

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



“EFECTO DEL ÁCIDO ACÉTICO EN DIFERENTES DOSIS PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN TINGO MARÍA”

Tesis

para optar el título de

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR

Christian, SOTO JARA

Tingo María - Perú

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Carretera Central Km 1.2 Telf. (062) 562341 (062) 561136 Fax. (062) 561156 E.mail: fagro@unas.edu.pe

" Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia "

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS - 2021-FA-UNAS

BACHILLER : **Christian SOTO JARA**

TÍTULO : **Efecto del ácido acético en diferentes dosis para el control de malezas en el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tingo María**

JURADO CALIFICADOR

Presidente : Ing. Miguel Eduardo Anteparra Paredes
Vocal : Blgo. José Luis Gil Bacilio
Vocal : Ing. Carlos Miguel Miranda Armas
Asesor: Ing. Manuel Tito Viera Huiman

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 30 de noviembre del 2021

HORA DE SUSTENTACIÓN : 10:00 a.m.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : Sala Virtual de la Facultad de Agronomía:
https://teams.microsoft.com/j/channel/19%3aYwfin_sO_neFvFLLdZb8G_ufdJgCnKI-inecH_R_et01%40thread.tacv2/General?groupId=aeb640e8-4e3b-451a-96b0-85ff5c732670&tenantId=e28f1285-672f-4894-9f4e-44273bbb676a

CALIFICATIVO : Bueno

RESULTADO : Aprobado

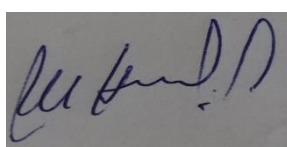
OBSERVACIONES A LA TESIS : Las observaciones y recomendaciones dadas durante la sustentación.

Tingo María, 30 de noviembre del 2021


Miguel Eduardo Anteparra Paredes
PRESIDENTE


José Luis Gil Bacilio
VOCAL


Carlos M. Miranda Armas
VOCAL


Manuel T. Viera Huiman
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO

I. DATOS GENERALES DE PREGRADO

Universidad : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad : Facultad de Agronomía

Título de Tesis : “Efecto del ácido acético en diferentes dosis para el control de malezas en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tingo María”

Autor : Christian Soto Jara

Asesor de Tesis : Ing. Manuel T. Viera Huiman

Escuela Profesional : Agronomía

Programa de investigación : Especies agrícolas, sistemas de producción y protección vegetal

Línea de investigación : Diagnóstico y control de plagas

Eje temático : Control de malezas.

Lugar de ejecución : Tingo María

Duración : 05 meses

Financiamiento : S/. 10, 000.00 Nuevos Soles

FDU : No

Propio : Si

Otros : Si

DEDICATORIA

A mis queridos padres: PEDRO SOTO SEVILLANO, y CÁRMEN JARA VALDIVIEZO, con eterna gratitud de amor y cariño, quienes con sus sabios consejos y su sacrificio consagraron todo su esfuerzo para culminar con éxito mi carrera profesional.

A mis hermanas: LISBETH y ENITH quienes me brindan apoyo desinteresado y son los motivos para superarme cada día.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a todo el personal que la conforman, por su apoyo y confianza, en especial a los docentes de la Facultad de Agronomía que contribuyeron en mi formación profesional.

A los miembros del jurado de tesis Ing. Mg. Sc. Miguel Eduardo Anteparra Paredes, presidente, Blog. M-Sc. José Luis Gil Bacilio e Ing. Carlos Miguel Miranda Armas miembros de jurado; Por su revisión y aporte académico científico en el presente trabajo de investigación.

Al Ing. Manuel T. Viera Huiman, asesor de la presente tesis, por su incesante apoyo en el proyecto, ejecución y culminación.

A los colaboradores anónimos, que en estos momentos los nombres escapan de mi memoria.

ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|---|------|
| I. INTRODUCCIÓN | 9 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA | 11 |
| 2.1. De las malezas | 11 |
| 2.1.1. Concepto | 11 |
| 2.1.2. Clasificación de las malezas..... | 12 |
| 2.1.3. Características de las malezas | 13 |
| 2.1.4. Daños que causan las malezas | 15 |
| 2.2. De los herbicidas | 16 |
| 2.2.1. Definición | 16 |
| 2.2.2. Herbicidas alternativos | 17 |
| 2.3. Descripción del vinagre (ácido acético)..... | 18 |
| 2.3.1. Propiedades físico-químicas..... | 18 |
| 2.3.2. El vinagre como herbicida | 19 |
| 2.4. Antecedentes..... | 20 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | 23 |
| 3.1. Lugar del campo experimental | 23 |
| 3.1.1. Ubicación | 23 |
| 3.1.2. Características climatológicas de la zona experimental | 23 |
| 3.1.3. Presencia de malezas en el campo experimental | 23 |
| 3.2. Materiales y equipos | 24 |
| 3.2.1. Materiales biológicos e insumos | 24 |
| 3.2.2. Materiales de campo | 25 |
| 3.2.3. Equipos de campo..... | 25 |
| 3.3. Diseño estadístico..... | 25 |

| | | |
|--------|--|----|
| 3.3.1. | Componentes en estudio..... | 25 |
| 3.3.2. | Tratamientos en estudio..... | 26 |
| 3.3.3. | Diseño experimental..... | 26 |
| 3.3.4. | Análisis estadístico..... | 27 |
| 3.3.5. | Características de las unidades experimentales..... | 28 |
| 3.4. | Metodología..... | 30 |
| 3.4.1. | Actividades previas a la aplicación de tratamientos..... | 30 |
| 3.4.2. | Aplicación de los tratamientos..... | 31 |
| 3.5. | Características a evaluar..... | 31 |
| 3.5.1. | Evaluación del efecto de control..... | 31 |
| 3.5.2. | Evaluación del incremento del efecto residual..... | 32 |
| 3.5.3. | Evaluación del análisis económico..... | 32 |
| IV. | RESULTADOS Y DISCUSION..... | 33 |
| 4.1. | Del efecto de control de malezas..... | 33 |
| 4.1.1. | Análisis estadístico ($\alpha=0.01$) (ANVA)..... | 33 |
| 4.1.2. | Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$)..... | 35 |
| 4.1.3. | Análisis estadístico ($\alpha=0.01$) (ANVA)..... | 40 |
| 4.1.4. | Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$)..... | 41 |
| 4.2. | Del análisis económico..... | 44 |
| V. | CONCLUSIONES..... | 46 |
| VI. | RECOMENDACIONES..... | 47 |
| VII. | RESUMEN..... | 48 |
| VIII. | ABSTRACT..... | 49 |
| IX. | BIBLIOGRAFÍA..... | 50 |
| X. | ANEXOS..... | 54 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | Pág. |
|---|------|
| 1. Porcentaje de malezas identificadas antes de la aplicación de los tratamientos..... | 24 |
| 2. Descripción de los tratamientos en estudio..... | 26 |
| 3. Modelo de análisis de varianza..... | 27 |
| 4. Análisis de variancia ($\alpha=0.01$) para el efecto de control de malezas en a los siete días después de aplicación de los tratamientos (dosis de ácido acético, control manual y sin control)..... | 34 |
| 5. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) del porcentaje de control de malezas a los siete días después de la aplicación de los tratamientos de dosis de ácido acético. | 35 |
| 6. Sintomatología por la aplicación de ácido acético en malezas presentes en el campo experimental..... | 38 |
| 7. Efecto del control de malezas para tratamientos con concentraciones de ácido acético registrados desde a los días 1, 7, 15, 30, 45, 60, 75 y 90 después de la aplicación. | 42 |
| 8. Análisis de variancia ($\alpha=0.01$) para el incremento de altura malezas en los tratamientos testigo y dosis de ácido acético hasta los 120 días después de la aplicación..... | 40 |
| 9. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) del incremento de altura de malezas a los 120 días después de la aplicación de los tratamientos dosis de ácido acético y testigos..... | 41 |
| 10. Análisis económico de los tratamientos en estudio..... | 44 |
| 11. Porcentaje de control de malezas a los siete días de la aplicación de los tratamientos por bloques. | 55 |
| 12. Incremento de altura (cm) de las malezas por bloque de los tratamientos aplicados. | 55 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|------|
| 1. Croquis de distribución de los tratamientos en estudio. | 29 |
| 2. Efecto del control de malezas de los tratamientos con concentraciones de ácido acético y testigos en los cuatro periodos evaluados (7, 14, 21 y 28 días después de su aplicación). | 37 |
| 3. Porcentaje de sintomatología presente en las malezas con aplicación de dosis de ácido acético a los 7 días después de la aplicación de los tratamientos..... | 39 |
| 4. Efecto residual (%) de los tratamientos con dosis de ácido acético y testigos a los 30 días después de su aplicación.. | 44 |
| 5. Parcela de ejecución del estudio de investigación..... | 42 |
| 6. Materiales e insumos para la aplicación de los tratamientos. | 56 |
| 7. Aplicación de los tratamientos. | 57 |
| 8. Daño del ácido acético en malezas de hojas anchas (A) y en maleza de hoja angosta (B)..... | 57 |

I. INTRODUCCIÓN

Las malezas o plantas indeseables, tienen efectos perjudiciales en los cultivos convirtiéndolas en grandes obstáculos para la producción agrícola mundial. Estas se definen como plantas que en condiciones determinadas causan daño económico al agricultor, compitiendo por nutrientes, agua, luz y suelo disminuyendo la producción (FAO, 2004). Por lo cual en un principio se empleó herramientas manuales para su control, ya que la cosecha obtenida se reducía en un 10 – 12% por su causa, sin embargo, en los años 40's, se formularon los primeros herbicidas, que permitían reducir los costos de mano de obra (LABRADA *et al.*, 1996). En consecuencia, la utilización de herbicidas se incrementó por escasez de mano de obra y recursos económicos (FAO, 2004); sin embargo, su uso indiscriminado como único método de control de malezas ha originado cambios perjudiciales en el ambiente, como contaminación del suelo, cambios sobre la red alimentaria y la aparición de malezas muy resistentes a herbicidas (MASALLES, 2004).

Por lo que en la actualidad la agricultura ha tomado un enfoque ecológico para reducir sus niveles de contaminación, inclinándose al uso de sustancias naturales como métodos alternativos para controlar malezas, y reducir el uso de herbicidas (TRILLO, 2011). Dentro de estos biopesticidas encontramos al vinagre (ácido acético), el cual es rápidamente degradado sin comprometer la seguridad del ambiente y en conjunto con prácticas culturales logran un manejo adecuado de malezas en beneficio del cultivo. Se han realizado investigaciones similares con vinagre casero como herramienta de control de malezas en los

Estados Unidos, Honduras y Brasil, en concentraciones de 5 a 20 %, con resultados que varían entre 80 a 100 % del efecto según (ARCE, 2001).

El objetivo de este estudio fue evaluar la concentración de ácido acético que mejor responde al control de malezas en Tingo María como alternativa a los herbicidas sintéticos, convirtiéndose en una alternativa para el manejo integrado de malezas. Para lo cual se planteó la hipótesis siguiente: que la aplicación de una concentración de ácido acético induce un mejor control de malezas. Este estudio tiene los siguientes objetivos:

Objetivo general:

1. Determinar el efecto del ácido acético en diferentes dosis para el control de malezas en Tingo María.

Objetivos específicos:

1. Determinar la dosis de ácido acético que resulta más eficiente en el control de malezas.
2. Determinar el efecto residual del ácido acético en el control de malezas.
3. Realizar el análisis económico de la aplicación de ácido acético para el control de malezas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. De las malezas

2.1.1. Concepto

Según la Real Academia Española (RAE) en su diccionario, maleza es la espesura que se genera a partir de una aglomeración de arbustos y otros autores como (TERCERO, 2015). Lo define como especies de vegetal que se desarrolla de forma silvestre en zonas controladas por el hombre para el establecimiento de cultivos agrícolas o plantaciones forestales.

Así mismo LABRADA (2007), define en el ámbito agroecológico, como el producto de la selección inter específica provocada por el propio hombre desde el comienzo de la agricultura, lo que condujo a alterar el suelo y el hábitat Para Pisek *et al.* (2004) citado por HIPO (2017), indica en su publicación que maleza es un término genérico, antrópico que tiene inicio agronómico para agrupar a los tipos de plantas cuya característica común es desarrollarse de manera espontánea y rápida, en lugares donde genera molestias, principalmente sistemas agrícolas, acrecentando la sombra y compitiendo por nutrientes.

También en su trabajo de investigación, INTAGRI S.C (2018), da a conocer que la maleza es entendida como plantas o un conjunto de ellas que se desarrollan en lugares y épocas donde no se desean. Son indeseables porque compiten directamente con los cultivos por agua, luz y nutrientes, por lo cual retrasan el crecimiento y desarrollo de estos.

2.1.2. Clasificación de las malezas

Para VILLARIAS (1992), este tipo de plantas de yerba no deseadas en el campo de cultivo se pueden agrupar de formas diferentes, relacionado al interés específico de cada persona en un tiempo determinado. Algunas clasificaciones se presentan a continuación:

a. Clasificación botánica (Taxonómica)

Según SCURSONI (2009), los seres vivos se clasifican sistemáticamente por sus características morfológicas, cuya base es la relación genética entre dichos organismos. La mayor cantidad de las malezas se encuentran en el interior de las Angiospermas (óvulos contenidos en ovario cerrado), son de dos tipos: Bud y Unisexual, malezas del 65% de las especies dicotiledóneas. Estas especies, comúnmente denominados frondosas, se caracterizan por plántulas dicotiledóneas, que pueden tener una germinación beige o subcotiledónea, exhibiendo una claridad de hoja reticulada y una amplia gama de morfologías. Las hojas también son relevantes para la identificación. Por ejemplo, lo que es una especie, con el nombre latino del género y especie, lo que permite identificar de manera genérica a nivel mundial al organismo que se está aludiendo.

b. Por su hábito de crecimiento

La clasificación de las malezas según el hábito (SCURSONI, 2009; VILLARIAS, 1992) es la siguiente:

- Erectas: Plantas con tallos rectos o erguidos. Ejemplo: “Mastranto” (*Hyptis suaveolens* L.).

- Rastreras: Arbustos con tallos que crecen en el suelo; Hay dos tipos: raíces en los nudos o tallos de plantas de la familia "Paja Bermuda", "pelo de indio" o "Paja Guzmán" (*Cynodon dactylon* L. Pers.).

- Trepadora o voluble: Arbustos que crecen oblicuamente, trepando sobre otros árboles como: "Batatilla" (*Ipomoea tiliacea*), "Bejuquillo" (*Rhynchosia minima* L.), "Picapica" (*Mucuna plum* L.).

Para ALAN *et al.* (1995), las malezas se pueden clasificarse por los siguientes aspectos:

- Depende del tipo de hoja (hoja ancha y hoja estrecha).
- Según la fuerza del tallo (leñoso, semileñoso o herbáceo)
- Según su hábitat (salvaje, rudo y acuático).
- Por su grado de nocividad (Fuerte, moderada o poco nociva).

2.1.3. Características de las malezas

2.1.3.1. Propagación de malezas

La mayoría de las malezas tienen un alto grado de endogamia, pero en todas ellas un grado de cruzamiento favorece el intercambio de material genético con otras poblaciones; generalmente son producidos por el viento o por organismos vivos que visitan las flores en lugar de polinizadores específicos. Este sistema híbrido produce copias estables de los genotipos parentales, pero debido a la recombinación y la alta variabilidad genética, permite probar una amplia gama de genotipos, lo que permite una rápida progresión hasta encontrar el genotipo más adecuado (RODRIGUEZ, 2007). La propagación de malezas es sexual o asexual dependiendo de las condiciones ambientales, con prácticas agrícolas inapropiadas que prefieren la propagación asexual mediante la

propagación de rizomas y rizomas (VILLARIAS, 1992). ORMEÑO (2006) indica que las formas más comunes de malezas son: medios de traslado indirecto, viento, agua, animales y máquinas.

2.1.3.2. Morfología y fisiología de las malezas

Las principales características morfológicas y reproductivas para el éxito de las malezas son: producción múltiple de semillas, dispersión de semillas, germinación y latencia de semillas y crecimiento vegetativo (ALAN et al., 1995).

Se sabe que las malas hierbas que se encuentran principalmente en las regiones tropicales y subtropicales son plantas C fotosintéticas, mejor adaptadas al medio ambiente, con una mayor capacidad para absorber y utilizar más eficientemente la humedad del suelo y utilizan mucha luz solar (FAO, 200). La ventaja de la vía fotosintética C es fundamental en ambientes más cálidos y secos, con altos niveles de luz y donde el estrés hídrico es frecuente (RODRIGUEZ, 2007).

Las malezas tienen una gran capacidad de reserva que se acumula en los órganos de propagación vegetativa, lo que garantiza un rápido crecimiento del follaje, sistemas aéreos y terrestres robustos para un uso rápido del agua y los nutrientes. Después de 20 días de germinación, la mayoría de las malas hierbas tienen raíces más grandes y una mayor superficie que los cultivos de la competencia. El desarrollo del sistema de raíces es un factor importante en la absorción de la humedad del suelo y los nutrientes relacionados, proporcionando así una competitividad superior (RODRIGUEZ, 2007). Las semillas de malas hierbas tienen latencia y latencia prolongadas, lo que explica su adaptación a condiciones inadecuadas para el crecimiento de las plantas y su larga

supervivencia en suelos poco profundos. Una gran proporción de las semillas de malas hierbas crecen a una profundidad de 0,5 a 2 cm, esta proximidad a la superficie asegura el acceso a los recursos y reduce la competencia con las especies que germinan y se forman posteriormente (RODRIGUEZ, 2007). Reproductivamente, las malas hierbas tienen un sistema diverso y extenso de intercambio de genes, produciendo un gran número de semillas y propagándose muy bien a partir de fragmentos si son perennes; esto les da plasticidad, es decir, la capacidad de adaptar su fenotipo a las condiciones cambiantes. Las malezas son genotipos all-capture o pluripotentes, ya que responden con un alto grado de especialización y con ajustes muy finos a las señales evolutivas del ecosistema (RODRIGUEZ, 2007).

2.1.4. Daños que causan las malezas

La infestación de malezas se manifiesta en varios procesos agrícolas. Compiten intensamente con las plantas por nutrientes, agua y luz, así como por dióxido de carbono (GARCÍA y FERNANDEZ, 1991; LABRADA, 1996; FAO, 2000). Cuando los nutrientes son abundantes, la competencia con las malezas no es importante, sin embargo, en suelos pobres en nutrientes, la competencia se vuelve importante; Por esta razón, la fertilización no logrará los resultados deseados si no se manejan adecuadamente las malezas (LABRADA, 1996).

Por otro lado, también tienen un efecto de interferencia, a través de alergias y parásitos. La liberación de químicos por parte aérea y subterránea de las plantas se denomina alelopatía, la cual es tóxica para las plantas, por lo que un terreno mal preparado donde hay gran cantidad de malezas alelopáticas

residuales que pueden reducir la germinación de las plantas a instalar (GARCÍA y FERNÁNDEZ, 1991; FAO, 2004).

Otra acción de interferencia es el parasitismo que es una relación entre dos plantas en la que solo una especie se aprovecha de la otra sin eliminarla. Sin embargo; tienen órganos llamados haustorios para adherirse a los tallos, hojas y/o raíces de otras plantas, para obtener agua y nutrientes para su crecimiento, por ejemplo, las malas hierbas del género *Cuscuta* son parásitas foliares y los géneros *Striga*, *Alectra* y *Orobancha* son parásitas radicales (FAO, 2004).

También causan daños indirectamente proliferando otras plagas (artrópodos, ácaros, nematodos, hongos y otros patógenos), ya que propician un ambiente favorable actuando de hospederos (CERNA, 1994; FAO, 2004). Además, obstaculizan actividades productivas, económicas y sociales; dificultan los procesos de cosecha, contaminan la producción obtenida, incrementan costos de producción, inconveniente en el manejo de cursos de agua entre otros (FAO, 2004; SCURSONI ,2009)

2.2. De los herbicidas

2.2.1. Definición

Se define como una sustancia o producto químico (generalmente orgánica) fitotóxico, que altera la fisiología o metabolismo de las plantas indeseables por un periodo suficiente como para matarla o inhibir su crecimiento (GARCIA Y FERNANDEZ, 1991; GOMBES, 1993; ANZOLONE, 2007).

Con el uso de microherbicidas para controlar malezas, los herbicidas se han definido además de sustancias químicas, como sustancias biológicas producidas para eliminar o inhibir el crecimiento de las plantas, siendo selectivos para las malezas (GOMBES, 1993).

Básicamente, la letalidad de los herbicidas se debe a su interferencia con el sitio primario; es un grupo de células de las que depende la vida del individuo (CERNA, 1994). Esta acción se desarrolla en dos etapas: la primera etapa de desarrollo con la migración del herbicida al sitio de acción (comenzando con la aplicación del herbicida por aplicación foliar o radicular, y la infiltración del herbicida) de la planta, incluyendo la entrada celular, la difusión, el transporte, la conversión metabólica del herbicida y la entrada en los orgánulos subcelulares) y la segunda fase se ocupa de los efectos sobre este proceso de metabolismo debido a las interacciones del sitio, seguida de una serie de consecuencias tóxicas que conducen a la muerte de la planta (DE PRADO Y CRUZ, 2006).

2.2.2. Herbicidas alternativos

El uso indiscriminado e inadecuado de herbicidas ha alterado el equilibrio ecológico, lo que ha llevado a la generalización del uso de insumos que aumentan los costos de producción (LABRADA *et al.*, 1996). Por esta razón, para la investigación agronómica, la alelopatía juega un papel cada vez más importante en el control de plagas, parásitos y malezas de las plantas. Es la disciplina encargada de estudiar los procesos involucrados en la producción natural de sustancias por parte de organismos de origen vegetal que interfieren en el normal desarrollo de los sistemas biológicos (KHANH, 2005). Estas sustancias alelopáticas podrían persistir en el suelo, alterando plantas vecinas y

plantaciones siguientes, siendo estos más biodegradables que los herbicidas tradicionales, aunque podrían afectar especies que no son objetivo, por lo que se deben realizar estudios previos al empleo masivo y general (SINGH *et al.*, 2003).

Así mismo hay productos alternativos a los herbicidas, generalmente son ácidos orgánicos naturales y extractos de plantas como pueden ser: ácido acético (MARTINEZ *et al.*, 2015; JOHNSON Y MULLINIX, 2008; ARCE, 2001), ácido cítrico y aceite de clavo (JOHNSON AND MULLINIX, 2008), ácido pelagónico (WEBBER AND SHREFLER, 2006), y aceite de pino (YOUNG, 2004); estos herbicidas son de contacto, destruyendo el tejido del vegetal, tienen acción rápida y el daño depende del momento de aplicación y concentración en la que se aplica (YOUNG, 2004).

2.3. Descripción del vinagre (ácido acético)

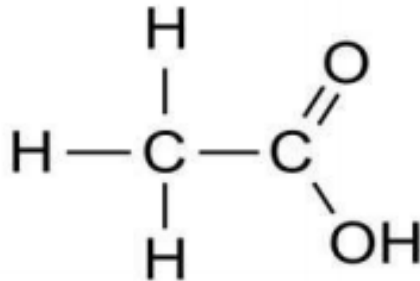
El vinagre se produce por fermentación acética de cualquier fruta líquida, siendo el ingrediente activo el ácido acético, en algunos herbicidas para ciertas malezas el ingrediente activo es el ácido acético. El ácido acético fue inscrito como ingrediente activo en 1997 (ARCE, 2001).

2.3.1. Propiedades físico-químicas

Para el INSST (2018), El ácido acético, también conocido como ácido etanoico, ácido etílico, ácido metilcarboxílico, tiene las siguientes propiedades físicoquímicas:

- Es un líquido incoloro de olor característico (vinagre).
- Factor de conversión : 1 ppm = 2,5 mg/m³ (20 °C y 101,3 kPa)
- Peso molecular : 60

- Fórmula molecular : C₂H₄O₂
- Formula estructural :



- Solubilidad : miscible en agua
- Punto de fusión : 17 °C
- Punto de ebullición : 118 °C
- Presión de vapor : 1,47 kPa a 20 °C
- Densidad relativa : 1,02 veces la del aire
- Punto de inflamación : 39 °C
- Límite de explosividad: en el rango 6 - 17% (concentración en aire)
- Umbral de olor : 0,08 - 0,13 ppm

2.3.2. El vinagre como herbicida

El ácido acético del vinagre se puede utilizar como herbicida natural, ya que tiene un modo de secado sobre los tejidos vegetales, actuando sobre gramíneas de hoja ancha, gramíneas y juncos con un control de hasta el 85% (ALVARADO et al., 2016), siendo más eficiente cuando se aplica en estadios tempranos en días soleados y con una temperatura alta (ARCE, 2001). Tiene el beneficio de no ser un producto residual funcionando en dosis de 20% en 600 L/ha (ALVARADO et al., 2016); teniendo mayor control en malezas de hoja ancha, causando con el tiempo un cambio en la población predominante a gramíneas y ciperáceas;

recomendándose su uso como parte del manejo integrado en complemento con otras actividades (ALVARADO *et al.*, 2016; EVANS, 2011). Sin embargo, tiene restricciones para su empleo en el cultivo de hortalizas, ya que genera mayores costos y causa daño al entrar en contacto con el cultivo generando la reducción del rendimiento (EVANS *et al.*, 2011); porque su modo de acción no es selectivo, ya que causa secamiento de cualquier tipo de tejido vegetal (PUJISISWANTO *et al.*, 2009).

2.4. Antecedentes

GRANDA (2017), en su trabajo titulado “Estudio de dos herbicidas ecológicos con tres diferentes dosis, en el control de las malezas, para el cultivo de pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haworth)”, que tuvo como objetivo evaluar la efectividad de diferentes dosis de herbicidas orgánicos, para el control de las malezas en el cultivo de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*). Las malezas identificadas según orden de importancia económica fueron: *Commelina erecta*, *Digitaria sanguinalis*, *Eleusine indica*, *Cyperus rotundus*. Llegando a las siguientes conclusiones: Cuyas conclusiones fueron: el valor más alto en cuanto a índice de malezas fue para el vinagre blanco (200 cc/L) con 7.25, así mismo el vinagre blanco (200 cc/L) causo la muerte de hojas anchas y angostas en menos días (4 días).

MONTERO *et al.* (2016), en su trabajo realizado “Vinagre como desecante de plantas de cobertura y su efecto en la actividad microbiana del suelo en sistema de siembra directa” en Ecuador, evaluaron los efectos del vinagre triple en la desecación de plantas de cobertura (avena negra), los resultados indicaron que el vinagre triple, en la dosis de 1,120 L/ha, proporcionó una desecación de

99.33 % de la avena negra y mayor producción de CO₂ del suelo; asimismo se concluyó que el vinagre es una opción viable como herbicida natural, sin causar impactos en el pH y en la actividad microbiana del suelo.

MARTINEZ et al. (2015), en su trabajo titulado “Efecto de ácido acético como herbicida en el manejo de seis especies de arvenses” para la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua en la ciudad de León, que tuvo como objetivo de evaluar tres formulaciones de ácido acético con propiedades de herbicida en el manejo de seis especies de arvenses: *Amaranthus spinosus* (Bledo), *Melanthera aspera* (Botoncillo), *Sida acuta* (Escoba lisa), *Cyperus rotundus* (Coyolillo), *Cenchrus pilosus* (Mozote) y *Eleusine indica* (Pata de Gallina), los tratamientos fueron: concentraciones de ácido acético 10%,15% y 20% y el testigo que no se le aplicó nada. Los resultados arrojaron diferencias significativas entre las formulaciones, en los cuales el ácido acético inhibe al 100% la germinación de Mozote y Bledo. Causando mayor efecto es la concentración del 20% con un control del 90% en las malezas, la muerte del grupo de hojas anchas entre las primeras 24 y 30 horas a su aplicación, en el caso de gramíneas entre las 42 y 48 horas. La aplicación de las formulaciones de ácido acético no altera el pH del suelo.

EVANS et al. (2011), en su trabajo titulado “Integración de vinagre para el control de malezas en hilera en pimientos y brócoli trasplantados”, señalaron que altas dosis de vinagre pueden ocasionar efectos pre-emergentes sobre las malezas. También constataron que dos semanas después de la pulverización del vinagre en dosis de 700 L/ha (20 % de acidez acética) la emergencia de nuevas malezas fue inhibida hasta en 75 %.

ARCE (2001), evaluó el comportamiento del vinagre como herbicida a tres porcentajes de acidez de *Melampodium divaricatum*; llegó a concluir que el tiempo de germinación de las malezas influyó en las cantidades de *M. divaricatum*, *Nicandra physalodes*, *Bidens pilosa* y *Portulaca oleracea* que fueron controladas, siendo la mejor fecha para aplicar a 15 días después del último pase de rastra. El volumen de la aplicación por hectárea en la población en general no influyó en su control, salvo el caso de *M. divaricatum* donde se encontró efecto en los diferentes volúmenes. El vinagre actúo sobre las malezas hojas anchas en distintos porcentajes de control, en gramíneas y ciperáceas no hubo control. La población de malezas cambió notablemente después de la aplicación de los tratamientos, pasando de hojas anchas a gramíneas como las malezas predominantes.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar del campo experimental

3.1.1. Ubicación

Este estudio se realizó en el CIPTALTULUMAYO de la Universidad Nacional Agraria La Selva, ubicado en la margen derecha del río Huallaga, distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado, región Huánuco, con coordenadas:

| | | |
|---------------|---|--------------|
| Longitud este | : | 0410645 m E. |
| Latitud norte | : | 8983244 m N. |
| Altitud | : | 647.00 msnm. |
| Región | : | Subtropical. |

3.1.2. Características climatológicas de la zona experimental

Tingo María tiene una precipitación anual de 3200 mm, con temperaturas máxima, mínima y anual de 29, 20 y 24.2 °C respectivamente, con una humedad relativa del 80 % y según Holdridge, se encuentra en la formación vegetal de bosque muy húmedo Premontano Sub Tropical (TELLO, 2008).

3.1.3. Presencia de malezas en el campo experimental

En el área experimental la presencia de gramíneas de hoja ancha fue del 90% y de hoja estrecha del 10%, además se determinó los tipos de arvenses presentes y la prevalencia de enfermedades para cada especie en lo que esta detallado en el (Cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentaje de malezas identificadas antes de la aplicación de los tratamientos.

| Familia | Nombre científico | Nombre común | Predominancia (%) |
|----------------------|---|---------------------|--------------------------|
| Hoja ancha: | | | 90 |
| Commelinaceae | <i>Commelina erecta</i> L. | "Commelina" | 75 |
| Leguminosae | <i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth. | "Kudzú" | 5 |
| Asteraceae | <i>Pseudolephantopus spicatus</i> L. | "Suelda con suelda" | 4 |
| Asteraceae | <i>Bidens pilosa</i> L. | "Cadillo" | 3 |
| Leguminosae | <i>Desmodium tortuosum</i> Desv. | "Pega" | 2 |
| Euphorbiaceae | <i>Phyllanthus niruri</i> L. | "Chanca piedra" | 1 |
| Commelinaceae | <i>Commelina erecta</i> L. | "Commelina" | 75 |
| Leguminosae | <i>Pueraria phaseoloides</i> | "Kudzú" | 5 |
| Asteraceae | <i>Pseudolephantopus spicatus</i> L. | "Suelda con suelda" | 4 |
| Asteraceae | <i>Bidens pilosa</i> L. | "Cadillo" | 3 |
| Leguminosae | <i>Desmodium tortuosum</i> | "Pega Pega" | 2 |
| Euphorbiaceae | <i>Phyllanthus niruri</i> | "Chanca piedra" | 1 |
| Hoja angosta: | | | 10 |
| Poaceae | <i>Megathyrsus maximus</i> Jack. | "Pasto guinea" | 6 |
| Graminae | <i>Digitaria sanguinalis</i> L. | "Pata de gallina" | 2 |
| Cyperaceae | <i>Cyperus rotundus</i> L. | "Coquito" | 1 |
| Cyperaceae | <i>Cyperus alternifolius</i> Rottb. | "Cortadera" | 1 |
| Total | | | 100 |

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales biológicos e insumos

- Malezas presentes en una parcela de cacao.
- Ácido acético

3.2.2. Materiales de campo

- Una cinta de rafia 200 m
- Baldes de 20 L
- Una wincha métrica
- 50 estacas de madera de 2 m de altura.
- Letreros de triplay 0.30x0.30 m
- Machete

3.2.3. Equipos de campo

- Mochila fumigadora Jacto 20 L y cámara digital.

3.3. Diseño estadístico

3.3.1. Componentes en estudio

a. Variable dependiente:

- Efecto en el control de malezas (%)
- Altura de maleza (cm)
- Análisis económico

b. Variable independiente

- Sin control de malezas
- Control manual
- Concentraciones de ácido acético (40%, 35%, 30%, 25%, 20% y 15%).

c. Agente biológico

- Malezas presentes en una parcela de estudio

3.3.2. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio son ocho, de los cuales seis cuentan con la aplicación de dosis de ácido acético y dos tratamientos testigos uno con control manual y otro sin control de malezas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos en estudio.

| Tratamientos | Clave | Descripción |
|----------------|--------|-----------------------------------|
| T ₁ | 40% AA | 40 % de ácido acético + 60 % agua |
| T ₂ | 35% AA | 35 % de ácido acético + 65 % agua |
| T ₃ | 30% AA | 30 % de ácido acético + 70 % agua |
| T ₄ | 25% AA | 25 % de ácido acético + 75 % agua |
| T ₅ | 20% AA | 20 % de ácido acético + 80 % agua |
| T ₆ | 15% AA | 15 % de ácido acético + 85 % agua |
| T ₇ | CM | Control Manual |
| T ₈ | SC | Testigo sin control de malezas |

3.3.3. Diseño experimental

El diseño experimental que se empleó para este trabajo es un diseño de tipo de bloques que es completamente al azar (DCBA) con un total de seis tratamientos y con cuatro bloques, cuyo modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Es la respuesta obtenida en la unidad experimental del j-ésimo bloque a la cual se aplicó el i-ésimo tratamiento.

μ = Representa el efecto de la media general.

α_i = Es un parámetro y recoge datos del efecto de i-ésimo tratamiento.

β_j = Es un parámetro y recoge datos del efecto del j-ésimo bloque.

ξ_{ij} = Es un indicador del efecto aleatorio del error experimental en la unidad experimental del j-ésimo bloque, lo cual ha sido aplicado en el i-ésimo tratamiento.

Donde:

i = 1, 2..., 8 tratamientos.

j = 1, 2..., 4 bloques.

3.3.4. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el software Microsoft Office Excel 2013 versión en español; se realizó un análisis de varianza (F. tab. = 0.01 y 0.05) en el (cuadro 2). Las diferencias de medias de los tratamientos estudiados se realizarían mediante la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$).

Cuadro 3. Modelo de análisis de varianza.

| :FV | GL | SC | CM | F Cal. | F Tab. |
|--------------|-------------|---------------------|---|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Tratamientos | a-1 | SC _{trat} | SC _{trat} /gl _{trat} = CM _{trat} | CM _{trat} /CM _{ee} | F $_{\alpha}(gl_{trat}, gl_{ee})$ |
| Bloques | b-1 | SC _{bloq} | SC _{bloq} /gl _{bloq} = CM _{bloq} | CM _{bloq} /CM _{ee} | F $_{\alpha}(gl_{bloq}, gl_{ee})$ |
| Error exp. | (a-1)x(b-1) | SC _{ee} | SC _{ee} /gl _{ee} = CM _{ee} | | |
| Total | (a.xb)-1 | SC _{total} | | | |

a = Tratamientos., b = Bloques.

3.3.5. Características de las unidades experimentales

En la Figura 1, se muestra el croquis del área experimental y distribución de los tratamientos en la parcela, siendo las medidas las siguientes:

a. Bloques

| | | |
|--------------------------|---|-----------------------|
| Número de bloques | : | 4 |
| Largo de bloques | : | 40.00 m |
| Ancho de bloque | : | 5.00 m |
| Separación entre bloques | : | 0.50 m |
| Área de cada bloque | : | 220.00 m ² |

b. Parcela

| | | |
|-------------------------------|---|----------------------|
| Número de parcelas por bloque | : | 8 |
| Largo de cada parcela | : | 5.00 m |
| Ancho de cada parcela | : | 5.00 m |
| Área de cada parcela | : | 25.00 m ² |
| Largo de la parcela neta | : | 1.00 m |
| Ancho de la parcela neta | : | 1.00 m |
| Área neta de cada parcela | : | 1.00 m ² |

c. Dimensiones del campo

| | | |
|----------------------------|---|-----------------------|
| Largo | : | 40.00 m |
| Ancho | : | 21.50 m |
| Área total del experimento | : | 860.00 m ² |

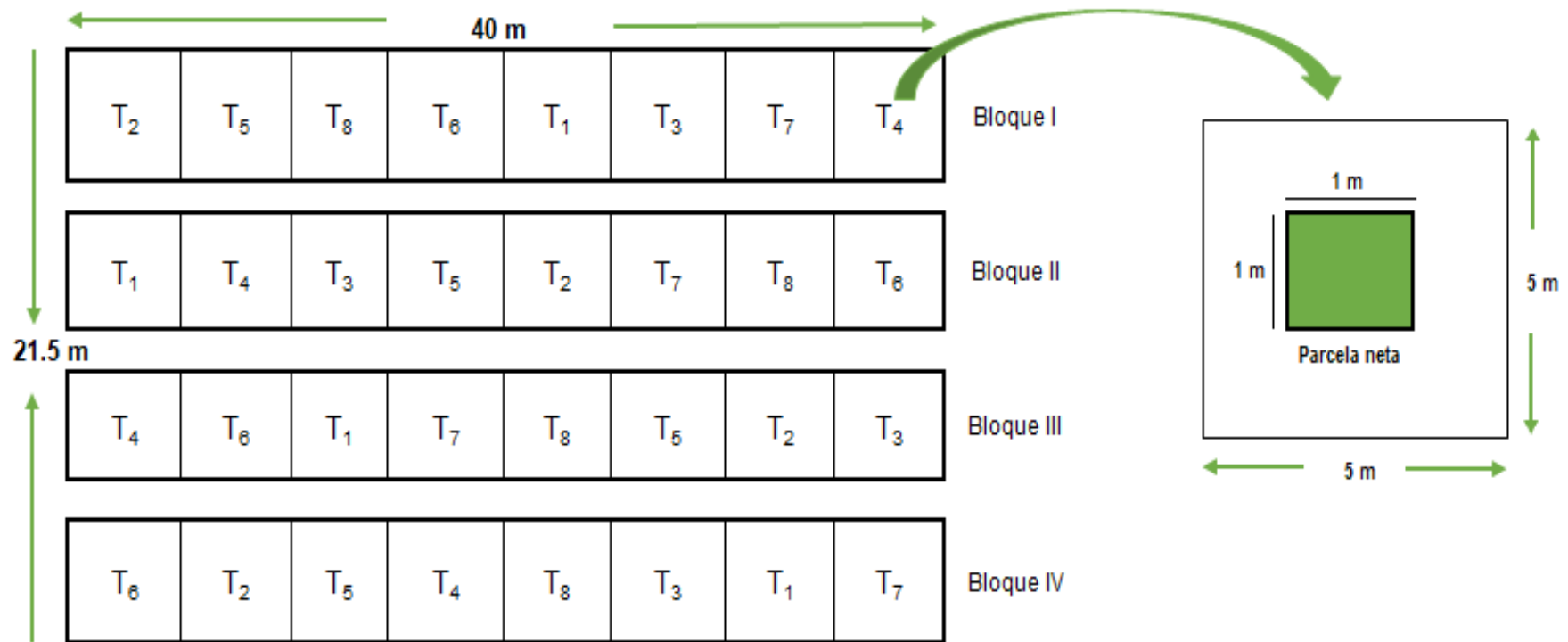


Figura 1. Croquis de distribución de los tratamientos en estudio.

3.4. Metodología

3.4.1. Actividades previas a la aplicación de tratamientos

3.4.1.1. Demarcación del área experimental

La demarcación del área experimental se realizó por el método del triángulo notable (3, 4 y 5), utilizando estacas, rafia y wincha, luego se dividió en cuatro bloques y cada bloque en 6 parcelas, posteriormente se colocaron las claves en cada parcela según el croquis de la Figura 1.

3.4.1.2. Determinación del porcentaje de malezas

La prevalencia de malezas se calculó antes de aplicar el tratamiento de m² visual, que incluyó el conteo de malezas, el tipo de maleza, el tamaño de la maleza y, entre otras características evaluadas en la celda experimental. Este proceso se realiza sobre un área de 1m², donde se cuenta las malezas, se agrupan en malezas de hoja ancha y de hoja angosta, y todo esto se registra en una bitácora para constancia de las actividades realizadas. Después de medir la altura, use una cinta métrica para determinar el tamaño promedio de la maleza debe tener una altura máxima de 15 cm, si el tamaño supera la altura de 15 cm, luego proceda a cortar, a la altura más alta determinada. Desbroce de 15 cm de altura.

3.4.1.3. Corte de tamaño uniforme

Se realizó un desmalezado tradicional (a machete), quince días antes de la aplicación de los herbicidas, para posteriormente estandarizar el tamaño de las parcelas del campo experimental en 15 cm de altura, a excepción de la parcela testigo en la que no se realizarían cortes.

3.4.1.4. Equipo utilizado y cálculo de gasto de agua

Para realizar estudios de los tratamientos, era necesario utilizar la mochila de fumigar Jacto de 20 L, y el tipo de boquilla: TK2 (cuerpo completo). La calibración se realiza en un área correspondiente al campo experimental, midiendo un cuadrado de 5.0 x 5.0 m donde existe una alta densidad de malezas, luego se bombea el saco lleno de agua hasta cierto nivel, se humedecen las áreas especificadas, luego se vacía el exceso de agua en un balde, y con la probeta graduada se mide el exceso de agua y se calcula el consumo de agua por diferencia, esta acción se realiza tres veces para obtener promedios y datos más precisos del consumo de agua por 25 m².

3.4.2. Aplicación de los tratamientos

Este procedimiento de los tratamientos se realizó cuando las malezas tengan un promedio de altura de 15 cm aproximadamente; además se considerará la altura de la boquilla, presión, velocidad de la aplicación y hora adecuada (a las 10 a.m.), para la aplicación de los tratamientos.

3.5. Características a evaluar

3.5.1. Evaluación del efecto de control

Los procesos de las evaluaciones de las malezas se hicieron mediante estimaciones visuales en una escala de 0 a 100 %, ya que desde el inicio es a ir a revisar y escribir en los apuntes, donde cero indica sin efecto y 100 % indica la muerte de la planta, las evaluaciones se determinarán a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación (ácido acético), para ello se utilizó el método visual y será comparado por las escalas propuestas por la Asociación Latinoamericana de Malezas, escala propuesta por (ALAM, 1974)

| Escala (%) | Denominación (del control de malezas) |
|-------------------|--|
| 0 – 40 | Ninguno o pobre |
| 41 – 60 | Regular |
| 61 – 70 | Eficiente |
| 71 – 80 | Bueno |
| 81 – 90 | Muy bueno |
| 91 - 100 | Excelente |

Fuente: Asociación latinoamericana de Malezas.

3.5.2. Evaluación del incremento del efecto residual

La evaluación se realizó a los 30, 45, 60, 75 y 90 días, examinando el rebrote de malezas, determinando el tiempo transcurrido desde la aplicación hasta que comenzó el rebrote. Para efectos de este trabajo se consideró testigo absoluto (sin deshierbe) al cien por ciento de rebrote, dada su condición al inicio del ensayo (30 cm.)

3.5.3. Evaluación del análisis económico

Se consideraron dos días/ha para la aplicación de los tratamientos. Además, para determinar el costo de producción de los tratamientos en estudio, se considerarán los tratamientos que muestren control en el rango mínimo bueno, para relacionarlo con el efecto residual. Finalmente, el costo de cada tratamiento será determinado por HELFGOTT (1980), quien divide el costo total (costo total del producto incluyendo los días de aplicación) por el número de días en que permanecerán sus efectos; El valor resultante será el costo de tratar el pasto por hectárea por día.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Del efecto de control de malezas

4.1.1. Análisis estadístico ($\alpha=0.01$) (ANVA)

Con base en los resultados obtenidos, se realizó en el ANVA ($\alpha=0.01$) para el efecto de control de malezas registrado durante las cuatro evaluaciones (a los 7,14, 21 y 28 días después de la aplicación de los tratamientos). De acuerdo a esta prueba de F del ANVA no se encontró diferencias estadísticas significativas para los bloques (Cuadro 4) en ninguno de los periodos registrados, evidenciando que las condiciones de los bloques donde se realizó el estudio fueron similares, por lo que no tuvo influencia en cuanto al control de malezas.

Sin embargo, para los tratamientos si se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas en los cuatro periodos registrados (7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación) infiriendo que al menos uno de los tratamientos (testigos y aplicación de dosis de ácido acético) difiere del resto en el efecto de control de las malezas (Cuadro 4).

Los coeficientes de variabilidad obtenidos fueron de 3.54 %, 3.11 %, 2.66 % y 4.73 %%, estos según CALZADA (1982), indican que existe una excelente y muy buena homogeneidad, en el comportamiento entre las unidades experimentales de cada uno de los tratamientos.

Cuadro 4. Análisis de varianza para el efecto del control de malezas a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación de los tratamientos (dosis de ácido acético, control manual y sin control).

| Fuente de Variación | Cuadrados medios | | | | | | | | | |
|---------------------|---|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|--|
| | Días después de la aplicación de los tratamientos | | | | | | | | | |
| | G.L. | 7 días | | 14 días | | 21 días | | 28 días | | |
| Bloques | 3 | 0.503 | N.S. | 0.111 | N.S. | 0.404 | N.S. | 1.844 | N.S. | |
| Tratamientos | 7 | 4859.497 | A.S. | 4654.834 | A.S. | 3834.942 | A.S. | 3183.633 | A.S. | |
| Error Experimental | 21 | 1.986 | | 1.492 | | 0.861 | | 2.122 | | |
| Total | 31 | | | | | | | | | |
| C.V. (%) | | 3.54 | | 3.11 | | 2.66 | | 4.73 | | |

NS: No tiene significación estadística

AS: Significación estadística al 1% de probabilidad.

4.1.2. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$)

Debido a que hubo diferencia estadísticamente significativa en el ANVA de los tratamientos (Cuadro), sobre el efecto del deshierbe, se realizó la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$). Según la cual se encontraron diferencias estadísticas significativas entre todos los tratamientos con dosis de ácido acético, se mantiene por igual desde los 7 días después de la aplicación hasta cumplir los 28 días después de la aplicación (Cuadro 5).

Cuadro 5. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) del porcentaje de control de malezas a los siete días después de la aplicación de los tratamientos de dosis de ácido acético.

| Clave | 7 dda | | 14 dda | | 21 dda | | 28 dda | |
|-------------------------|-------|------|--------|------|--------|------|--------|------|
| | Prom. | Sig. | Prom. | Sig. | Prom. | Sig. | Prom. | Sig. |
| T ₁ (40% AA) | 93.4 | a | 91.2 | a | 82.35 | a | 75.5 | a |
| T ₂ (35% AA) | 78.7 | b | 76.5 | b | 67.96 | b | 58.8 | b |
| T ₃ (30% AA) | 57.8 | c | 57.2 | c | 52.75 | c | 48.3 | c |
| T ₄ (25% AA) | 42.1 | d | 42.9 | d | 38.5 | d | 34.1 | d |
| T ₅ (20% AA) | 28.9 | e | 29.6 | e | 24.6 | e | 19.6 | e |
| T ₆ (15% AA) | 17.4 | f | 15.8 | f | 12.7 | f | 9.6 | f |
| T ₇ (CM) | 0 | g | 0 | g | 0 | g | 0 | g |
| T ₈ (SC) | 0 | g | 0 | g | 0 | g | 0 | g |

El tratamiento T₁ (40% AA) se destacó y diferenció significativamente durante los cuatro periodos de evaluación, frente a los demás tratamientos en cuanto al efecto de control de malezas obteniendo hasta un 93.4% a los 7 días después de la aplicación de los tratamientos, llegando hasta un control de

75.5 % a los 28 días después de la aplicación de los tratamientos. (Cuadro 5). Seguido en orden descendente a las concentraciones de ácido acético; T₂ (35% AA), T₃ (30% AA), T₄ (25% AA), T₅ (20% AA) y T₆ (15% AA); con control de malezas de 78.70%, 57.80%, 42.10%, 28.90% y 17.40% que corresponden a los 30 días después de la aplicación de los tratamientos (Figura 2), entre los cuales se encontraron diferencias estadísticas significativas durante los cuatro periodos evaluados (Cuadro 5).

Al respecto no se encontraron antecedentes de aplicaciones del 40% de ácido acético, no obstante ARCE (2001) y WEBBER *et al.* (2009), reportan de sus investigaciones con el uso de formulaciones de ácido acético al 20%, un efecto de 100 % y 84 % de efectividad en el de control de malezas. Sin embargo, GRANDA (2017), obtuvo hasta 37% de efectividad en el control de malezas en parcelas que recibieron ácido acético en concentración de 20%, resultados que se asemejan al obtenido en esta investigación en el cual el T₅ (20% AA), evidenció en promedio 28.90% de control de malezas. Estas diferencias en el control podrían deberse al volumen de aplicación por parcela, como indica Lee y Oliver (1982) citado por ARCE (2001) el efecto en el control de malas yerbas se incrementa según el volumen de aplicación dado a que hay una mejor cobertura del producto herbicida.

Finalmente, los tratamientos testigos T₇ (CM) y T₈ (SC), con un valor de cero en el control de malezas después de los siete días de la aplicación de los tratamientos.

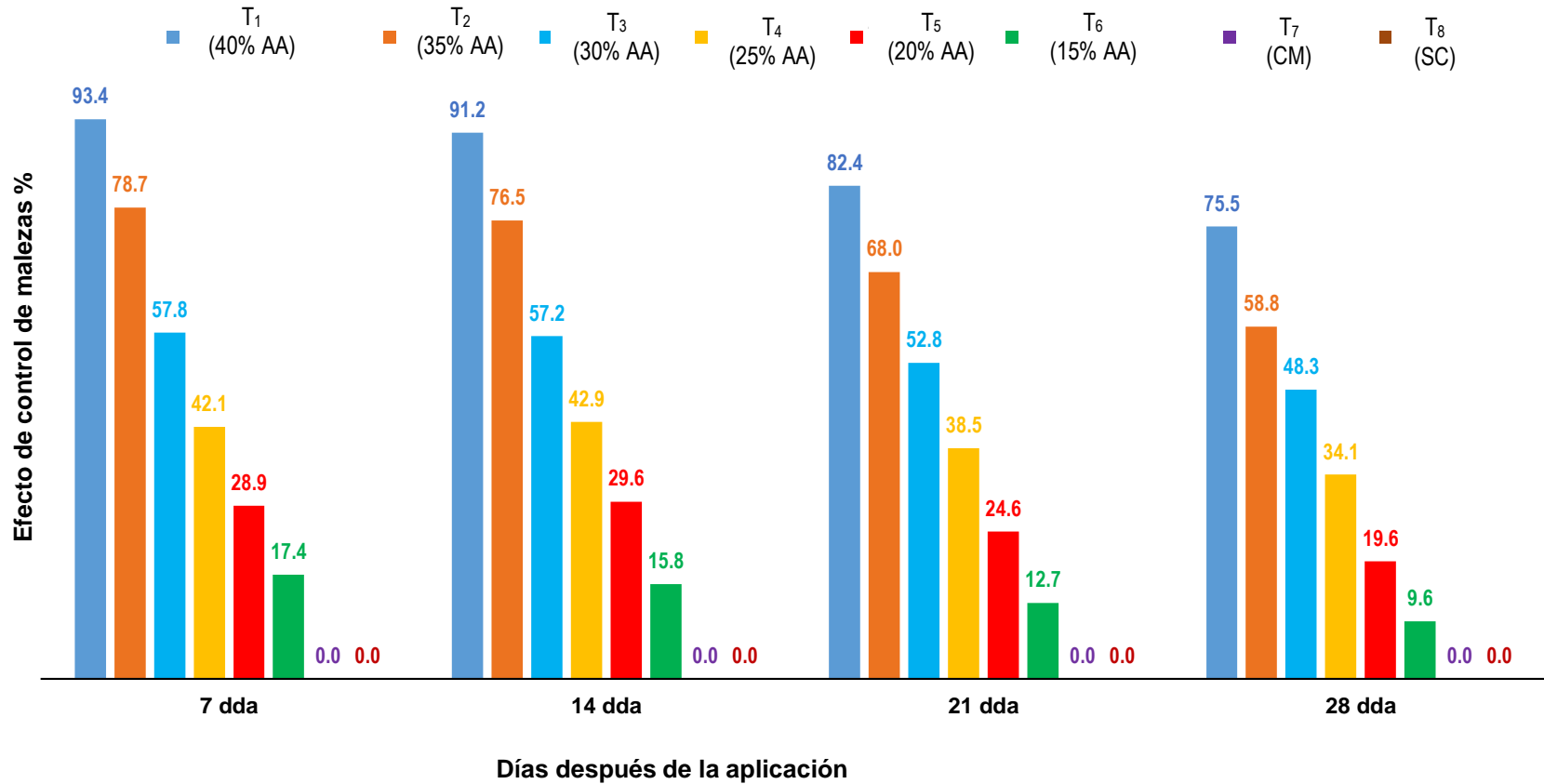


Figura 2. Efecto del control de malezas de los tratamientos con concentraciones de ácido acético y testigos en los cuatro periodos evaluados (7, 14, 21 y 28 días después de su aplicación).

El efecto de control de malezas del ácido acético podría deberse al incremento de la acidez que origina este producto en las células. Al respecto ARCE (2011), indica que la reducción del pH oxida los ácidos grasos insaturados que conforman la pared celular, ya que estos son susceptibles a la reacción con el oxígeno de la atmósfera, estos ácidos y bases de la pared celular son catalizadas por la luz, dando origen a subproductos como los hidróxidos, que exponen las células epidérmicas ante la acción del vinagre (aceptor de O₂), estas sustancias pierden el desorden celular y se desnaturalizan completamente hasta la necrosis, como se pudo observar en este estudio la sintomatología presente en mayor porcentaje fue la necrosis de las hojas (Cuadro 6), principalmente en el T₁ (40% AA), que corresponde a la dosis más elevada de ácido acético.

Cuadro 6. Sintomatología por la aplicación de ácido acético en malezas presentes en el campo experimental.

| Tratamientos | Necrosis (%) | Clorosis (%) | Sin síntomas (%) | Control total (%) |
|-------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------|
| T ₁ (40% AA) | 87.2 | 6.2 | 6.6 | 93.4 |
| T ₂ (35% AA) | 68.7 | 10.0 | 21.3 | 78.7 |
| T ₃ (30% AA) | 45.7 | 12.1 | 42.2 | 57.8 |
| T ₄ (25% AA) | 32.7 | 9.4 | 57.9 | 42.1 |
| T ₅ (20% AA) | 21.7 | 7.2 | 71.1 | 28.9 |
| T ₆ (15% AA) | 11.5 | 5.9 | 82.6 | 17.4 |
| T ₇ (CM) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| T ₈ (SC) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

Así mismo el porcentaje de observación de necrosis disminuye de forma proporcional con la dosis aplicada, al igual que el efecto de control y se observa un incremento en la proporción de presencia de clorosis (Figura 3). A esto se puede añadir que en el campo experimental se registró la presencia de malezas de hoja ancha en un 90% y hoja angosta en un 10%. Al respecto ARCE (2011), afirma que el ácido acético tiene mayor efecto en malezas de hoja ancha porque tienen mayor área foliar para absorber el herbicida incrementado su efecto nocivo.

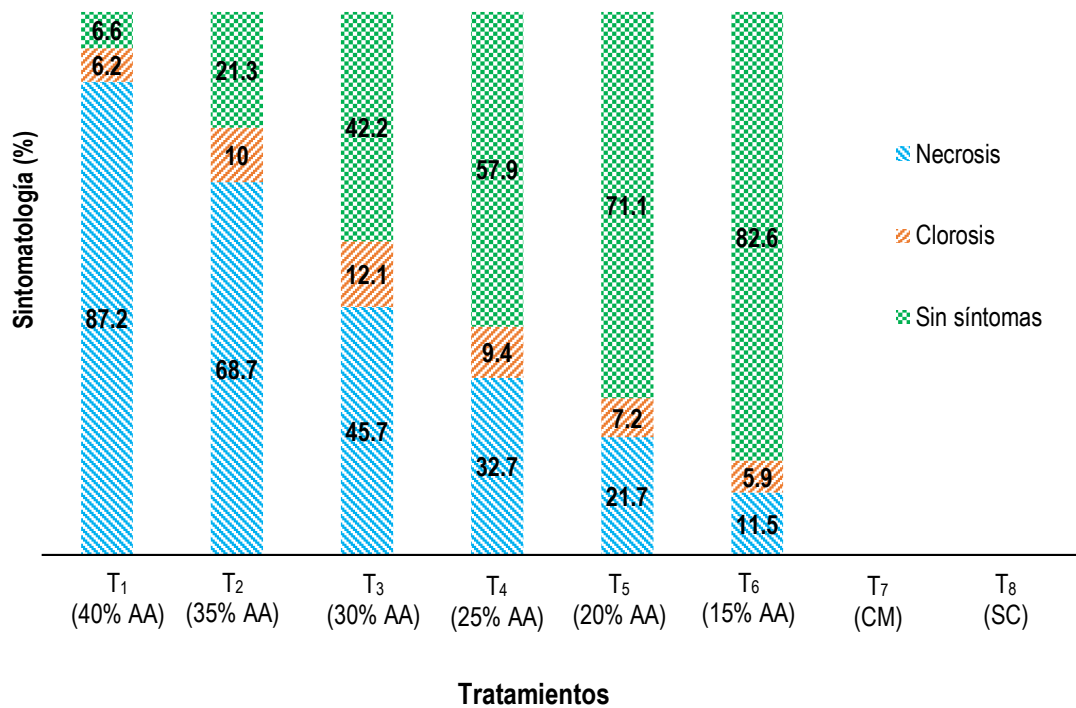


Figura 3. Porcentaje de sintomatología presente en las malezas con aplicación de dosis de ácido acético a los 7 días después de la aplicación de los tratamientos.

Del efecto residual

4.1.3. Análisis estadístico ($\alpha=0.01$) (ANVA)

De acuerdo a los resultados obtenidos se realizó análisis estadístico de ANVA ($\alpha = 0.01$) para el efecto residual de los tratamientos a los 30 días de aplicados los tratamientos. Después de realizar la prueba ANVA F, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para los bloques. (Cuadro 7), lo que indica que las condiciones del campo donde se realizó la aplicación de los tratamientos fueron similares, es decir no influyó en el efecto residual de malezas. Sin embargo, para los tratamientos si se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas, deduciéndose que al menos uno de los tratamientos (testigo y aplicación de dosis de ácido acético) se diferencia de otros en aumentar la altura de las malezas.

Cuadro 7. Análisis de variancia ($\alpha=0.01$) para el efecto residual de los tratamientos testigo y dosis de ácido acético a los 30 días después de la aplicación.

| Fuente de variación | G.L. | Cuadrados medios | | F tab. |
|---------------------|------|--------------------|----|--------|
| | | Control de malezas | | |
| Bloques | 3 | 0.448 | NS | 5.09 |
| Tratamientos | 7 | 100.297 | AS | 4.01 |
| Error Experimental | 21 | 0.509 | | |
| Total | 31 | | | |
| CV (%): | | 8.54 | | |

NS: No tiene significación estadística
AS: Significación estadística al 1% de probabilidad.

El coeficiente de variabilidad fue de 8.54 %, esto según CALZADA (1986), indica que existe una homogeneidad aceptable, en el comportamiento entre las unidades experimentales de cada uno de los tratamientos.

4.1.4. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$)

En comparación con la prueba anterior, el resultado es que existe una diferencia estadísticamente significativa en el ANVA de los tratamientos (Cuadro 7), sobre el efecto residual, la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) mostró que se realizó. Sobre el efecto restante dentro de los 30 días posteriores a la aplicación de los tratamientos resaltan frente al resto de tratamientos son T₁ (40% AA), T₃ (30% AA), T₂ (35% AA) y T₄ (25% AA), con un efecto residual de 13.42 %, 12.25 %, 12.08 % y 12 % respectivamente, sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre ellos (Cuadro 8).

Cuadro 8. Prueba de significación de Duncan ($\alpha = 0.05$) del incremento de altura de malezas a los 30 días después de la aplicación de los tratamientos dosis de ácido acético y testigos.

| Tratamientos | Efecto residual (%) | Sig. |
|-------------------------|---------------------|------|
| T ₁ (40% AA) | 13.42 | a |
| T ₃ (30% AA) | 12.25 | a |
| T ₂ (35% AA) | 12.08 | a |
| T ₄ (25% AA) | 12.00 | a |
| T ₅ (20% AA) | 8.50 | b |
| T ₆ (15% AA) | 5.67 | c |
| T ₇ (CM) | 2.83 | d |
| T ₈ (SC) | 0.00 | e |

Así mismo se evidencia que todos los tratamientos con concentraciones de ácido acético (T₁, T₂, T₃, T₄, T₅ y T₆) superaron y se diferenciaron estadísticamente de los tratamientos testigo (T₇ y T₈) en cuanto al efecto residual a los 30 días después de la aplicación (Figura 5).

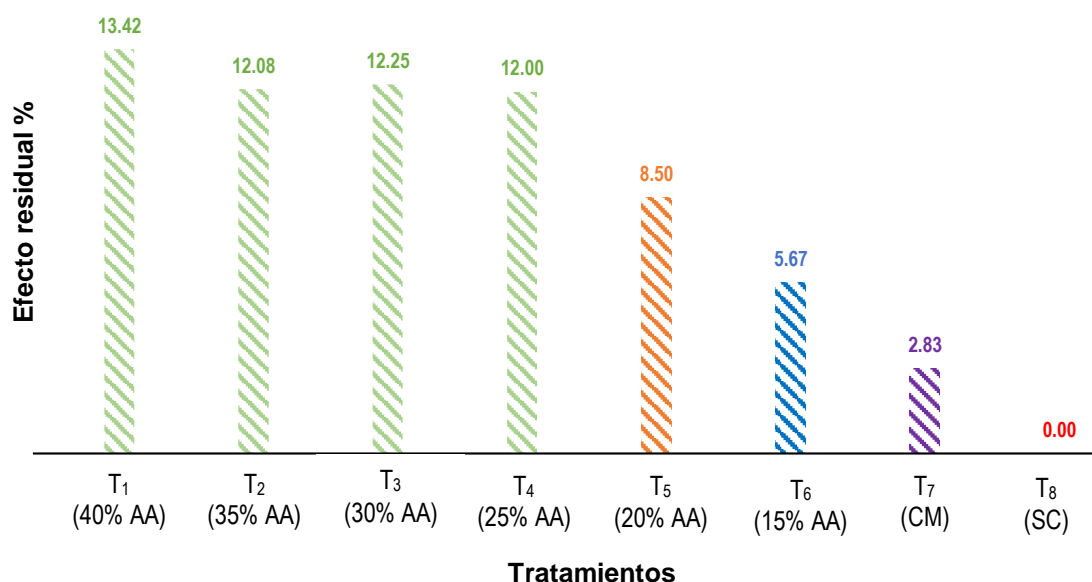


Figura 4. Efecto residual (%) de los tratamientos con dosis de ácido acético y testigos a los 30 días después de su aplicación.

Al respecto se establece a la altura como un factor importante de competencia de las malezas, cuyas características como plasticidad (capacidad de adaptarse a condiciones adversas que permite adaptarse a situaciones nuevas, elevada resiliencia (capacidad de recuperar su densidad óptima en muy poco tiempo) y alta capacidad de rebrote (FAO, 2004; BLANCO *et al.*, 2007) le permiten competir en condiciones desfavorables. Así mismo para FAO (2004), las arvenses se adaptan también a los cortes al cabo de un tiempo proliferando especies con gran capacidad de rebrote, por lo que se debe combinar con otros

controles. A lo cual RIOS *et al.* (1992), añade que las malezas cuentan con altas tasa de crecimiento inicial resaltando que las tasas de fotosíntesis y de absorción de nutrientes disminuye con la edad de hojas y raíces, debido a lo cual al realizar el corte de las malezas estimula la generación de tejido nuevo que podría haber acelerado el incremento de altura de las malezas.

Así mismo cabe indicar que el efecto residual de todos los tratamientos se pierde por completo hasta 45 días después de aplicados los tratamientos (Cuadro 9).

Cuadro 9. Efecto residual

| Clave | Días después de la aplicación | | | |
|-------------------------|-------------------------------|--------|--------|--------|
| | 30 dda | 45 dda | 60 dda | 75 dda |
| T ₁ (40% AA) | 13.4 | -4.3 | -12.3 | -15.0 |
| T ₂ (35% AA) | 12.1 | -3.8 | -8.2 | -13.5 |
| T ₃ (30% AA) | 12.3 | -4.3 | -15.8 | -18.7 |
| T ₄ (25% AA) | 12.0 | -5.8 | -10.7 | -12.7 |
| T ₅ (20% AA) | 8.5 | -7.5 | -14.2 | -17.2 |
| T ₆ (15% AA) | 5.7 | -8.2 | -11.5 | -20.5 |
| T ₇ (CM) | 2.8 | -4.5 | -9.2 | -14.3 |
| T ₈ (SC) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

Fuente: Elaboración propia

En este cuadro se ha obtenido las cuatro evaluaciones registradas (a los 30, 45, 60 y 75 días después de la aplicación) en los tratamientos dosis de ácido acético y testigos.

4.2. Del análisis económico

Se observa en el cuadro 10 y se detalla el costo de los tratamientos con ácido acético, herramientas, materiales y salarios por tratamiento, dato expresado en hectáreas. Se consideran dos días para aplicar los tratamientos, datos expresados en hectárea. Se consideró dos jornales para la aplicación de los tratamientos. De igual forma, para determinar los costos de aplicación por día, se consideraron las fechas en que los tratamientos se consideraron buenos y frecuentes según ALAM (1997). Análisis de costo por tratamiento, versus efectividad del control y los días en que se pudo evidenciar, se aprecia que el tratamiento T₁ (40% AA) fue el que obtuvo el menor costo por día de control, que fue S/. 220.40, diferenciándose de los demás tratamientos porque su efecto de control llegaría hasta los 28 días considerado como un efecto bueno según la escala de ALAM (1974), y resulta el más económico de los tratamientos aplicados.

Observándose que los tratamientos T₂, T₃, T₄, T₅ y T₆, tienen un mayor costo con valores que fluctúan desde S/. 386.10 a S/. 1291.71 y manifiestan menos días de control. Sin embargo, estos datos son mayores a los obtenidos por agroquímicos, pero cabe destacar que el ácido acético tiene beneficios para el medio ambiente al ser una sustancia natural, reduciéndose los daños que causan los herbicidas, entre ellos la resistencia y la eliminación de la biodiversidad en el cultivo. Para el testigo T₇ (Corte manual), no se aplicó ningún control solo se realizó un corte para uniformizar la altura de las malezas en el T₈ no se realizó ningún corte, por lo que las malezas continuaron con su desarrollo sin disturbios ya que compiten por el espacio, la luz, el agua y los nutrientes.

Cuadro 10. Análisis económico de los tratamientos en estudio.

| Clave | A. Insumos | | | B. Equipos | | | C. Mano de obra | | | Costo total (S./) | Efecto de control (días) | Costo de tratamiento soles/día de control |
|-------------------------|---|---------|-----------|------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------|--------------------------|---|
| | Ácido acético (L/ha) | Costo/L | Precio/ha | Equipos (unidad) | Costo de alquiler (S./) | Costo total de equipos (S./) | Mano de obra | Precio de mano de obra (S./) | Costo total de mano de obra (S./) | | | |
| T ₁ (40% AA) | 400 | 15.3 | 6120.0 | 2 | 10 | 20 | 2 | 15 | 30 | 6170.0 | 28 | 220.4 |
| T ₂ (35% AA) | 350 | 15.3 | 5355.0 | 2 | 10 | 20 | 2 | 15 | 30 | 5405.0 | 14 | 386.1 |
| T ₃ (30% AA) | 300 | 15.3 | 4590.0 | 2 | 10 | 20 | 2 | 15 | 30 | 4640.0 | 7 | 662.9 |
| T ₄ (25% AA) | 250 | 15.3 | 3825.0 | 2 | 10 | 20 | 2 | 15 | 30 | 3875.0 | 3 | 1291.7 |
| T ₅ (20% AA) | 200 | 15.3 | 3060.0 | 2 | 10 | 20 | 2 | 15 | 30 | 3110.0 | 3 | 1036.7 |
| T ₆ (15% AA) | 150 | 15.3 | 2295.0 | 2 | 10 | 20 | 2 | 15 | 30 | 2345.0 | 3 | 781.7 |
| T ₇ (CM) | No se realizó ningún control solo un corte para uniformizar la maleza | | | | | | | | | | | |
| T ₈ (SC) | | | | | | | | | | | | |

T₁: 40 % ácido acéticoT₅: 20 % ácido acéticoT₂: 35 % ácido acéticoT₆: 15 % ácido acéticoT₃: 30 % ácido acéticoT₇: Control manualT₄: 25 % ácido acéticoT₈: Sin control de malezas

V. CONCLUSIONES

- Del efecto de control, el tratamiento T₁ (40 % ácido acético) obtuvo el mayor impacto del efecto deshierbe siete días después de la aplicación que fue 93.4%, siendo diferentes estadísticamente de los demás tratamientos.
- Del efecto residual, los tratamientos T₁ (40% AA), T₃ (30% AA), T₂ (35% AA) y T₄ (25% AA), con valores de 13.42 %, 12.25 %, 12.08 % y 12 %, resaltaron frente a los demás tratamientos con concentraciones de ácido acético, pero no tuvieron diferencias estadísticas significativas entre ellos.
- Del análisis económico el T₁ (40 % ácido acético), resulto con menor costo por día de aplicación S/. 220.4 por día de aplicación, para un efecto de control bueno y regular hasta los 28 días.

VI. RECOMENDACIONES

- Se puede incluir el ácido acético dentro de un manejo integrado de malezas en una dosis de 40 % ya que tuvo un control bueno de hasta 28 días.
- Se debe realizar estudios con un mayor número de aplicaciones ya que en este estudio solo se realizó una aplicación.
- Fomentar a los futuros investigadores en realizar estudios de diferentes cultivos y otras zonas productivas en distintas épocas del año, y determinar el aporte ácido acético en la composición físico – química del suelo.
- Se recomienda a hacer uso de este producto de ácido acético para los productores de cacao para obtener productos orgánicos de calidad.
- Se recomienda producir ácido acético artesanal (de fruta), que permitan bajar los costos de producción de los productos y obtener mayor rentabilidad.

VII. RESUMEN

Este estudio se realizó en el CIPTAL-TULUMAYO en una parcela de cacao de la cual se ocupó 860 m², para determinar el efecto del ácido acético como herbicida orgánico en el control de malezas. Se realizó una aplicación de seis dosis de ácido acético (40%, 35%, 30%, 25%, 20%, 15%) y para comparar el crecimiento de las malezas se utilizó dos tratamientos testigo (Corte manual y sin control de malezas), siendo un total de ocho tratamientos en un diseño de bloques completamente al azar, con 4 repeticiones; cuyos parámetros se sometieron al análisis de variancia y prueba de Duncan ($\alpha=0.05$). Se evaluaron las variables de efecto de control de malezas (a través del método visual propuesta por ALAM, %), efecto residual (%) a partir de los 30 días después de la aplicación de los tratamientos y el análisis económico. Resultando el T₁ (40 % ácido acético) como el tratamiento que obtuvo el mayor efecto de control de malezas a los siete días después de la aplicación que fue 93.4%, diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos, así mismo es el más económico con un costo de S/. 220.4 por día de control en comparación de las otras dosis, este tratamiento tiene un control de malezas bueno y regular hasta los 28 días. Además, los tratamientos T₁ (40% AA), T₃ (30% AA), T₂ (35% AA) y T₄ (25% AA), con valores de 13.42 %, 12.25 %, 12.08 % y 12.00 %, resaltaron frente a los demás tratamientos con concentraciones de ácido acético, pero no tuvieron diferencias estadísticas significativas entre ellos.

VIII. ABSTRACT

This study was carried out at CIPTAL-TULUMAYO in a cocoa plot, of which 860 m² were used, to determine the effect of acetic acid as an organic herbicide in weed control. An application of six doses of acetic acid (40%, 35%, 30%, 25%, 20%, 15%) was carried out and to compare the growth of the weeds, two control treatments were used (manual cutting and without weed control), being a total of eight treatments in a completely randomized block design, with 4 repetitions; whose parameters were subjected to variance analysis and Duncan's test ($\alpha= 0.05$). The weed control effect variables (through the visual method proposed by ALAM, %), residual effect (%) from 30 days after the application of the treatments and the economic analysis were evaluated. Resulting in T₁ (40% acetic acid) as the treatment that obtained the greatest weed control effect seven days after application, which was 93.4%, differing statistically from the other treatments, likewise it is the most economical with a cost of S/. 220.4 per day of control compared to the other doses, this treatment has good and regular weed control up to 28 days. In addition, treatments T₁ (40% AA), T₃ (30% AA), T₂ (35% AA) and T₄ (25% AA), with values of 13.42z%, 12.25c%, 12.08% and 12.00%, highlighted compared to the other treatments with concentrations of acetic acid, but they did not have statistically significant differences between them.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. ALAM (Asociación Latinoamericana de Malezas). 1974. Resumen del panel de métodos de evaluación de control de malezas en Latinoamérica. *Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas*. 38 p.
2. ALAN, E. U., BARRANTES, A., & SOTO, R. (1995). Elementos para el manejo de malezas en agroecosistemas tropicales. El Salvador: Tecnológico de Costa Rica.
3. ALVARADO A., A.; CARRERA M., M.; CARBAJAL Y., G. (2016). Estudio del impacto en el control natural de malezas a partir del vinagre. *Caribeña de Ciencias Sociales*. Obtenido de <https://www.eumed.net/rev/caribe/2016/12/vinagre.html>
4. ANZALONE, A. (2007). Modos y mecanismos de acción en plantas. Venezuela: Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado.
5. ARCE REYES, G. (2001). Evaluación técnica del vinagre para el manejo de malezas. Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras: Zamorado. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria.
6. BLANCO, Y.; LEYVA, A. (2007). Las arvenses en el agroecosistema y sus beneficios agroecológicos como hospederas de enemigos naturales. *Cultivos tropicales*, 28(2): 21-28.
7. CALZADA B., J. (1982). *Métodos estadísticos* (Tercera ed.). Lima.
8. CERNA, B. (1994). *Manejo mejorado de malezas* (Primera ed.). Trujillo - Perú: CONCYTEC.

9. DE PRADO, R.; CRUZ H., H. (2006). Mecanismos de resistencia de las plantas a los herbicidas. *INIA*, 14.
10. EVANS, G.; BELLINDER, R.; HAHN, R. (2011). Integration of vinegar for In-Row control in transplanted bell pepper and brocoli. *Weed Technology* (25), 459-465.
11. FAO. (2004). *Recomendaciones para el manejo de malezas*. Roma, Italia: Estudio FAO Producción y Protección Vegetal.
12. GARCIA, T.; FERNANDEZ, Q. (1991). *Fundamento de la mala hierba y herbicidas* (Primera ed.). España: Mundi Prensa.
13. GOMBES, B. (1993). *Control químico de malezas*. México: Editorial Trillas.
14. GRANDA C., M. A. (2017). TEMA Estudio de dos herbicidas ecológicos con tres diferentes dosis, en el control de las malezas, para el cultivo de pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haworth). *Tesis para obtener el título de Ingeniero Agronomo*. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Agrarias.
15. INSST. (2018). Documentación toxicológica para la actualización del límite de eposición profesional del ácido acético. España: Ministerio de trabajo, migraciones y seguridad social.
16. JOHSON WC., I.; MULLINIX B., J. (2008). Potential weed management systems for organic peanut production. *Peanut Science*(35), 67-72.
17. LABRADA, R.; CASELEY, J.; PARKER, C. (1996). *Manejo de malezas para países en desarrollo*. Roma, Italia: Estudio FAO Producción y protección vegetal.

18. MARTINEZ T., S.; CARRERO R., T. B.; MARTINEZ R., H. (2015). Efecto del ácido acético como herbicida en el manejo de seis especies arvenses, CNRA Campus. *Tesis para optar el título de Ingeniero en Agroecología tropical*. León, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua - León.
19. MASALLES, R. (2004). Respuestas de la vegetación arvense a los tratamientos agrícolas. *Revista Lazaroa*, 25, 35-41.
20. MONTERO, S.; CARDOSO, J.; DINIZ, C.; CAÑARTE, E. (2016). Vinagre como desecante de plantas de cobertura y su efecto en la actividad microbiana del suelo en sistema de siembra directa. *Revista La técnica* (16), 16-15.
21. ORMEÑO, J. (2006). *Reproducción de las malezas y su respuestas a fumigantes de suelo alternativos al bromuro de metilo*. Santiago de Chile: INIA - La Platina.
22. PUJISISWANTO, H.; YUDONO, P.; SULISTYANINGSIH, E.; SUNARMINTO, B. (2009). Effect of Acetic Acid as Pre-Emergence Herbicide on Maize Germination. *Journal of Agricultural and Biological Science*, 1(15).
23. RIOS, A.; GIMENEZ, A. (1992). Ecofisiología de las Malezas. *INIA*, 157 - 166.
24. RODRIGUEZ LAGRECA, J. (2007). *Malezas y agroecosistemas*. Uruguay: Universidad de la República Oriental del Uruguay.
25. ROIG, G.; MONTULL, J. M.; LLENES, J. M.; TABERNER, A. (2017). Herbicidas alternativos en viña ecológica. *XVI Congreso de la Sociedad Española de Malherbología*, 381 - 384.

26. SCURSONI, J. (2009). *Concepto: identificación y manejo en sistemas cultivados*. Buenos Aires - Argentina.
27. SINGH, H., DAIZY, R.; KOHLI, R. (2003). Allelopathic interactions and allelochemicals; new possibilities for sustainable weed management. *Critical reviews in Plant* (22), 239-311.
28. TERCERO, H. (2015). Evaluación de los métodos manual y químico para el control de maleza en el crecimiento inicial de Melina (*Gmelina arborea* Roxb) en la hacienda Pizará, cantón Pedro Vicente Maldonado, provincia de Pichincha. *Tesis de Ingeniería Forestal*. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
29. TRILLO MENDOZA, N. (2011). Efecto del mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el control de malezas y la composición del suelo en el fundo Bioselva - Satipo. *Tesis para optar el título de ingeniera en ciencias agrarias*, 54 p. Satipo, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Ciencias Agrarias.
30. VILLARIAS, J. (1992). *Atlas de malas yerbas*. Madrid - España: Editorial Mundiprensa.
31. WEBBER C., L.; SHREFLER J., W. (2006). Pelargonic acid weed control parameters. *Hort Science*(41), 220.
32. WEBBER, C. L.; SHREFLER, J. W. (2009). Vinegar (20% acetic acid) broadcast application for broadleaf weed control in springtransplanted onions. *Brandenberger*.
33. YOUNG S., L. (2004). Natural product herbicides for control of annual vegetation along roadsides. *Weed Technology*(18), 580-587.]

X. ANEXOS

Cuadro 11. Porcentaje de control de malezas a los siete días de la aplicación de los tratamientos por bloques.

| Tratamiento | I | II | III | IV | Prom. Control (%) |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------------------|
| T ₁ (40% AA) | 95.40 | 93.20 | 92.30 | 92.70 | 93.40 |
| T ₂ (35% AA) | 80.60 | 76.80 | 77.60 | 79.80 | 78.70 |
| T ₃ (30% AA) | 57.20 | 56.60 | 57.30 | 60.10 | 57.80 |
| T ₄ (25% AA) | 42.10 | 42.60 | 44.20 | 39.50 | 42.10 |
| T ₅ (20% AA) | 28.90 | 30.20 | 27.80 | 28.70 | 28.90 |
| T ₆ (15% AA) | 16.40 | 19.50 | 16.60 | 17.10 | 17.40 |
| T ₇ (CM) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| T ₈ (SC) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Cuadro 8. Altura de las malezas (cm) de las malezas por bloque registrados a los 30 y 45 días después de la aplicación (dda).

| Clave | 30 dda | | | | 45 dda | | | |
|-------------------------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|
| | I | II | III | IV | I | II | III | IV |
| T ₁ (40% AA) | 26.3 | 25.8 | 26.1 | 25.7 | 32.8 | 28.3 | 31.4 | 32.7 |
| T ₂ (35% AA) | 26.1 | 26.3 | 26.4 | 26.7 | 33.8 | 28.2 | 32.3 | 30.3 |
| T ₃ (30% AA) | 26.4 | 26.5 | 26.3 | 26.1 | 30.3 | 31.6 | 32.7 | 30.6 |
| T ₄ (25% AA) | 26.6 | 26.3 | 26.2 | 26.5 | 35.1 | 32.8 | 29.9 | 29.2 |
| T ₅ (20% AA) | 27.5 | 27.2 | 27.3 | 27.8 | 35.8 | 30.2 | 31.6 | 31.4 |
| T ₆ (15% AA) | 28.4 | 28.1 | 28.3 | 28.4 | 35.6 | 30.6 | 30.7 | 32.9 |
| T ₇ (CM) | 29.3 | 29.4 | 28.8 | 29.1 | 33.4 | 29.7 | 32.2 | 30.1 |
| T ₈ (SC) | 36.8 | 34.9 | 35.1 | 36.2 | 36.5 | 35.8 | 34.2 | 35.9 |



Figura 5. Parcela de ejecución del estudio de investigación.



Figura 6. Materiales e insumos para la aplicación de los tratamientos.



Figura 7. Aplicación de los tratamientos.



Figura 8. Daño del ácido acético en malezas de hojas anchas (A) y en maleza de hoja angosta (B).