

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Escuela Profesional de Agronomía



**“EFECTO POTENCIAL DE LA ATRAZINA EN EL CONTROL DE
MALEZAS EN PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq.) EN
TOCACHE”**

TESIS

Para optar el título de

INGENIERO AGRÓNOMO

CLAVER VELÁSQUEZ RÍOS

TINGO MARÍA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

Con eterno agradecimiento

A Dios, divino creador de todo lo que existe, quien me dio la vida y me dotó de inteligencia para alcanzar uno de mis mejores anhelos.

A mi querida esposa Reyna por su apoyo incondicional y con mucha gratitud a mis queridos hijos Gleen y Roberto, fuentes de mi superación.

A mis padres Dominga Ríos Laiza y Santos Velásquez López en prueba de mi gratitud por sus abnegados sacrificios, que hizo realidad mi formación profesional.

Mi más sincero agradecimiento a mis hermanos Roberto Velásquez Ríos y Edwin Velásquez Ríos por su apoyo desinteresado.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, mi Alma Mater, por su contribución en mi formación profesional
- A todos los docentes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva quienes impartieron sus enseñanzas en mi formación profesional.
- Al Ing. Manuel Tito, VIERA HUIMAN patrocinador del presente trabajo por su apoyo en la ejecución y conducción del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA	13
2.1.De las malezas	13
2.1.1. Definición de maleza.....	13
2.1.2. Morfología y fisiología de las malezas.....	13
2.1.3. Origen de las malezas	14
2.1.4. Características de las malezas	15
2.1.5. Daños que causan las malezas	16
2.1.6. Los métodos control de las malezas	17
2.2.Aspectos Generales de la Palma aceitera.....	18
2.3.Los herbicidas	22
2.3.1. Definición de herbicidas	22
2.3.2. Modo de acción de los herbicidas	23
2.3.3. Relación herbicida – medio ambiente	23
2.3.4. Selectividad de los herbicidas	25
2.3.5. Movilidad en la planta	25
2.3.6. Mecanismo de acción	25
2.3.7. Inhibidores de la síntesis de aminoácidos.....	26
2.4.Características de los herbicidas empleados	27

2.4.1. Gramocil (Paraquat + Diurón)	27
2.4.2. Paraquat.....	29
2.4.3. Atrazina	31
2.4.4. Glifosato	34
2.5.Ensayos realizados con herbicidas	37
III. MATERIALES Y MÉTODOS	39
3.1.Ubicación del experimento.....	39
3.2.Historia del campo experimental.....	39
3.3.Componentes en estudio	39
3.4.Condiciones Climáticas	40
3.5.Presencia de malezas en el campo experimental	41
3.6.Tratamientos en estudio	41
3.7.Diseño experimental	42
3.8.Características del campo experimental	43
3.9.Ejecución del experimento.....	44
3.10.Aplicación de los herbicidas.....	46
3.11.Determinación del efecto control.....	46
3.12.Determinación del efecto residual.....	47
3.13.Determinación del análisis económico	47
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1.Efecto de control de los tratamientos.....	48

4.2.Poder residual de los tratamientos.....	57
4.3.Análisis económico	62
V. CONCLUSIONES.....	65
VI. RECOMENDACIONES.....	66
VII. RESUMEN	67
VIII. BLIBIOGRAFÍA	71
IX. ANEXO.....	76

INDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Principales países productores de palma aceitera (T).....	20
2. Datos meteorológicos durante el experimento.....	40
3. Porcentaje de las malezas identificadas al momento de la ejecución del experimento.....	41
4. Descripción de los tratamientos.	42
5. Esquema del análisis de variancia (ANVA).....	42
6. Índice de Rebrote.	47
7. Resumen del análisis de varianza del porcentaje de control de malezas en palma aceitera a los 15, 30 y 45 DDA de los herbicidas.....	53
8. Comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) del porcentaje de control de malezas en palma aceitera a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación de los tratamientos.	54
9. Análisis de varianza para el porcentaje de rebrote de malezas en palma aceitera a los 60, 75, 90 y 120 días después de la aplicación de los tratamientos.....	59
10. Comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) para el porcentaje de rebrote de malezas en palma aceitera los 60,75, 90 y 120 días después de la aplicación de los tratamientos.	60
11. Análisis económico de los tratamientos aplicados en el cultivo de palma aceitera.....	64
12. Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 15 días después de aplicar los tratamientos.....	77

13.	Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 30 días después de aplicar los tratamientos.....	77
14.	Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 45 días después de aplicar los tratamientos.....	78
15.	Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 60 días después de aplicar los tratamientos.....	78
16.	Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 75 días después de aplicar los tratamientos.....	79
17.	Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 90 días después de aplicar los tratamientos.....	79
18.	Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 120 días después de aplicar los tratamientos.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Curvas de eficiencia de control de malezas en palma aceitera por efecto de los herbicidas.....	55
2. Comportamiento del porcentaje de malezas en palma aceitera. A) efecto de la Atrazina en mezcla con Glifosato y Paraquat. B) efecto individual de la Glifosato y Paraquat.	56
3. Curvas del porcentaje de repoblación malezas en palma aceitera por efecto de los herbicidas.....	61
4. A) Detalle del campo experimental. B) demarcación de la parcela. C) área tratada.	81
5. Vista del campo experimental antes de la aplicación de los tratamientos.....	82
6. Herbicidas utilizados en el experimento.....	82
7. Vista del campo experimental a los 90 días de la aplicación (T ₁ y T ₂ = Paraquat 2 y 3 L/ha; T ₂ y T ₃ = Glifosato 2 y 3 L/ha).	84
8. Vista del campo experimental a los 90 días de la aplicación (T ₅ y T ₆ = Gramocil 2 y 3 L/ha; T ₇ y T ₈ = Paraquat 2 + Atrazina 2 L/ha y Paraquat 2 + Atrazina 3 L/ha).	85
9. Vista del campo experimental a los 90 días de la aplicación (T ₉ y T ₁₀ = Glifosato 2 + Atrazina 2 L/ha y Glifosato 2 + Atrazina 3 L/ha ; T ₁₁ y T ₁₂ = Paraquat 3 + Atrazina 2 L/ha y Paraquat 3 + Atrazina 3 L/ha).	86

10. Vista del campo experimental a los 90 días de la aplicación (T₁₃ y T₁₄ = Glifosato 3 + Atrazina 2 L/ha y Glifosato 3 + Atrazina 3 L/ha; T₁₅ = Testigo con corte)..... 87

I. INTRODUCCIÓN

El ambiente agrícola simplificado propio del monocultivo, ha proporcionado muchas oportunidades para que ocurran incrementos poblacionales de artrópodos fitófagos, cuyas necesidades básicas son satisfechas en este tipo de ambiente (MEXZÓN y CHINCHILLA, 1992; MEXÓN, 1997). Uno de los factores que influyen en los rendimientos de los cultivos son las malezas, ya que causan daños de varias maneras, compiten con el cultivo por factores ambientales, tales como luz, nutrientes, espacio vital y agua; asimismo, KOGAN y PÉREZ (2003), coinciden que las malezas pueden llegar a ser huésped de patógenos y plagas; por lo que su control resulta difícil, pero de fundamental importancia. Las malezas tienen gran importancia económica ya que, reducen el rendimiento de los cultivos, interfieren en las labores agrícolas, pueden ser venenosas al hombre o a los animales domésticos y hay que gastar dinero para su manejo. Esto se debe a que los herbicidas son efectivos, relativamente baratos, tienen un retorno de varias veces la inversión y tienen selectividad sin dañar el cultivo (DIELEMAN y MORTENSEN, 1997; VIERA, 2000, PETERSON et al., 2001; GARCÍA et al., 2003).

En los últimos años, la zona de selva en especial en el San Martín posee alrededor de 34,500 hectáreas de cultivo de palma aceitera y un aproximado de 2,100 productores (ANDINA, 2019).

Las malezas particularmente gramíneas, son plantas que reducen de modo importante la capacidad productiva de las tierras y contrarrestan, de

otras muchas maneras los esfuerzos del hombre para producir plantas útiles como la palma aceitera. La presencia de malezas en el cultivo, dificultan las labores agrícolas que se tengan que realizar, además en muchos casos son agentes huéspedes de plagas y enfermedades que conjuntamente con estas diezman la producción (HELFGOTT, 1987). El uso de herbicidas para el control de malezas se está expandiendo rápidamente y es preciso tener en cuenta que el efecto de estos productos químicos es muy viable y depende de múltiples factores de las plantas y el medio ambiente (LEGUIZAMÓN, 2003). Recogiendo informaciones del cultivo de palma aceitera en la selva peruana (Palmas del Espino S.A., Ex Empresa Endepalma) y contando con pocos trabajos de investigación con resultados significativos en el control de malezas, se hizo necesario el desarrollo del presente trabajo

El objetivo general del presente proyecto es determinar el efecto potencial de la atrazina en mezcla con herbicidas de diferente acción y dosis en el control de malezas en palma aceitera.

- 1 Evaluar el efecto de control de los tratamientos en mezcla con Atrazina en malezas del cultivo de palma aceitera (Toxicidad).
- 2 Determinar el efecto residual de los tratamientos en prueba en malezas del cultivo de palma aceitera (Estabilidad).
- 3 Determinar el análisis económico del efecto de control de los herbicidas en prueba.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. De las malezas

2.1.1. Definición de maleza

Las malezas son plantas indeseables que crecen como organismos macroscópicos junto con las plantas cultivadas, a las cuales les interfieren su normal desarrollo (RODRÍGUEZ, 2009). La palabra maleza se deriva del latín *malitia* que se traduce como maldad, el primer diccionario general etimológico de la Lengua Española la define así: maleza, femenino anticuado de maldad, la abundancia de hierbas malas que perjudican a los sembrados (NÚÑEZ, 2008). Son plantas no deseables y, por lo tanto, deben ser destruidas, “sacadas fuera del lugar”, por que crecen donde no son deseadas y reducen el crecimiento de otras plantas más útiles, a la vez que interfieren con los objetivos y las necesidades del hombre (GARCÍA y FERNÁNDEZ, 1991; ROSALES y ESQUEDA, 2011).

2.1.2. Morfología y fisiología de las malezas

Muchas especies de malas hierbas tienen mecanismos morfológicos y fisiológicos que dan una mayor competitividad, en algunos casos es a través de un mayor desarrollo radicular y en otros casos mediante la altura y superficie foliar, otros poseen una mayor eficiencia fotosintética y un alta proporcional de las malas hierbas, tienen un alto metabolismo de tipo C4 en lugar de C3, esta característica les permite crecer más rápidamente en condiciones de temperaturas elevadas y buena iluminación. Algunas especies son capaces de

producir toxinas que reducen o inhiben el crecimiento de otras plantas, esto se conoce como alelopatía (GARCÍA y FERNÁNDEZ, 1991; NÚÑEZ, 2008).

2.1.3. Origen de las malezas

Prácticamente cualquier planta puede comportarse como maleza. Por ejemplo, las algas, especialmente cuando la contaminación incrementa la disponibilidad de nitrógeno y fósforo, son importantes malezas acuáticas. Los musgos y las hepáticas pueden comportarse como maleza en invernaderos. Las colas de caballo *Equisetum* spp. (Artrofitas), cuya propagación vegetativa es muy exitosa, se comportan como arvenses o ruderales en canales de riego. Dentro de los helechos (Pteridofitas), *Pteridium aquilinum* de distribución casi cosmopolita es una maleza alelopática sumamente agresiva. Dentro de las gimnospermas, *Pinus radiata* fue introducido desde California a Nueva Zelanda en donde se reporta como maleza. Sin embargo, dentro de las angiospermas se encuentra la inmensa mayoría de las taxa de maleza (CÁRDENAS, 1972; BAKER, 1974; CERNA, 2013).

En los sistemas agrícolas, las coberturas más espontáneas son las de malezas. Sin embargo, su manejo por densidad y tipo de especies es una de las actividades más constantes y en algunos casos desgastante, especialmente en aquellos sistemas agrícolas que procuran cultivos sin presencia de malezas, por más insignificantes que sean sus poblaciones. En este tipo de sistema hay desgaste del suelo, así como la pérdida y simplificación del grado de diversidad. En condiciones del trópico húmedo, esto tiene consecuencias nocivas para la sostenibilidad de los sistemas (DE LA CRUZ *et al.*, 2001).

Las plantas arvenses prosperan en los sistemas ecológicos antropogénicos conocidos como agro ecosistemas. Éstos son sistemas fotosintéticos creados por el hombre, en la resistencia de malas hierbas a herbicidas inhibidores de la enzima ACCasa, donde se busca aumentar su productividad neta mediante el aumento de la tasa fotosintética de los cultivos, la disminución del nivel de pérdida por respiración y la canalización de asimilados hacia los órganos de almacenamiento de la planta que tengan importancia económica para el hombre. Un aspecto interesante es que doce cultivos pertenecientes a cinco familias botánicas aportan el 75 % del alimento mundial, y a esas mismas cinco familias pertenecen muchas de las peores malezas. Esto implica que nuestros principales cultivos y malezas comparten características taxonómicas y probablemente un origen común (SEMARNAT, 2001; VILLASEÑOR et al., 2004; COBB y READE, 2010). Solamente cerca de 250 especies vegetales son suficientemente problemáticas para considerarlas como malezas, lo que representa aproximadamente 0.1 % de la flora mundial (COBB, 1992; COBB y READE, 2010).

2.1.4. Características de las malezas

Estudiar la evolución de las malezas, indica que las características que tendría una hipotética “maleza ideal”, serían: requerimientos de germinación satisfechos en muchos ambientes, germinación discontinua (controlada internamente) y una gran longevidad de la semilla, rápido crecimiento desde la fase vegetativa hasta la floración, producción continúa de semilla en tanto que las condiciones de crecimiento lo permitan, auto compatible, pero no completamente autógama o apomíctica, cuando son de polinización cruzada, no

requiere de polinizadores especializados, o bien son anemófilas, alta producción de semilla bajo condiciones ambientales favorables, producción de semilla en un amplio rango de condiciones ambientales, tiene adaptaciones para la dispersión a cortas y largas distancias, y si es perenne, tiene una reproducción vegetativa vigorosa o regeneración a partir de fragmentos (BAKER, 1974).

Las malezas interfieren con la cosecha del cultivo e incrementan los costos de tales operaciones. En la cosecha, las semillas de las malezas pueden contaminar la producción. La presencia de malezas en las áreas de cultivo reduce la eficiencia de los insumos tales como el fertilizante y el agua de riego, fortalecen la densidad de otros organismos, plagas y finalmente reducen severamente el rendimiento y la calidad del cultivo (LABRADA y PARKER, 1999).

2.1.5. Daños que causan las malezas

Las malezas causan daño de varias maneras a la agricultura, tales daños ocurren por la competencia con el cultivo, por factores de los medios tales como el agua, nutrientes, luz, etc. Con la reducción de la calidad y cantidad de la cosecha. Los daños originados por las malas hierbas son bastante más importantes de los que comúnmente se piensa. De acuerdo con estimaciones de la FAO, estos daños, suponen, a nivel mundial un 15 % en la producción total de los cultivos, ascendiendo a un 25 – 30 % en los países menos desarrollados. Estas pérdidas globales se deben a diversas causas: reducción en los rendimientos, interferencia con la recolección, reducción en el valor de los productos e incremento de los costos de producción. A nivel mundial se ha estimado que las pérdidas económicas que las malas hierbas infringe

directamente a los cultivos y a los costos asociados a su control superan con crecientes a los de otras plagas (enfermedades, insectos plaga, nematodos) de la agricultura (GARCÍA y FERNÁNDEZ, 1991; CERNA, 2013).

Las dicotiledóneas como *Amaranthus*, *Portulaca*, *Bidens* etc., son más agresivas, caracterizado por el crecimiento ramificado y hojas reticuladas sobre el cultivo, ésta tiende a causar daños en la eficiencia de la fotosíntesis (MORÍN, 1990).

El mayor conocimiento del daño de las malezas proviene de las evaluaciones de pérdidas de cosechas agrícolas. De manera general, se acepta que las malezas ocasionan una pérdida directa aproximada de 10 % de la producción agrícola. En cereales, esta pérdida es del orden de más de 150 millones de toneladas. Sin embargo, tales pérdidas no son iguales en los distintos países, regiones del mundo y cultivos afectados. En la década de 1980, se estimó que las pérdidas de la producción agrícola causada por las malezas ascendían a 7 y 16 % en Europa y África respectivamente (FLETCHER 1983). En cuanto a la competencia, se estiman que en ella disminuyen la producción de los cultivos en 40 a 60 % y que indirectamente albergan nematodos, patógenos e insectos que luego serán plagas (CERNA, 2013).

2.1.6. Los métodos control de las malezas

La maleza puede ser controlada en forma física con los controles mecánicos y culturales, biológicos con la introducción de artrópodos enemigos naturales considerados como inocuos para los cultivos, que pueden suprimir temporalmente plagas de cultivos, ya sean nativas o invasoras. Estos métodos

tienen sentido cuando el control de plagas se necesita solamente en una localidad y en un tiempo específico o química que se realiza por medio de la aplicación de herbicidas y es una de las principales herramientas en la agricultura moderna. Sin embargo, el uso de herbicidas requiere de conocimientos técnicos para la elección correcta y aplicación eficiente y oportuna de estos productos (ANDERSON, 1996; WMFDC, 2004; VAN DRIESCHE *et al.*, 2007).

La clasificación de los métodos de control puede variar dependiendo del autor consultado. De manera sintética, se pueden dividir en dos grandes grupos: los métodos no químicos y los métodos químicos. Dentro de los primeros se pueden incluir a manera de ejemplo: Los físicos, son todos los métodos que cortan, entierran, cubren y queman la vegetación indeseada; los culturales como la selección del cultivo, densidad óptima de siembra, espaciamiento entre líneas y entre plantas, sistema de riego; los biológicos como el uso de enemigos naturales que mantienen la densidad de la población de malezas por debajo del nivel de daño permitido en los cultivos. Se aplican como cualquier herbicida y es necesaria la aplicación reiterada de los mismos. El control químico se basa en el uso de herbicidas y es actualmente el más usado en agricultura intensiva, tiene la innegable ventaja de su eficacia, rapidez, selectividad y bajo costo (LIEBMAN *et al.*, 2001; SANYAL *et al.*, 2008).

2.2. Aspectos Generales de la Palma aceitera.

2.2.1. Origen

Su origen se cree que ha estado en África, pero las partes más productivas de la industria en la actualidad se encuentran en Malasia e Indonesia,

que proporcionan la mayor parte del aceite que entra en el comercio internacional (CORLEY, 2003).

Sin embargo, existen indicios fósiles y documentos históricos que hacen suponer un posible origen africano. Se ha encontrado polen fósil tanto del Mioceno como más recientemente, en el Delta del Río Níger, con características similares al polen de la palma aceitera. Algunos documentos históricos determinan que la palma aceitera es originaria de América. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de que haya sido introducida a este continente en épocas precolombinas. Por el año 1605, se reportó que se mezclaba la harina de unas raíces con el fruto de la palma de la costa de Nueva Guinea para la alimentación de los esclavos que eran trasladados hacia América (ORTIZ y FERNÁNDEZ, 1994).

2.2.2. Ubicación geográfica

La palma aceitera se ha ubicado desde sus orígenes, tanto en forma natural como cultivada, en una franja distribuida entre los 15 grados norte y sur del Ecuador. En condiciones naturales, se encuentra en tierras cercanas a las costas, lagos, orillas de los ríos y zona selvática. Esto se debe principalmente a que se trata de plantas poco competitivas en relación con los grandes árboles de los bosques tropicales. Además, debe tomarse en cuenta que las plantas requieren para su desarrollo: climas húmedos, con una alta precipitación bien distribuida durante todo el año y períodos de sequía menores a 5 meses (ORTIZ y FERNÁNDEZ, 1994).

2.2.3. Distribución y significancia nacional e internacional.

La palma aceitera, considerada como la mayor fuente de aceites y grasas en el mundo, es un cultivo permanente que se desarrolla en tierras bajas del trópico húmedo, encuentra en el Perú condiciones óptimas para su desarrollo. Cabe

señalar que Industrias del Espino S.A., comercializa aproximadamente el 90 % de su producción en la región de la selva, donde tiene el monopolio del mercado de aceites ya que por sus precios competitivos ha logrado desplazar a los productos procedentes de la costa e incluso a los importados desde el Brasil. En el mundo se comercializan anualmente alrededor de 35 millones de toneladas de aceite de palma. Los principales países exportadores son Malasia, Indonesia y Tailandia contribuyendo con el 90 % de la oferta mundial. En América, los principales países exportadores son Colombia, Ecuador y Costa Rica. Durante el año 2008, los importadores estuvieron más diversificados, el 67 % de las importaciones corresponden a países en desarrollo y la Unión Europea, alrededor del 18 % EEUU y 15 % China. Se espera un incremento del consumo de palma mayor que el de la soya para los próximos 10 años y mayor para China, India y países bajos con relación a países en desarrollo, EE. UU. y Europa (MURO, 2012; ANDINA, 2019).

Cuadro 1. Principales países productores de palma aceitera (T).

Año	Indonesia	Malasia	Tailandia	Colombia	Nigeria	Otros	Total
2007/2008	18,000	17,567	1,050	780	850	2,867	41,114
2008/2009	20,500	17,259	1,540	795	850	3,048	43,992
2009/2010	22,000	17,763	1,345	770	850	3,131	45,859
2010/2011	23,600	18,215	1,288	775	850	3,202	47,390
2011/2012	24,400	18,215	1,450	885	850	3,281	50,566

Fuente: (MURO, 2012).

2.2.4. Bondades de la palma aceitera

Cuando se siembra un árbol de palma aceitera se contribuye a la reforestación debido a que el ecosistema de la palma aceitera, cuando se compara con otros ecosistemas naturales de los trópicos húmedos tiene una tasa neta anual de producción de biomasa igual o aún mayor que el bosque tropical, y que, a diferencia de un cultivo anual, que deja el suelo más o menos desnudo durante varios meses tiene la cualidad de convertirse en un bosque tropical artificial. Así mismo, al cortar un racimo de fruta fresca, también se corta la hoja que está debajo del mismo, la cual se incorpora al suelo, siendo una importante fuente de nutrientes para abonar la plantación y generar humus, reduciendo el uso de fertilizantes minerales. Todas las partes de la palma aceitera se utiliza y por lo tanto no hay desperdicios que contaminen. Una plantación de contiene 143 árboles de palma aceitera por hectárea, que es la población iniciada de 9 x 9, puede generar más de 20 toneladas diarias de oxígeno, lo que significa que actualmente, que el cultivo de palma aceitera en el Perú (15 000 has.) genera más de 300 000 toneladas de oxígeno diario y que para el año 2005, serian 400 000 toneladas de oxígeno al día que se producirían en la amazonia peruana gracias a este cultivo (DE LA CRUZ, 2010).

2.2.5. Clasificación Taxonómica.

Según DE LA CRUZ (2010), la palma presenta la siguiente clasificación botánica:

Reino:	Vegetal
División:	Fanerógamas

Sub. División:	Angiosperma
Clase:	Monocotiledoneae
Orden:	Palmales
Familia:	Palmaceae
Tribu:	Cocoina
Género:	<i>Elaeis</i>
Especie:	<i>E. guineensis</i> Jacq.

2.3. Los herbicidas

2.3.1. Definición de herbicidas

Etimológicamente la palabra herbicida se compone de dos vocablos: her (hierba vegetal) y cida (matar, muerte), en sentido amplio, un herbicida es todo compuesto químico que inhibe total o parcial crecimiento de las plantas, interfiriendo de algún modo el funcionamiento de las plantas y produciendo en muchos casos la muerte (GARCÍA y FERNÁNDEZ, 1991). Un herbicida se puede definir como un producto químico-fitotóxico, utilizado para destruir plantas indeseables (malezas), inhibir o alterar su crecimiento e interferir y malograr la germinación de sus semillas (GOMBES, 1993).

La definición de herbicida hacía mención a productos químicos, pero con la utilización de los micos herbicidas para el control de malezas, los herbicidas han sido definidos por las sustancias químicas y biológicas creadas para matar o retardar significativamente el crecimiento de las plantas. El factor más importante en el auge de los herbicidas es por la capacidad de muchos de ellos, llamados selectivos, de afectar o matar las plantas indeseables, sin dañar las cultivadas (ACOR, 2004; WSSA, 2011).

2.3.2. Modo de acción de los herbicidas

Herbicida en el término más amplio que se refiere a la suma total de todas las respuestas anatómicas, fisiológicas y bioquímicas que ocurre en la planta, como respuesta al herbicida. Esto incluye absorción, penetración, translocación y finalmente la acción final, en el punto de acción del herbicida, que causa la muerte de la planta (GOMBES; 1993; UEK, 2012). Para que realice su acción fitotóxica es necesario que haya contacto y penetración en la planta, movilización al sitio donde ejercerá su efecto y acción tóxica, que altere los procesos vitales. La muerte de la planta se puede ocasionar con solo destruir un grupo de células, de las cuales depende la vida del individuo, este grupo de células es denominado "sitio de acción" por ser allí donde el herbicida funciona. Las raíces, rizomas y los tubérculos de malezas son ejemplos de sitios de acción de varios herbicidas aplicados al follaje. La translocación es el movimiento, desplazamiento o traslado del herbicida dentro de la planta, desde el lugar de absorción hasta los sitios donde ejerce su acción, está ligado al grado de movilidad de los herbicidas los cuales se translocan dentro de la planta a través de sistemas como son: simplástico (biseptalo), apoplástico (acropétalo), aposimplástico y por espacios intercelulares (CERNA; 1994; CERNA, 2013).

2.3.3. Relación herbicida – medio ambiente

El suelo es uno de los factores de mayor importancia en el desarrollo de las especies y de la actividad del herbicida, según el estado que se encuentra afecta en gran medida a la presencia y abundancia de malas hierbas; En suelos bien desmenuzados y con abundante humedad, la nacencia de malas hierbas es mucho más abundante y rápida que en suelos secos y aterronados, por otro

lado, es importante conocer la textura del suelo, su contenido en materia orgánica y grado de humedad para determinar la aplicabilidad y dosis de ciertos herbicidas residuales (GARCÍA y FERNÁNDEZ, 1991).

Al aplicar cualquier herbicida se establece desde ese momento, una interacción entre el herbicida y el medio hasta que termina su efecto y desaparece, esta interacción se lleva a cabo en el nivel de la atmósfera del suelo superficial, en el agua y dentro de la planta; las interacciones que se suscitan no son simples, el medio influye en la actividad y selectividad del herbicida alterándolo, por lo tanto, repercutirá el efecto sobre la planta, la cual, a su vez, facilitará el paso de cierto material de acuerdo con su constitución morfológica y actividad bioquímica. Ambiente, humedad, grado de insolación, tipo de suelo, cultivo asociado con la maleza, viento, características fisicoquímicas del herbicida, y temperatura, son factores que el agrónomo y el agricultor deben tener en cuenta para obtener resultados satisfactorios al emplear estos plaguicidas (GOMBES, 1993).

Existe significativa influencia de los factores ambientales por cuanto acondicionan la eficacia de los herbicidas, algunos factores no son controlables por el hombre, pero se deben tener en cuenta para buscar el momento apropiado para realizar las aplicaciones, la humedad (del suelo, el rocío y la lluvia), el viento y la temperatura son los factores ambientales que afectan la eficacia de los herbicidas (CERNA, 1994; CERNA, 2013).

2.3.4. Selectividad de los herbicidas

Los herbicidas son selectivos, cuando inhiben el crecimiento y/o matan a las malezas tratadas, mientras que las plantas de los cultivos no son afectadas, los herbicidas son no selectivos, cuando inhiben el crecimiento y/o matan toda vegetación. Los herbicidas sistémicos son los que se movilizan del sitio de aplicación a otras partes de la planta y afectan algún proceso interno, que luego puede resultar la muerte de la planta, cuando las aplicaciones son dirigidas al follaje, el herbicida se transloca a través del floema y cuando las aplicaciones son dirigidas al suelo, el herbicida absorbido se moviliza por medio del xilema (GARCÍA y FERNÁNDEZ, 1991).

2.3.5. Movilidad en la planta

Por su movilidad en la planta, los herbicidas pueden ser de contacto o sistémicos. Los herbicidas de contacto son aquellos que eliminan sólo las partes de la planta con las que entran en contacto al momento de la aplicación, y tienen un transporte limitado dentro de la planta. Es por esto que se recomiendan para el control de maleza anual. Por su parte, los herbicidas sistémicos son aquellos se aplican al suelo o al follaje y son absorbidos y transportados a toda la planta incluyendo sus raíces y otros órganos subterráneos. Debido a lo anterior, los herbicidas sistémicos son utilizados para el control de maleza perenne (ROSS y LEMBI, 1985).

2.3.6. Mecanismo de acción

El mecanismo de acción de un herbicida, se define como la principal reacción bioquímica o biofísica que es afectada por el herbicida para dañar a la

planta tratada. El mecanismo de acción comúnmente incluye el bloqueo de algún proceso enzimático vital para la planta. Los herbicidas pueden funcionar de diferentes maneras en la planta, interfiriendo con algún proceso esencial para su correcto crecimiento y desarrollo de la planta. Los herbicidas pueden ser clasificados por su mecanismo de acción, con base en los síntomas provocados por éstos en las plantas tratadas (ROSALES y ESQUEDA, 2011).

La WSSA (2011), ha desarrollado un sistema de clasificación numérico, mientras que la clasificación del Comité de Acción Contra la resistencia a Herbicidas (HRAC) se basa en letras, pero una mejor agrupación ha realizado (KOGAN y PÉREZ, 2003). De acuerdo con el conocimiento actual, los herbicidas pueden afectar a diferentes sitios (sitio de acción) la planta para esto se ha dividido en ocho grupos diferentes donde se encuentran reguladores de crecimiento, inhibidores de la síntesis de los lípidos, inhibidores de la biosíntesis de los aminoácidos, inhibidor de la fotosíntesis, desestabilizadores de membranas celulares, inhibidores de pigmentos, inhibidores de mitóticos e inhibidores de la biosíntesis de la celulosa (ROSALES y ESQUEDA, 2011).

2.3.7. Inhibidores de la síntesis de aminoácidos

El Glifosato (N-fosfometilglicina) es el herbicida más usado en el mundo, tanto por volumen, como por extensión de área tratada (DUKE y POWLES, 2008). Esto se debe principalmente, a que casi el 80 % de los cultivos transgénicos tienen la característica de ser resistentes a este herbicida de amplio espectro, el cual se aplica al follaje, y es absorbido y traslocado rápidamente por toda la planta. Generalmente no hay detoxificación, y en caso de haberla, es muy lenta. Actúa de manera relativamente lenta, permitiendo que el herbicida pueda llegar a casi todos

los tejidos de la planta antes de que su fitotoxicidad limite su movimiento. Además, de manera casi idéntica a la sacarosa, es traslocado preferencialmente a los tejidos meristemáticos, por lo que la planta es incapaz de rebrotar (DUKE y DAYAN, 2011).

El Glifosato es el único herbicida que inhibe la 5-enolpiruvil shikimato-3-fosfato sintasa (EPSPS), una enzima requerida en la ruta del ácido shikímico para la biosíntesis de los aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina y triptófano. Este parece ser el único sitio de acción del Glifosato, dado que las plantas transformadas con EPSPS microbiano resistente, son 50 % más resistentes al Glifosato que las plantas no transformadas. Aunque se debería asumir que la planta muere debido a la inanición de aminoácidos aromáticos necesarios para la síntesis de proteínas, existe evidencia de que una disfunción más importante e inmediata causada por la inhibición de la EPSPS es la desregulación de la ruta del ácido shikímico, lo que conduce a altos niveles de shikimato-3-fosfato y el desvío del carbono y los fosfatos de otras rutas metabólicas, interrumpiendo no sólo la ruta del shikimato. A pesar de que está codificada nuclearmente, la EPSPS reside en el plástido. Así, la detención de las rutas de fijación de carbono mediante el secuestro de intermediarios puede causar más daño celular que una simple reducción de los niveles de aminoácidos aromáticos libres. La EPSPS se encuentra en plantas, algunos hongos y bacterias. A dosis muy bajas, el Glifosato estimula el crecimiento vegetal (hormésis), especialmente en las plantas leñosas (DUKE y DAYAN, 2011).

2.4. Características de los herbicidas empleados

2.4.1. Gramocil (Paraquat + Diurón)

Identidad del Paraquat + Diurón (ORELLANA, 2007)

Grupo químico: Paraquat; Bipyridilos

: Diurón; Urea substituida

Nombre común: Paraquat + Diurón

Nombre químico: Paraquat (ion de 1,1dimetil 4,4 bipyridilo en forma de cloruro Paraquat) y el Diurón 3-(3,4 diclorafenil)-1,1dimetil-urea.

Composición química: Paraquat: equivalente a 200 g de ac eq./L
Diurón 100 g i.a/L.

Nombre comercial: Gramocil

Formulación: Suspensión concentrada 200g de Paraquat, 100g de Diurón/L de producto comercial.

Modo de acción: Su efecto herbicida se produce al formar radicales peróxidos que provocan el trastorno rápido de la membrana celular y del citoplasma, ocurriendo el colapso de la estructura celular y finalmente la desecación total de los tejidos verdes. El efecto sinérgico es la modificación de la velocidad de Fotosíntesis, retrasando la destrucción celular y proporcionado mejor distribución de Paraquat (VADEMECUM AGRARIO, 2012).

Dosis: Manzano, nogal, plátano, cítricos, durazno, y caña de azúcar. 2 - 3 L/ha; sorgo y maíz 1.5 – 3 L/ha

Forma de aplicación: Es esencial hacer la aspersion con precisión y cubrir totalmente la maleza. Asegúrese de que las boquillas estén en buenas condiciones y que el agujón del aspersor esté ajustado a una altura adecuada que se garantice la cobertura total. Se debe

evitar bañar los tejidos no leñosos de los cultivos, el Gramocil no causa daños al asperjarlo sobre la corteza madura, pero si causará daños si se aplica sobre las partes verdes de las plantas cultivadas. En los cultivos arbóreos o arbustivos establecidos, no aplique a la corteza inmadura del tronco o a los tallos (SYNGENTA, 2013).

Compatibilidad: Es compatible con otros herbicidas residuales y hormonales, e incompatible con productos de reacción alcalina.

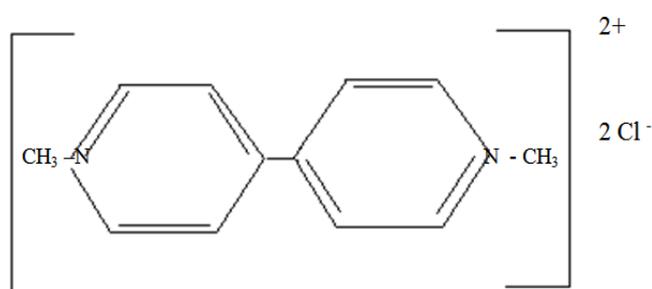
Categoría toxicológica: Categoría II. Moderadamente peligroso.

2.4.2. Paraquat

Nombres comerciales:

Gramoxone Super, Gramaquat, Herbaquat, Herbox, Herbitox, Agroxone, Malaquat, Malethil, Zafa, Folgae, Inesquat, Crisquat.

Fórmula:



Nombre químico:

(Sal de 1,1'-dimethyl-4,4'-bipiridinio)

Características:

Es un herbicida desecante pertenece al grupo de Bipiridilos que actúa por contacto sobre las partes aéreas de las malezas tanto gramíneas como

de hoja ancha. Actúa rápidamente, las malezas mueren en 2-4 días, penetra rápidamente en los tejidos de las plantas, esta cualidad asegura la acción del producto aún en periodos lluviosos, ya que no es lavado si las lluvias ocurren 30 minutos después de haberse efectuado la aplicación.

Solo destruye la materia verde con la cual entra en contacto, no afecta la corteza madura o parte leñosa. Se inactiva al entrar en contacto con el suelo (permite sembrar un cultivo inmediatamente después de aplicar).

Modo de acción

Afecta la fotosíntesis, destruye las membranas celulares, dando lugar al desecamiento de las malezas. Se mueve en los vegetales a determinadas condiciones, a través del sistema xilemático.

Toxicología

Toxicidad:

DL 50 oral aguda 150ml / kg.

DL 50 dermal aguda 500 ml/kg.

Cultivos

Caña de azúcar, arroz, cocona, café, cítricos, té, papa (desecación de follaje), plátano, palma aceitera.

Dosis

Aplicar sobre malezas con alturas no mayores de 20 cm

Compatibilidad

Es compatible con herbicidas residuales 2,4D y MCPA. Es miscible con otros antiparásitos, siempre que no contengan tensoactivos aniónicos.

2.4.3. Atrazina

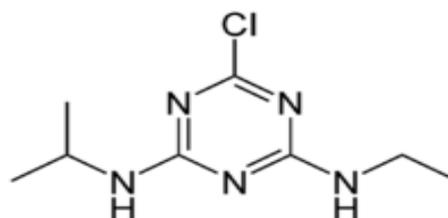
Nombre químico: 2 – cloro - 4 - (etilamina)-6-isopropilamino)-1,3,5-triazina.

Nombre común: Atrazina

Nombre comercial: Atranex 50 SC.

Formula empírica: C₈H₁₄ClN₅

Formula estructural:



Características fisicoquímicas

Masa molecular : 215.7

Presión de vapor : 10⁷ a 20 °C

Punto de fusión : 175 °C

Solubilidad : bajo

A mayor presión de vapor, baja la solubilidad y en consecuencia baja la movilidad al interior de la planta, a mayor presión de vapor, incrementa la volatilidad.

Modo de acción: es un herbicida selectivo al cultivo de maíz, para aplicación al suelo, con movimiento sistémico acropétalo, para control pre y post emergente residual de malezas gramíneas y de hoja ancha anual y algunas perennes. Absorbido por las malezas por las raíces y algo por las hojas, presenta translocación acropétalo por el xilema, y se acumula en los tejidos fotosintéticos y puntos meristemáticos. Puede ser aplicado en preemergencia y pos emergencia; tiene efecto residual prolongado, dependiendo de la textura del suelo, el clima y

dosis. Requiere de buena humedad para ejercer un buen control de las malezas. Bloquea el transporte de electrones, inhibiendo la reacción de Hill, y como resultado impide la fotosíntesis, por lo que sus efectos se observan entre 10 a 15 días después de la aplicación. Clasificado por la HRAC como Inhibidor de Fotosíntesis (Fotosistema II), grupo C1, Triazinas, tiene riesgo de existencia de bajo a medio (PITTY y CUÑAZ, 1995).

Formulación: Suspensión acuosa

Dosis: 1.5 a 3 L / ha.

Toxicidad:

DL₅₀ oral de i.a : 2540 mg/kg de peso vivo

DL₅₀ oral formulado : 5080 mg/kg

Categoría toxicológica : Grupo IV

Aplicación

Época: Preemergencia al cultivo y a la maleza y en pos emergencia temprana al cultivo y a la maleza (4 cm. de altura). Lugar. Al suelo, el cual deberá estar preparado, bien mullido y húmedo.

Forma terrestre: Empleando aspersorios colocados en un tractor, con un volumen de agua de 200 a 400 L./ha. Una presión de 30 a 40 lb./pulg² y agitación constante; boquillas tipo Teejet 8003/04, con filtros no más finos de 50 mallas. Aspersorios manuales con presión y agitación constante y un volumen de agua mínimo de 60 lt/ha, boquillas SS6515 (26 boquillas/avión), Angulo de colocación de

135°, en relación con la línea de vuelo y una altura de 1.5 m. sobre el cultivo, no lo aplique al mediodía (de 11 a 15 horas).

Precauciones: En caso de intoxicación, provoque el vómito inmediatamente, dando al paciente un vaso con agua tibia que contenga una cucharada de sal o introduciendo un dedo en la garganta. Repita el procedimiento hasta que el fluido sea claro. Tratamiento médico sintomático. (GOMBES, 1993).

Compatibilidad

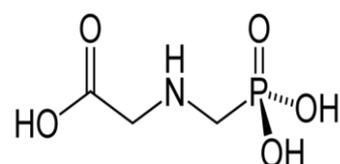
Se ha demostrado que la acción más lenta de Glifosato en mezcla con atrazina se debe a los inertes de tipo arcilloso que participan en las formulaciones de todos los herbicidas de la familia de las triazinas. Esos inertes arcillosos pueden adsorber el principio activo del Glifosato reduciéndole su capacidad para penetrar en las malezas y translocarse en su interior. Podría compararse ese efecto con el de la materia orgánica o arcilla en suspensión en un agua sucia que se usara para la aplicación de Glifosato. En esos casos, el control postemergente de malezas con Glifosato puede verse demorado, o hasta disminuirlo en el caso de las malezas más exigentes en dosis de Glifosato (CHESSA, 2002).

La floculación de la atrazina, por su parte, podría describirse como la mayor concentración de este producto en el tercio inferior del volumen total de la mezcla, aunque sin llegar a constituir un precipitado. Puede aparecer especialmente cuando no se remueve ni agita el caldo de la mezcla con Glifosato durante un breve lapso (puede ser sólo algunos minutos). La resuspensión de la mezcla hasta una situación completamente homogénea es, sin embargo, muy fácil de lograr y basta con remover ligeramente el caldo para que la floculación desaparezca. Por

supuesto, la manifestación de esa floculación de la atrazina depende de la dosis de atrazina que se hubiese querido mezclar, el volumen de agua calculado para la aplicación, o hasta la misma calidad del agua, tanto en pureza como en dureza. En esos casos, lo recomendable es que la mezcla atrazina-Glifosato se prepare con la menor anticipación posible al momento de iniciar la aplicación, que se respete el siguiente orden para la preparación de la mezcla: agregar la cantidad necesaria de atrazina en la mitad del volumen total, después agregar el Glifosato y, por último, completar el tanque con la otra mitad del agua necesaria, que se emplee agua limpia y sin problemas de dureza que pudieran complicar, aún más, la acción del Glifosato, que la mezcla en el tanque se prepare mientras el sistema de retorno del equipo pulverizador esté funcionando y que se incremente 25 % la dosis de Glifosato que se había decidido aplicar según las malezas a controlar (CHESSA, 2002).

2.4.4. Glifosato

Grupo químico:	Glicina
Nombre común:	Glifosato
Nombre químico:	N- (phosphonomethyl) glycine
Composición química:	Sal de monoisopropalamina 41 % p/p
Expresado como N.N.	fosfonometalaglicina 480g/L
Fórmula empírica:	$C_5H_6N_3O_5P$



Fórmula estructural

Nombre comercial: Glofonox 480 CS.

Propiedades fisicoquímicas:

Masa molecular:	169.7 g/mol
Presión de vapor :	No es aplicable
Punto de fusión :	184.5 °C
Solubilidad:	soluble a 25 °C

Descripción del producto

Se comercializa principalmente con el nombre de ROUNDUP, el que contiene 36 % de equivalente ácido y 48 % de equivalente sal (MARTINO, 1995). Dado que no es capaz de atravesar las cutículas foliares y membranas celulares hidrofóbicas de las malezas, las formulaciones comerciales contienen un agente surfactante, que ayuda a superar dichas barreras (MARTINO, 1995; FRANZ *et al.*, 1997).

Modo de acción

Es un herbicida pos emergente, sistémico, de amplio espectro con una alta actividad sobre casi todas las malezas (anuales, perennes, mono o dicotiledóneas), siendo solamente resistentes aquellas variedades modificadas genéticamente (WHO, 1994; MARTINO, 1995; RODRÍGUES *et al.*, 1995).

El Glifosato se distribuye en los vegetales a través de una translocación simplástica, utilizando la vía de la fotosíntesis, particularmente útil

para matar órganos subterráneos de plantas perennes que tienden a prosperar en pasturas y sistemas de agricultura conservacionista. El sistema simplasto constituye el protoplasma a lo largo de la planta, incluyendo el citoplasma de cada célula, la plasmodesmata y el floema; consideradas la parte viva de la planta (ROBERT *et al.*, 1998). Los herbicidas móviles por simplasto, que son absorbidos por las hojas, se mueven junto con los fotosintatos por la misma vía, llegando a las raíces u otros órganos de reserva donde se acumulan. Por lo tanto, las condiciones que aseguran la actividad fotosintética (temperatura, humedad, luz) promoverán la translocación del Glifosato. Por ello actúa más eficazmente sobre las plantas en activo crecimiento que no hayan sido sometidas a ningún tipo de estrés (MARTINO, 1995).

El Glifosato es un herbicida bipolar, fácilmente ionizable en solución acuosa y se comporta como un ácido débil (MARTINO, 1995; PRATA, *et al.*, 2000). Los estudios realizados en relación a la interacción del Glifosato con los constituyentes del suelo, indican que el herbicida se inactiva rápidamente debido a su adsorción al suelo y no a una degradación química o biológica (SPRANKLE *et al.*, 1975).

Dosis: De 1 a 5 litros por hectárea dependiendo de la concentración del ingrediente activo.

Forma de aplicación

La aplicación debe hacerse cuando las malezas han emergido y alcanzado un estado de desarrollo adecuado el cual depende de la especie de la maleza, es inactivado para el suelo después de la aplicación; por esta razón no deja

residuos que puedan afectar las siembras posteriores ni tampoco penetra por las raíces de cultivos ya establecidos.

Las lluvias que ocurren dentro de seis horas después de la aplicación pueden reducir la efectividad; si ocurre un aguacero dentro de dos horas después de la aplicación puede lavar una cantidad importante del producto aplicado y posiblemente sea necesario repetir la aplicación; por eso Crystal Chemical® recomienda utilizar el Mezclafix® como adherente y penetrante para evitar pérdida por lluvias.

Se puede utilizar la mayoría de las bombas de mochila o aguilón, equipadas con boquillas de baja descarga de abanico plano vertical como las: Tee Jeet 8001, Tee Jeet 8002, Tee Jeet 11002; para aspersiones con tractor se recomiendan boquillas de abanico plano como las Tee Jeet 8003 y Tee Jee 8004 o sus equivalentes.

Compatibilidad

No es compatible con herbicidas residuales como ureas sustituidas, triazinas y herbicidas de tipo hormonal, como bipiridilos, fenóxidos, órganos arsénicos. La mezcla con otros herbicidas puede reducir la efectividad del Glifosato.

Categoría toxicológica

Categoría III, ligeramente peligroso

2.5. Ensayos realizados con herbicidas

HARTLEY (1988), reporta que antiguamente par el control de malezas en los círculos de las palmas en Nigeria se usaron herbicidas de contacto como el arsenito

de sodio pero por ser este de alta toxicidad para los humanos se cambió por la sal sódica de ácido arsénico de metano (MSMA) teniendo amplia efectividad sobre gramíneas, del mismo modo en dicho país se aplicaron mezclas de Paraquat + Atrazina, Monurón o Diurón, en Costa de Marfil se desarrollaron formulaciones para palma mayores a 5 años como el MSMA a 1.8 kg de i.a/ha + Paraquat a 0.7 l/ha. También reportan que se usaron herbicidas como el 2,4-D a 0.7 kg de i.a/ha, del mismo modo indican que para palmas más viejas se realizaron varias mezclas de MSMA, 2,4-D, clorato de sodio y amitrol. Así mismo, reporte que en Malasia la aspersion del círculo se realiza tres a cuatro veces por año utilizando para palmas adultas mezclas de 6-9 lt de arsenito de sodio liquido con 2 a 3 kg. de clorato de sodio por ha. En Camerún occidental también se encontró que la ametrina (triazina) era efectiva que son usados en la actualidad en Colombia para el control de malezas en el círculo de las palmas dividiéndolos en dos grupos: de contacto y sistémicos; dentro del primer grupo se encuentran el Paraquat, Diurón y el Glufosinato de amonio. En el segundo grupo tenemos el Glifosato, Ametrina, Cletodin y Fluazifop; siendo el más utilizado el Glifosato.

Así mismo, recomienda que cada plantación de palma de aceite adopte sus formulaciones y rutinas para la aspersion de los círculos, de acuerdo con los precios, climas, flora de malezas y edad de las palmas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la ex - empresa Endepalma S.A, localizada en el distrito de Tocache, departamento de San Martín, cuyas coordenadas geográficas son:

Latitud sur	: 08°11'03"
Longitud Oeste	: 76°30'29"
Altitud	: 525 msnm.

3.2. Historia del campo experimental

Estos suelos pertenecieron hasta el año 1985 a la empresa Endepalma S.A. Hoy en día se encuentran con plantaciones de palma aceitera de aproximadamente seis años de edad, la administración está a responsabilidad de Cooperativa Agraria de Palmicultores de Tocache (ACEPAT).

3.3. Componentes en estudio

a. Productos

Ingrediente activo.	Nombre comercial
Atrazina	Atranex
Glifosato	Roundup
Paraquat	Gramoxone Super
Paraquat + Diuron	Gramocil

b. Parcela del cultivo de palma

La población de malezas encontradas en la plantación de palma de seis años de edad fue de 40 % de malezas de hoja ancha (dicotiledóneas) y 60 % de malezas de hoja angosta (monocotiledóneas) y El porcentaje de infestación fue de 100 %, siendo la altura de las malezas en promedio de 40 a 50 cm.

3.4. Condiciones Climáticas

Los datos climatológicos registrados corresponden a los promedios mensuales de la campaña que duró el experimento, los cuales fueron registrados en la Estación Climatológica de Tocache, SENAMHI (Cuadro 2).

Cuadro 2.Datos meteorológicos durante el experimento.

Meses	Temperatura			Precipitación mm/mes	Humedad (%)
	Max.	Media	Min.		
Mayo	29.90	20.70	29.90	205.10	85.00
Junio	27.00	26.15	27.00	250.30	85.00
Julio	21.00	26.00	31.00	120.00	82.00
Agosto	22.00	27.00	32.00	140.00	82.00
Setiembre	23.00	27.50	32.00	160.00	84.00

Fuente: Estación Meteorológica del ICT - Tocache.

3.5. Presencia de malezas en el campo experimental

En la parcela donde se realizó el experimento, la presencia de malezas de hoja ancha fue del 40 % y de hoja angosta de 60 %, también se identificaron cada una de las mezclas presentes y el porcentaje de infestación de cada una de ellas, tal como se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Porcentaje de las malezas identificadas al momento de la ejecución del experimento.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Cobertura (%)
hoja angosta			
Remolina	<i>Papalum virgatum</i> (Chigüire)	Gramineae	15
Gramalote o nudillo	<i>Braquiaria música</i>	Gramineae	15
Arrocillo	<i>Rottboellia exaltata</i> (L.)	Gramineae	10
Pasto guinea	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Gramineae	10
hoja ancha			
Kudzu (planta arvense)	<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb)	Fabaceae	15
Crotalaria	<i>Crotalaria striata</i> Dc.	Leguminosaeae	10
Rabo de chancho	<i>Achyranthes indica</i> (L) Mill	Amaranthaceae	5
Siembre viva	<i>Tripogandra Cumanensis</i> (B)	Commelinaceae	5
Pega pega	<i>Desmodium Tortuosum</i> (S) Swart.	Leguminosaeae	5
Cyperaceae			
Coquico	<i>Cyperus rotundus</i> (L) Retz		5
Cortadera	<i>Cyperus luzulae</i> (L) Retz		5
Total			100

Identificación a los 20 días después del uniformizado (corte).

3.6. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio fueron escogidos y seleccionados en base a su forma de acción Paraquat (contacto) 2 L/ha, 3 L/ha, Glifosato (sistémico) 2 L/ha, 3 L/ha y Gramocil (doble acción) 2 L/ha, 3 L/ha y las mezclas, 2 + 2 L/ha, 2 + 3 L/ha, 3 + 2 L/ha, y 3 + 3 L/ha. Cada una de estas dosis fue calculada para una unidad experimental de 12.56 m²; similarmente se consideró un gasto de agua de acuerdo al producto a aplicar en cada unidad experimental.

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Dosis/parcela	Gasto de agua/tratamiento
T ₁ (Paraquat)	2 L/ha	400 L
T ₂ (Paraquat)	3 L/ha	400 L
T ₃ (Glifosato)	2 L/ha	200 L
T ₄ (Glifosato)	3 L/ha	200 L
T ₅ (Gramocil)	2 L/ha	500 L
T ₆ (Gramocil)	3 L/ha	500 L
T ₇ (Paraquat + Atrazina)	2 + 2 L/ha	500 L
T ₈ (Paraquat + Atrazina)	2 + 3 L/ha	500 L
T ₉ (Glifosato + Atrazina)	2 + 2 L/ha	300 L
T ₁₀ (Glifosato + Atrazina)	2 + 3 L/ha	300 L
T ₁₁ (Paraquat + Atrazina)	3 + 2 L/ha	500 L
T ₁₂ (Paraquat + Atrazina)	3 + 3 L/ha	500 L
T ₁₃ (Glifosato + Atrazina)	3 + 2 L/ha	300 L
T ₁₄ (Glifosato + Atrazina)	3 + 3 L/ha	300 L
T ₁₅ (Testigo)	Control manual	

3.7. Diseño experimental

El Diseño experimental empleado fue el Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 15 tratamientos y 4 repeticiones y para la comparación de los promedios se utilizó la prueba de Duncan, con el nivel de significación de 0.05

Cuadro 5. Esquema del análisis de variancia (ANVA).

Fuente de variación	Grados de libertad
Bloques	3
Tratamientos	14
Error experimental	42
Total	59

3.4.1. Modelo aditivo lineal:

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Es el valor observado en la unidad experimental del j - ésimo bloque a la cual se lo aplicó el i - ésimo herbicida.

U = es el efecto de la media general.

T_i = es el efecto de la i - ésimo herbicida.

B_j = es el efecto de la j- ésimo bloque.

ϵ_{ij} = es el efecto aleatorio del error experimental de la unidad experimental del j - ésimo bloque a la cual se le aplicó el i - ésimo herbicida.

Para:

$i = 1, 2, 3, \dots, 15$ tratamientos

$j = 1, 2, 3, 4$ repeticiones

3.8. Características del campo experimental

a. Bloque

Número	4.
Largo	135 m.
Ancho	7.8 m.
Área total del bloque	1053 m ²

b. Dimensiones de la parcela

Número	60.00
--------	-------

Radio	2.0 m.
π	3.1416
Área de la parcela	12.56 m ²

b. Dimensiones del campo experimental

Largo	135 m.
Ancho	31 m.
Área total del experimento	4185 m ²

3.9. Ejecución del experimento

Demarcación del campo experimental

La demarcación del terreno se realizó de acuerdo al croquis que se presenta en el anexo, para luego construir los bloques. Para estas labores se utilizaron estacas, pintura blanca, seguidamente se procedió a colocar los nombres a cada tratamiento en las parcelas tratadas. Esta operación se efectuó a los 20 días después del uniformizado.

Uniformización de Altura de Maleza

Consistió en uniformizar la altura de las malezas para cada tratamiento, con la finalidad de obtener una mayor homogeneidad en tamaño recomendado de 20 a 30 cm de altura, tamaño ideal en el control químico. Esta labor se realizó con machete, luego se procedió a rastrillar para sacar los rastrojos para tener una mejor evaluación.

Identificación de las malezas en el campo experimental

Para esta operación se utilizó un marco de madera de 1 x 1 m., dejando caer el marco al azar en cada parcela a evaluar. Se registraron cuatro muestras por tratamiento donde se contabilizó el número de malezas por especie del cual se

obtendrá su promedio. Así mismo, se identificaron las malezas presentes en las parcelas y se clasificaron según el tipo. Finalmente se determinaron los porcentajes de malezas presentes en el campo experimental (Cuadro 3). La identificación de las malezas se llevó a cabo con la ayuda del el Atlas de Malas Hierbas (VILLARIAS, 1992) y el HERBARIO DIGITAL DE MALAS HIERBAS (2018).

Determinación del porcentaje de malezas

El porcentaje de invasión de malezas, numero de malezas, tipo de malezas, tamaño y otras características evaluables se determinó utilizando el método del cuadrado (ALAM, 1974). Esta cosiste en áreas de 1m² distribuidas al azar en cada parcela, en las cuales se contó la cantidad existente de malezas de hoja ancha y hoja angosta, en seguida se tomó datos de altura con una cinta métrica.

Equipo utilizado

Para la aplicación de los tratamientos se utilizó un aspersor manual marca Jacto de capacidad de 20 L, y una boquilla del tipo Tee Jeet® 8002 – 8004 (herbicidas de contacto), equivalente a 0.2 y 0.4 gl/min antideriva.

Cálculo de la dosis y gasto de agua

El cálculo se determinó por regla de tres simple relacionando la dosis de aplicación por el área tratada sobre el área de una hectárea. Para el cálculo del gasto de agua se empleó el mismo método relacionando el gasto de agua recomendado según la acción del herbicida por área tratada sobre el área de una hectárea (Anexo).

Preparación de la dosis

Se realizó haciendo un pre mezcla en un balde para homogenizar la solución para luego transvasar al aspersor. Cabe indicar que después de cada aplicación de un ingrediente activo se procedió a enjuagar el equipo y envases utilizados.

3.10. Aplicación de los herbicidas

La aplicación de los herbicidas se realizó a los 20 días después de la uniformización de las alturas de las malezas. El área del círculo a controlar las malezas fue de 12.56 m², con un radio de círculo de 2 m. Para la aplicación de los herbicidas se tuvo en cuenta la altura, presión de salida del agua, velocidad constante de aplicación, hora adecuada, el clima y una agitación constante de la solución para evitar la sedimentación que se puede obstruir la boquilla y afectar la uniformidad de la aplicación.

3.11. Determinación del efecto control

Las evaluaciones se realizaron a los 15, 30 y 45 días de la aplicación de los tratamientos. Para ello se utilizó el método visual y con la ayuda de la escala propuesta por la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM, 1974), que se presenta a continuación.

Índice de control (%)	Denominación
00 – 40	Ninguno o pobre
41 – 60	Regular
61 – 70	Eficiente
71 – 80	Bueno
81 – 90	Muy bueno
91 – 100	Excelente (ALAM, 1974)

3.12. Determinación del efecto residual

Para determinar el poder residual de los tratamientos se realizaron evaluaciones a los 60, 75, 90 y 120 días después de la aplicación, procediendo a verificar el grado de rebrote de las malezas y determinando el tiempo transcurrido de la aplicación hasta el inicio de la aparición de nuevas malezas o rebrotes (el rebrote es inverso al poder residual, por lo que cuando el grado sea 100 % el poder residual será 0 %) de las malezas.

Cuadro 6. Índice de Rebrote.

Rebrote/nacencia	% estimado	% control
0 – 5 cm	20	80
6 – 10cm	25 – 40	75 – 60
11 – 15cm	45 – 60	60 – 40
16 – 20cm	65 – 80	35 – 20
21 – 25cm	85 – 100	15 – 00

3.13. Determinación del análisis económico

Para determinar el presente parámetro se consideró los costos de aplicación, precio del producto y alquiler de equipo de aplicación, para luego relacionarlo con el porcentaje de control y efecto residual. Finalmente, el costo de cada tratamiento se determinó dividiendo el costo total (costo total de los productos más los jornales de aplicación y el alquiler del equipo) entre el número de días que duró su efecto residual. El valor resultante es el costo de tratamiento por día de control de malezas para una hectárea (ESPINOZA, 2015).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de control de los tratamientos

En el Cuadro 7, se presenta el efecto de los herbicidas en el porcentaje de control de malezas de hoja ancha y angosta a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación de los herbicidas. Asimismo se observa que para el efecto de bloques en todas evaluaciones existen diferencias significativas, debido a que el campo experimental fue muy heterogéneo, mientras que para el efecto de los tratamientos existió diferencias altamente significativas, los coeficientes de variabilidad fluctuaron desde 3.79 % en la primera evaluación a 14.12 % en la segunda evaluación.

Del Cuadro 8, se puede inferir que a los 15 días después de la aplicación de los herbicidas el porcentaje de control varía de 60 % en el tratamiento T₁₀ (Glifosato 2 L/ha + Atrazina 3 L/ha) a 100 % en los tratamientos donde se aplicaron Paraquat con Atrazina no encontrándose diferencias estadísticas entre ellos pero si con los demás tratamientos, el control inmediato del Paraquat se debe a que es un herbicida de contacto afectando la fotosíntesis, esto indica que el Paraquat actúa rápidamente mata a las malezas de 2 a 4 días (RUBÉN, 2002; VADEMECUM AGRARIO, 2012), al respecto PITY y CUÑAZ (1995), afirman que los herbicidas de contacto actúan sobre las partes aéreas de las plantas al ser asperjadas sobre el follaje donde penetran rápidamente sobre los tejidos vegetales, asimismo se observa que la acción individual del Paraquat (T₁ y T₂) frente al Glifosato fue estadísticamente superior alcanzando 90 % de control convirtiéndolo en una opción de control muy eficaz de malezas en el cultivo de palma aceitera, así también

CÁRDENAS (1972), menciona que se está recurriendo con frecuencia el uso de Paraquat con Diurón para control de malezas en palma aceitera, los mismos que pueden aplicarse de manera individual o en mezcla.

A los 30 días después de la aplicación de los herbicidas, se observa que también el Glifosato (3 L/ha.) en mezcla con Atrazina (2 y 3 L/ha.) alcanzó un 100 % de control, diferenciándose estadísticamente con los tratamiento de aplicación individual, esto demuestra un efecto potenciador por parte la Atrazina, este efecto no solo podría estar influenciada por las altas dosis de Glifosato sino también a la compatibilidad entre ambos ingredientes activos, numerosos estudios entre compatibilidad con Atrazina aseguran que la incompatibilidad se genera al aumentar su dosis en la mezcla,

Se debe a la acción más lenta de Glifosato en mezcla con atrazina debido a los inertes de tipo arcilloso que participan en las formulaciones de todos los herbicidas de la familia de las triazinas. El control post emergente de malezas con Glifosato puede verse demorado, o hasta disminuirlo en el caso de las malezas más exigentes en dosis de Glifosato (CHESSA, 2002). Al respecto DE LA VEGA (2011), asegura que la incompatibilidad se da cuando para preparar la mezcla se usa Atrazina de formulación granulada, retrasando la acción del Glifosato, debido a la floculación o coagulación de la Atrazina, por su parte, podría describirse como la mayor concentración de este producto en el tercio inferior del volumen total de la mezcla, aunque sin llegar a constituir un precipitado, una de las causas por la que se da este fenómeno es cuando no se remueve ni agita el caldo durante un breve lapso (pueden ser sólo algunos minutos. Por otro lado, ESPINOZA (2015), refiere sobre el potencial de Glifosato y Atrazina que encontró mejores resultados

de control al aplicar 3 litros de Glifosato en mezcla con un litro de Atrazina. Por otro lado, trabajos hechos por PAPA y TUESCA (2009), demuestran que la mezcla de Glifosato con Atrazina aumentó significativamente el control especialmente de especies que presentan elevada tolerancia al Glifosato.

A los 45 días se muestra que los tratamientos potenciados con Atrazina muestran 100 %, en efecto no se diferencian estadísticamente entre ellos, en comparación con las aplicaciones individuales que alcanzan menos de 90 % de control de malezas, asimismo se encontró que el Gramocil tienen igual porcentaje de control con las aplicaciones individuales de Glifosato, este hecho se puede ver claramente en los tratamientos T₆ (Gramocil 3 L/ha) y T₄ (Glifosato 3 L/ha) que alcanzaron porcentajes de control de 90 %, Es importante mencionar que el tratamiento T₆ (Gramocil 3 L/ha) demostró tener un efecto de control considerable, por ser un herbicida de contacto y ligeramente sistémico, sin embargo tiene un efecto inferior frente a los tratamientos donde para la mezcla se utilizó Atrazina con Glifosato, este resultado se cree que estuvo influenciado por factores climatológicos (Cuadro 2) y las sustancias cerosas de las hojas de las malezas gramíneas, en efecto la eficiencia del herbicida se ve afectado, por lo que al respecto KOGAN y PEREZ, (2003), mencionan que la efectividad de los herbicidas de contacto está influenciada por la cantidad máxima del caldo asperjado en las hojas, este a su vez afectado por la naturaleza cerosa de la hoja que es más problemático en zonas de clima frío y en malezas gramíneas.

La residualidad de los tratamientos estuvo determinada por la presencia de rebrotes de malezas, en lo cual se observó que a los 45 días después de la aplicación, ha mantenido su poder residual porque superó el 100 % de rebrote

de las malezas (Cuadro 8), no sucedió así con los demás tratamientos, lo que se atribuye a las bajas dosis de Glifosato 2 L/ha + Atrazina 3, ya que la dosis ideal (RUBÉN, 2002).

Con respecto al testigo con corte, muestra 85, 60 y 30 % de control a los 15, 30 y 45 días respectivamente, el testigo con corte que en este caso fue el control manual representa el efecto diferencial con la aplicación del control químico, cabe destacarse que la ejecución del experimento se realizó en épocas de poca precipitación, influenciando en un menor desarrollo y crecimiento de las malezas, a diferencia de los obtenido por BARDALES (2006), quien reporta que el efecto del herbicida Glifosato, en malezas de 10 cm., 20 cm. y 30 cm. de altura, utilizando diferentes caudales de aplicación no tuvo efecto significativo entre los tratamientos empleados, tanto a los 15 y 30 días después de la aplicación; sin embargo, se observa que el mejor efecto se obtuvo en malezas de 30 cm. de altura con 64.47 y 81.79 % de control respectivamente. El menor efecto se observa en malezas de 20 cm en ambas fechas de observación, con 62.49 % y 70.77 % respectivamente.

Al observar en el Cuadro 8 y la Figura 1, donde se muestran las curvas de eficiencia de control de malezas por efecto de los herbicidas a los 45 días, podemos observar que los tratamientos del Paraquat solo o en mezclas, T₁, T₂, T₇, T₈, T₁₁ y T₁₂, fueron las más eficientes en el porcentaje de control de malezas posiblemente porque el Paraquat tiene presión de vapor más alta que los herbicidas sistémicos lo cual hace que se volatilice a mayor temperatura (PAYSON, 2003). De igual manera, se indica que las malezas brotan

rápidamente por la alta precipitación afectando la selectividad de los herbicidas (GARCÍA, 2001). Luego les siguen los tratamientos con Gramoxil T₅ y T₆. Los menos eficientes fueron los tratamientos que contuvieron Glifosato, solos o en mezcla con la Atrazina T₃, T₄, T₉ y T₁₀.

En la Figura 2, vemos en el porcentaje de malezas, el efecto de la Atrazina en mezcla con Glifosato y Paraquat y efecto individual de la Glifosato y Paraquat, lo que indica que el Glifosato es traslocado a otras zonas de la planta a través del floema y puede afectar a zonas de ella sobre las que el producto no cayó al tratarla (ROSALES y ESQUEDA, 2011). También observamos que todos los tratamientos pierden su efectividad y caen en el porcentaje de control después de los 45 días y disminuyen drásticamente después de los 80 días de aplicación, vista en los trabajos en cítricos de RAMÍREZ (2008); VARGAS *et al.* (2012).

Cuadro 7. Resumen del análisis de varianza del porcentaje de control de malezas en palma aceitera a los 15, 30 y 45 DDA de los herbicidas.

Fuente variación	Cuadrados medios						
	Días después de la aplicación de los tratamientos						
	G.L	15 Días		30 Días		45 Días	
Tratamientos	14	999.2	AS	423.81	AS	1923.81	AS
Bloque	3	160.1	AS	100.00	AS	82.22	AS
Error Experimental	42	20.1		14.286		107.79	
Total	59						
C.V. (%)		5.5		14.12		3.79	

- N.S** : No existe significación estadística.
S : Existe diferencias significativas
A.S : Existe diferencias altamente significativas.

Cuadro 8. Comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) del porcentaje de control de malezas en palma aceitera a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación de los tratamientos.

A los 15			A los 30			A los 45		
Clave	%	Sig.	Clave	%	Sig	Clave	%	Sig
T ₁₂	100.00	a	T ₁₁	100.00	a	T ₁₀	100.00	a
T ₈	100.00	a	T ₈	100.00	a	T ₉	100.00	a
T ₁₁	99.50	a	T ₇	100.00	a	T ₈	100.00	a
T ₇	99.50	a	T ₁₄	100.00	a	T ₁₁	100.00	a
T ₂	90.00	b	T ₁₃	100.00	a	T ₁₄	100.00	a
T ₆	90.00	b	T ₁₂	100.00	a	T ₁₃	100.00	a
T ₅	90.00	b	T ₄	90.00	b	T ₁₂	100.00	a
T ₁	85.00	b c	T ₃	90.00	b	T ₇	100.00	a
T ₁₅	80.00	c d	T ₂	90.00	b	T ₃	90.00	b
T ₁₃	75.00	d	T ₁₀	90.00	b	T ₄	90.00	b
T ₁₄	75.00	d	T ₆	90.00	b	T ₅	90.00	b
T ₃	60.00	e	T ₅	90.00	b	T ₆	90.00	b
T ₄	60.00	e	T ₉	90.00	b	T ₂	60.00	c
T ₉	60.00	e	T ₁	85.00	b	T ₁	50.00	d
T ₁₀	60.00	e	T ₁₅	60.00	c	T ₁₅	30.00	e

Tratamientos unidos por la misma letra en columna, no existe significación estadística.

T₁ (Paraquat 2 L/ha)

T₅ (Gramocil 2 L/ha)

T₉ (Glifosato 2 L/ha + Atrazina 2 L/ha)

T₁₃ (Glifosato 3 L/ha + Atrazina 2 L/ha)

T₂ (Paraquat 3 L/ha)

T₆ (Gramocil 3 L/ha)

T₁₀ (Glifosato 2 L/ha + Atrazina 3 L/ha)

T₁₄ (Glifosato 3 L/ha + Atrazina 3 L/ha)

T₃ (Glifosato 2 L/ha)

T₇ (Paraquat 2 L/ha + Atrazina 2 L/ha)

T₁₁ (Paraquat 3 L/ha + Atrazina 2 L/ha)

T₁₅ (Testigo)

T₄ (Glifosato 3 L/ha)

T₈ (Paraquat 2 L/ha + Atrazina 3 L/ha)

T₁₂ (Paraquat 3 L/ha + Atrazina 3 L/ha)

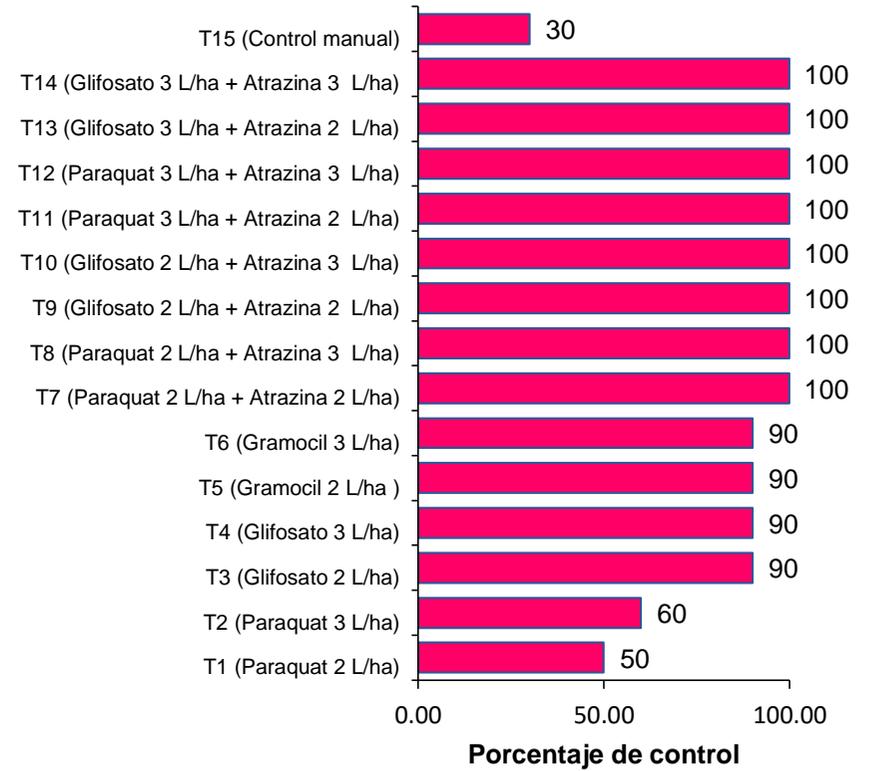
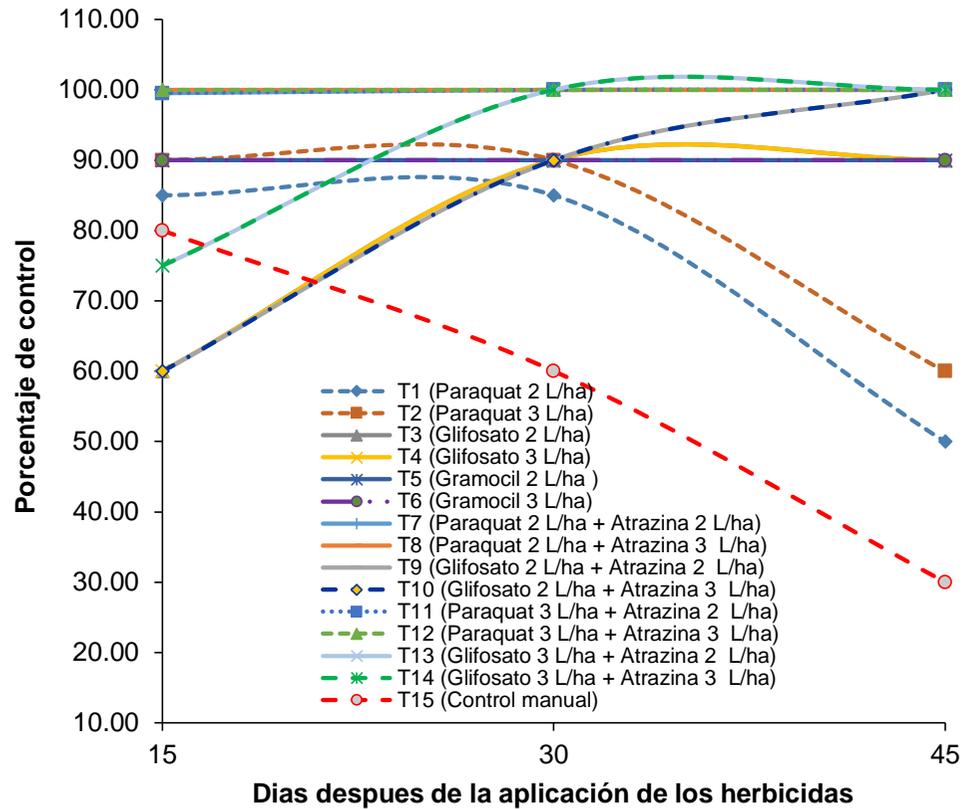


Figura 1. Curvas de eficiencia de control de malezas en palma aceitera por efecto de los herbicidas.

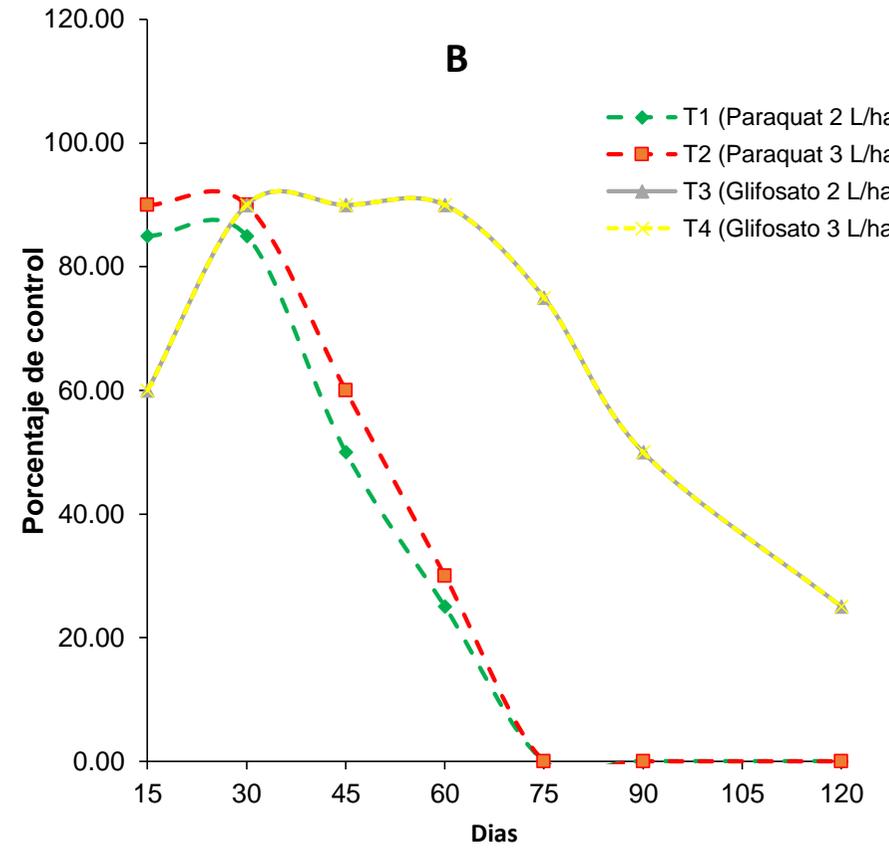
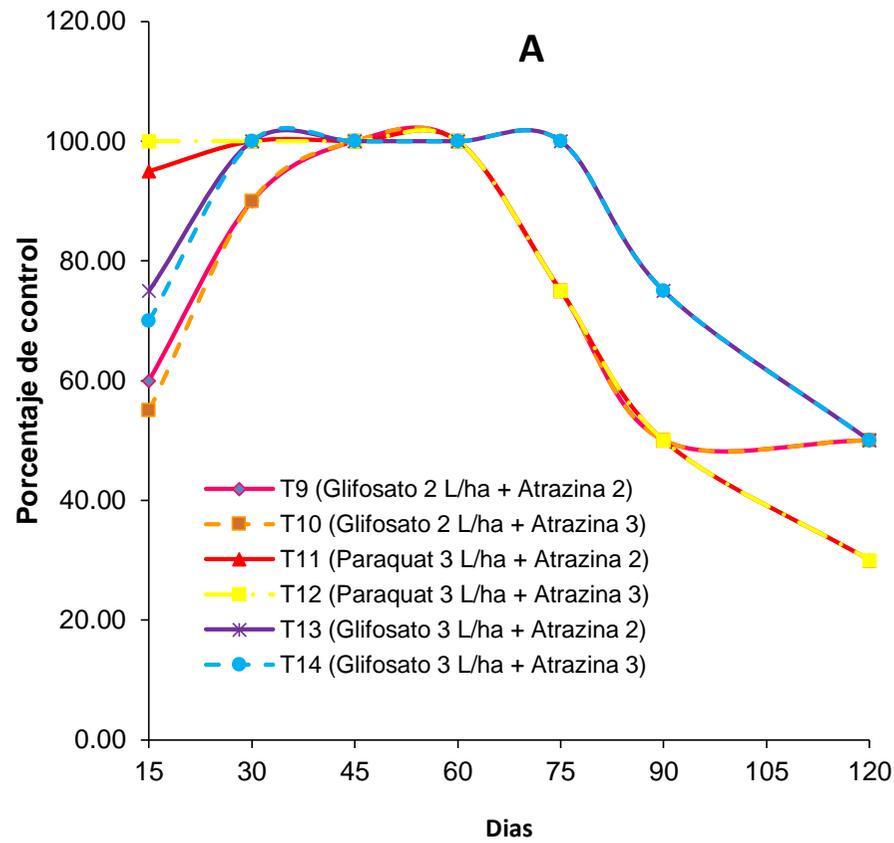


Figura 2. Comportamiento del porcentaje de malezas en palma aceitera. A) efecto de la Atrazina en mezcla con Glifosato y Paraquat. B) efecto individual de la Glifosato y Paraquat.

4.2. Poder residual de los tratamientos

El objetivo es estudiar si se produce una mejora en el proceso o no. Si la variabilidad experimental es grande, sólo se detectará la influencia del uso de los tratamientos cuando éste produzca grandes cambios en relación con el error de observación. Los coeficientes de variabilidad van disminuyendo conforme va disminuyendo el poder residual, esto se debe que en el transcurso del experimento los valores del poder residual se van homogenizando, es decir al final del experimento en todos los tratamientos existe repoblación de malezas casi al 100 %.

Se puede inferir que las aplicaciones individuales de Paraquat son los que presentan mayores porcentajes de rebrote de malezas diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos, hecho que indica que existe un efecto sostenible de la Atrazina como potenciador del Paraquat especialmente cuando este último se aplica en altas dosis (T_{11} y T_{12}), efecto similar se observa en el Glifosato en mezcla con Atrazina estos mantienen su poder residual sin diferenciarse estadísticamente entre ellos, evitando el surgimiento de nuevas malezas. Efectos similares encontró ESPINOZA (2015), al obtener valores de 45 % de rebrote a los 130 días después de la aplicación de la mezcla. A los 75 días se encontró que existe un efecto mayor del Glifosato en mezcla con Atrazina, no mostrando entre ellos diferencias estadísticas significativas al poseer cero por ciento de rebrote, en comparación con los demás tratamientos donde se aplicó Paraquat, este hecho estaría asociado a la fácil movilidad de Glifosato en la planta, característica que lo hace superior frente a los herbicidas de contacto, por lo que es importante mencionar que la gran mayoría de herbicidas de acción sistémica tienen la capacidad de translocarse del tejido vegetal (raíz) hacia el suelo e incrementar su persistencia en

tres veces más en suelos en los que pudiesen existir restos de plantas a los que previamente se aplicó el herbicida (DOUBLET *et al.*, 2009). A los 90 y 120 días se encontró que el porcentaje rebrote fue mayor en los tratamientos T₅ (Gramocil 2 L/ha), T₆ (Gramocil 3 L/ha), T₁ (Paraquat 2 L/ha) y T₂ (Paraquat 3 L/ha) con 100 % de rebrote no se diferenciaron estadísticamente, mientras que los tratamientos donde se aplicó Glifosato en mezcla con Atrazina alcanzaron rebrotes de 50 %, al respecto ARBAIZA (2002), menciona que el Glifosato es un herbicida que mata tejidos de las plantas y tiene buen efecto residual coincidiendo con GARCÍA y FERNÁNDEZ (1991), afirma que una vez alcanzado el equilibrio en el suelo entre las 3 fases, comienzan los procesos de degradación, bien sea química, fotoquímica o microbiana.

Por lo mencionado anteriormente los mejores resultados de persistencia se han presentado en los tratamientos donde se utilizó Atrazina para realizar la mezcla en comparación con los demás tratamientos, estos mejores resultados de la Atrazina se deben a varios fenómenos de degradación el cual se puede predecir con algunos indicadores, tales como vida media de del herbicida (TD 50), coeficiente de degradación y propiedades de ionización etc. Asimismo, se ha visto que la Atrazina y el Diurón que contiene el Gramocil tienen una TD 50 de 60 y 90 días respectivamente, además ambos herbicidas están considerados potencialmente lixiviables por lo que el clima y suelo es el principal factor de la persistencia del herbicida de acción residual (KOGAN y PÉREZ, 2003). Asimismo, en las figuras anteriores han mostrado que el porcentaje de repoblación de la última evaluación indica que el testigo presenta mayor repoblación de malezas (malezas de hoja angosta y ancha) debido a que el control manual no es tan eficiente cuando se trata de controlar malezas en grandes extensiones como es el caso de la palma aceitera.

Cuadro 9. Análisis de varianza para el porcentaje de rebrote de malezas en palma aceitera a los 60, 75, 90 y 120 días después de la aplicación de los tratamientos.

Fuente variación	Cuadrados medios								
	Días después de la aplicación de los tratamientos								
	G.L	60 Días ^{1/}	AS	75 Días ^{1/}	AS	90 Días ^{1/}	AS	120 Días ^{1/}	AS
Tratamientos	14	2283.18	AS	3240.05	AS	1608.01	AS	1397.25	AS
Bloque	3	83.13	AS	39.60	AS	71.74	AS	57.48	AS
Error Experimental	42	8.47		5.16		7.75		7.70	
Total	59								
C.V. (%)		12.26		5.51		5.08		4.20	

N.S : No existe significación estadística.

S : Existe diferencias significativas

A.S : Existe diferencias altamente significativas.

^{1/} : Datos transformados $\arcsen\sqrt{x}$

Cuadro 10. Comparación de medias (Duncan $\alpha= 0.05$) para el porcentaje de rebrote de malezas en palma aceitera los 60,75, 90 y 120 días después de la aplicación de los tratamientos.

Días después de la aplicación											
A los 60			A los 75			A los 90			A los 120		
Clave		Sig.	Clave		Sig	Clave		Sig	Clave		Sig
T ₁₅	97.75	a	T ₁₅	100.00	a	T ₁	100.00	A	T ₆	100.00	a
T ₁	75.00	b	T ₂	100.00	a	T ₂	100.00	A	T ₅	100.00	a
T ₂	70.00	b	T ₁	100.00	a	T ₁₅	100.00	A	T ₁₅	100.00	a
T ₇	25.00	c	T ₅	50.00	b	T ₆	75.00	b	T ₁	100.00	a
T ₆	25.00	c	T ₆	50.00	b	T ₅	75.00	b	T ₂	100.00	a
T ₈	25.00	c	T ₇	40.00	c	T ₈	60.00	c	T ₈	80.00	b
T ₅	25.00	c	T ₈	40.00	c	T ₇	60.00	c	T ₇	80.00	b
T ₄	10.00	d	T ₁₂	25.00	d	T ₁₁	50.00	d	T ₃	75.00	b c
T ₃	10.00	d	T ₁₁	25.00	d	T ₁₂	50.00	d	T ₄	75.00	b c
T ₁₄	0.00	e	T ₃	25.00	d	T ₃	50.00	d	T ₁₂	70.00	c
T ₁₂	0.00	e	T ₄	25.00	d	T ₄	50.00	d	T ₁₁	70.00	c
T ₁₁	0.00	e	T ₉	25.0	d	T ₉	50.00	d	T ₉	50.00	d
T ₉	0.00	e	T ₁₀	25.00	d	T ₁₀	50.00	d	T ₁₄	50.00	d
T ₁₃	0.00	e	T ₁₄	0.00	e	T ₁₄	25.00	e	T ₁₃	50.00	d
T ₁₀	0.00	e	T ₁₃	0.00	e	T ₁₃	25.00	e	T ₁₀	50.00	d

Tratamientos unidos por la misma letra en columna, no existe significación estadística.

T₁ (Paraquat 2 L/ha)
 T₂ (Paraquat 3 L/ha)
 T₃ (Glifosato 2 L/ha)
 T₄ (Glifosato 3 L/ha)

T₅ (Gramocil 2 L/ha)
 T₆ (Gramocil 3 L/ha)
 T₇ (Paraquat 2 L/ha + Atrazina 2 L/ha)
 T₈ (Paraquat 2 L/ha + Atrazina 3 L/ha)

T₉ (Glifosato 2 L/ha + Atrazina 2 L/ha)
 T₁₀ (Glifosato 2 L/ha + Atrazina 3 L/ha)
 T₁₁ (Paraquat 3 L/ha + Atrazina 2 L/ha)
 T₁₂ (Paraquat 3 L/ha + Atrazina 3 L/ha)

T₁₃ (Glifosato 3 L/ha + Atrazina 2 L/ha)
 T₁₄ (Glifosato 3 L/ha + Atrazina 3 L/ha)
 T₁₅ (Testigo)

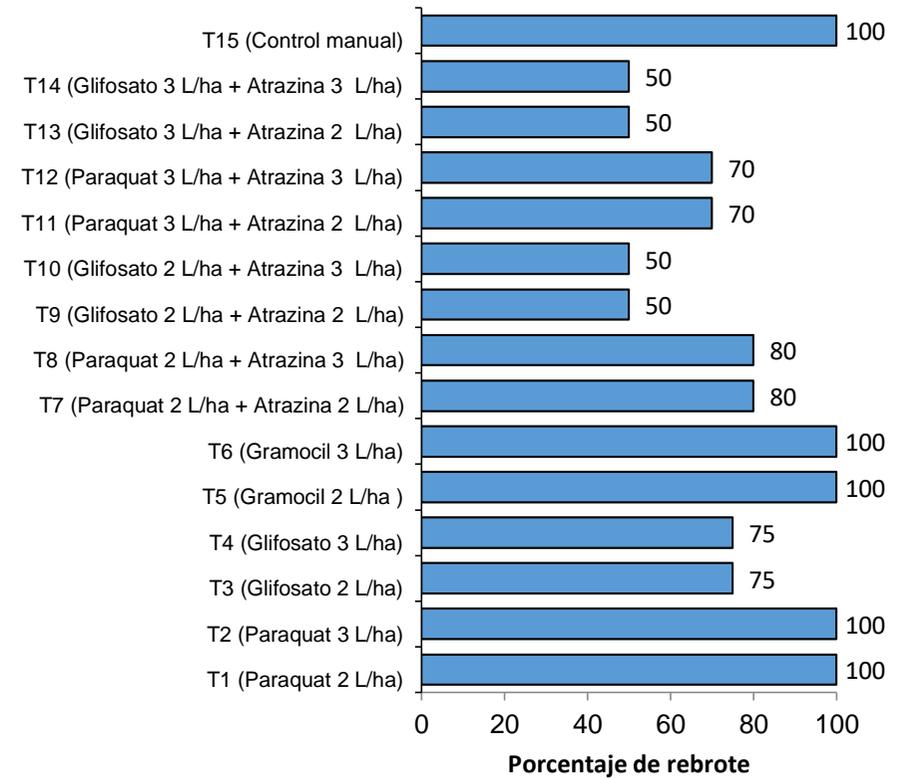
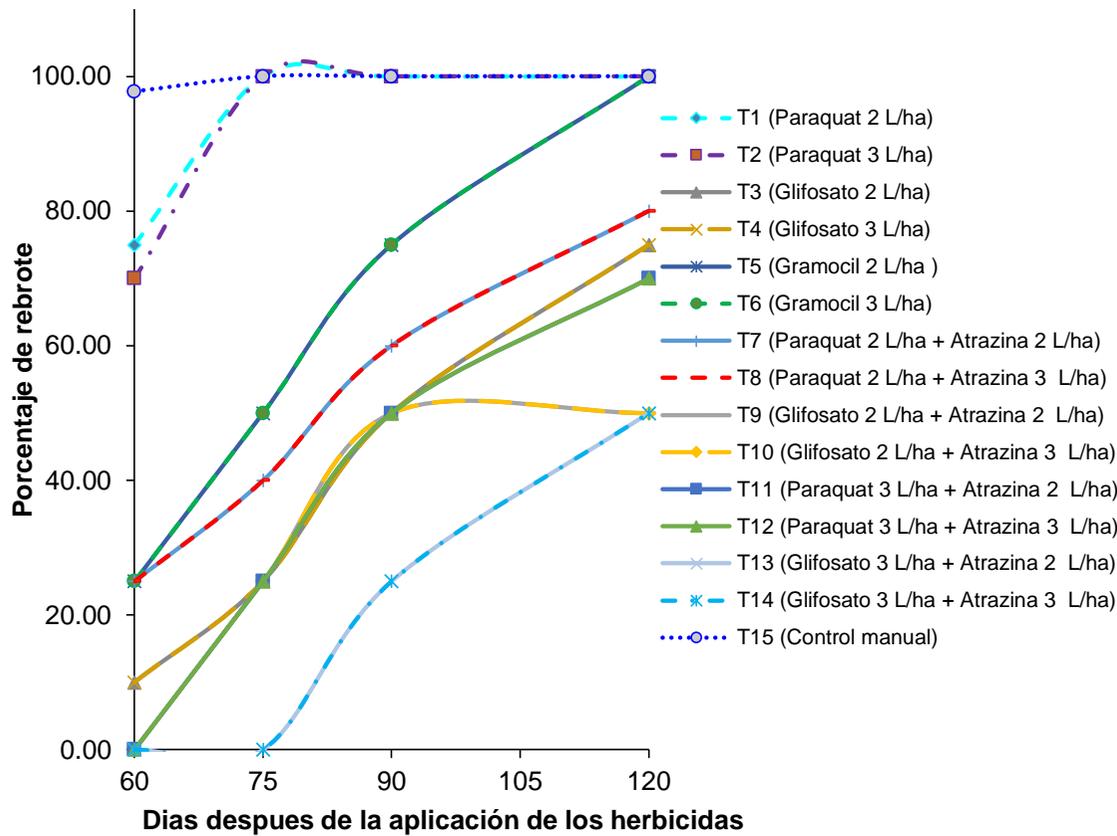


Figura 3. Curvas del porcentaje de repoblación malezas en palma aceitera por efecto de los herbicidas.

4.3. Análisis económico

En el Cuadro 11, se indica en forma detallada los costos de los herbicidas y de jornal para cada tratamiento, datos expresados en hectáreas. Para el caso el poder residual se tomará en cuenta el día en el que el poder residual haya sido nulo. Se consideró dos jornales requerido para la aplicación de los herbicidas en una hectárea de campo infestado, trabajando ocho horas diarias. Asimismo, para determinar los costos de aplicación de los tratamientos, se consideró todos los tratamientos que demostraron mejor efecto de control para relacionarlo con el poder residual.

Se indica en forma detallada los costos de los herbicidas y de jornal para cada tratamiento, datos expresados en hectáreas. Para el caso el poder residual se tomó en cuenta al día 120, puesto que algunos de los tratamientos llegaron a tener un porcentaje bajo de repoblación de malezas. Se consideró dos jornales requerido para la aplicación de los herbicidas en una hectárea de campo infestado, trabajando seis horas diarias.

Para poder decidir el mejor herbicida de un experimento se debe tener en cuenta el costo de control, el potencial de control y el poder residual de los herbicidas, en ese sentido un herbicida ideal es aquella que tenga un buen poder residual y un bajo costo de control, esto significa no solo basta tener un herbicida con alto potencial de control, sino que esta debe ser sostenible.

Los tratamientos tuvieron resultados significativos en la escala de medición cualitativa, donde están por encima del rango de bueno, por lo que todos los tratamientos resultaron de importancia agronómica. Se observó que los

tratamientos donde se utilizó Glifosato con aplicaciones individuales mostraron costos menores de 1.40 S/ en comparación con las aplicaciones en mezcla, resultados similares alcanzaron los tratamientos donde se aplicó Paraquat. Sin embargo los mejores tratamientos fueron el T₉ (Glifosato 2 L/ha + Atrazina 2), T₁₀ (Glifosato 2 L/ha + Atrazina 3), T₁₃ (Glifosato 3 L/ha + Atrazina 2) y T₁₄ (Glifosato 3 L/ha + Atrazina 3), debido a que presentaron costo de control de 1.53, 1.86, 1.72 y 2.05 S/ por día respectivamente, además alcanzaron el máximo potencial de control que es de 100 % y un efecto residual de 50 % a los 120 días mostrando una buena alternativa de control para malezas de palma aceitera.

Cuadro 11. Análisis económico de los tratamientos aplicados en el cultivo de palma aceitera.

Tratamientos	Precio del producto por tratamiento S/)	Mano de obra (jornal)	Precio de mano de obra(S/)	Costo total (S/)	Potencial de control (%)	Poder residual (días)	Costo de tratamientos S/ Por día de control.
T ₁	35(2)	2.00	30.00	130.00	85.00	45.00	2.89
T ₂	35(3)	2.00	30.00	165.00	90.00	45.00	3.67
T ₃	22(2)	2.00	30.00	104.00	90.00	90.00	1.16
T ₄	22(3)	2.00	30.00	126.00	90.00	90.00	1.40
T ₅	55(2)	2.00	30.00	170.00	90.00	75.00	2.27
T ₆	55(3)	2.00	30.00	225.00	90.00	75.00	3.00
T ₇	35(2) + 40(2)	2.00	30.00	210.00	100.00	75.00	2.80
T ₈	35(2) + 40(3)	2.00	30.00	250.00	100.00	75.00	3.33
T ₉	22(2) + 40(2)	2.00	30.00	184.00	100.00	120.00	1.53
T ₁₀	22(2) + 40(3)	2.00	30.00	224.00	100.00	120.00	1.86
T ₁₁	35(3) + 40(2)	2.00	30.00	245.00	100.00	90.00	2.72
T ₁₂	35(3) + 40(3)	2.00	30.00	285.00	100.00	90.00	3.17
T ₁₃	22(3) + 40(2)	2.00	30.00	206.00	100.00	120.00	1.72
T ₁₄	22(3) + 40(3)	2.00	30.00	246.00	100.00	120.00	2.05
T ₁₅	0	4.00	30.00	120.00	80.00	30.00	4.00

T₁ (Paraquat 2 L/ha)

T₂ (Paraquat 3 L/ha)

T₃ (Glifosato 2 L/ha)

T₄ (Glifosato 3 L/ha)

T₅ (Gramocil 2 L/ha)

T₆ (Gramocil 3/ L/ha)

T₇ (Paraquat 2 L/ha + Atrazina 2 L/ha)

T₈ (Paraquat 2 L/ha + Atrazina 3 L/ha)

T₉ (Glifosato 2 L/ha + Atrazina 2 L/ha)

T₁₀ (Glifosato 2 L/ha + Atrazina 3 L/ha)

T₁₁ (Paraquat 3 L/ha + Atrazina 2 L/ha)

T₁₂ (Paraquat 3 L/ha + Atrazina 3 L/ha)

T₁₃ (Glifosato 3 L/ha + Atrazina 2 L/ha)

T₁₄ (Glifosato 3 L/ha + Atrazina 3 L/ha)

T₁₅ (Control manual)

V. CONCLUSIONES

- 1 Para el efecto de control en malezas en palma se encontró que las aplicaciones de Glifosato en mezcla con Atrazina demostraron su eficiencia con 100 % de control a los 45 días, asimismo las aplicaciones de Paraquat en mezcla con Atrazina alcanzaron 100 % de control a los 45 días, mientras que el testigo solo alcanzó un potencial de control de 80 % hasta los 15 días. Por su parte las aplicaciones individuales de Glifosato 2 y 3 L/ha alcanzaron 90 % de control a los 45 días, asimismo la aplicación de Paraquat a dosis de 2 y 3 L/ha alcanzaron un control de 85 y 90 % respectivamente a los 30 días.
- 2 Para el efecto residual se encontró que la aplicación de Glifosato en mezcla con Atrazina, obtuvo un mayor efecto residual con 50 % a los 120 días, por su parte las mezclas de Paraquat y Atrazina, obtuvieron entre 40 y 50 % de poder residual a los 90 días. Mientras que las aplicaciones individuales de Glifosato a 2 y 3 L/ha alcanzó un poder residual de 50 % a los 90 días, asimismo el Paraquat a dosis de 2 y 3 L/ha obtuvo un valor de 50 y 60 % respectivamente.
- 3 Los mejores tratamientos fueron el T₉ (Glifosato 2 L/ha + Atrazina 2 L/ha), T₁₀ (Glifosato 2 L/ha + Atrazina 3 L/ha), T₁₃ (Glifosato 3 L/ha + Atrazina 2 L/ha) y T₁₄ (Glifosato 3 L/ha + Atrazina 3 L/ha), debido a que presentaron un costo de control de 1.53, 1.86, 1.72 y 2.05 S/ respectivamente por día.

VI. RECOMENDACIONES

1. Para el control de malezas en palma aceitera se recomienda la aplicación Glifosato (2L/ha) en mezcla con Atrazina (2 L/ha), por haber obtenido un mejor efecto de control y un menor costo.
2. Repetir el ensayo en época de mayor precipitación con la finalidad comparar la eficiencia de los tratamientos con Atrazina.
3. Se debe ampliar el número evaluaciones para ver el tiempo de repoblación total de malezas en la parcela, y de esta manera recomendar la frecuencia de aplicación.

VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la ex - empresa ENDEPALMA S.A, localizado en el distrito de Tocache, Departamento de San Martín a una altitud de 525 msnm, cuyas coordenadas geográficas son, cuyas geográficas es lo siguiente: Latitud Sur : (08°011'30") y Longitud Oeste : (76°30'29"). Los tratamientos estuvieron conformado por aplicaciones individuales de Glifosato y Paraquat a una dosis media (2 L/ha.) y alta (3 L/ha.), así como aplicaciones en mezcla con Atrazina a dosis de 2 y 3 kg/ha. El Diseño experimental empleado fue el Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 15 tratamientos y 4 repeticiones y para la comparación de los promedios se utilizó la prueba de Duncan, con el nivel de significación de 0.05. Los parámetros que se evaluaron fueron: Porcentaje de control de malezas antes de la aplicación de los herbicidas, el efecto potencial, momento de aplicación de los herbicidas, el efecto potencial de control se midió a los 15, 30 y 45 días, el efecto residual a los 60, 75, 90 y 120 y el costo de aplicación. Se determinó que para el efecto de control en malezas en palma se encontró que las aplicaciones de Glifosato en mezcla con Atrazina demostraron su eficiencia con 100 % de control a los 45 días, asimismo las aplicaciones de Paraquat en mezcla con Atrazina alcanzaron 100 % de control a los 45 días, mientras que el testigo solo alcanzó un potencial de control de 80 % hasta los 15 días. Por su parte las aplicaciones individuales de Glifosato 2 y 3 L/ha alcanzaron 90 % de control a los 45 días, así mismo la aplicación de Paraquat a dosis de 2 y 3 L/ha alcanzaron un control de 85 y 90 % respectivamente a los 30 días. Para el efecto residual se encontró que la aplicación de Glifosato en mezcla con Atrazina, obtuvo un mayor efecto residual

con 50 % a los 120 días, por su parte las mezclas de Paraquat y Atrazina, obtuvieron entre 40 y 50 % de poder residual a los 90 días. Mientras que las aplicaciones individuales de Glifosato a 2 y 3 L/ha alcanzó un poder residual de 50 % a los 90 días, asimismo el Paraquat a dosis de 2 y 3 L/ha obtuvo un valor de 50 y 60 % respectivamente. Los mejores tratamientos fueron el T₉ (Glifosato 2 L/ha + Atrazina 2 L/ha), T₁₀ (Glifosato 2 L/ha + Atrazina 3 L/ha), T₁₃ (Glifosato 3 L/ha + Atrazina 2 L/ha) y T₁₄ (Glifosato 3 L/ha + Atrazina 3 L/ha), debido a que presentaron un costo de control de 1.53, 1.86, 1.72 y 2.05 S/ respectivamente por día.

ABSTRACT

The present research work was carried out in the ex - company ENDEPALMA SA, located in the district of Tocache, Department of San Martin at an altitude of 525 meters above sea level, whose geographical coordinates are, whose geographic is the following: South Latitude: (08°01'30 ") and West Length: (76 ° 30'29"). The treatments were made up of individual applications of glyphosate and paraquat at a medium (2 L/ha.) And high (3 L/ha.) Dose, as well as applications in mixture with atrazine at doses of 2 and 3 kg/ha. The experimental design used was the Completely Random Blocks (DBCA), with 15 treatments and 4 repetitions and for the comparison of the averages the Duncan test was used, with the level of significance of 0.05. The parameters that were evaluated were: Percentage of control of weeds before the application of the herbicides, the potential effect, moment of application of the herbicides, the potential effect of control was measured at 15, 30 and 45 days, the residual effect at 60, 75, 90 and 120 and the application cost. It was determined that for the effect of control in weeds in palm it was found that the applications of glyphosate in mixture with Atrazine demonstrated its efficiency with 100 % control at 45 days, also the applications of Paraquat in mixture with atrazine reached 100 % control at 45 days, while the control only reached a control potential of 80 % until 15 days. For its part, the individual applications of glyphosate 2 and 3 L/ha reached 90 % control at 45 days, also the application of Paraquat at doses of 2 and 3 L/ha reached a control of 85 and 90 % respectively at 30 days. For the residual effect it was found that the application of glyphosate in mixture with Atrazine, obtained a greater residual effect with 50 % at 120 days, on the other hand the mixtures of

Paraquat and Atrazine, obtained between 40 and 50 % of residual power at 90 days. While the individual applications of glyphosate at 2 and 3 L/ha reached a residual power of 50 % at 90 days, also the Paraquat at doses of 2 and 3 L/ha obtained a value of 50 and 60 % respectively. The best treatments were T₉(glyphosate 2 L/ha + Atrazine 2 L/ha), T₁₀(glyphosate 2 L/ha + Atrazine 3 L/ha), T₁₃(glyphosate 3 L/ha + Atrazine 2 L/ha) and T₁₄(glyphosate 3 L/ha + Atrazine 3 L/ha), because they had a control cost of 1.53, 1.86, 1.72 and 2.05 S/ respectively per day.

VIII. BLIBIOGRAFÍA

1. ACOR. 2004, Página Web: [En línea]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/30442625/Herbidas-Remolacha-ACOR>. Consultado: 21 de marzo del 2017.
2. ALAM. 1974. Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas. Resumen del panel sobre Método de Evaluación de Control de Malezas en Latinoamérica. II Congreso ALAM, Cali. Colombia Enero. Pp. 6 - 12.
3. CERNA, L. 1994. Manejo mejorado de malezas. CONCYTEC. Editorial Libertad E. I. R.L. Trujillo, Perú. 320 p.
4. CORLEY V., H. 2003. The oil palm. Editorial Blackwell Publishing Company, Bogotá – Colombia. 1p.
5. DE LA CRUZ A., M. I. 2010. Estimación del carbono almacenado en plantaciones de palma aceitera (*Elaeis guineensis* jacq.) de diferentes edades en palmawasi- Uchiza. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. 15-16 p.
6. DUKE, S. y DAYAN, F. 2011. Biotecnología integral. 2ª ed. Vol. IV. Elsevier Science. Ámsterdam, Países Bajos 3: 23-35.
7. FRANZ, J. E; MAO, M. K., SIKORSKI, J. A., 1997. Glyphosate: a unique global herbicide. Washington, DC, American Chemical Society. 653p. (American Chemical Society Monograph 189).
8. GARCÍA, R. y FERNÁNDEZ, Q. 1991 Fundamento de la mala hierba y herbidas Editorial Mundi Prensa Madrid, España. 500 p.

9. GOMBES, B. 1993. Control químico de malezas. Editorial Trillas. México
250 p.
10. KOGAN, M. y PÉREZ, A. 2003. Fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción de los herbicidas. Editorial Universidad Católica de Chile, Chile 192 p.
11. MARTINO, D. 1995. El herbicida Glifosato: su manejo más allá de la dosis por hectárea. INIA. La Estanzuela. Serie técnica N° 61.
12. MURO A., J. A. 2012. Palma aceitera. Ministerio de agricultura. 7-9 p.
13. ORTIZ R. Y FERNANDEZ H. 1994. El cultivo de la palma aceitera. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José - Costa Rica. 5p.
14. RODRIGUES, B.; ALMEIDA, F. 1995. Guía de herbicidas. Londrina: Instituto Agronómico do Paraná. 675 p.
15. RODRIGUEZ, E. 2009. Combate y control de malezas. [En línea]: FAO (<http://www.plagas-agricolas.info.ve/doc/htcc/tineo.htcc>, 30 Mar. 2009.).
16. ROSALES, E. y ESQUEDA, V. 2011. Modo de acción de los herbicidas. Manejo de malezas en México. Vol. I. Maleza terrestre. Universidad Autónoma de Sinaloa. Culiacán, Sin., México 2:193-218.
17. ROSS, M. A. y LEMBI, C. A. 1985. Malherbología Aplicada. Publishing Co. Prentice Hall. Minneapolis, MN, USA. 340 p.
18. SPRANKLE, W., MEGGIT; D. PENNER. 1975. Rapid inactivation of glyphosate in the soil. Weed Science. 23:235.

19. PYTTY, A. y CUÑAZ, B. 1995. Modo de acción de fitotoxicidad de los herbicidas. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. 63 p.
20. DOUBLET, J., MAMY, L. y BARRIUSO, E. 2009. Retraso en la degradación en el suelo de herbicidas foliares Glifosato y sulcotriona previamente absorbido por las plantas: consecuencias sobre el destino de herbicidas y assessment.2009 riesgo. Chemosphere. 77 (4): 582-589.
21. PAPA, J.C y TUESCA, D.H. 2009. Las malezas: el problema principal del barbecho químico. Soja en siembra directa .Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay. Pp- 95-97.
22. FORJÁN y MANSO, 2012. La Atrazina: Características y su utilización en barbecho químico para maíz en mezcla de tanque con Glifosato (en línea). Consultado: 04 de mayo de 2016. Disponible en: http://inta.gob.ar/dat_multi_download/file/La%2520Atrazina%2520y%2520Mezclas%2520con%2520Glifo.pdf.
23. VILLARIAS, J. 1992. Atlas de malas hiervas Mundi – Prensa. Madrid, España. 33 p.
24. ESPINOZA, E. G 2015. Efecto potencial de la Atrazina en mezcla con Glifosato en malezas de cacao en tingo maría. Tesis para optar el grado académico de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la selva. Tingo Maria. Perú 108 pp.
25. COBB, A. y READE, J. 2010. Los herbicidas y fisiología vegetal. 2^a ed. Wiley-Blacwell. Singapur. 286 p.

26. BAKER, H. 1974. La evolución de las malas hierbas. *Annu. Rev. Ecol.* (México). 5:1-24.
27. SEMARNAT. 2001. Ordenamiento ecológico del territorio. Memoria Técnica. SEMARNAT. México, D.F. 24 p.
28. COBB, A. 1992. *Herbicides and plant physiology*. Chapman & Hall. London. England. 206 p.
29. LABRADA, R. y PARKER, C. 1999. Weed Control in the context of Integrated Pest Management. *Weed Management for Developing Countries*. Edited R. Labrador, J. C. Caseley y C. Parker, Plant Production and Protection Paper No. 120, FAO, Rome. Pp. 3-8.
30. ANDERSON, W. P. 1996. *Weed Science: Principles*. 3rd edition. West Publishing Co., St. Paul, MN. 338 p.
31. VAN DRIESCHE, R. G., HODDLE, M. S. y CENTER, T.D. 2007. Control de plagas y malezas por enemigos naturales. The Forest Health Technology Enterprise Team (FHTET). Department of Agriculture (USDA) 751 p.
32. FLETCHER W.W. 1983. Introduction. In: W.W. Fletcher (ed.) *Recent Advances in Weed Research*. Commonwealth Agricultural Bureau, Slough. R.U. Pp 1-2.
33. MORÍN, C. 1900 *Cultivo de cítricos*. 2ed. San José, Costa Rica, IICA. 598 p.
34. WEED MANAGEMENT FOR DEVELOPING COUNTRIES. 1994. Editado por R. Labrada, J.C. Caseley y C. Parker, FAO Plant Production and Protection Paper 120 p.

35. CHESSA, A. 2002. Guía técnica en el manejo de malezas en sorgo, Argentina, 10 p.
36. LIEBMAN, M.; MOLHER, C. y STAVAR, C. 2001. La gestión ecológica de las malezas agrícolas. Universidad de Cambridge. Cambridge, Reino Unido. 544 p.
37. SANYAL, D.; P. BHOWMIK, R. ANDERSON y A. SHRESTHA. 2008. Revisando la perspectiva y el progreso de manejo integrado de malezas. México. 56 (1):161-167.
38. ORELLANA, L. 2007. Adsorción de Paraquat con polímeros naturales. Tesis Ingeniería Química. Catalunya, España. Universidad Politécnica Catalunya. 135 p.
39. VADEMECUM AGRARIO. 2012. El Ingeniero Agrónomo. Lima, Perú. 150 p.
40. SYNGENTA. 2013. Ficha técnica del Paraquat + Diuron. [En línea]: <http://http://www.syngenta.com/global/corporate/en/Pages/home.aspx>. documentos (22 de marzo 2013).

IX. ANEXO

Cuadro 12. Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 15 días después de aplicar los tratamientos.

Tratamientos	Bloques				Prom.
	I	II	III	IV	
T ₁	90	80	90	80	85
T ₂	95	85	95	85	90
T ₃	65	55	65	55	60
T ₄	65	55	65	55	60
T ₅	95	85	95	85	90
T ₆	95	85	95	85	90
T ₇	100	100	100	100	100
T ₈	100	100	100	100	100
T ₉	55	65	65	55	60
T ₁₀	55	65	65	55	60
T ₁₁	100	100	100	100	100
T ₁₂	100	100	100	100	100
T ₁₃	70	80	80	70	75
T ₁₄	70	80	80	70	75
T ₁₅	75	85	85	75	80

Cuadro 13. Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 30 días después de aplicar los tratamientos.

Tratamientos	Bloques				Prom.
	I	II	III	IV	
T ₁	90	80	90	80	85
T ₂	95	85	95	85	90
T ₃	95	85	95	85	90
T ₄	95	85	95	85	90
T ₅	95	85	95	85	90
T ₆	95	85	95	85	90
T ₇	100	100	100	100	100
T ₈	100	100	100	100	100
T ₉	85	95	95	85	90
T ₁₀	85	95	95	85	90
T ₁₁	100	100	100	100	100
T ₁₂	100	100	100	100	100
T ₁₃	100	100	100	100	100
T ₁₄	100	100	100	100	100
T ₁₅	55	65	65	55	60

Cuadro 14. Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 45 días después de aplicar los tratamientos.

Tratamientos	Bloques				Prom.
	I	II	III	IV	
T ₁	55	45	55	45	50
T ₂	65	55	65	55	60
T ₃	95	85	95	85	90
T ₄	95	85	95	85	90
T ₅	95	85	95	85	90
T ₆	95	85	95	85	90
T ₇	100	100	100	100	100
T ₈	100	100	100	100	100
T ₉	100	100	100	100	100
T ₁₀	100	100	100	100	100
T ₁₁	100	100	100	100	100
T ₁₂	100	100	100	100	100
T ₁₃	100	100	100	100	100
T ₁₄	100	100	100	100	100
T ₁₅	25	35	35	25	30

Cuadro 15. Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 60 días después de aplicar los tratamientos.

Tratamientos	Bloques				Prom.
	I	II	III	IV	
T ₁	30	20	30	20	25
T ₂	35	25	35	25	30
T ₃	95	85	95	85	90
T ₄	95	85	95	85	90
T ₅	80	70	80	70	75
T ₆	80	70	80	70	75
T ₇	80	70	80	70	75
T ₈	80	70	80	70	75
T ₉	100	100	100	100	100
T ₁₀	100	100	100	100	100
T ₁₁	100	100	100	100	100
T ₁₂	100	100	100	100	100
T ₁₃	100	100	100	100	100
T ₁₄	100	100	100	100	100
T ₁₅	0	5	5	0	2.5

Cuadro 16. Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 75 días después de aplicar los tratamientos.

Tratamientos	Bloques				Prom.
	I	II	III	IV	
T ₁	0	0	0	0	0
T ₂	0	0	0	0	0
T ₃	80	70	80	70	75
T ₄	80	70	80	70	75
T ₅	55	45	55	45	50
T ₆	55	45	55	45	50
T ₇	65	55	65	55	60
T ₈	65	55	65	55	60
T ₉	70	80	80	70	75
T ₁₀	70	80	80	70	75
T ₁₁	70	80	80	70	75
T ₁₂	70	80	80	70	75
T ₁₃	100	100	100	100	100
T ₁₄	100	100	100	100	100
T ₁₅	0	0	0	0	0

Cuadro 17. Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 90 días después de aplicar los tratamientos.

Tratamientos	Bloques				Prom.
	I	II	III	IV	
T ₁	0	0	0	0	0
T ₂	0	0	0	0	0
T ₃	55	45	55	45	50
T ₄	55	45	55	45	50
T ₅	30	20	30	20	25
T ₆	30	20	30	20	25
T ₇	45	35	45	35	40
T ₈	45	35	45	35	40
T ₉	45	55	55	45	50
T ₁₀	45	55	55	45	50
T ₁₁	45	55	55	45	50
T ₁₂	45	55	55	45	50
T ₁₃	70	80	80	70	75
T ₁₄	70	80	80	70	75
T ₁₅	0	0	0	0	0

Cuadro 18. Datos originales del porcentaje de control de malezas a los 120 días después de aplicar los tratamientos.

Tratamientos	Bloques				Prom.
	I	II	III	IV	
T ₁	0	0	0	0	0
T ₂	0	0	0	0	0
T ₃	30	20	30	20	25
T ₄	30	20	30	20	25
T ₅	0	0	0	0	0
T ₆	0	0	0	0	0
T ₇	25	15	25	15	20
T ₈	25	15	25	15	20
T ₉	45	55	55	45	50
T ₁₀	45	55	55	45	50
T ₁₁	25	35	35	25	30
T ₁₂	25	35	35	25	30
T ₁₃	45	55	55	45	50
T ₁₄	45	55	55	45	50
T ₁₅	0	0	0	0	0

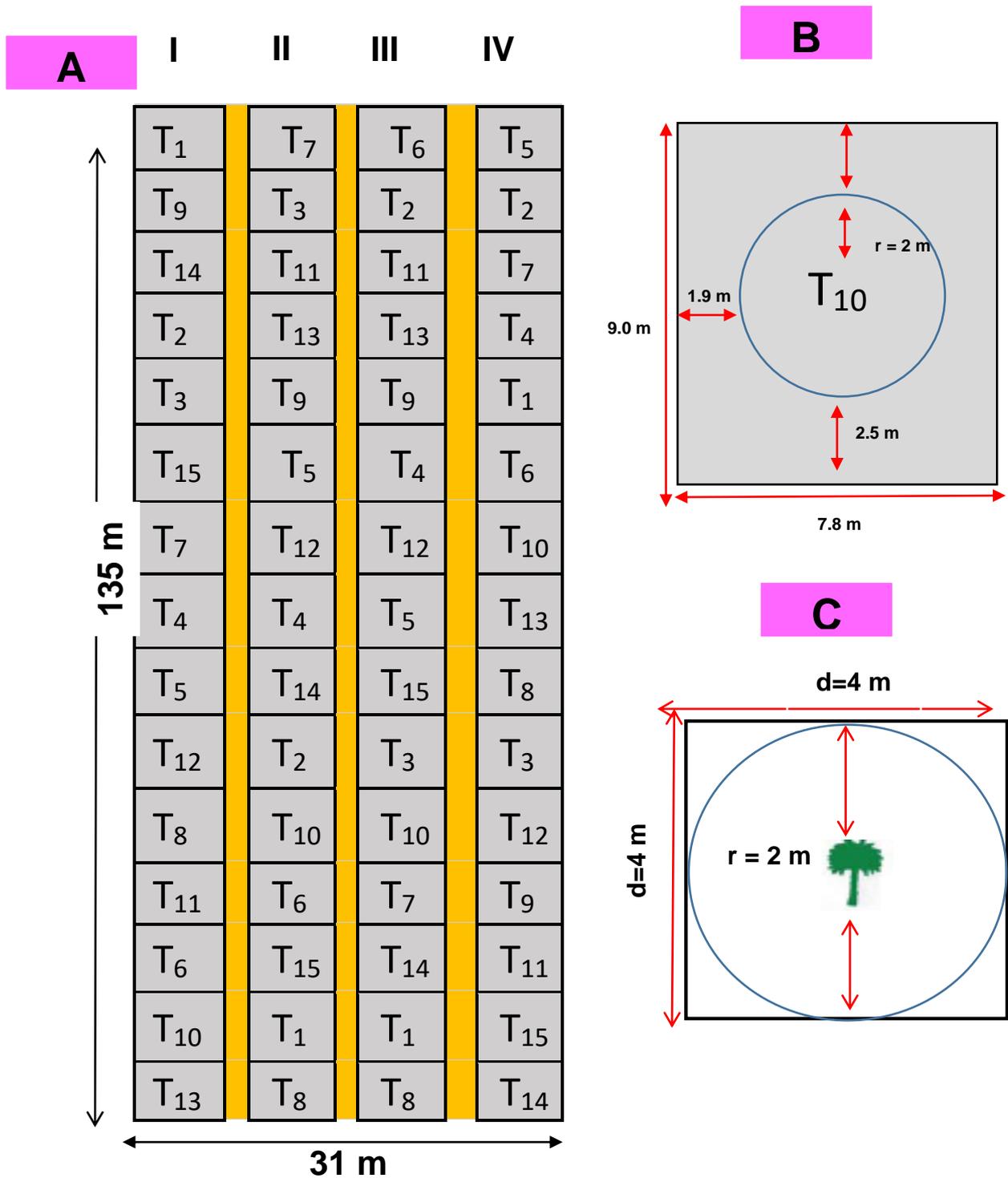


Figura 4. A) Detalle del campo experimental. B) demarcación de la parcela. C) área tratada.



Figura 5. Vista del campo experimental antes de la aplicación de los tratamientos.



Figura 6. Herbicidas utilizados en el experimento.

Cálculo de la dosis de herbicidas y gasto de agua

a). Cálculo de la dosis de herbicidas

Si se aplica a una dosis de 2 L/ha de Glifosato (Cuadro 4), mediante la regla de tres simple se calcula la dosis para cada unidad experimental (12.56 m²).

10000 m² ----- 2000 cc. Del producto

12.56 m² ----- X

$$X = 2.51 \text{ cc. / Parcela}$$

Por lo tanto es aplicó 2.51 cc. del producto por cada unidad experimental de 12.56 m². Pero como son 4 repeticiones, se utilizará 10.04 cc. Similarmente se calcular las demás dosis de los tratamientos teniendo en cuenta las dosis de aplicación.

b). Cálculo del gasto de agua

Para el cálculo del gasto de agua se realizó mediante el Cuadro 4, por ejemplo para la aplicación de Glifosato + Atrazina el gasto de agua es de 300 L/ha por hectárea se tiene:

10000 m² ----- 300 L. De agua

12.56 m² ----- X

$$X = 377 \text{ cc. / Parcela}$$

El gasto de agua por cada unidad experimental de 12.56 m² es de 377 cc. Pero como son 4 unidades experimentales, el gasto de agua se cuadruplica a 1.5 L.



Figura 7. Vista del campo experimental a los 90 días de la aplicación (T₁ y T₂ = Paraquat 2 y 3 L/ha; T₂ y T₃= Glifosato 2 y 3 L/ha).



Figura 8. Vista del campo experimental a los 90 días de la aplicación (T₅ y T₆ = Gramocil 2 y 3 L/ha; T₇ y T₈= Paraquat 2 + Atrazina 2 L/ha y Paraquat 2 + Atrazina 3 L/ha).

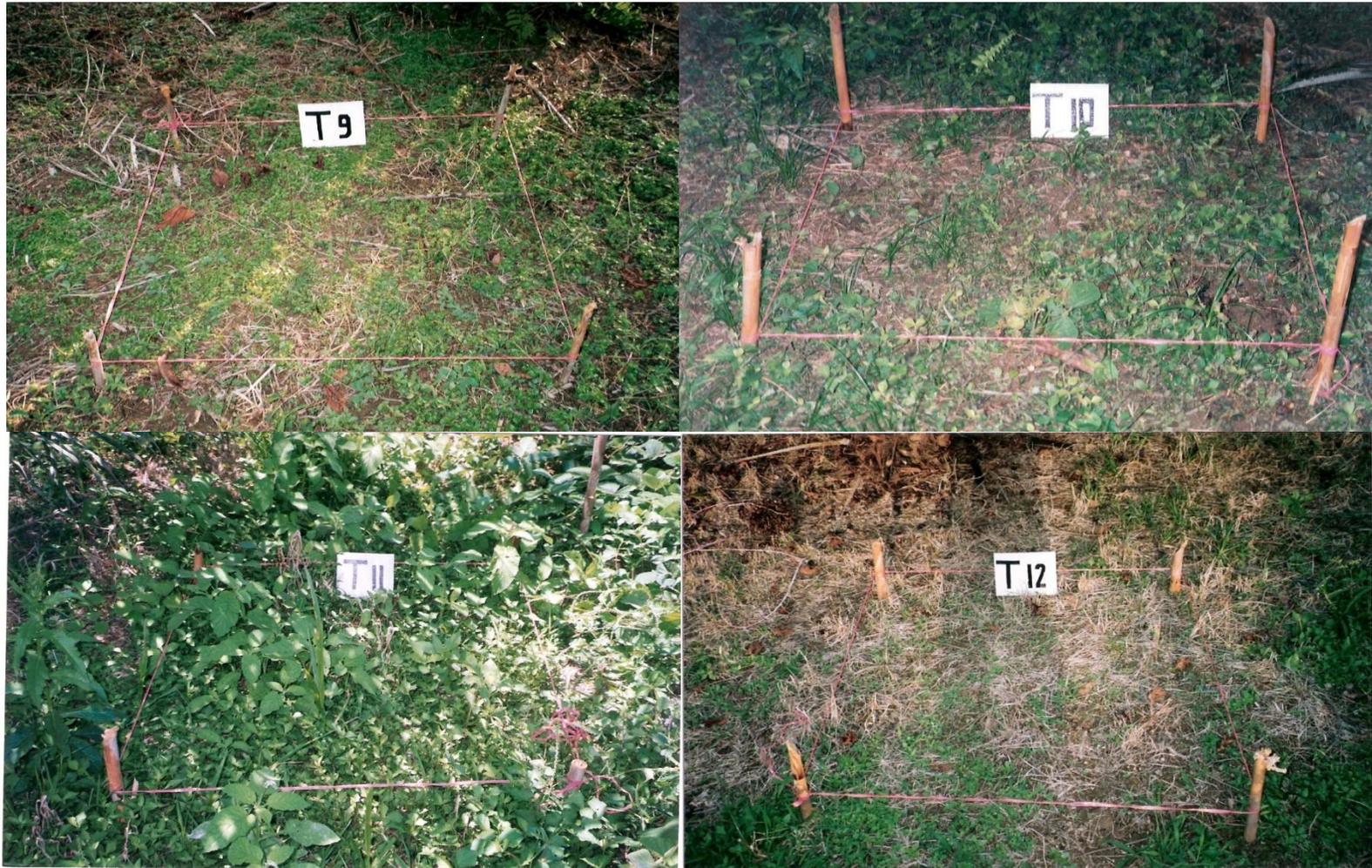


Figura 9. Vista del campo experimental a los 90 días de la aplicación (T₉ y T₁₀ = Glifosato 2 + Atrazina 2 L/ha y Glifosato 2 + Atrazina 3 L/ha ; T₁₁ y T₁₂ = Paraquat 3 + Atrazina 2 L/ha y Paraquat 3 + Atrazina 3 L/ha).



Figura 10. Vista del campo experimental a los 90 días de la aplicación (T₁₃ y T₁₄ = Glifosato 3 + Atrazina 2 L/ha y Glifosato 3 + Atrazina 3 L/ha; T₁₅ = Testigo con corte).