

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



TESIS

**EFFECTOS POTENCIALES DE LA ATRAZINA EN MEZCLA CON
PARAQUAT EN MALEZAS DE CÍTRICOS EN TULUMAYO**

Para obtener el título profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

Elaborado por

JOSÉ ANTONIO GORDILLO CRUZ

Tingo María – Perú

2017



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Carretera Central Km 1.21 Telf. (062) 562341 (062) 561136 Fax. (062) 561156 E.mail: fagro@unas.edu.pe.

"Año del buen servicio al ciudadano"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Nº 022-2017-FA-UNAS

BACHILLER : **GORDILLO CRUZ, JOSÉ ANTONIO**

TÍTULO : "EFECTOS POTENCIALES DE LA ATRAZINA EN MEZCLA CON PARAQUAT EN MALEZAS DE CÍTRICOS EN TULUMAYO"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Ing. M.Sc. DAVID GUARDA SOTELO
VOCAL : Ing. M.Sc. MIGUEL EDUARDO ANTEPARRA PAREDES
VOCAL : Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS

ASESOR : Ing. MANUEL TITO VIERA HUIMAN

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 06 DE OCTUBRE DE 2017

HORA DE SUSTENTACIÓN : 4:00 P.M.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : SALA DE AUDIOVISUALES DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

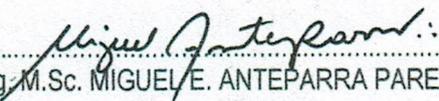
CALIFICATIVO : MUY BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

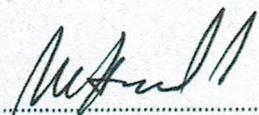
TINGO MARÍA, 06 DE OCTUBRE DE 2017.


.....
ING. M.Sc. DAVID GUARDA SOTELO
PRESIDENTE


.....
Ing. M.Sc. MIGUEL E. ANTEPARRA PAREDES
VOCAL


.....
Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS
VOCAL




.....
Ing. MANUEL TITO VIERA HUIMAN
ASESOR

DEDICATORIA

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

A mis hermanas Alicia Gordillo Cruz y María del Carmen Gordillo Cruz, a mi sobrino Giancarlo Amado, por su apoyo incondicional, mis más sinceros agradecimientos, los quiero mucho.

A mis padres Antonio Gordillo García y Alicia Cruz Sánchez por su apoyo incondicional que me permitieron a la continuación de mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

- A. La Universidad Nacional Agraria de la Selva y a todo el personal que la conforman, por su apoyo y enseñanza.
- Al. Asesor, Ing. Manuel Tito Viera Huiman por sus valiosas orientaciones técnicas y científicas, que me ayudaron a culminar este trabajo con éxito.
- A. los miembros del jurado de tesis Ing. M. Sc. David Guarda Sotelo, Ing. Carlos Miguel Miranda Armas e Ing. M. Sc. Miguel Anteparra Paredes.
- A. Todos los docentes de la Facultad de Agronomía quienes impartieron sus enseñanzas en mi formación profesional.
- Al. Personal administrativo y técnico que me apoyaron durante mi permanencia en la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 Las malezas.....	12
2.2 Origen, historia y distribución de los cítricos.....	14
2.2.1. Botánica del cultivo de los cítricos	16
2.2.2. Taxonomía	17
2.2.3. Producción mundial y nacional de los cítricos.....	18
2.3 Las malezas en el cultivo de los cítricos.....	19
2.4 Los herbicidas	21
2.4.1. Formulación de los herbicidas	21
2.4.2. Herbicidas concentrados emulsionables.....	22
2.4.3. Herbicidas polvos mojables	23
2.4.4. Herbicidas granulados.....	23
2.4.5. Sistema de clasificación de los herbicidas.....	24
2.4.6. Mecanismo de acción de los herbicidas.	25
2.4.7. Modo de acción de los herbicidas.....	25
2.5 Características generales del paraquat.....	27
2.6 Características generales del gramocil.....	28
2.7 Características generales de la atrazina	29
2.8 Ensayos con herbicidas realizados en Tingo María.....	30
2.9 Costo del control de malezas en cítricos	30
III. MATERIALES Y MÉTODOS	32

3.1.	Ubicación del campo experimental.....	32
3.2.	Historia del campo experimental	32
3.3.	Condiciones climáticas.....	32
3.4.	Análisis de suelo	33
3.5.	Presencia de malezas en el campo experimental	34
3.6.	Componentes de Estudio	35
3.7.	Tratamientos en estudio.....	36
3.8.	Diseño experimental	36
3.8.1.	Modelo aditivo lineal:	37
3.9.	Disposición experimental	37
3.10.	Ejecución del experimento	38
3.10.1.	Demarcación del campo experimental.....	38
3.10.2.	Identificación de las malezas en el campo experimental.....	38
3.10.3.	Determinación del porcentaje de malezas	38
3.10.4.	Muestreo de suelo	39
3.10.5.	Equipo utilizado	39
3.10.6.	Calibración del equipo	39
3.10.7.	Preparación de la dosis	39
3.10.8.	Aplicación de los herbicidas	40
3.10.9.	Determinación del efecto fitotóxico de control de los tratamientos en prueba.....	40
3.10.10.	Determinación del efecto residual.....	41
3.10.11.	Determinación del análisis económico.....	41

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1. Efecto potencial de control	42
4.2. Efecto residual de los tratamientos	49
4.3. Análisis económico de los tratamientos en estudio	54
V. CONCLUSIONES	57
VI. RECOMENDACIONES.....	58
VII. RESUMEN	59
ABSTRACT	60
VIII. BIBLIOGRAFÍA	61
IX. ANEXO.....	72

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento.....	33
2. Análisis físico - químico del suelo del campo experimental.....	34
3. Porcentaje de las malezas identificadas al momento de la evaluación, previa a la ejecución del experimento.....	35
4. Descripción de los tratamientos en estudio.....	36
5. Esquema del análisis de variancia (ANVA).....	36
6. Cuadrados medios del análisis de variancia del porcentaje de control a los 15, 30 ,45 y 60 días después de la aplicación de efectos potenciales de la atrazina en mezcla con paraquat en malezas de cítricos en Tingo María.	43
7. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$) del porcentaje de control a los 15, 30 ,45 y 60 días después de la aplicación de los tratamientos de efectos potenciales de la atrazina en mezcla con paraquat en malezas de cítricos en Tingo María.	44
8. Cuadrados medios del análisis de variancia del porcentaje de rebrote de malezas a los 75, 90 y 120 días después de efectos potenciales de la atrazina en mezcla con paraquat en malezas de cítricos en Tingo María.	50
9. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$) del porcentaje de control a los 15, 30 ,45 y 60 días después de la aplicación de los tratamientos de efectos potenciales de la atrazina en mezcla con paraquat en malezas de	

cítricos en Tingo María.	51
10. Análisis económico de los tratamientos en estudio después de la aplicación de los tratamientos de efectos potenciales de la atrazina en mezcla con paraquat en malezas de cítricos en Tingo María.	55
11. Cálculo de la dosis de herbicida para 2000 cc/Ha.	73
12. Cálculo del gasto de agua para un herbicida de contacto (400 L).....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Promedio de los datos originales del grado de control de malezas.....	45
2. Promedio del porcentaje del grado de rebrote de malezas.	52
3. Presentación del campo experimental.	73
4. Presencia de malezas en el campo experimental.	74
5. Campo experimental antes de la aplicación de los tratamientos.....	74
6. Uniformización del campo experimental con el corte de malezas.	75
7. Demarcación del terreno, separando por bloques y tratamientos	75
8. Aplicación de los herbicidas en el campo experimental.	76
9. Croquis del campo experimental.	76

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de los cítricos en el Perú constituye uno de los principales rubros de la fruticultura nacional, y es un componente importante en la dieta diaria de nuestra población. La interferencia de las malezas con este cultivo es un aspecto muy importante de la producción, razón por la que se utilizan herbicidas para disminuir el efecto de las malezas, debido a la acción rápida, efectiva y costos que son menores que el control manual (BOZZO DE BRUM, 2010). 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; PETERSON *et al.*, 2001; GARCÍA *et al.*, 2003).

La atrazina es un herbicida utilizado como preemergente o postemergente muy temprano, solo o en mezcla con otros herbicidas. Si se aplica al follaje actúa como herbicida de contacto y si se aplica al suelo es absorbido por las raíces y rápidamente transportado a las hojas; controla malezas de hoja ancha y gramíneas, tiene efecto residual prolongado, dependiendo de suelo, clima y dosis (USQUIANO, 2006; HANSEN *et al.*, 2013). El paraquat es un herbicida no selectivo, de amplio espectro que actúa por contacto, afecta al órgano verde cuya superficie resulta asperjada. Es uno de los herbicidas ampliamente usados en el mundo; posee rápida acción, no es selectivo y, mata malezas no lignificadas por contacto (RAO, 2015).

En Tingo María por sus condiciones sub tropicales con precipitación

constante, temperatura y humedad elevada hacen tiene un hábitat favorable para el rápido crecimiento de las malezas. Cada cultivo tiene su propia población de malezas, por lo que algunos herbicidas son específicos mientras que otros son de amplio espectro.

Se planteó el siguiente trabajo de investigación, para evaluar la acción del Paraquat (herbicida de contacto total) en mezcla con la Atrazina (herbicida radicular) comparado con una formulación comercial "Gramocil" (Paraquat + Diuron)

Por lo tanto, en base a lo mencionado anteriormente, se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Evaluar los efectos potenciales de las formulaciones de la atrazina en mezcla con Paraquat en el control de malezas.

Objetivos específicos:

1. Determinar los efectos residuales de la atrazina en mezcla con paraquat.
2. Determinar los efectos potenciales de control de los tratamientos en prueba.
3. Realizar un análisis económico de control de las mejores dosis y formulaciones de la atrazina en mezcla con paraquat.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Las malezas

La agricultura constituye la mayor fuerza selectiva en la evolución de las malezas. Como consecuencia de haber desplazado la sucesión hacia estados tempranos en forma recurrente, las actividades agrícolas han mantenido las comunidades vegetales en estados inmaduros. La mayoría de los componentes de esas comunidades son lo que en la agricultura llamamos malezas. De las 250,000 especies vegetales existentes, aproximadamente 8,000 (3 %) son consideradas malezas y 250 especies son problemáticas, representando el 0.1 % de la flora mundial. El 70 % de las malezas-problema corresponden a 12 familias botánicas y el 40 % son pertenecientes a dos familias: Poaceae y Asteraceae, presentándose la misma concentración de familias que en la situación de los cultivos más importantes (RODRÍGUEZ, 2008; ROCHA y PADRÓN, 2009).

Muchas de ellas se han introducido desde áreas geográficas muy distantes, o son nativas y son particularmente favorecidas por las perturbaciones causadas por la actividad agrícola. Cualquiera sea su origen, las malezas son un componente integral de los agro ecosistemas y como tales influyen la organización y el funcionamiento de los mismos desde los albores de la agricultura (COBB, 1992; LEGUIZAMÓN, 2003; COBB y READE, 2010).

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).

El estudio de las malezas es la ciencia que estudia la biología, ecología y manejo de malas hierbas o maleza. Se puede definir a la maleza como una planta que crece en un momento y en un lugar no deseado. Se usa en forma indistinta los términos maleza y mala hierba. Mientras que el término planta arvense, se usa para referirse a aquella vegetación asociada a un agroecosistema, y que no es el cultivo de interés (LIEBMAN *et al.*, 2001).

La importancia de la maleza se determina por los daños que causa directa o indirectamente a la agricultura.

De forma directa la presencia de maleza en nuestro cultivo reduce considerablemente la cantidad del producto cosechado, al competir por agua, luz, nutrientes y espacio, además ocasiona otro tipo de daños como el exudado de sustancias tóxicas que afectan el cultivo, hospedan plagas y enfermedades y dificultan la cosecha. Indirectamente las malezas obstruyen canales de riego y drenes, el manejo del riego en la parcela; provocan problemas estéticos o de manejo en vías de comunicación, líneas eléctricas, teléfonos y reducen la calidad de la cosecha (CESAVEG, 2007).

En un programa de control se deben utilizar herbicidas, correctamente seleccionados, de diferente modo de acción que el glifosato y en distinta oportunidad de aplicación. Se deben aplicar a la dosis recomendada según experiencias zonales. Se deben considerar todas las posibilidades de control, no descuidando el control

preventivo, cultural, mecánico y químico (SYNGENTA, 2014).

2.2 Origen, historia y distribución de los cítricos

El origen de los cítricos es un tema controvertido y complejo, para el que existen diferentes hipótesis. En general, todas ellas parecen coincidir en que son originarios de las regiones tropicales y subtropicales del sureste de Asia y el archipiélago Malayo y que, desde ahí, se dispersaron al resto de continentes. (ANCILLO y MEDINA, 2014).

La naranja es la fruta más común del género *Citrus* spp., y la más conocida en el ámbito mundial. Los dos mayores productores son Brasil y Estados Unidos, participando respectivamente con el 21.4 % y 14.5 % de la producción mundial (AGROCADENAS, 2005). De acuerdo con MOREIRAS *et al.* (2015), la naranja, es considerada como una de las frutas de mayor importancia en España, tanto por la superficie destinada para su cultivo, como por la producción y el consumo per cápita, que es cercano a 40 kg. Sus características nutricionales ayudan al fortalecimiento de las defensas del organismo, debido a su contenido de vitaminas C, B₁, B₂, B₃, B₅, B₆ y E; sales minerales, ácidos orgánicos, pectina, componentes que fortalecen a la circulación y presentan propiedades anticancerígenas del estómago.

Las variedades más comunes que se pueden encontrar son: *Citrus limon* L. Burm (limón), *C. sinensis* L. Osbeck (naranja), *C. reticulata* Blanco, *C. unshiu* Marc, *C. reshni* Hort. Ex Tanaka (mandarina), *C. paradisi* Macfayden (pomelo) y *Fortunella* spp. Wallace (quinoto). Los cítricos han sido utilizados como base de una gran cantidad de medicamentos a lo largo de la historia por su aporte en la formación de colágeno, huesos, dientes y glóbulos rojos, y porque favorecen la

absorción del hierro de los alimentos y la resistencia a las infecciones entre otros beneficios. Este aspecto es el que generó que fueran sometidos a toda clase de investigaciones en función de descubrir los múltiples beneficios que el organismo humano puede obtener de ellas (POLESE, 2007; ROCHA y PADRÓN, 2009).

Los cítricos se desarrollan en casi todas las regiones del mundo dentro de la banda delimitada por la línea de 40° de latitud N y S. Las numerosas especies del género *Citrus* provienen de las zonas tropicales y subtropicales de Asia y del archipiélago malayo; desde allí se distribuyeron a las otras regiones del mundo donde hoy se cultivan cítricos. El área comúnmente asociada a su origen está ubicada en el sudeste de Asia, incluyendo el este de Arabia, este de Filipinas y desde el Himalaya al sur hasta Indonesia. Dentro de esta gran región, el noreste de India y norte de Burma, serían las regiones más importantes, debido a la diversidad de especies encontradas recientemente en la provincia de Yunnan (China) (GMITTER y HU, 1990; DAVIES y ALBRIGO, 1994; SAHOVALER). Los chinos conocían el kumquat, *Fortunella* sp. y pomelo, *Citrus paradisi* hace más de 4,000 años (GMITTER y HU, 1990). Los primeros cítricos que se cultivaron en Europa fueron los cidros *Citrus medica* L., traídos de Persia en el siglo IV a.C. por los macedonios durante las conquistas de Alejandro Magno (POLESE, 2007).

El cidro es el primer agrío que conocieron los europeos (*Citrus medica* Linn), (año 4000 a.C.) En las ruinas de Nippur en el sur de Babilonia, se encontraron semillas que según Frimmel, eran de cidro.

Establecidos los agríos en Europa, su transporte y propagación en el Nuevo Mundo corre a cargo de los portugueses y españoles. Según fray Bartolomé de

las Casas, Colón en su segundo viaje a América (1493), llevó, entre otras cosas, semillas de naranjas, limones y cidras que debieron ser sembradas en los establecimientos de La Española y La Isabela. A mediados del siglo XVI los agrios se habían extendido por todas las Antillas y territorios de Centroamérica.

2.2.1. Botánica del cultivo de los cítricos

Las rutáceas, que incluyen alrededor de 900 especies, leñosas en su mayoría. Estas plantas se caracterizan por la presencia en casi todas sus partes de glándulas ricas en aceites esenciales aromáticos. Los cítricos se presentan en forma de pequeños árboles de 2 a 10 m de alto con tronco corto y ramificado, follaje denso y pueden vivir centenares de años. De ramaje a veces espinoso con varios periodos crecimiento siendo el principal en primavera. Las hojas son de color verde brillante perennes y enteras salvo el género *Poncirus*, que son compuestas y caducas. El peciolo está compuesto de aletas más o menos desarrolladas. Flores generalmente blancas membranosas ya sean aisladas o dispuestas en racimos (POLESE, 2007).

Los cítricos cultivados pertenecen botánicamente al orden de las Geraniales, familia de las rutáceas, y a los géneros *Citrus*, *Fortunella* y *Poncirus*. Comúnmente se denominan con el término genérico de *Citrus* a individuos pertenecientes también a los géneros *Fortunella* (kumquat o quinoto) y *Poncirus* (trifolio) (SAHOVALER y POLACK, 1994, RODRÍGUEZ, 2008).

El género *Citrus*, está compuesto por plantas de mediano a gran desarrollo, con hojas perennes y generalmente glabras, aunque en algunas especies son pubescentes, con bordes serrados, pecíolos más o menos alados o sin alas y glándulas provistas de aceites aromáticos. Flores solitarias o en

cimas terminales o axilares, cuatro o cinco sépalos cortos de color verde y unidos entre sí, cinco pétalos de coloración blanca o matizados de púrpura, estambres libres o más o menos soldados entre sí y en número múltiple al de pétalos, con anteras alargadas; el ovario es súpero y gamocarpelar. El fruto es una hespéride con número variable de semillas (RODRÍGUEZ, 2008).

El fruto de los cítricos es una baya típica llamada hesperidio. Exocarpo o flavedo, que es la región más externa y constituye la parte visible de la corteza, formada por células epidérmicas de color verde cuando el fruto es inmaduro y naranja o amarillo, según la especie, en la madurez. Mesocarpo o albedo, que es la región situada debajo del exocarpo, formado por un tejido blanco esponjoso de células parenquimatosas. El endocarpo es la región más interna y está constituido por los lóculos o gajos. Los lóculos contienen las vesículas de zumo, formadas por un cuerpo de células completamente vacuolizadas y un pedúnculo que las mantiene unidas a la epidermis dorsal de los carpelos y limitadas lateralmente por los septos. El exocarpo y mesocarpo constituyen la corteza del fruto propiamente dicha (AGUSTÍ *et al.*, 2003).

2.2.2. Taxonomía

De acuerdo con el Texto Guía: Producción de Cítricos (2014) se describe la siguiente información:

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Subclase	:	Rosidae
Orden	:	Geraniales
Familia	:	Rutaceae
Subfamilia	:	Citroideae
Tribu	:	Citreae
Género	:	<i>Citrus</i> L. 1753

2.2.3. Producción mundial y nacional de los cítricos

En el mundo, la superficie plantada de cítricos es de 5,5 millones de hectáreas con una producción de 98,7 millones de toneladas métricas. Brasil y Estados Unidos de Norteamérica son los principales productores de naranja con el 27 y 18 % de la producción mundial respectivamente (MADRID *et al.*, 2009).

En el contexto internacional el 22 % del mercado mundial de frutas corresponde a la producción de cítricos que en el año 2006 alcanzó 71 millones de toneladas. Dentro de este grupo, los cultivos de naranja representan el 66%, luego la mandarina y el limón que significan el 21 % y el 7 % respectivamente. Asimismo, cabe destacar que el 28 % de la producción de cítricos se industrializa. Los países productores más importantes son Brasil de naranja, China de pomelo y Estados Unidos de Norteamérica de mandarina. Las exportaciones mundiales en el año 2006 significaron 9 millones de toneladas, principalmente de naranja, siendo España el mayor exportador. Alemania se encuentra como el principal país importador de cítricos a nivel mundial (CAMBRA *et al.*, 2000; ROCHA y PADRÓN, 2009).

Perú ocupa el cuarto lugar en producción de cítricos a nivel del hemisferio sur, detrás de Brasil, Sudáfrica y Argentina, la producción anual de cítricos en el Perú bordea las 100 mil toneladas, de las cuales 40 % corresponden a naranjas, 31 % por ciento a mandarinas, 28 % a limones y solo uno por ciento a toronjas. A nivel global ocupamos el puesto 14. Y sólo en mandarinas, el país abarca el 14 % de los envíos totales de este cítrico desde el hemisferio sur. Las exportaciones peruanas de cítricos sumaron 89,245 toneladas por un valor total aproximado de 83 millones de dólares, durante la

última temporada productiva. Los principales destinos de los envíos peruanos al extranjero son: Reino Unido con 25 % del total, Holanda con 24 %, Estados Unidos con 20 % y Canadá con 12 %. Un 10 %, de la fruta que se viene exportándose de Perú, están los tangelos, mandarinas, siendo nuestros principales compradores los mercados de Ecuador, Colombia, Chile y Bolivia., lo demás es para el mercado interno; mientras que, en el caso particular de las mandarinas, esta cifra alcanza un 25 %. El 84 % de los envíos nacionales de cítricos, son de tres variedades de mandarinas: la Satsuma, Tangelo Minneola, y la W. Murcott (DEL CASTILLO, 2013; PROCITRUS, 2013).

2.3 Las malezas en el cultivo de los cítricos

El control de las malezas es una labor cultural importante en el cultivo de cítricos, el cual deber realizarse de manera periódica y oportuna en el huerto. Las malezas entran en competencia con las plantas de cítricos en el aprovechamiento de los nutrientes del suelo (alimento), del agua, de la luz y del espacio. Las plantas en un huerto enmalezado crecen muy lentamente y son susceptibles al ataque de plagas y enfermedades (AMORTEGUI, 2001).

El manejo de las malezas es una necesidad en la producción de cítricos. Estas ejercen una fuerte competencia para el desarrollo de los frutales, principalmente en el período de su establecimiento aparecen malezas de hojas anchas. Una vez desarrolladas las plantas son menos susceptibles a la competencia por la maleza, ya que la sombra inhibe en parte el crecimiento de éstas, generando el crecimiento de malezas de hoja angosta. Se ha demostrado si no se controlan adecuadamente las malezas, pueden causar disminución en los rendimientos del orden del 30% o más por lo que se justifica su control, a

pesar de constituir alrededor de 20% de los costos directos de producción (NÚÑEZ, 2008; MADRID *et al.*, 2009).

Los métodos de control de malezas en cítricos varían según la capacidad económica y técnica del productor. Los más usados son: manuales con azadón y machete; mecánico con equipo agrícola como rastra, químico, usando herbicidas de acción rápida o de contacto y sistémicos, en aplicación pos emergente y también pre emergentes al suelo para malezas anuales (BUEN ABAD *et al.*, 1991; MADRID *et al.*, 2009).

De acuerdo con TRUJILLO (1981); TUCKER y SINGH (1983); MEDRANO (1996) y BAYER (2009), VARGAS *et al.* (2012), las especies de malezas más comunes asociadas a los cítricos son las siguientes: *Paspalum racemosum* L. (Gramalote), *Paspalum virgatum* L. (Remolina), *Tripogandra cumanensis* (Kunth) Woodson (Siempre viva), *Heteranthera reniformis* Ruíz & Pav. (Oreja de ratón), *Desmodium tortuosum* (Sw.) DC. (Pega pega), *Chloris inflata* L. (Pendejuelo), *Cenchrus ciliaris* L. (Pasto bufel), *Digitaria sanguinalis* L. Scop. (Pata de gallina), *Pavonia sidaefolia* H. (Cadillo), *Cyperus rotundus* L. (Corocillo o coquito), *Cynodon dactylon* L. Pers. (Pasto bermuda), *Boerhavia decumbens* Valh. (Pega pega), *Euphorbia hypericifolia* L. (Lecherita), *Pseudoelephantopus spicatus* (Aubl.) Rohr. (Mata pasto), y *Rottboellia exaltata* L.f. (Arrocillo), *Sorghum halepense* (L.) Pers. (Grama china), *Bidens pilosa* L. (Amor seco), *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd. (Pata de gallina), *Amaranthus retroflexus* L. (Yuyo macho), *Euphorbia hirta* L. (Lecherita), *Pseudelephantopus spicatus* (B. Juss. exAubl.) C.F., Baker (Mata pasto), *Sonchus oleraceus* L. (Cerraja), *Echinochloa colonum* (L.) Link (Arrocillo).

2.4 Los herbicidas

La palabra herbicida proviene del latín “herba” seguido del sufijo “-cida”, que significa matar. Así por su etimología, los herbicidas son productos químicos que se utilizan para matar plantas. Es un producto químico que altera la fisiología de la planta en tiempo relativamente largo, afectando severamente su crecimiento u ocasionando su muerte (KOGAN y PÉREZ, 2003). Un herbicida es un producto químico que inhibe o interrumpe el crecimiento y desarrollo de una planta. Los herbicidas son usados extensivamente en la agricultura, industria y en zonas urbanas, debido a que si son utilizados adecuadamente proporcionan un control eficiente de maleza a un bajo costo (ANDERSON, 1996; PETERSON *et al.*, 2001).

2.4.1. Formulación de los herbicidas

Los plaguicidas están constituidos por el principio activo más los coadyuvantes que determinan la formulación de uso comercial. Las formulaciones más comunes pueden ser líquidas o sólidas. La atenta lectura de la parte central de la etiqueta de los envases, debajo del nombre comercial del producto, describe la formulación (e.g. para EcoRizospray concentrado soluble, CS; Glifosato, concentrado soluble, CS; Lorsban 48 concentrado emulsionable, CE). Las distintas formulaciones requieren diferente manejo y necesidad de agitado dentro del caldo de aspersion, como así también una compatibilidad diferencial cuando participan en mezcla con otros plaguicidas. Los plaguicidas están diseñados para diluirse en agua y pulverizarse solos. Las mezclas se utilizan mayormente con herbicidas para control de malezas de barbecho, e insecticidas con funguicidas en el cultivo de soja. La resistencia de malezas, como consecuencia del monocultivo de soja y el uso continuado de glifosato

sobre cultivares RR, determina la necesidad del uso de otros herbicidas complementarios. Cada formulación tiene su requerimiento de manejo para utilizarse sola; y si consideramos las mezclas de tanque, con sus innumerables posibilidades de combinación, necesariamente tenemos que recurrir a la prueba de compatibilidad en pequeña escala y ensayar todos los cambios de orden para la incorporación de los plaguicidas al tanque (permutaciones). (LEIVA, P. 2013).

El ingrediente activo (i.a.) es el responsable de la fitotoxicidad del producto. En algunas formulaciones el ingrediente activo es el herbicida puro, y en otros casos, cuando se trata de sales y ésteres de ácido, es necesario conocer el concepto de equivalente ácido (e.a), que es la porción de la molécula responsable de la actividad herbicida. Por ejemplo, el producto comercial Roundup® contiene 480 g.L^{-1} de i.a. (sal isopropilamina de [N - (fosfometil) glicina], equivalente a 360 g.L^{-1} de ácido N - (fosfometil) glicina (PITTY, 1995; KOGAN y PÉREZ, 2003).

2.4.2. Herbicidas concentrados emulsionables

Este tipo de formulación es la más común en aquellos herbicidas que son líquidos y el agregado de estas formulaciones similar aceite al agua produce una emulsión en la cual el agua es la fase externa o continua y la gota de herbicida-solvente es la fase discontinua. En una dilución adecuada las emulsiones normales proveen fluidos de baja viscosidad los cuales no presentan problemas de mezclado, bombeado o pulverizado. La mayor proporción de una formulación concentrado emulsionable es el componente aceitoso. El agente emulsionante es comúnmente un adyuvante no-iónico; el mojante es usualmente un surfactante aniónico (COVAS, 2003).

2.4.3. Herbicidas polvos mojables

Los herbicidas de muy baja solubilidad en agua, aceite o solventes comunes son formulados como polvos mojables. Tales formulaciones están compuestas del herbicida (polvo fino), un diluyente (polvo fino, sólido hidrofílico, tales como bentonita o atapulgita), y diversos surfactantes. Comúnmente el herbicida en polvo fino forma parte en peso del 50 a 80% de la formulación del polvo mojado, siendo el resto formando por el diluyente y los adecuados surfactantes. Los surfactantes que se emplean en los PM tienen la característica de que, siendo sólidos, no se aglutinan y no son higroscópicos. Para aplicaciones a campo los polvos mojables se mezclan con agua como vehículo, no usándose aceites para este propósito. Mezclados con agua, las formulaciones forman suspensiones, más bien que soluciones o emulsiones. Las suspensiones requieren agitación vigorosa y continua para evitar la tendencia a que las partículas en suspensión sedimenten. Si bien el término polvo mojado es ampliamente usado para identificar este tipo de formulación, otro término muy usado es el de polvo dispersable en agua. Este término es más correcto pues el hecho más importante en un polvo mojado no es que él pueda ser "mojado" sino que los mismos son convertidos en una suspensión en agua con un cierto grado de estabilidad (COVAS, 2003).

2.4.4. Herbicidas granulados

Por conveniencia en la aplicación de ciertos herbicidas se los puede formular como granulados. Tales formulaciones consisten en el herbicida que está adherido a la superficie de una partícula inerte de mayor tamaño, tal como vermiculita, arcillas o arena. El herbicida forma menos del 10% de la

formulación, en general 4 a 6 %. Estas formulaciones son aplicadas como gránulos secos, tal como son comercializadas, sirviendo el granulo como vehículo del herbicida. Se pueden distribuir por equipos mecánicos o en forma manual. Este tipo es la típica formulación de liberación lenta o controlada que tiende a descomponerse lentamente después de la aplicación, liberando su producto activo herbicida en un lapso prolongado de tiempo. (COVAS, 2003).

2.4.5. Sistema de clasificación de los herbicidas

No existe un solo sistema de clasificación de los herbicidas. Los diferentes sistemas se basan en criterios muy dispares, como su naturaleza química, su mecanismo de acción o su toxicidad (ROSALES y ESQUEDA, 2008). Según su persistencia en el suelo, se tiene a los residuales, que se aplican al suelo, sobre la tierra desnuda y forman una película tóxica que controla la nacencia de las malas hierbas al atravesarla durante su germinación. Normalmente no son activos sobre especies perennes que rebrotan a partir de rizomas, estolones o bulbillos; sí lo son en cambio si la mala hierba nace de semillas. Los herbicidas son frecuentemente clasificados en grupos de acuerdo a su composición química, no necesariamente herbicidas del mismo grupo químico presentan igual comportamiento (KOGAN y PEREZ, 2003).

Los herbicidas de contacto no se movilizan desde el punto de absorción, en cambio los sistémicos una vez absorbidos son movilizados dentro de la maleza. Los herbicidas de acción sistémica se pueden dividir en: aquellos que se movilizan por el floema (movimiento simplástico), aquellos que se movilizan por la xilema (movimiento apoplástico) y otros que presentan un movimiento apo-simplástico (MATTHEWS, 2004).

Según la acción sobre las plantas, se tiene a los selectivos, son herbicidas que son inocuos al cultivo, ya que eliminan las hierbas indeseadas, o al menos un tipo de ellas, por ejemplo, la metribuzina. Los no selectivos eliminan una gran gama de familias de plantas, por ejemplo, el glifosato (ROBBINS *et al.*, 2008).

Los herbicidas que son aplicados antes de la siembra o del trasplante son llamados herbicidas de presembrado o de preplantación. Los herbicidas de posemergencia se aplican una vez que el cultivo y malezas han emergido. Estos a su vez, se dividen en temprana y tardía (SALISBURY, F y ROSS W. 2002.)

2.4.6. Mecanismo de acción de los herbicidas.

El mecanismo de acción de un herbicida se refiere al sitio bioquímico, que el herbicida inhibe directamente. Sin embargo, muchos herbicidas en vez de tener un solo sitio de acción parecen sufrir procesos metabólicos no específicos. Diferentes sitios pueden variar en su sensibilidad frente a un determinado herbicida y mientras el sitio primario o más sensible puede ser afectado primero, la respuesta inicial puede ser difícil de aislar e identificar. (ROUSH, M.; RADOSEVICH, S.; MAXWELL, B. 2009).

2.4.7. Modo de acción de los herbicidas.

La forma más útil de clasificación de los herbicidas es según su modo de acción (DUKE y DAYAN, 2001; SCHMIDT, 2005). El modo de acción de los herbicidas se lo puede definir como la secuencia completa de eventos en los que éstos intervienen, que culmina provocando algún daño en la planta. Este incluye al mecanismo de acción que es la interferencia bioquímica o biofísica causada por un herbicida que determina el daño final a la planta y tiene lugar en el sitio de acción (PAPA, J, 2007). Este tipo de clasificación permite diseñar los

programas de control químico de maleza más eficientes y evitar los posibles efectos negativos del uso de herbicidas como son la residualidad en el suelo, el cambio de especies de maleza y el desarrollo de biotipos de maleza resistentes a herbicidas (REGEHR y MORISHITA, 1989; HEAP, 2001).

El xilema se considera como parte del apoplasto y el movimiento que se realiza dentro de él se denomina "apoplástico" y el floema se considera parte del simplasto y el movimiento se conoce como "simplástico". El movimiento por el floema, es afectado por los factores como la luz, el agua y la temperatura que influye en la fotosíntesis y en la actividad metabólica de las células. A bajas intensidades de luz o en oscuridad, la producción de materiales orgánicos será escasa y por lo tanto la translocación será lenta. En aplicaciones donde el medio ambiente presenta alta humedad relativa la tensión de agua disminuye, demora el secamiento de la pulverización, favorece la apertura de las estomas incrementan la permeabilidad estomática y cuticular y por el contrario en temperatura alta y baja humedad las malezas producen cutículas gruesas, poco permeables y la pulverización se seca con rapidez (CERNA, 2013).

Los modos de acción de los herbicidas se pueden clasificar de acuerdo con el proceso vegetal afectado, por ejemplo, la fotosíntesis, la división celular u objetivos enzimáticos específicos. Esto con frecuencia refleja los usos prácticos de los productos herbicidas. Por ejemplo, aquellos que afectan la fotosíntesis se aplican en post-emergencia y con frecuencia son de rápida acción; aquellos que afectan la división celular son con frecuencia herbicidas de pre-emergencia que afectan las semillas que germinan; y algunos objetivos enzimáticos determinarán patrones del espectro de control de las malas hierbas

y la selectividad dependiendo de si la enzima es fundamental para el crecimiento de todas las plantas o si está confinado a, por ejemplo, malas hierbas gramíneas o de hoja ancha. Sin embargo, siempre hay excepciones significativas a estas reglas generales y su química particular puede significar que se mueven en las plantas y el suelo de manera diferente. (PARAQUAT, 2018)

2.5 Características generales del paraquat

El paraquat forma parte del grupo de herbicidas llamados bipyridilos (Dicloruro de 1,1'-dimetil-4,4'-bipyridilo). El paraquat es usado como un herbicida cuaternario de amonio. Es un herbicida no selectivo de amplio espectro que actúa por contacto, es decir, no se trasloca, sino que afecta al órgano verde cuya superficie resulta asperjada. El compuesto es uno de los herbicidas ampliamente usados en el mundo. Es de rápida acción, no selectivo, y mata malezas no lignificadas por contacto. Interfiere sobre la fase luminosa de la fotosíntesis, a nivel del fotosistema I. (RAO, 2015). El mecanismo de acción herbicida consiste en provocar estrés oxidativo y se basa en la generación de radicales superóxido que destruyen las células de los vegetales, a los que se añade por desintegrar la membrana con la posterior desecación de las hojas. Se desecan si hay exposición solar, pero si se siegan antes no hay desecación y el paraquat se mantiene en la planta sin alterarse (BONAVIA *et al.*, 1991). El paraquat compete con el NADP durante la fotosíntesis por los electrones. Este se transforma en metilviologen, un radical libre que reacciona con el oxígeno formando el radical superóxido, que ataca a los lípidos presentes en la membrana celular, destruyéndola. Se usa para el control de malezas mono y dicotiledóneas anuales y perennes, plantas acuáticas y algas. Actúa en

presencia de la luz afectando las partes verdes de todas las plantas que entran en contacto con el producto. Su punto de acción son los cloroplastos que absorben la energía luminosa, actúa sobre el sistema fotosintético de la membrana denominada Fotosistema I, que produce electrones libres durante la fotosíntesis, los que al reaccionar con el ion paraquat forman finalmente peróxidos muy reactivos que desintegran membranas celulares y tejidos. También interfiere en las reacciones de óxido-reducción relacionado con la respiración. (RAO, 2015).

La dosis recomendada de este producto es de 2.5 a 3 L/ha según Syngenta Agro S.A. Paraquat es compatible con diquat 40 % (p/v), herbicidas hormonales (2,4-D, MCPA, dicamba) y herbicidas residuales (flurocloridona, flurocloridona+acetoclor, S-metolacloro, alaclor, imazaquín, linuron, diuron, metribuzín, atrazina, ametrina, simazina). (SYNGENTA, 2016).

2.6 Características generales del gramocil

Gramocil® es un herbicida de contacto no selectivo con un rápido control de la maleza, sin efecto residual en el suelo. Generalmente, el producto controla totalmente a la maleza en cuatro o cinco días, sin afectar a los posteriores cultivos por residuos en el suelo. Es un herbicida en el cual se mezclan el Paraquat (ion de 1,1 dimetil 4,4 dipiridilo en forma de cloruro de paraquat) y Diuron: 3-(3,4-diclorofenil)-1,1 dimetil-urea. El gramocil es un herbicida de amplio espectro agrícola desecante de contacto, no selectivo para el control de maleza de hoja ancha y pastos. No tiene efecto residual en el suelo y se inactiva al contacto con este. Se aplica en pre-emergencia al cultivo y pos emergencia a la maleza. Las aplicaciones post-emergentes al cultivo deben dirigirse a la maleza

sin tocar al cultivo. Su efecto herbicida se produce al formar radical peróxido 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. Muestra un efecto sinérgico: Modificación de la velocidad de Fotosíntesis, retrasando la destrucción celular y proporcionando mejor distribución de paraquat. EL Diurón® por su baja concentración retrasar la fotosíntesis y ayuda a movilizar al Paraquat. Está recomendado para controlar malezas anuales y perennes, de hoja ancha, angosta y ciperáceas Las dosis recomendadas son de 2.0 a 4.0 L/ha según el fabricante Syngenta Agro S.A. (ROSALES y ESQUEDA, 2011; VARGAS *et al.*, 2012; SILVESTRE, 2012; SYNGENTA, 2013).

2.7 Características generales de la atrazina

La atrazina (6-cloro-N-etil-N'-(1-metiletil)-triazina-2,4-diamina) es absorbido por las malezas por las raíces y algo por las hojas, presenta translocación acropétala por la xilema, y se acumula en los tejidos fotosintéticos y puntos meristemáticos. Cuando se aplican al follaje se comporta como herbicida de contacto. Cuando se aplica al suelo es absorbido por el sistema radical y rápidamente transportado hacia las hojas, vía apoplásto (xilema). Puede ser aplicado en pre emergencia y post 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. Clasificado por la HRAC (Asociación para la prevención y el control de las resistencias) como inhibidor de fotosíntesis (Fotosistema II), grupo C₁, triazinas, tiene riesgo de

resistencia de bajo a medio. Controla un amplio espectro de malezas de hojas anchas y gramíneas. Puede utilizarse como preemergente o como postemergente muy temprano, ya sea solo o en mezcla con otros herbicidas o fertilizantes líquidos. Las dosis recomendadas son de 2.0 a 4.0 Lt/ha según el fabricante Adama Agama Ltda. (PITTY, 1995; USQUIANO, 2006; HANSEN *et al.*, 2013).

2.8 Ensayos con herbicidas realizados en Tingo María

En las malezas de hoja angosta en cítricos, especialmente las gramíneas en mayor porcentaje, no se practica un control químico en forma regular, sino se machetea ocasionalmente (RAMOS, 1986). Los tratamientos con Gramoxone® (paraquat) y Reglone® (diquat) ambos de contacto mostraron un efecto inmediato de 1 y 2 horas respectivamente, lo cual no sucedió con el Basta® (Glufosinato amonio), que también es un herbicida de contacto, pero parcialmente sistémico, cuyo efecto inmediato se notó a los 15 días. Los demás tratamientos de acción sistémica foliar y radicular mostraron su efecto inmediato a partir de los 7, 10 y 15 días de la aplicación (VÁSQUEZ, 1992). El paraquat (3 L/ha⁻¹) tiene efecto inmediato, llegando a controlar en un 71.95%, pero su efecto residual llega escasamente hasta los 30 días (CÉSARE, 1994).

2.9 Costo del control de malezas en cítricos

Los costos externos debido a las malezas tienen lugar por el hecho que las malezas se diseminan. La presencia de las malezas en una finca o predio puede resultar una amenaza a otras vecinas no infestadas. Por ejemplo, la presencia del sorgo, *Sorghum halepense*, en una finca o predio puede alertar a un agricultor vecino de no cultivar híbridos de sorgo, dado el peligro de invasión de la maleza y la posible contaminación del polen del sorgo cultivable con el de la maleza, así

como por el hecho que el sorgo hospeda plagas y enfermedades comunes. Desde el punto de vista de comunidad (ver más adelante) hay buenas razones para realizar gastos de control de malezas potencialmente invasoras, incluso se justifica aun cuando las pérdidas en las áreas ya infestadas sean más bajas que el costo del control requerido (AULD y TISDELL, 1988).

Se ha demostrado que las malezas, si no se controlan adecuadamente, pueden causar disminución en los rendimientos del orden del 30% o más, por lo que se justifica su control, a pesar de constituir alrededor de 20% de los costos directos de producción (CURTI *et al.*, 2000). El control químico de malezas en cítricos, es más económico con bombas de mochila, ya que el control con guadaña requiere de muchos jornales e insumos y el control con selector de malezas no se realiza de la forma adecuada por el personal, por lo tanto, se gasta más insumos y mano de obra para su realización. En el control de malezas con guadaña, se pueden gastar más de siete jornales por hectárea (DOMÍNGUEZ, 2012).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en las plantaciones de cítricos ya establecidas en el Centro Experimental Tulumayo (CIPTAL), de la Universidad Nacional Agraria de la Selva ubicado en el caserío Shiringal del centro poblado de Santa Lucía, distrito de José Crespo y Castillo, provincia Leoncio Prado, región Huánuco, cuyas coordenadas Geográficas (UTM) fueron Este: 385288.86 m, Norte: 8990659.05 m, y altitud: 610 msnm.

3.2. Historia del campo experimental

El campo experimental cuenta con 8 ha de cítricos de 20 años de edad aproximadamente y se encontraba en etapa de brotamiento. En el área se visualizó la instalación de naranjo dulce (*Citrus sinensis* Osbeck). Ésta parcela de cítricos que anteriormente perteneció a la Estación Experimental Tulumayo alberga malezas de hoja ancha y hoja angosta las cuales proliferan rápidamente debido a la alta humedad, temperatura y buena fertilidad; con una precipitación promedio anual de 3200 mm y una temperatura promedio de 25 °C.

3.3. 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 Tingo María, Convenio UNAS – SENAMHI, José Abelardo Quiñones (Cuadro 1). Los datos de temperatura especialmente los de precipitación fueron importantes para saber cómo reaccionan los herbicidas en estudio, ya que la aplicación coincide con la época de lluvias en la zona; aunque en los meses de enero y febrero hubo un bajo registro de precipitación con

respecto a los demás meses en los que duró el experimento. Cabe resaltar la originalidad de los datos.

Cuadro 1. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento.

Meses	Temperatura (°C)			H.R (%)	Precipitación
	Max.	Min.	Med.	Prom.	mm/mes
Noviembre	29.90	22.20	26.40	71.60	411.73
Diciembre	29.20	22.20	26.00	73.40	416.29
Enero	27.30	21.40	24.50	79.60	187.20
Febrero	28.30	22.00	25.20	78.70	242.05
Marzo	28.70	21.80	25.50	76.20	418.59

Fuente: SENAMHI - Tingo María, datos registrados de noviembre de 2013 a marzo de 2014.

3.4. Análisis de suelo

Estos datos constituyen uno de los factores que determinan la efectividad de los herbicidas. Para el análisis físico - químico del suelo del campo experimental se obtuvo una muestra de 8 sub muestras tomadas al azar de la profundidad de la capa arable, que luego de homogenizarlas fueron trasladadas al Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para su análisis. Como se observa en el Cuadro 2, el campo experimental presentó un suelo franco arcillo limoso, con un contenido alto de materia orgánica y pH neutro. Estos datos sirvieron para evaluar el comportamiento de los herbicidas radiculares, es decir, los que se absorben a través de las raíces por el xilema, que son aplicados al suelo, como son la atrazina y el diuron en su forma aplicada en los tratamientos (Gramocil: paraquat + diuron).

Cuadro 2. Análisis físico - químico del suelo del campo experimental.

Parámetro	Valor	Método empleado
Análisis físico		
Arena (%)	6.96	Bouyocos o hidrómetro
Limo (%)	37.62	Bouyocos o hidrometro
Arcilla (%)	55.42	Bouyocos o hidrometro
Clase textural	Fco. arc. limoso	Triangulo textural
Análisis químico		
PH (1:1)	7.15	Potenciómetro
Materia orgánica (%)	5.80	Walkey -Back
Nitrógeno (%)	0.26	% M.O (Fac.0.045)
P disponible (pmm)	31.37	Olsen modificado
K ₂ O disponible (pmm)	271.64	Ácido sulfúrico
Ca + Mg (cm(+)/100gr)	14.27	EDTA, versenato
CICE (meq/100 g)	22.80	Acidez cambiable + base Cambiable

Fuente: Laboratorio de suelos de la UNAS

3.5. Presencia de malezas en el campo experimental

La plantación de cítricos tiene 20 años, donde se realizó una evaluación previa sobre la dominancia de las malezas, concluyendo que el 70 % correspondió a malezas de hoja angosta y el 30 % a malezas de hoja ancha (Cuadro 3). Esta labor se realizó determinando un área de 1m² en donde se registró la cantidad existente de malezas, tanto de hoja ancha como de hoja angosta (VADEMECUM, 2012). Luego se realizó la recolección y herborización de las especies en el campo. Finalmente fueron identificadas por reconocimiento mediante el Atlas de Malas Hierbas (ALAM, 1974).

Cuadro 3. Porcentaje de las malezas identificadas al momento de la evaluación, previa a la ejecución del experimento.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Cobertura (%)
Hoja angosta:			30%
Arrocillo	<i>Rottboellia exaltata</i> (L) W. Clayton	Gramineae	25
Remolina	<i>Paspalum virgatum</i> (Chigüire)	Gramineae	2
Gramalote	<i>Paspalum remosatum</i> (L.) Lam.	Gramineae	1
Cortadera	<i>Cyperus luzulae</i> (L) Retz	Cyperaceae	2
Hoja ancha:			70%
Mata pasto	<i>Elephantopus mollis.</i> (Kunth)	Asteraceae	55
Oreja de ratón	<i>Heteranthera reniformis</i> (Ruíz y Pavón)	Euforbiaceae	1
Pituquilla	<i>Colocasia</i> sp. (Schott)	Araceae	2
Kudzu	<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.	Fabaceae	10
Pega pega	<i>Desmodium tortuosum</i> (S) Swart.	Leguminosae	2
Total			100%

3.6. Componentes de Estudio

- **Herbicidas:**

- **Mezcla:**

Paraquat + Atrazina

Dosis: (2+1); (2+2); (3+1); (3+2); (4+1); (4+2) L/ ha⁻¹

- **Testigos:**

Paraquat

Dosis: 2, 3, 4 L/ha-1

Gramocil (Paraquat + Diuron)

Dosis: 2; 3; 4 L/ha-1

3.7. Tratamientos en estudio

A continuación, se detallan los herbicidas aplicados, así como también la dosis usada para cada tratamiento.

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos en estudio.

Clave	Tratamiento	Dosis / ha	Dosis/ tratamiento
T ₁	Paraquat	2 L	80 cc
T ₂	Gramocil	2 L	80 cc
T ₃	Paraquat + Atrazina	2 L + 1 L	80 cc + 40 cc
T ₄	Paraquat + Atrazina	2 L + 2 L	80 cc + 80 cc
T ₅	Paraquat	3 L	120 cc
T ₆	Gramocil	3 L	120 cc
T ₇	Paraquat + Atrazina	3 L + 1 L	120 cc + 40 cc
T ₈	Paraquat + Atrazina	3 L + 2 L	120 cc + 80 cc
T ₉	Paraquat	4 L	160 cc
T ₁₀	Gramocil	4 L	160 cc
T ₁₁	Paraquat + Atrazina	4 L + 1 L	160 cc + 40 cc
T ₁₂	Paraquat + Atrazina	4 L + 2 L	160 cc + 80 cc
T ₁₃	Corte manual	Ritmo de corte	

3.8. Diseño experimental

El diseño experimental empleado fue de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 13 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	12
Error experimental	36
Total	51

3.8.1. 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 le aplicó el i - ésimo tratamiento.

U = es el efecto de la media general.

T_i = es el efecto del i - ésimo tratamiento.

B_j = es el efecto del 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 aplico el i - ésimo tratamiento.

Para:

$i = 1, 2, 3, \dots, 13$ tratamientos

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

3.9. Disposición experimental

Bloques:

- Numero de bloques 4
- Largo de cada bloque 130 m
- Ancho de cada bloque 10 m
- Área total bloques 1,300 m²

Parcelas:

- Número total de parcelas 52
- Número de parcelas por bloque 13
- Largo de cada parcela 10 m
- Ancho de cada parcela 10 m

- Área total 100 m²

Área experimental:

- Largo 130 m
- Ancho 40 m
- Área total 5,200 m²

3.10. Ejecución del experimento

3.10.1. Demarcación del campo experimental

La demarcación del campo experimental se realizó de acuerdo a las características del croquis, para lo cual se utilizó, rafia, wincha y estacas previamente preparadas.

3.10.2. Identificación de las malezas en el campo experimental

Para la identificación de las malezas se realizó la recolección y la herborización de las especies existentes en el campo experimental. La identificación de las malezas se llevó a cabo con la ayuda del Manuales de Malezas (CÁRDENAS, 1972; MARZZOCA, 1976) y el Diccionario de Malas Hierbas (GUELL, 1970). Guía de campo para la identificación de malezas (SENASA, 2014)

3.10.3. Determinación del porcentaje de malezas

El porcentaje de malezas se determinó antes de la aplicación de los tratamientos; el número de malezas, tipo de malezas, tamaño y otras características evaluables se obtuvieron utilizando el método del m², recomendado por, Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM) 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 wincha (Cuadro 3).

3.10.4. Muestreo de suelo

El análisis de suelo se realizó en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Para la muestra del suelo en el campo experimental se obtuvo las muestras por el método del zigzag, tratando de conseguir una muestra representativa. El muestreo del suelo sirvió como datos referenciales del campo experimental.

3.10.5. Equipo utilizado

Para la aplicación de los tratamientos se utilizó una bomba de mochila fumigadora de capacidad de 20 L, y una boquilla del tipo Tee-Jeet 8006 (herbicidas de doble acción) y 8004 (herbicidas de contacto).

3.10.6. Calibración del equipo

Se realizó la presente labor con la finalidad de uniformizar el gasto de agua para cada tratamiento (400 – 600 L/ha) utilizando un área de 50 m y 10 L de agua; para sí de esta manera iniciar la aplicación del agua de forma uniforme en una parcela, manteniendo un ritmo constante de velocidad, presión y una altura determinada de la boquilla, con respecto al suelo (80 cm).

3.10.7. Preparación de la dosis

Las mezclas de Paraquat + Atrazina se prepararon usando la dosis indicada para cada tratamiento (Ver 3.8.2 Cálculo de la dosis de herbicida) (Ejemplo: 80 cc de Paraquat + 40 cc de Atrazina para el T₁) echando primero un poco de agua en un balde pequeño de 5 L, luego se añadió la dosis de los herbicidas indistintamente de cual herbicida sea primero, y se procedió a realizar la homogenización de la mezcla (a este proceso se le conoce como pre mezcla) se colocó en la mochila fumigadora y se completó con la cantidad de agua

calculada (Ver 3.8.2 Cálculo de la dosis de agua) para finalmente proceder a la aplicación. Se realizó el mismo procedimiento para los tratamientos donde se utilizó sólo Paraquat y para los tratamientos donde sólo se utilizó Gramocil.

3.10.8. Aplicación de los herbicidas

La aplicación de los herbicidas se efectuó a los 15 días después de haber uniformizado las malezas del campo experimental; para lo cual se realizó el corte de éstas malezas con una motoguadaña, a una altura recomendable de 30 cm. Se consideró una altura de 80 cm del suelo a la boquilla, a una presión y velocidad constante para la aplicación de los herbicidas.

3.10.9. Determinación del efecto fitotóxico de control de los tratamientos en prueba

Las evaluaciones se realizaron a los 15, 30, 45, 60 días de aplicados los herbicidas. Se utilizó el método visual y escala propuesta por la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM, 1974).

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

Se refiere al porcentaje de control sometido a una escala de valores evaluadas visualmente a este método se le denomina método cualitativo.

3.10.10. Determinación del efecto residual

Para determinar el poder residual de los tratamientos se realizaron evaluaciones a los 75, 90 y 120 días después de la aplicación, procediendo a verificar el grado de control 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), entonces se determinó por el tiempo que permanece activo el herbicida haciendo efecto fitotóxico a las malezas determinado por la presencia de rebrote. El efecto residual está referido al poder de permanecer por un determinado tiempo ya sea en las células internas de la planta o en las partes externas, los residuos de los herbicidas van actuando a través del tiempo mientras dure su acción.

3.10.11. Determinación del análisis económico

Para el análisis económico fueron considerados el costo de los herbicidas utilizados, dos jornales (8 horas diarias) para la aplicación de los herbicidas. Se obtuvo el costo total, el cual fue dividido entre el poder de control (días), de esta manera se obtuvo el costo de tratamiento por día de control. Para determinar el costo de aplicación se consideraron los tratamientos que mostraron un buen control. El costo del tratamiento se determinó dividiendo el costo total entre el número de días del efecto de control. (HELFGOTT, 1987; RAMÍREZ, 2008; VARGAS *et al.*, 2012).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto potencial de control

Para los factores climáticos en cuanto a lluvias (Cuadro 1), las condiciones fueron variables para probar la eficiencia de los productos ya que se ha tenido altas y bajas en la precipitación en los distintos meses de ejecución del experimento, a diferencia de los otros parámetros que, si han sido eficientes para desarrollo fisiológico de las malezas, por lo que se podría decir que hubo una evaluación del efecto del herbicida regular. VARGAS *et al.* (2012), afirma que la precipitación es favorable para el crecimiento y desarrollo de las malezas.

A los 15, 30, 45 y 60 días los diferentes tratamientos evaluados manifestaron una acción diferente sobre las malezas, los coeficientes de variabilidad son bajos debido al tamaño e invasión homogénea en las diferentes parcelas.

Según el Cuadro 6 del ANVA, se observa que tanto a los 15, 30, 45 y 60 días después de la aplicación, no existen diferencias significativas para el efecto de bloques, pero si existen diferencias estadísticas altamente significativas para el efecto de los tratamientos para todas las evaluaciones. Por lo tanto, al menos una de las dosis de herbicidas tuvo un control diferente a los demás, debido a las distintas dosis aplicadas, al efecto de residualidad de los herbicidas y si el herbicida es de contacto o sistémico. Los coeficientes de variación de 1.9, 1.6, 2.3 y 4.9 %, para los 15, 30, 45 y 60 días respectivamente, por lo que se puede decir que los datos tienen una excelente homogeneidad de los resultados experimentales.

Cuadro 6. Cuadrados medios del análisis de variancia del porcentaje de control a los 15, 30 ,45 y 60 días después de la aplicación de efectos potenciales de la atrazina en mezcla con paraquat en malezas de cítricos en Tingo María.

Fuente de variación	GL	Cuadrados medios							
		15 días		30 días		45 días		60 días	
Bloque	3	1.282	NS	3.205	NS	3.205	NS	19.712	NS
Tratamiento	12	202.641	AS	631.410	AS	1694.231	AS	43830.564	AS
Error exp.	36	2.671		1.816		3.205		12.073	
Total	51								
C.V. (%)		1.90		1.60		2.30		4.90	

Leyenda:

N.S. = No existe significación estadística.

A.S. = Altamente significativo (Existen diferencias estadísticas altamente significativas)

Cuadro 7. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$) del porcentaje de control a los 15, 30 ,45 y 60 días después de la aplicación de los tratamientos de efectos potenciales de la atrazina en mezcla con paraquat en malezas de cítricos en Tingo María.

Porcentaje de control											
15 días			30 días			45 días			60 días		
T ₁₂	100.00	a	T ₁₂	100.00	a	T ₁₂	100.00	a	T ₁₂	100.00	a
T ₁₁	100.00	a	T ₁₁	100.00	a	T ₁₁	100.00	a	T ₁₁	100.00	a
T ₈	90.00	b	T ₇	90.00	b	T ₇	90.00	b	T ₇	92.50	b
T ₇	90.00	b	T ₄	90.00	b	T ₄	90.00	b	T ₆	90.00	c
T ₄	90.00	b	T ₁₀	90.00	b	T ₆	90.00	b	T ₁₀	81.25	d
T ₁₀	90.00	b	T ₆	90.00	b	T ₁₀	85.00	c	T ₈	80.00	d
T ₆	90.00	b	T ₉	90.00	b	T ₈	82.50	d	T ₄	80.00	d
T ₉	90.00	b	T ₅	90.00	b	T ₃	80.00	e	T ₃	80.00	d
T ₅	90.00	b	T ₈	87.50	c	T ₂	80.00	e	T ₂	80.00	d
T ₃	80.00	c	T ₃	80.00	d	T ₉	75.00	f	T ₉	50.00	e
T ₂	80.00	c	T ₂	80.00	d	T ₅	75.00	f	T ₅	50.00	e
T ₁	80.00	c	T ₁	80.00	d	T ₁	50.00	g	T ₁	25.00	f
T ₁₃	75.00	d	T ₁₃	50.00	e	T ₁₃	25.00	h	T ₁₃	0.00	g

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

Leyendo:

T₁ = Paraquat 2 L
 T₅ = Paraquat 3L
 T₉ = Paraquat 4L
 T₁₃ = Manual

T₂ = Gramocil 2 L
 T₆ = Gramocil 3L
 T₁₀ = Gramocil 4L

T₃ = Paraquat+Atrazina 2L+1L
 T₇ = Paraquat+Atrazina 3L+1L
 T₁₁ = Paraquat+Atrazina 4L+1L

T₄ = Paraquat+Atrazina 2L+2L
 T₈ = Paraquat+Atrazina 3L+2L
 T₁₂ = Paraquat+Atrazina 4L+2L

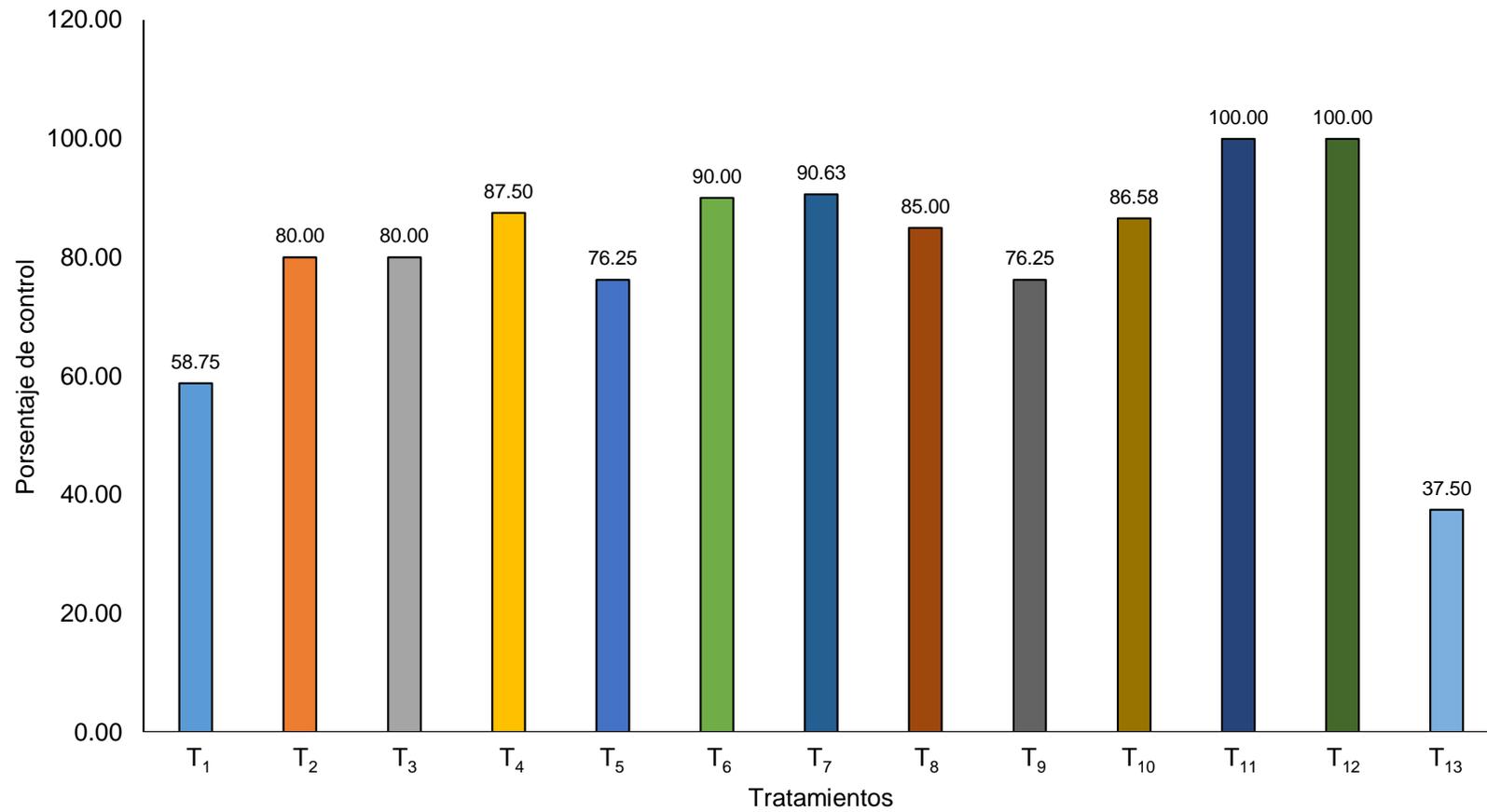


Figura 1. Promedio de los datos originales del grado de control de malezas

En el Cuadro 7, se presenta el resumen de la Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de los tratamientos evaluados para el porcentaje de control de malezas. Estos datos del porcentaje de control de malezas obtenidos en campo se observan también en la figura 1.

A los 15 días vienen los tratamientos T₁₂ (paraquat 4 L + atrazina 2 L/ha⁻¹), T₁₁ (paraquat 4 L + atrazina 1 L/ha⁻¹), T₁₀ (gramocil 4 L/ha⁻¹), T₉ (paraquat 4 L/ha⁻¹), T₈ (paraquat + atrazina 3 L + 2 L/ha⁻¹), T₇ (Paraquat + Atrazina 3 L + 1 L/ha⁻¹), T₆ (gramocil 3 L/ha⁻¹), T₅ (paraquat 3 L/ha⁻¹), y T₄ (paraquat + atrazina 2 L + 2 L/ha⁻¹), alcanzaron un control de más del 90%, aunque los dos primeros tratamientos mostraron el 100% de control.

A los 30 días, los tratamientos T₁₂ (paraquat 4 L + atrazina 2 L/ha⁻¹) y T₁₁ (paraquat 4 L + atrazina 1 L/ha⁻¹) presentan un 100% de control, los tratamientos T₁₀ (gramocil 4 L/ha⁻¹), T₉ (paraquat 4 L/ha⁻¹), T₇ (paraquat + atrazina 3 L + 1 L/ha⁻¹), T₆ (gramocil 3 L/ha⁻¹), T₅ (paraquat 3 L/ha⁻¹), y el T₄ (paraquat + atrazina 2 L + 2 L/ha⁻¹), mostraron el 90% de control, luego el T₈ (paraquat + atrazina 3 L + 2 L/ha⁻¹), el T₃ (paraquat + atrazina 2 L + 1 L/ha⁻¹), T₂ (gramocil 2 L/ha⁻¹) y el T₁ (paraquat 2 L/ha⁻¹), mostraron menos del 87% de control, y el T₁₃ (manual) mostró el 50% de control.

A los 45 días, después de los tratamientos T₁₂ (paraquat 4 L + atrazina 2 L/ha⁻¹) y T₁₁ (paraquat 4 L + atrazina 1 L/ha⁻¹) siguen mostrando el 100 % de control, los tratamientos T₇ (paraquat + atrazina 3 L + 1 L/ha⁻¹), T₆ (gramocil 3 L/ha⁻¹) y T₄ (paraquat + atrazina 2 L + 2 L/ha⁻¹), mostraron más del 80% de control, luego el T₈ (paraquat + atrazina 3 L + 2 L/ha⁻¹), el T₃ (paraquat + atrazina 2 L + 1 L/ha⁻¹), T₂ (gramocil 2 L/ha⁻¹), tuvieron un 80% de control, los tratamientos

T₉ (paraquat 4 L/ha⁻¹), T₅ (paraquat 3 L/ha⁻¹) tuvieron un 75 % de control, el T₁ (paraquat 2 L/ha⁻¹) un control de 50%, finalmente el T₁₃ (manual) mostró el 25 % de control.

A los 60 días los tratamientos T₁₂ (paraquat 4 L + atrazina 2L/ha⁻¹) y T₁₁ (paraquat 4 L + atrazina 1 L/ha⁻¹) siguen mostrando el 100% de control, luego los tratamientos T₇ (paraquat + atrazina 3 L + 1 L/ha⁻¹) y T₆ (gramocil 3 L/ha⁻¹) tuvieron el 90% de control, los tratamientos el T₁₀ (gramocil 4 L/ha⁻¹), T₈ (paraquat 3L + atrazina 2 L/ha⁻¹), T₄ (paraquat 2 L + atrazina 2 L/ha⁻¹), T₃ (paraquat 4 L + atrazina 2 L/ha⁻¹) , T₂ (gramocil 2 L/ha⁻¹), tuvieron el 80 % de control, luego los tratamientos T₉ (paraquat 4 L/ha⁻¹) y T₅ (paraquat 3 L/ha⁻¹) tuvieron 50 % de control, y el T₁ (paraquat 2 L/ha⁻¹) alcanzó el 2 %.

Los tratamientos T₂ (gramocil 2 L/ha⁻¹) y T₃ (paraquat + atrazina 2 L + 1 L/ha⁻¹), conservaron su porcentaje de control durante los 60 días del ensayo, considerando que el gramocil es un herbicida de contacto no selectivo con un rápido control de la maleza, al igual que la mezcla de paraquat + atrazina, que conjugan a un herbicida no selectivo y de amplio espectro que actúa por contacto y un herbicida que tiene efecto de contacto y es absorbido por las raíces, y rápidamente es transportado hacia las hojas, coincidiendo con las explicaciones de ROSALES y ESQUEDA (2011), VARGAS *et al.* (2012), SILVESTRE (2012), SYNGENTA (2013), HANSEN *et al.* (2013).

El T₁ (paraquat 2 L/ha⁻¹), disminuye el porcentaje de control a partir de los 45 días (50%) y 60 días (25%), así también los tratamientos T₅ (paraquat 3 L/ha⁻¹) y T₉ (paraquat 4 L/ha⁻¹) disminuyen el porcentaje de control a partir de los 45 días (75%) y 60 días (50%), considerando de que este es un herbicida no

selectivo y de amplio espectro que actúa por contacto, y por lo tanto no se trasloca, sino que afecta al órgano verde cuya superficie resulta asperjada y no tiene efecto inmediato tal como lo refiere (CÉSARE, 1994). Al respecto KOGAN y PÉREZ (2003), afirman que uno de los factores para que los herbicidas no tengan un efecto significativo es el de las dosis bajas, en especial si se utilizan volúmenes altos de agua, más por el contrario esta aumenta su eficacia cuando se aumenta la dosis. Por otro lado, ROSALES y ESQUEDA (2011) y RAO (2015) manifiestan que estas características mejoran su desempeño al aumentar la dosis, y que el control mejora al aumentar las dosis de aplicación.

A los 15, 30, 45 y 60 días, los tratamientos T₁₂ (paraquat 4 L + atrazina 2 L/ha⁻¹) y T₁₁ (paraquat 4 L + atrazina 1 L/ha⁻¹), alcanzaron el 100% de control de malezas, aunque estadísticamente no difirieron de los tratamientos.

Los porcentajes de control son altos, en los tratamientos donde está presente la atrazina, ya que durante el experimento la precipitación es alta (Cuadro 1), lo cual es coincidente con lo indicado por RAMOS (1986), USQUIANO (2006), en trabajos en cítricos en Tingo María, y en maíz (SYNGENTA, 2013, HANSEN *et al.*, 2015); refieren que la atrazina, actúa mejor con la presencia de lluvias ya que estas activan la penetración del producto. No hemos observado que la mezcla del paraquat con la atrazina, muestre efectos distintos, uno es de contacto y el otro es sistémico tal como lo indican PITTY (1995), VARGAS *et al.* (2012), SILVESTRE (2012), HANSEN *et al.* (2013) y SYNGENTA (2013). Así también tanto el paraquat como el gramocil que son no selectivos y de contacto y de rápida acción (RAO, 2015), además las lluvias no tienen efectos adversos en el rendimiento del paraquat y gramocil tal como lo

refieren VARGAS *et al.* (2012) y SYNGENTA (2013).

Los tratamientos T₁₁ (gramocil 4 L/ha⁻¹) y T₁₂ (paraquat + atrazina 4 L + 1 L/ha⁻¹), mantuvieron el 100% de control durante los 60 días del estudio, ya que las dosis son muy superiores, coincidiendo con ROSALES y ESQUEDA (2011) y RAO (2015) quienes manifiestan que el control mejora al aumentar las dosis de aplicación, y por otro lado en el caso del paraquat + atrazina, hubo una mejora en el porcentaje de control, también concordando con PITTY (1995) y HANSEN *et al.* (2013), quienes refieren que puede utilizarse como herbicida pre emergente o como pos emergente muy temprano, ya sea solo o en mezcla con otros herbicidas o fertilizantes líquidos.

4.2. Efecto residual de los tratamientos

Del Cuadro 8 del ANVA, se observa que tanto a los 75, 90 y 120 días de evaluación no existe diferencia estadística significativa para el efecto de bloque, pero si existe diferencia estadística altamente significativa para efecto de los tratamientos. Por lo tanto, al menos una de las dosis de herbicidas tuvo un control diferente a los demás, debido al efecto de residualidad de los herbicidas. Los coeficientes de variabilidad 5.1, 17.3 y 10.9% indican que existe una excelente, buena y muy buena homogeneidad respectivamente para el porcentaje de control de malezas. En el Cuadro 9, se presenta la Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$) de los tratamientos evaluados para el porcentaje de rebrote de malezas a los 70, 90 y 120 días después de la aplicación. Estos datos del porcentaje de rebrote de malezas obtenidos en campo se observan también en la Figura 2. Se observa que el T₁₃ (Manual) alcanzó el 100% de rebrote siendo el de mayor porcentaje durante los días de evaluación, considerando que no se le aplicó ningún herbicida.

Cuadro 8. Cuadrados medios del análisis de variancia del porcentaje de rebrote de malezas a los 75, 90 y 120 días después de efectos potenciales de la atrazina en mezcla con paraquat en malezas de cítricos en Tingo María.

Fuente de variación	GL	Cuadrados medios					
		75 días		90 días		120 días	
Bloque	3	0.000	NS	3.045	NS	96.154	NS
Tratamiento	12	2638.141	AS	2712.660	AS	1817.548	AS
Error experimental	36	1.389		44.712		39.557	
Total	51						
C.V. (%)		5.10		17.30		10.90	

N.S. = No existe significación estadística

A.S. = Altamente significativo (Existen diferencias estadísticas altamente significativas)

Cuadro 9. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$) del porcentaje de control a los 15, 30 ,45 y 60 días después de la aplicación de los tratamientos de efectos potenciales de la atrazina en mezcla con paraquat en malezas de cítricos en Tingo María.

Porcentaje de rebrote											
75 días				90 días				120 días			
T ₁₃	100.00	a		T ₁₃	100.00	a		T ₁₃	100.00	a	
T ₁	50.00	b		T ₁	75.00	b		T ₁	100.00	a	
T ₅	25.00	c		T ₅	45.00	c		T ₅	75.00	b	
T ₂	20.00	d		T ₉	37.50	d		T ₄	56.30	c	
T ₃	17.50	e		T ₄	35.00	d		T ₃	55.00	c	
T ₇	15.00	f		T ₇	25.00	e		T ₁₁	50.00	d	
T ₉	15.00	f		T ₃	25.00	e		T ₈	50.00	d	
T ₁₂	10.00	g		T ₆	25.00	e		T ₇	50.00	d	
T ₁₁	10.00	g		T ₂	25.00	e		T ₆	50.00	d	
T ₄	10.00	g		T ₁₁	20.00	f		T ₉	50.00	d	
T ₁₀	10.00	g		T ₈	20.00	f		T ₂	45.00	d	
T ₆	10.00	g		T ₁₀	20.00	f		T ₁₀	37.50	e	
T ₈	7.50	h		T ₁₂	12.50	g		T ₁₂	31.30	f	

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

Leyendo:

T₁ = Paraquat 2 L
T₅ = Paraquat 3L
T₉ = Paraquat 4L
T₁₃ = Manual

T₂ = Gramocil 2 L
T₆ = Gramocil 3L
T₁₀ = Gramocil 4L

T₃ = Paraquat+Atrazina 2L+1L
T₇ = Paraquat+Atrazina 3L+1L
T₁₁ = Paraquat+Atrazina 4L+1L

T₄ = Paraquat+Atrazina 2L+2L
T₈ = Paraquat+Atrazina 3L+2L
T₁₂ = Paraquat+Atrazina 4L+2L

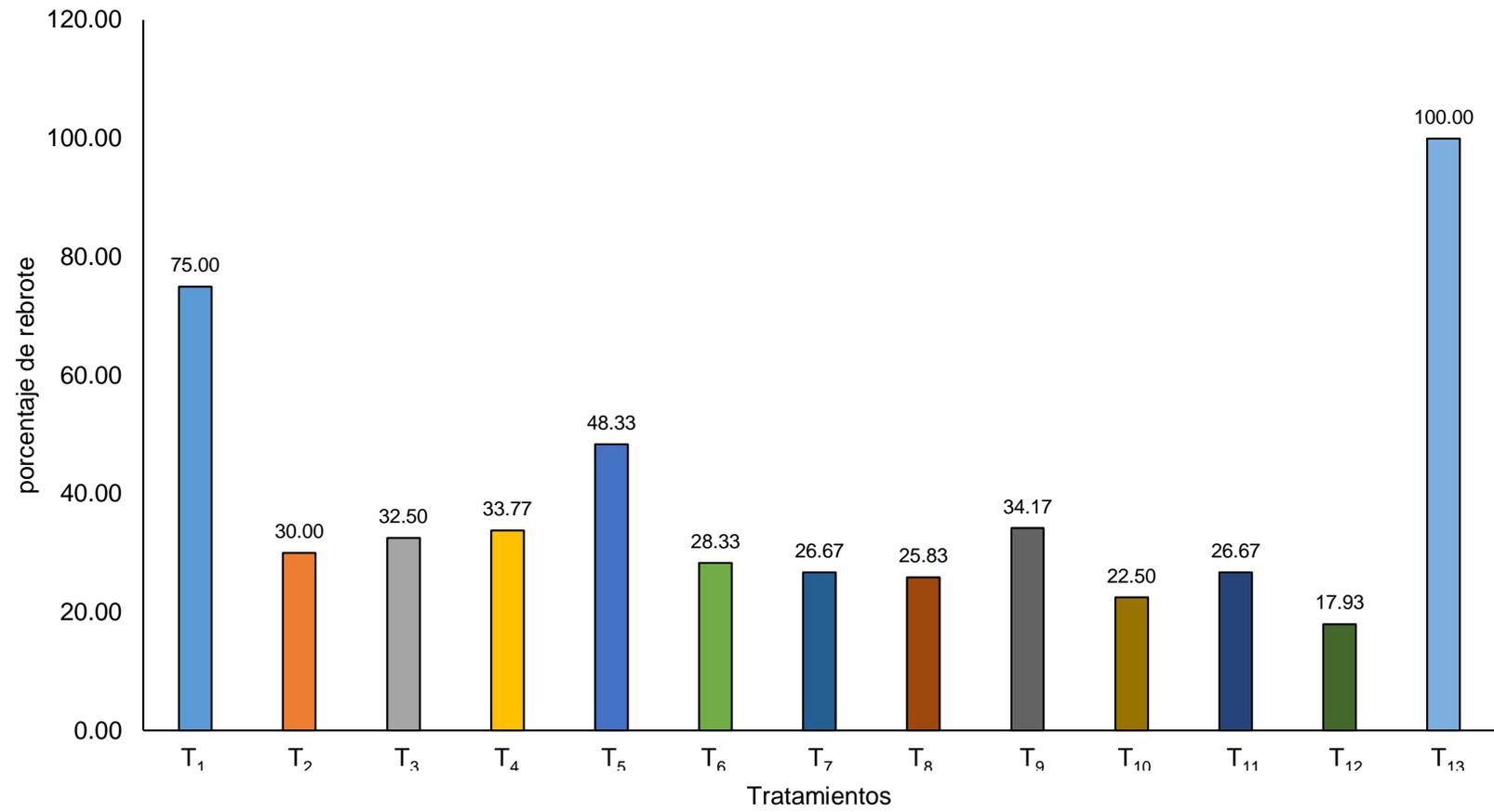


Figura 2. Promedio del porcentaje del grado de rebrote de malezas.

El poder residual de los tratamientos estuvo determinado por la presencia de rebrotes de malezas, en el cual se observó que a los 75 días después de la aplicación, el tratamiento T₁₃ (manual) es el que mayor porcentaje de rebrote presentó (100 %), mientras que el T₁ (paraquat 2 L/ha⁻¹), alcanzó el 50 % de rebrote, coincidiendo con los resultados de CÉSARE (1994), también en malezas de cítricos, mientras que el menor porcentaje de rebrote fue obtenido por todos los demás tratamientos que estuvieron entre el 7.5 y el 25 %.

A los 90 días los T₁₃ (manual) y T₁ (paraquat 2L/ha⁻¹) siguen siendo los de mayor porcentaje de rebrote con un 100 y 75% respectivamente, mientras que el T₁₂ (paraquat + atrazina 4L + 2 L/ha⁻¹) sigue mostrando menor porcentaje de rebrote a los 90 días de evaluación con 12.5 % en comparación de los demás tratamientos que están por encima del 20 % de rebrote.

A los 120 días el T₁ (paraquat 2 L/ha⁻¹) alcanzó el 100% de rebrote, estos datos son coincidentes con lo manifestado por ROSALES y ESQUEDA (2011) y RAO (2015), quienes refieren que el paraquat es un herbicida no selectivo de amplio espectro y de rápida acción y controla malezas por contacto, no tiene efecto residual en el suelo. Mientras que los tratamientos T₃ (paraquat + atrazina 2 L + 1 L/ha⁻¹), T₄ (paraquat + atrazina 2 L + 2 L/ha⁻¹), T₅ (paraquat 3 L/ ha⁻¹), T₆ (gramocil 3 L/ha⁻¹), T₇ (paraquat + atrazina 3 L + 1 L/ ha⁻¹), T₈ (paraquat + atrazina 3 L + 2 L/ha⁻¹) y T₁₁ (gramocil 4 L/ha⁻¹) y T₉ (paraquat 4lt) tuvieron un porcentaje de rebrote que estuvo entre el 50 y el 75 %. El menor porcentaje de rebrote observado fue elha⁻¹) con 31.3 %, coincidiendo con PITY (1995) y HANSEN *et al.* (2013). quienes indican que la mezcla con atrazina le da un efecto residual prolongado, dependiendo del suelo, clima y dosis, ya que controla un amplio

espectro de malezas de hoja ancha y gramíneas y utilizarse como pre emergente o como pos emergente muy temprano, ya sea solo o en mezcla con otros herbicidas. En general el T₁₂ (paraquat + atrazina 3 L + 2 L/ ha⁻¹) fue el de menor porcentaje de rebrote con 17.93 %.

4.3. Análisis económico de los tratamientos en estudio

En el Cuadro 10, se muestra en forma detallada los costos de los herbicidas y los jornales para cada tratamiento, datos expresados en hectáreas. Para el caso el poder residual se tomó en cuenta el día en el que el poder residual haya sido nulo. Se consideraron dos jornales requeridos para la aplicación de los herbicidas en una hectárea de campo enmalezado, trabajando ocho horas diarias. Asimismo, para determinar los costos de aplicación de los tratamientos, se consideraron todos los tratamientos que demostraron mejor efecto de control para relacionarlo con el poder residual. Los tratamientos que realizaron un excelente control, llegando a 100,% fueron los tratamientos T₁₁ (gramocil 4 L/ha⁻¹), T₁₂ (paraquat + atrazina 4 L + 1 L ha⁻¹). En segundo lugar, los tratamientos T₄ (paraquat + atrazina 2L + 2L/ha⁻¹), T₆ (gramocil 3 L/ha⁻¹), T₇ (paraquat + atrazina 3 L + 1 L/ ha⁻¹), T₈ (paraquat + atrazina 3 L + 2 L/ha⁻¹) y T₁₀ (gramocil 4 L/ ha⁻¹) alcanzaron entre el 80 y 90 % de control y en tercer lugar los tratamientos T₁ (paraquat 2 L/ha⁻¹), T₅ (paraquat 3 L/ ha⁻¹) y T₉ (paraquat 4 L/ ha⁻¹).

Los tratamientos que presentan mayor costo de control fueron los tratamientos T₁₁ (paraquat + atrazina 4 L + 1 L/ ha⁻¹), T₁₀ (gramocil 4 L/ ha⁻¹), T₈ (paraquat + atrazina 3 L + 2 L/ha⁻¹), T₁₂ (paraquat + atrazina 4 L + 1 L/ ha⁻¹), que tuvieron un costo de 7.67, 8.4, 9.4 y 13.5 nuevos soles respectivamente, algunos con un 100 % de control, costos muy altos.

Cuadro 10. Análisis económico de los tratamientos en estudio después de la aplicación de los tratamientos de efectos potenciales de la atrazina en mezcla con paraquat en malezas de cítricos en Tingo María.

Trata.	Precio de producto por tratamiento (S/.)	Mano de obra (jornal)	Precio de mano de obra (S/.)	Costo total (S/.)	Potencial de control (%)	Poder residual	Costo de tratamiento (S/.) Por día de control
T ₁	35 (2)	2	25	120	58.75	75	1.6
T ₂	40 (2)	2	25	130	80	30	4.33
T ₃	35 (2) + 40 (1)	2	25	160	80	35	4.57
T ₄	35 (2) + 40 (2)	2	25	200	87.5	35	5.71
T ₅	35 (3)	2	25	155	76.25	50	3.1
T ₆	40 (3)	2	25	170	90	30	5.67
T ₇	35 (3) + 40 (1)	2	25	195	90.63	30	6.5
T ₈	35 (3) + 40 (2)	2	25	235	85	25	9.4
T ₉	35 (4)	2	25	190	76.25	35	5.43
T ₁₀	40 (4)	2	25	210	86.58	25	8.4
T ₁₁	35 (4) + 40 (1)	2	25	230	100	30	7.67
T ₁₂	35 (4) + 40 (2)	2	25	270	100	20	13.5
T ₁₃	0	2	25	50	37.5	100	0.5

Leyendo:

T₁ = Paraquat 2 L
T₅ = Paraquat 3L
T₉ = Paraquat 4L
T₁₃ = Manual

T₂ = Gramocil 2 L
T₆ = Gramocil 3L
T₁₀ = Gramocil 4L

T₃ = Paraquat+Atrazina 2L+1L
T₇ = Paraquat+Atrazina 3L+1L
T₁₁ = Paraquat+Atrazina 4L+1L

T₄ = Paraquat+Atrazina 2L+2L
T₈ = Paraquat+Atrazina 3L+2L
T₁₂ = Paraquat+Atrazina 4L+2L

En segundo lugar, los tratamientos T₂ (gramocil 2 L/ ha⁻¹), T₃ (paraquat + atrazina 2 L + 1 L/ha⁻¹), T₄ (paraquat + atrazina 2 L + 2 L/ ha⁻¹), T₆ (gramocil 3 L/ha⁻¹) y T₇ (paraquat + atrazina 3 L + 1 L/ha⁻¹), T₉ (paraquat 4 L/ha⁻¹), con un costo de 4.33, 4.57, 5.71, 5.67, 6.5, 5.43 y 7.67 soles respectivamente, que tiene un control que va de 80 a 90 % de control, costos medianamente altos.

En tercer lugar, el tratamiento T₁ (paraquat 2 L/ha⁻¹), tuvo un costo de 1.6 nuevos soles y el T₅ (paraquat 3 L/ ha⁻¹) un costo de 3.1 nuevos soles, teniendo un control de 58.75 y 76.25 % respectivamente. Estos costos son mucho mayores a los obtenidos por VARGAS (2012), en el uso de herbicidas en el control de malezas que iban de 2.89 a 3.33 nuevos soles, costos relativamente bajos.

V. CONCLUSIONES

1. Los tratamientos T₁₁ (Paraquat + Atrazina 4 L + 1 L/ha⁻¹) y T₁₂ (Paraquat + Atrazina 4 L + 2 L/ha⁻¹), causaron un mejor efecto en el control de malezas durante los 60 días del ensayo, con un promedio de 100% para ambos tratamientos.
2. El tratamiento T₁ (Paraquat 2 L/ha⁻¹) tuvo un control de 58.75% en promedio durante los 60 días del ensayo, por lo que se convierte en el tratamiento de menor porcentaje de control, además del T₁₃ (Manual) con un porcentaje de 37.5%.
3. El tratamiento que tiene menor costo es el T₁ (Paraquat 2 L/ha⁻¹) con 1.60 nuevos soles, aunque con un porcentaje de control de 58.75%.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar ensayos similares donde se pueda relacionar la producción con los costos por tratamiento.
2. Realizar el análisis de impacto ambiental de los herbicidas puestos a prueba, ya que el ambiente sufre una alteración y que de esta forma se puede evitar o minimizar las alteraciones desfavorables en los diferentes sistemas de producción.
3. Es preferible realizar el experimento en épocas de mayor precipitación ya que en esas condiciones la maleza está en su máximo desarrollo por consiguiente el herbicida tiene una mayor translocación a nivel de la planta.
4. Para optar por un herbicida de bajo precio se recomienda usar el T₂ (Gramocil 2 L/ha) que tiene el costo de 4.33 por tratamiento, teniendo en cuenta que da un control de 80%.

VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en las plantaciones de cítricos ya establecidas en el Centro Experimental Tulumayo (CIPTAL), de la Universidad Nacional Agraria de la Selva ubicado en el caserío Shiringal, en el centro poblado de Santa Lucía, distrito de José Crespo y Castillo, provincia Leoncio Prado, región Huánuco. Por sus condiciones sub tropicales con precipitación constante, temperatura y humedad hacen un hábitat favorable para el rápido crecimiento de las malezas. Por lo tanto, en base a lo mencionado anteriormente, se plantea como objetivo evaluar los efectos de las formulaciones y de las dosis de la atrazina en mezcla con paraquat en el control de malezas.

Los tratamientos T_2 (gramocil 2 L/ha⁻¹) y T_3 (paraquat + atrazina 2 L + 1 L/ha⁻¹), conservaron su porcentaje de control durante los 60 días del ensayo, considerando que el gramocil es un herbicida de contacto no selectivo con un rápido control de la maleza, al igual que la mezcla de paraquat + atrazina, que conjugan a un herbicida no selectivo y de amplio espectro que actúa por contacto y un herbicida que tiene efecto de contacto y es absorbido por las raíces. Los tratamientos T_4 (paraquat + atrazina 2 L + 2 L/ha⁻¹), T_6 (gramocil 3 L/ha⁻¹), T_7 (paraquat + atrazina 3 L + 1 L/ha⁻¹), T_8 (paraquat + atrazina 3 L + 2 L/ha⁻¹) y T_{10} (gramocil 4 L/ha⁻¹), tuvieron un control de 80 al 90%, los tratamientos con paraquat + atrazina, presentan dosis superiores, al igual que los tratamientos con gramocil. Los tratamientos que realizaron un excelente control, fueron los tratamientos T_{11} (gramocil 4 L/ha⁻¹) y T_{12} (paraquat + atrazina 4 L + 1 L/ha⁻¹), que tuvieron un costo diario de 7.67 y 13.5 nuevos soles respectivamente, con un porcentaje de control de 100% a los 60 días, el T_{12} (paraquat + atrazina 4 L + 1 L/ha⁻¹) fue el de mayor costo.

ABSTRACT

This research work took place on citric plantations already established at the Universidad Nacional Agraria de la Selva's Centro Experimental Tulumayo (CIPTAL acronym in Spanish), located on the Shiringal homestead in the town of Santa Lucia, Jose Crespo y Castillo district, Leoncio Prado province, Huanuco region, Peru. Due to the sub-tropical conditions with constant precipitation, temperature and humidity, it is a favorable habitat for fast growing weeds. Thus, based on the aforementioned, the objective proposed was to evaluate the effects of the formulas and the doses of atrazine, mixed with paraquat, for weed control.

The treatments T₂ (gramocil 2 L/ac⁻¹) and T₃ (paraquat + atrazine 2 L + 1 L/ac⁻¹), maintained their percentage of control during the sixty day trial period; considering that the gramocil is a non-selective, on contact, herbicide with a rapid weed control. Equally, the mix of paraquat + atrazine combine to be a non-selective and broad spectrum herbicide that acts on contact and is a herbicide that has an effect on contact and is absorbed by the roots. The treatments T₄ (paraquat + atrazine 2 L + 2 L/ac⁻¹), T₆ (gramocil 3 L/ac⁻¹), T₇ (paraquat + atrazine 3 L + 1 L/ac⁻¹), T₈ (paraquat + atrazine 3 L + 2 L/ac⁻¹) and T₁₀ (gramocil 4 L/ac⁻¹), all had a control between 80 and 90%; evidently, the treatments with paraquat + atrazine presented doses superior to the equal treatments with gramocil. Those which had an excellent control were the treatments T₁₁ (gramocil 4 L/ac⁻¹) and T₁₂ (paraquat + atrazine 4 L + 1 L/ac⁻¹), which had a daily cost of 7.67 and 13.5 nuevo soles, respectively, with a control percentage of 100%; the T₁₂ (paraquat + atrazine 4 L + 1 L/ ac⁻¹) had the greatest cost.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. AGROCADENAS, 2005. Documento de trabajo N° 66. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas Colombia. Bogotá, Colombia. 5 p.
2. ALAM (Asociación Latinoamericana de Malezas). 1974. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. 1(1): 35-38.
3. ANCILLO, G; MEDINA, A. 2014. Monografías botánicas: Los Cítricos. Volumen 2. Jardín Botánico de la Universidad de Valencia. Valencia, España. 22 p.
4. AGUSTÍ, M; MARTÍNEZ-FUENTES, A.; MESEJO, C.; MARIANO, J; ALMELA V. 2003. Cuajado y desarrollo de los frutos cítricos. Instituto agroforestal Mediterráneo. Universidad Politécnica Valencia. Serie divulgación técnica. 80 p.
5. AMORTEGUI, F. 2001. El cultivo de los cítricos. Modulo educativo para el desarrollo tecnológico de la comunidad rural. Ministerio de agricultura y desarrollo rural. Programa nacional de transferencia de tecnología agropecuaria Pronatta. Ibagué. [En línea]: http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/El%20cultivo%20de%20los%20citricos%20Limon.pdf. (Consultado el 17 de febrero de 2016).
6. ANDERSON, W. 1996. Weed Science: Principles. 3rd edition. West Publishing Co., St. Paul, MN. 338 p.
7. ARVAIZA, A. 2002. Guía práctica para el manejo de plagas en 26 cultivos, Chiclayo, Perú. 156 p.

8. AULD, B; TISDELL, C. 1988. Influence of spatial distribution of weeds on crop yield loss. *Plant Protection Quarterly* 3: 81.
9. BAUTISTA, D; ROJAS, E; AVILAN, L. 1991. Características fenológicas de las ramas de naranjo "Valencia" desde la brotación hasta el reposo. *Frutales en Venezuela*. 46 (3): 256 – 269.
10. BAYER. 2009. Diccionario de especialidades agroquímicas. 3° Edición. Lima, Perú 280 p.
11. BEINGOLEA, O. 1984. Protección Vegetal. Banco Agrario. INIPA. Lima, Perú. Imprenta Máximo Atoche. 364 p.
12. BOZZO DE BRUM, M. 2010. Persistencia del glifosato y efecto de sucesivas aplicaciones en el cultivo de soja en agricultura continua en siembra directa sobre parámetros biológicos del suelo. Tesis para obtener el grado de Magister en Ciencias Ambientales. Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. 135 p.
13. BONAVÍA, R; SÁENZ, V; GUITART, P; LÓPEZ, C; RODÓN, J; TRILLA, V; ANTONÍN, J. 1991. Intoxicación por paraquat: revisión; *Clínica Veterinaria de pequeños animales*; Pp 137- 158.
14. BUEN ABAD, D; TISCAREÑO, M; VILLAR, C; VARELLA, S. 1991. Control de maleza en frutales tropicales. Memoria del curso sobre manejo y control de malas hierbas. Acapulco, Guerrero, México. Pp. 58-64.
15. CAMBRA, M; GORRIS, M; ROMAN, M; TERRADA, E; GARNSEY, S; CAMARASA, E; OLMOS, A; COLOMER, M. 2000. Routine detection of citrus tristeza virus by direct immunoprinting ELISA method using specific monoclonal and recombinant the antibodies. *Proceedings of*

the 14 Conf. of IOCV (Brazil 1998): Pp 34 – 41.

16. CÁRDENAS, J. 1972. Malezas tropicales. ADI. Bogotá, Colombia. 141 p.
17. CASELEY, J. 1996. Herbicidas. In: Labrada, R., J. C. Caseley y C. Parker, eds. Manejo de malezas para países en desarrollo. Estudio FAO producción y protección vegetal 120. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Roma, Italia. [En línea]: <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t117s0e.htm#TopOfPage> (Consultado el 15 de octubre 2015).
18. CERNA B. 2013. Ciencia y tecnología de las malezas. Facultad de Ciencias Agrarias. Edi. UPAO. Trujillo, Perú. 429 p.
19. CÉSARE, C. 1994. Efecto de la aplicación de cinco herbicidas y las mezclas de algunos de ellos en el control de malezas en cultivo cítricos en época de lluvia en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María, Perú 61 p.
20. CESAPEG, 2007. Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato. Manejo Integrado de malezas. Guanajuato, México. 10 p.
21. COBB, A. 1992. Herbicides and plant physiology. Chapman & Hall. London. England. 206 p.
22. COBB, A; READE, J. 2010. Los herbicidas y fisiología vegetal. 2dª Ed. Wiley-Blackwell. Oxford, United Kingdom. 286 p.
23. COVAS, G. 2003. Formulaciones y coadyuvantes. Editorial Anguil INTA. La Pampa, Argentina 28 p.
24. CURTI, S.; LOREDO X.; DÍAZ U.; SANDOVAL J; HERNÁNDEZ J. 2000. Tecnología para producir limón persa. INIFAP-CIRGOC. Campo

- Experimental Ixtacuaco. Libro Técnico Núm. 8. Veracruz, México. 144 p.
25. DAVIES, F; ALBRIGO, L. 1994. Citrus. CAB International. Wallingford, Oxon OX10 8DE. United Kingdom. 254 p.
 26. DEL CASTILLO, S. 2013. Asociación de productores de cítricos en el Perú. [En línea]: <http://pymex.pe/exportadores/aprenda-a-exportar/las-mandarinas-dominan-la-exportacion-de-citricos-peruanos>. (Consultado el 17 de enero 2014).
 27. DE LA CRUZ, R; ROJAS, C; LOBÓN, H; BURGOS, C. 2001. El papel de las malezas en la reducción de la lixiviación de nutrimentos en cultivos de banano en el trópico húmedo. Manejo Integrado de Plagas. Costa Rica. No 62: 29 - 37.
 28. DIELEMAN, J; MORTENSEN, D. 1997. Influence of weed biology and ecology on development of reduced dose strategies for integrated weed management systems. Pp. 333-362. In: J. L. Hatfield, D. D. Buhler, and B. A. Stewart (Eds.). Integrated Weed and Soil Management. Chelsea, MI: Ann Arbor Press Inc.
 29. DOMÍNGUEZ, A. 2012. Cuaderno técnico SEAE: Cultivo ecológico de cítricos. Edita SEAE, 80 p.
 30. DUKE, S; DAYAN, F. 2001. Clasificación y uso de herbicidas por su modo de acción. Folleto técnico N° 35. México. 6 p.
 31. GARCÍA, B; BORTOLUSSI, O; BLATNER DE MAYORAL, L. 2003. Formulaciones y coadyuvantes. E.E.A. Anguil INTA. 27 p. [En línea]: <http://www.argenpapa.com.ar/img/FORMULACIONES%20>

Y%20 COADYUVANTES.pdf. (Consultado el 17 de enero 2014).

32. GMITTER, F; HU, X. 1990. The possible role of Yunnan, China, in the origin of contemporary Citrus species (Rutaceae). *Economy Botany*, 44: 267-277.
33. GUADALUPE, G. 1993. Control químico de la maleza. Editorial Trillas. México. 250 p.
34. GUELL, F. 1970. Diccionario de malas hierbas clasificado e ilustrado. OIKOS, TAW. Barcelona, España. 217 p.
35. HANSEN, A; TREVIÑO-QUINTANILLA, L; MÁRQUEZ-PACHECO, H; VILLADA-CANELA, M; GONZÁLEZ-MÁRQUEZ, L; GUILLÉN-GARCÉS, R. A; HERNÁNDEZ-ANTONIO, A. 2013. Atrazina: un herbicida polémico. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 29: 65 - 84. [En línea]: <file:///C:/Users/User/Downloads/41420-108385-1-PB.pdf> (Consultado el 09 de agosto de 2015).
36. HEAP, I. 2001. International Survey of Herbicide-Resistant Weeds. Classification of Herbicides by Mode of Action. 85 p.
37. HELFGOTT, L. 1987. Control de malezas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 46 p.
38. KOGAN, M; PÉREZ, A 2003. Fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción de los herbicidas. Editorial Universidad Católica de Chile, Chile. 192 p.
39. LEGUIZAMÓN, E. 2003. Las malezas y el agro ecosistema. Cátedra de malezas, Dpto. de Producción Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias. U.N.R., Zavalla, Santa Fé. 9 p.

40. LEIVA, P. 2013. Formulación de plaguicidas y mezclas de tanque. INTA Pergamino. Buenos Aires, Argentina. 1 p.
41. LIEBMAN, M; MOLHER, C; STAVEN, C. 2001. La gestión ecológica de las malezas agrícolas. Universidad de Cambridge. Cambridge, Reino Unido. 544 p.
42. MABBERLEY, D. Classification for edible Citrus (Rutaceae). 1997. *Telopea* 7(2): 167-172.
43. MATTHEWS, J. 2004. Management of herbicide resistant weed population. 317-335. In: *Herbicide resistance in plants: biology and biochemistry*. S. Powles and J. Holtum (eds). FL, USA.
44. MADRID, M; SANCHEZ, E; FÉLIX, J; SAMANIEGO, J. 2009. Manejo integrado de malezas en naranja (*Citrus sinensis*) en el sur de Sonora. Folleto técnico N° 65. Sonora, México. 60 p.
45. MARZZOCA, A. 1976. Manual de malezas. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 564 p.
46. MEDRANO, C. 1996. Control de malezas en frutales. *Rev. Fac. de Agron. (Maracay)* Alcance 50:131 - 140.
47. MENÉNDEZ, J.; ROCHE, R; HERNÁNDEZ, J. 1999. Características morfológicas indispensables para la clasificación de especies del género *Brachiaria*. *Pastos y Forrajes*. Cuba.
48. MOREIRAS, O; CARBAJAL, A; CABRERA, L; CUADRADO, C. 2015. Tablas de composición de alimentos. Madrid: Pirámide. 17va Edición Ampliada. [En línea]: <http://www.edicionespiramide.es/libro.php?id=3937933> (Consultado el 09 de agosto de 2015).

49. MORTIMER, A. 1990. The biology of weeds. En: R.J. Hance y K. Holly (Eds.), Weed control Handbook Principles, 8va Edn. Blackfuell Scientific Publications. Department of Environmental and Evolutionary Biology, University of Liverpool, Liverpool, UK. 311 p.
50. MURPHY, T. 1999. Turfgrass herbicide mode of action and environmental fate. The University of Georgia. College of Agriculture and Environmental Sciences. 21 p.
51. NARANJASCHE, 2013. Historia de la Naranja. [En línea]: <https://www.naranjasche.com/entrenaranjos/historia-de-la-naranja.html#origen%20de%20los%20agrios>. (Consultado el 31 Julio de 2018).
52. NÚÑEZ, D. 2008. Malezas, métodos de control en la agricultura. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Matanzas, Cuba, 17 p.
53. PETERSON, D; THOMPSON, C; REGEHR, D; AL-KHATIB, K. 2001. Herbicide mode of action. Kansas State University. C-715. 24 p.
54. PAPA, J. 2007. Elementos Fundamentales Para El Buen Uso De Fitoterápicos: Dosis, Modo De Acción Y Prevención De Deriva. Sociedad rural de Tucumán. Tucumán, Argentina. 1 p.
55. PARAQUAT, 2018. Modo de acción: Como actúan los herbicidas [En línea]: <https://paraquat.com/es/datos/modo-de-accion-como-actuan-los-herbicidas>. (Consultado el 30 de Julio de 2018).
56. POLESE, J. 2007. Cultivo de Cítricos, Ediciones Omega, 10 p. [En línea] <http://www.libreriaolejnik.com/ventana.php?codig=83969> (Consultado el 08 de agosto 2014).

57. PROCITRUS. 2013. Producción de cítricos en el Perú. [En línea]: www.procitrus@procitrus.org. (Consultado el 12 de diciembre del 2014).
58. PITY, A. 1995. Modo de Acción y Síntomas de Fitotoxicidad de los Herbicidas. Zamorano Academic Press, Honduras. 63 p.
59. RAMÍREZ, H. 2008. Efecto comparativo de tres métodos de control de malezas en el cultivo de cítricos en Tulumayo. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú, 110 p.
60. RAMOS, M. 1986. Control químico en post emergencia de gramíneas perennes en el campo cítrico en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 67 p.
61. RAO, V. 2015. Transgenic Herbicide Resistance in Plants. Boca Ratón, Florida: CRC Press. p. 211. [En línea]: https://books.google.com.ar/books?id=F8zMBQAAQBAJ&pg=PA211&dq=paraquat+%22nons%20elective+contact+herbicide%22&hl=es&sa=X&ei=KB_qVOjvJsSvvggTwr4KYCQ&ved=0CDAQ6AEwAA#v=onepage&q=paraquat%20%22nons%20elective%20contact%20herbicide%22&f=false (Consultado el 25 de octubre de 2015).
62. REGEHR, D; MORISHITA W. 1989 Questions and answers on managing herbicide resistant weeds. Kansas State University Extension Publication MF-926. 10 p.
63. ROBBINS, C; DOWELL, A; DAWSON, D; COLON, J; ESTRADA, R. ROSALES, E; ESQUEDA, V. 2008. Clasificación y uso de los

herbicidas por su modo de acción, INIFAP - Campo Experimental Cotaxtla, Veracruz. 16 p.

64. ROCHA-PEÑA, M., y PADRÓN-CHÁVEZ, J. (Eds). 2009. El cultivo de los
65. RODRIGUEZ, J. 2008. Las malezas y el agro ecosistema. Unidad de Malezas, Departamento de Protección Vegetal, Centro Regional Sur, Facultad de Agronomía, Universidad de la República Oriental del Uruguay. 26 p. [En línea]: <http://www.pv.fagro.edu.uy/Malezas/Doc/LAS%20MALEZAS%20Y%20EL%20AGROECOSISTEMAS.pdf> (Consultado el 09 de agosto del 2016).
66. ROSALES, E; 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.
67. ROUSH, M; RADOSEVICH, S; MAXWELL, B. 2009. Future Outlook for herbicide-resistance research. Weed Technol. 4: 208 p.
68. SAHOVALER, I; POLACK, O. 1994. Las frutas. Enciclopedia del Dr. Cormillot. Ediciones Parma S.A. 2: 353-355.
69. SALISBURY, F; ROSS, W. 2002. Fisiología Vegetal. 4ª Edición, Editorial Iberoamericana, Memorias XIV Congreso ALAM y XXIV Congreso anual COMALFI, México D.F., México.
70. SCHMIDT, R. 2005. Clasificación de los herbicidas según su modo de acción. Comité de acción contra la resistencia a herbicidas. 105 p. Sheffield Academic Press Ltda. Sheffield, England.
71. SILVESTRE. 2012. Ficha técnica de Gramocil. [En línea]: http://www.silvestre.com.pe/site/index.php?option=com_zoo&task=te

- m&item_id=36&Itemid=114 (Consultado el 22 de marzo de 2015).
72. SYNGENTA, 2013. Ficha técnica de Gramocil. [En línea]:<http://www.syngenta.com/global/corporate/en/Pages/home.aspx.documentos> (Consultado el 12 de julio de 2016).
 73. SYNGENTA. 2014. Manual de malezas. [En línea]. www.syngentaenvivo.com.ar/2014/manual/files/img/manual_de_malezas. (Consultado el 31 de Julio de 2018).
 74. SYNGENTA, 2016. Ficha técnica de Gramoxone. [En línea]: <https://www.syngenta.cl/product/crop-protection/herbicida/gramoxone-r-super-2> (Consultado el 11 de Octubre de 2017).
 75. TEXTO GUÍA DEL PARTICIPANTE, 2014. Producción de Cítricos. Para la
 76. Fundación Educación para el Desarrollo FAUTAPO. Chuquisaca, Bolivia.
 77. TRUJILLO, B. 1981. Ecología de las malezas (Conferencia). I Jornadas Técnicas de Especialistas en el control de malezas, Maracay, Venezuela, 5 - 7 Ago. 1981. Conferencia SOVECOM. Pp. 13 – 49.
 78. TUCKER, D; SINGH, M. 1983. Manejo de malezas de cítricos de la Florida. En J.L. Knapp (Ed.). Florida Citrus Manejo Integrado de Plagas Handbook. Servicio Cooperativo Extensión de La Florida, Universidad de La Florida, Gainesville. Pp. 25 -30.
 79. USQUIANO, M. 2006. Efecto potencial de la atrazina en mezcla con herbicidas en el control de malezas en cítricos en Tingo María. Tesis, Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 72 p.
 80. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. Probabilidad y

Estadística [En línea]: <http://www.dpye.iimas.unam.mx/>. (Consultado el 05 de Octubre del 2017)

81. VADEMECUM. 2012. EI AGRONOMO Ed. PLM Lima PERÚ. [En línea]: <http://vademezumagrario.com/index.php/component/content/?view=featured> (Consultado el 5 de mayo 2014).
82. VARGAS, F; VIERA M; ANTEPARRA, M. 2012. Efecto comparativo de paraquat, glifosato y gramocil para el control de malezas en cítricos en Tulumayo, Leoncio Prado. Investigación y Amazonía. 2 (1-2): 20-26.
83. VÁSQUEZ, J. 1992. Efecto de herbicidas de contacto y sistémicos sobre malezas gramíneas en cítricos, en época lluviosa en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María, Perú. 79 p.
84. VILLACHICA, H. 1996. Frutales y hortalizas promisorias de la Amazonia. Tratado de Cooperación Amazónica TCA Secretaria Pro Temporade, Lima, Perú. Pp. 215-225.
85. WALHEIM, L. 1996. Citrus. Ironwood Press. Tucson, Arizona. EUA. 6 p.

IX.ANEXO

Cuadro 11. Cálculo de la dosis de herbicida para 2000 cc/Ha.

Tamaño de parcela (m ²)	Cantidad de producto (cc)
10000	2000
100	20
Total para 4 repeticiones	80

Cuadro 12. Cálculo del gasto de agua para un herbicida de contacto (400 L).

Tamaño de parcela (m ²)	Cantidad de agua (L)
1000	400
100	4
Total para 4 repeticiones	16



Figura 3. Presentación del campo experimental.



Figura 4. Presencia de malezas en el campo experimental.



Figura 5. Campo experimental antes de la aplicación de los tratamientos



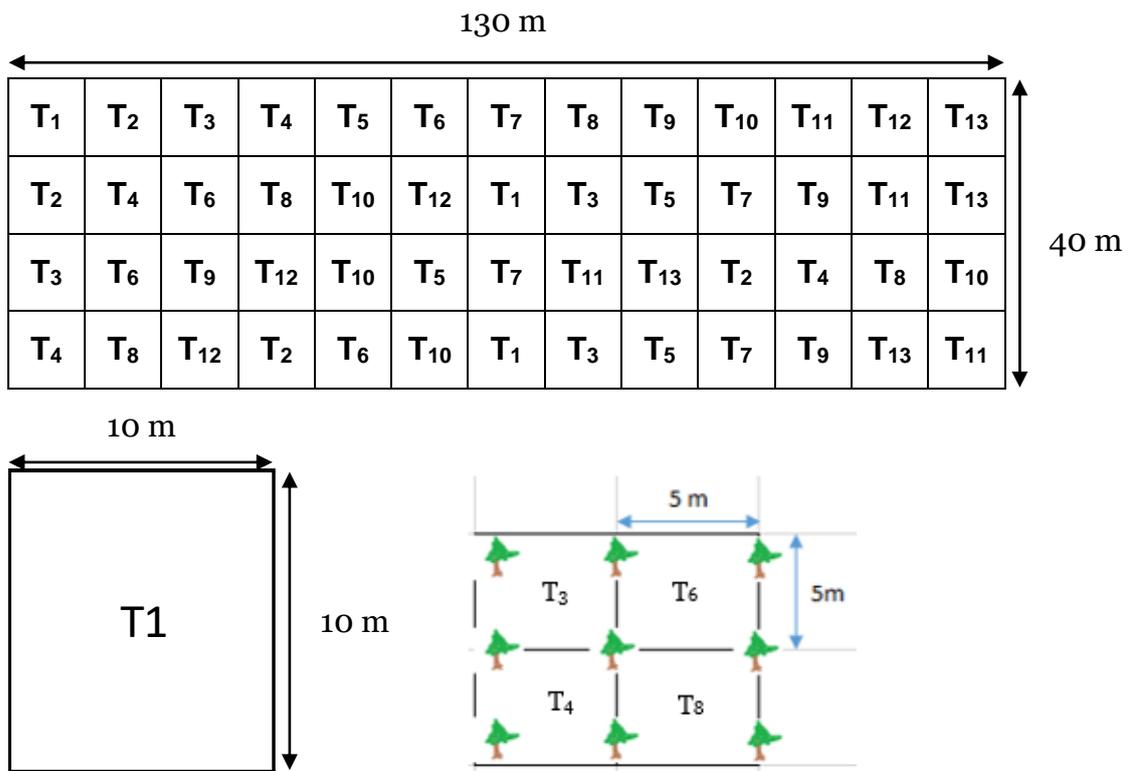
Figura 6. Uniformización del campo experimental con el corte de malezas.



Figura 7. Demarcación del terreno, separando por bloques y tratamientos



Figura 8. Aplicación de los herbicidas en el campo experimental.



= Árbol de cítrico

Figura 9. Croquis del campo experimental.