.
Resultados
20. En la gráfica 1 y en la n gráfica, todas son figuras, podría colocarlo como figura 6. Gráfica del porcentaje de
21. En las gráficas podría aumentar el tamaño de la fuente de las columnas pues no se distingue.
22. En los resultados, presenta de una vez la prueba de Kruskal, pero no presenta la prueba de normalidad para definir si se aplica una prueba no paramétrica, no presenta la prueba de homocedasticidad.
23. Por qué aplicó Tukey, si para pruebas no paramétricas se recomienda que se debe de aplicar una prueba de wilcoxon, pero deberá de analizarlo con su asesor.
24. No me queda claro el análisis de las pruebas de Kruskal que realiza. Falta un análisis general.
25. Realizar un ANDEVA entre todos los tratamientos para determinar si hay o no hay diferencias significativas entre los tratamientos, pues sola mente lo realizo por tratamiento individual.
26. Revisar la redacción de los resultados.

3/4



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA - FAUSAC -
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES -IIA-



REF. SEM. 07-2020

SUSTENTANTE:

KARLA MARIBLE LÓPEZ ORDOÑEZ

Carné 201310668

Fecha de realización de la evaluación: 19/11/2020

Hora: 09:00 a 10:30 horas

EVALUADORES:

Ing. Agr. Edin Alejandro Gil Esturban

Dr. Luis Rodolfo Montes Osorio

Ing. Agr. Carlos Fernando López

DICTÁMEN DEL SEMINARIO II "A"

26/11/2020

Resultado de la Evaluación: **APROBADO**, SUJETO A LAS SIGUIENTES RECOMENDACIONES

27. No sé si tuviera datos de porcentajes de germinación a través del tiempo, para realizar alguna curva.

Conclusiones:

28. Mejorar la redacción de las conclusiones.
29. Parecen más una discusión, las conclusiones deben de ser específicas y en base a los resultados, pero no pasarse el límite a realizar una discusión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Agr. Carlos Fernando López Búcaro
Coordinador Seminario de Tesis

CFLB/nm

c.c. Archivo

Expediente Estudiante



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA -FAUSAC-
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES -IIA-



REF. Sem. 22/2022

LA TESIS TITULADA:

"EVALUACIÓN DE LA SENSIBILIDAD DE
Paspalum notatum F. Y Cynodon dactylon L. A
LA APLICACIÓN DE HERBICIDAS
SELECTIVOS EN LA FINCA EL CAOBANAL,
ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A."

DESARROLLADA POR LA ESTUDIANTE:

KARLA MARIBEL LÓPEZ ORDOÑEZ

CARNE:

201310668

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Edin Alejandro Gil Esturban
Dr. Luis Rodolfo Montes Osorio

El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle
A S E S O R

Ing. Agr. Camilo José Wolford Ramírez
A S E S O R



Ing. Fernando López Búcaro
DIRECTOR DEL IIA

IMPRIMASE

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
D E C A N O



CFLB/nm
c.c. Archivo

Edificio T-8, III, A-18 y A-15, Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, C. A. 00112 Apartado Postal 1545
Teléfono: (502) 2443-9504 y 05, Fax: (502) 2476-9704 Correo electrónico: iia@usac.edu.gt