

**EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE ACEITES ESENCIALES DE  
*Piper lanceaefolium kunth*. EN EL CONTROL DE MALEZAS EN UN  
CULTIVO DE CAFÉ ESPECIAL EN PASCA (CUNDINAMARCA)**

**KATTERINE PÁEZ DÍAZ**



**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE  
TECNOLOGÍA EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
FUSAGASUGÁ  
2018**

**EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE ACEITES ESENCIALES DE  
*Piper lanceaefolium kunth*. EN EL CONTROL DE MALEZAS EN UN  
CULTIVO DE CAFÉ ESPECIAL EN PASCA (CUNDINAMARCA)**

**KATTERINE PÁEZ DÍAZ**

**Trabajo de grado presentado como  
Requisito parcial para optar al título de  
Tecnólogo en producción agrícola**

**Directora:**

**J. CRISTINA MENDOZA FORERO.  
Biól. MSc. FISIOLÓGÍA DE CULTIVOS**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE  
TECNOLOGÍA EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
FUSAGASUGÁ  
2018**

## DEDICATORIA

Al Padre que con su infinita misericordia guía mi caminar, a mi Madre Divina por el auxilio brindado.

A las plantas y a todos los seres de Luz que me han iluminado y guiado en este proceso de mi vida.

A mi Mamá, hermanos y sobrino, por el apoyo durante estos años, por su Amor y ayuda en cada paso que doy.

A los amigos que el padre ha puesto en mi caminar, por cada palabra de aliento y ayuda brindada.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, su grupo de investigación GICAFAT y el semillero BIOTRÖPICO por su labor en este proceso de formación, permitiéndome desarrollar este proyecto y de esta manera crecer como profesional.

A la docente Cristina Mendoza Forero por la confianza otorgada para la realización de este proyecto, por su apoyo incondicional y asesoría.

Al Laboratorio de Productos Naturales Vegetales de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá, por facilitar las instalaciones y equipos de laboratorio para la extracción de aceites esenciales.

A Don Pedro Rico Téllez, propietario de la Finca El Pedregal, por el apoyo brindado y por facilitarme los medios durante la fase del trabajo de campo.

A mi compañero Javier Mayorga por la ayuda durante la investigación del proyecto.

## CONTENIDO

RESUMEN	12
1. INTRODUCCIÓN	16
2. OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GENERAL	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3. MARCO TEÓRICO	19
3.1 Cafés Especiales	19
3.2 Arvenses en café.	20
3.3 Métodos de control	21
3.4 Actividad herbicida de AE	22
3.5 AE Como herbicidas.	22
3.6 Actividad biológica del género Piper.	23
4. MATERIALES Y METODOLOGÍA	25
4.1 Materiales y equipos	25
4.2 Localización	25
4.3 Caracterización de la flora arvense del cultivo de café <i>coffea</i>	25
4.4 Evaluación de la actividad herbicida del aceite esencial de <i>Piper lanceaefolium kunth</i> en bancos de malezas.	27
4.4.1. Obtención de AE.	27
4.4.2. Banco de semillas	29
4.3 Evaluación de la actividad herbicida preemergente del AE de <i>P. lanceaefolium</i>	30
4.4 Evaluación de la actividad herbicida Postemergente de <i>Piper lanceaefolium</i> Kunth	31

4.5	Evaluación del efecto fitotóxico del aceite esencial de <i>Piper lanceaefolium kunth</i> sobre plántulas de Café.	32
5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
5.1	Cobertura de la flora arvense	34
5.2	Caracterización de la flora arvense	40
5.2.1	MONOCOTILEDÓNEAS	40
5.2.2	FAMILIA COMMELINACEAE	40
5.2.3	FAMILIA CYPERACEAE	41
5.2.4	FAMILIA HYPOXIDACEAE	43
5.2.5	FAMILIA IRIDACEAE	44
5.2.6	FAMILIA POACEAE	45
5.2.7	DICOTILEDONEAS	48
5.2.8	FAMILIA ASTERACEAE	48
5.2.9	FAMILIA BRASSICACEAE	55
5.2.10	FAMILIA CARYOPHYLLACEAE	58
5.2.11	FAMILIA CONVULVULACEA	59
5.2.12	FAMILIA EUPHORBIACEAE	61
5.2.13	FAMILIA FABACEAE	62
5.2.14	FAMILIA GERANIACEAE	64
5.2.15	FAMILIA OXALIDACEAE	65
5.2.16	FAMILIA PLANTAGINACEAE	67
5.2.17	FAMILIA POLYGONACEAE	69
5.3	Evaluación de la actividad herbicida preemergente del aceite esencial de <i>Piper lanceaefolium kunth</i> en bancos de malezas	71
5.4	Evaluación de la actividad herbicida postemergente del aceite esencial de <i>Piper lanceaefolium kunth</i> en bancos de malezas	75
5.5	Evaluación del efecto fitotóxico del aceite esencial de <i>Piper lanceaefolium kunth</i> sobre plántulas de Café	78
6	CONCLUSIONES	81
7	RECOMENDACIONES	82
8	BIBLIOGRAFÍA	83
9	ANEXOS	87

## LISTADO DE TABLAS

**Tabla 1.** Tratamientos para la evaluación de la actividad preemergente del A

**Tabla 2.** Tratamientos para la evaluación de la actividad postemergencia del AE

**Tabla 3.** Escala propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Malezas (EWRS)

**Tabla 4.** Lista de Arvenses identificadas en la finca el Pedregal Pasca (Cundinamarca) porcentaje de cobertura y frecuencia por especie.

**Tabla 5.** Lista de arvenses familias presentes finca el Pedregal Pasca (Cundinamarca) porcentaje de cobertura y frecuencia.

**Tabla 6.** Porcentaje de germinación Dicotiledóneas

**Tabla 7.** Porcentaje de germinación Poaceae

**Tabla 8.** Porcentaje de germinación Cyperaceae

## LISTADO DE FIGURAS

**Figura 1.** Planta *Piper lanceaefolium kunth*

**Figura 2.** Lanzamiento cuadrado, Bloque 1.

**Figura 3.** Colecta material vegetal *Piper lanceaefolium kunth*

**Figura 4.** Destilador por arrastre de vapor

**Figura 5.** AE, en sus diferentes concentraciones

**Figura 6.** Preparación suelo

**Figura 7.** Aplicación del AE Preemergencia

**Figura 8.** Aplicación del AE Postemergencia

**Figura 9.** Plantas de café, con AE *Piper lanceaefolium kunth*.

**Figura 10.** Efecto preemergente de la aplicación del AE de *Piper lanceaefolium kunth* sobre la dinámica de la germinación de Dicotiledóneas en un banco de malezas. N = 4.  $\alpha = 0.05$

**Figura 11.** Efecto preemergente de la aplicación del AE de *Piper lanceaefolium kunth* sobre la dinámica de la germinación de Poaceae en un banco de malezas. N = 4.  $\alpha = 0.05$

**Figura 12.** Efecto preemergente de la aplicación del AE de *Piper lanceaefolium kunth* sobre la dinámica de la germinación de Cyperaceae en un banco de malezas. N = 4.  $\alpha = 0.05$

**Figura 13.** AE en postemergencia 0 ppm (mg\*L-1)

**Figura 14.** AE en postemergencia 100 ppm (mg\*L-1)

**Figura 15.** AE en postemergencia 300 ppm (mg\*L-1)

**Figura 16.** AE en postemergencia 0 ppm (mg\*L-1)

**Figura 17.** AE en testigo absoluto

**Figura 18.** Herbicida Paraquat en postemergencia



**Figura 19.** Plantas de café con AE concentración 0 ppm (mg\*L-1)

**Figura 20.** Plantas de café con AE concentración 100 ppm (mg\*L-1)

**Figura 21.** Plantas de café con AE concentración 300 ppm (mg\*L-1)

**Figura 22.** Plantas de café con AE concentración 500 ppm (mg\*L-1)

**Figura 23.** Plantas de café con herbicida Paraquat.

## LISTADO DE ANEXOS

- Anexo 1.** Test de Shapiro Wilk para porcentaje de germinación en dicotiledóneas
- Anexo 2.** Test de Shapiro Wilk para porcentaje de germinación en Poaceae
- Anexo 3.** Test de Shapiro Wilk para porcentaje de germinación en Cyperaceae
- Anexo 4.** Análisis de Varianza y Prueba de comparación de promedios Tukey para porcentaje de germinación en Dicotiledóneas
- Anexo 5.** Análisis de Varianza y Prueba de comparación de promedios Tukey para porcentaje de germinación en Poaceae
- Anexo 6.** Análisis de Varianza y Prueba de comparación de promedios Tukey para porcentaje de germinación en Cyperaceae
- Anexo 7 .**Seguimiento de la evaluación en campo

## ABREVIATURAS

**AE:** Aceite esencial

**mg\*L<sup>-1</sup>:** Miligramos contenidos en un litro

**PPM:** Partes por millón

**ANOVA:** Análisis de Varianza

## RESUMEN

En el municipio de Pasca (Cundinamarca) se proyecta la exportación de café especial de altura. Los cafeteros atienden prioritariamente el manejo de plagas y enfermedades, realizando manejos inapropiados de las arvenses con altos costos por su control manual o químico. Por tal motivo, en el presente trabajo se realizó un reconocimiento y evaluación de cobertura de la flora arvense de en un cultivo de café especial certificado Rainforest y 4C Association (1900 msnm, San Pablo – Pasca). Las especies de mayor cobertura encontradas son Magnoliopsida: *Plantago major* L. (Plantaginaceae): competidora, de media interferencia, controlada con guadaña; *Trifolium repens* L. (Fabaceae) y Liliopsida: *Commelina diffusa* Burm.f. (Commelinaceae): no competidoras, de interferencia muy baja, útiles como cobertura. En cuanto a Liliopsida: *Digitaria sanguinalis* (L.): (Poaceae), *Kyllinga brevifolia* Rottb. (Cyperaceae), competidora, de alta interferencia, controlada con guadaña de manera permanente. Esta composición difiere de la comúnmente reportada para la zona cafetera de Colombia. Por otra parte, se evaluó el efecto preemergente y postemergente de la aplicación del aceite esencial de la planta silvestre de la región del Sumapaz *Piper lanceaefolium* Kunth. (Piperaceae). En preemergencia, sobre bancos de malezas del suelo se aplicaron las concentraciones del AE: 0, 100, 300 y 500 mg\*L<sup>-1</sup>, emulsionadas con Tween 20<sup>®</sup>, los resultados se contrastaron con herbicidas de síntesis química utilizados comúnmente por los productores de la región (Oxyfluorfen y Paraquat), aunque por la certificación no son utilizados en el cafetal evaluado. Durante dos meses y cada tercer día, se evaluó el efecto herbicida sobre el porcentaje de germinación en diferentes grupos de malezas: Magnoliopsida (Dicotiledóneas), Liliopsida (Poaceae, Cyperaceae y otras: Hypoxidaceae y Commelinaceae). El suelo presenta un alto porcentaje de germinación de Magnoliopsida, seguido de Cyperaceae. Con ningún tratamiento (incluido herbicida de síntesis química) la germinación de Magnoliopsida se afectó. Se destaca la aplicación de AE 500 mg\*L<sup>-1</sup> por su menor porcentaje de germinación y efecto bioherbicida sobre Poaceae y Cyperaceae. Las aplicaciones postemergentes no generaron efecto sobre las arvenses ni efecto fitotóxico sobre las plántulas de café tras 12 días de evaluación. Con estos resultados se concluye que en este cafetal influye el manejo de arvenses sin uso de herbicidas sobre el efecto bioherbicida de los AE. La

mayor cobertura de Magnoliopsida corresponde a flora de baja inferencia, la cual es útil como cobertura viva, que al igual que las plantas de café no se ven afectadas por los AE. Estos resultados permiten sugerir que el uso de AE de *P. lanceaefolium* como bioherbicida preemergente pueden incorporarse al cafetal ya que solo afectarían Poaceae y Cyperaceae, las cuales están generando interferencia y competencia y requieren un control permanente e intensivo con guadaña. Se plantea la necesidad de evaluar el efecto herbicida puntual de *P. lanceaefolium* sobre las semillas de cada una de las especies Liliopsida encontradas, con el fin de incorporar este AE como bioherbicida en el manejo de cafetales de altura certificados.

**Palabras clave:** *Piper lanceaefolium* Kunth, efecto bioherbicida, composición florística

## ABSTRACT

In Pasca (Cundinamarca) the export of special high altitude coffees is being planned. The coffee growers give priority to management of pests and diseases, performing inappropriate handling of weeds with high costs for their manual or chemical control. For this reason, in present work a recognition and evaluation of the coverage of the weed community of a special coffee crop certified as Rainforest and 4C Association (1900 masl, San Pablo - Pasca) was carried out. The species with the greatest coverage are Magnoliopsida: *Plantago major* L. (Plantaginaceae): competitor, of medium interference, controlled with scythe; *Trifolium repens* L. (Fabaceae) and Liliopsida: *Commelina diffusa* Burm.f. (Commelinaceae): non competing, very low interference, useful as a cover. Regarding Liliopsida: *Digitaria sanguinalis* (L.) (Poaceae), *Kyllinga brevifolia* Rottb. (Cyperaceae), competitor, high interference, controlled with a scythe permanently. This composition differs from that commonly reported for the Coffe zone of Colombia. On the other hand, the pre-emergent and postemergent effect of the application of essential oil (EO) of the wild plant of the Sumapaz region *Piper lanceaefolium* Kunth (Piperaceae) was evaluated. In preemergence, on soil weed banks were applied the concentrations of OE: 0, 100, 300 and 500 mg\*L<sup>-1</sup>, emulsified with Tween 20®, the results were contrasted with chemical synthesis herbicides commonly used by the producers of the region (Oxyfluorfen and Paraquat), although by certification they are not used in the coffe plantation evaluated. During two months and every third day, the herbicidal effect on the percentage of germination in different groups of weeds was evaluated: Magnoliopsida (Dyco), Liliopsida (Poaceae, Cyperaceae and others: Hypoxidaceae and Commelinaceae). The soil presents a high percentage of germination of Magnoliopsida, followed by Cyperaceae. With no treatment (including chemical synthesis herbicide) the germination of Magnoliopsida was affected. The application of AE 500 mg\*L<sup>-1</sup> is highlighted by its lower percentage of germination and bioherbicidal effect on Poaceae and Cyperaceae. The postemergent applications did not generate an effect on the weeds or a phytotoxic effect on the Coffe seedlings after twelve days of evaluation. With these results we conclude

that in this cafetal influences the management of weeds without using herbicides on the bioherbicide effect of OE. The largest coverage of Magnoliopsida corresponds to low-inference flora, which is useful as a live cover, which, like the coffee plants, is not affected by the OE. These results suggest that the use of OE of *P. lanceaefolium* as a preemergent bioherbicide can be incorporated into the coffee plantation since they would only affect Poaceae and Cyperaceae, which are generating interference and competition and require a permanent and intensive control with a scythe. The need to evaluate the punctual herbicidal effect of *P. lanceaefolium* on the seeds of each of the Liliopsida species found is considered, in order to incorporate this OE as a bioherbicide in the management of certified high altitude coffee plantations.

**Key words:** bioherbicidal effect, Weed floristic composition

## 1. INTRODUCCIÓN

El café a nivel de Colombia hace parte de los productos primordiales dentro de las exportaciones colombianas, característico por la combinación de diversos factores a los que corresponde la altitud de la tierra del café en Colombia, sus suelos, el origen botánico de la especie y variedades de café producidas; el clima, la luminosidad, temperaturas favorables, la recolección selectiva y de transformación del fruto mediante su beneficio, lavado y secado. Estos factores, de manera conjunta, conducen a la producción de un café sobresaliente, suave, de taza limpia con acidez relativamente alta, cuerpo balanceado, aroma pronunciado y un perfil sensorial de excelente calidad (FNC, 2010).

Colombia ha registrado una producción cafetera que oscila entre los 10 y los 12 millones de sacos de café verde por año. El precio interno de referencia total por carga de 125 kg de pergamino base \$807.000 COP y para el precio de pasilla contenida en el pergamino de \$4.500 COP. (FNC, 2018) De otro lado, se registra una reducción del área sembrada equivalente a unas 300.000 hectáreas. Respecto a estas cifras los caficultores han realizado esfuerzos para mantener la producción global con una menor área y adoptar nuevas prácticas en el cultivo. Siendo fundamental para la productividad algunas prácticas que permitan al caficultor la reducción de los costos de producción y ser más competitivo por el aumento de producción; como es el manejo integrado de arvenses y sistemas de producción de café orgánico en donde se pueden obtener menores precios en el mercado internacional (Duque, 2002).

El municipio de Pasca (Cundinamarca) es una zona de explotación agrícola con proyección de exportación de gran variedad de productos, en los que se encuentran los cafés especiales. Por lo general, los productores (cafeteros) atienden prioritariamente el manejo de plagas y enfermedades, realizando un manejo inapropiado e inoportuno de las arvenses (malezas), sin considerar que, aunque su daño no es evidente en las plantas las pérdidas en rendimiento podrían alcanzar un 50%. El manejo de arvenses suele involucrar el control manual (guadaña) que implica altos costos de mano de obra o la aplicación de herbicidas de síntesis química los cuales se usan indiscriminadamente y tienen un alto costo.



La finca El pedregal (Pasca – Cundinamarca) produce café especial con sellos Rainforest y 4C Association, siendo esta una finca certificada no permite el uso de herbicidas de síntesis química; controlando de esta manera la flora arvense presente con plateo y guadaña, en época de lluvia cada 20 días, en época seca cada mes y medio, generando a si los altos costos de producción por el valor de la mano de obra y equipos necesarios para su control. Se plantea el reconocimiento de la flora arvense para determinar cuáles especies son malezas potencialmente perjudiciales y la aplicación de los AE en bancos de malezas en preemergencia y postemergencia, que permitan optimizar el manejo de malezas, ya que los productos naturales como extractos y compuestos de origen vegetal con sus propiedades alelopáticas presentan alternativas para el control de malezas, siendo estos una fuente de obtención de nuevos herbicidas ,no solo por su diversidad sino también por el potencial específico de su acción biológica y por la reducida probabilidad de producir acumulaciones de residuos perjudiciales en aguas y suelos. González (2011).

Por esto se plantea el reconocimiento de la flora arvense y evaluar el efecto de aplicación de aceites esenciales de plantas silvestres con potencial herbicida en bancos de malezas en un cultivo de café especial en la vereda San Pablo del municipio de Pasca (Cundinamarca), finca el Pedregal; utilizando el aceite esencial de *Piper lanceaefolium kunth* realizando aplicaciones en bancos de malezas para preemergencia y postemergencia y se contrastará con respecto a herbicidas de síntesis química comúnmente empleados. Los resultados esperados de esta investigación plantean un acercamiento al conocimiento y manejo integrado de arvenses (MIA) y una alternativa al uso de herbicidas, sobre todo en productores que están en proceso de certificación en Buenas Prácticas Agrícolas BPA y producción limpia en sus fincas.

Este trabajo hace parte del proyecto de Investigación de Escuela PIE “Bioprospección de artrópodos y plantas con potencial como controladores biológicos en sistemas productivos en Pasca (Cundinamarca)” desarrollado por el grupo de Investigación GICAFAT de la Escuela de Ciencias Agrícola, Pecuarias y del Medio Ambiente - ECPAMA de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto de la aplicación de aceites esenciales de *Piper lanceaefolium kunth* como método para el control de malezas en un cultivo de café especial en la vereda San Pablo (Pasca - Cundinamarca).

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar la flora arvense presente en un cultivo de Café especial, vereda San Pablo (Pasca- Cundinamarca).
- Evaluar la actividad preemergente del aceite esencial de *Piper lanceaefolium kunth*. en bancos de malezas de un cultivo de Café especial, vereda San Pablo (Pasca- Cundinamarca).
- Evaluar la actividad postemergente del aceite esencial de *Piper lanceaefolium kunth*. en bancos de malezas de un cultivo de Café especial, vereda San Pablo (Pasca- Cundinamarca).
- Evaluar el efecto fitotóxico del aceite esencial de *Piper lanceaefolium kunth* sobre un cultivo de Café especial, vereda San Pablo (Pasca- Cundinamarca).

### **3. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Cafés Especiales**

A los cafés especiales se les atribuyen ciertas características que los diferencian de otros cafés, siendo estos cafés con producciones de mejor rendimiento en cuanto al grano que producen y el crecimiento de la planta. El café de altura se caracteriza por su sabor y concentración, gracias a los factores como luz y oxígeno; determinados así por la altitud en la que se encuentran los cafetos, no solo crecen a mayor altitud sino que sus granos son de mejor calidad; todo estos factores atribuidos a la altura en la que se encuentran. (FNC, 2009).

Debido a su alta calidad los cafés especiales se han destacado en los mercados Colombianos, debido a esto la Federación Nacional de Cafeteros lidera el segmento denominado “cafés especiales” como objetivo principal es la identificación y la selección de cafés provenientes de regiones específicas con características particulares. (FNC, 2005).

De esta manera se dividen en tres grupos:

1. Cafés de origen: En los que encontramos los cafés regionales, provenientes de una región específica; cafés exóticos, cafés cultivados en zonas determinadas bajo condiciones excepcionales; café de finca, producidos en una sola finca.
2. Cafés de preparación: En este grupo encontramos cafés selectos, procedentes de una mezcla balanceada; cafés supremos, se ofrecen de acuerdo a una clasificación granulométrica o tamaño del grano; cafés caracol, cafés cultivados en zonas altas.
3. Cafés sostenibles: En esta categoría encontramos cafés orgánicos, cultivados sin la utilización de productos agroquímicos; café amigable con las aves o de sombra, se cultiva a la sombra de una cubierta arbórea; café de precio justo o social, producidos por pequeños productores asociados a cooperativas. (FNC, 2005).

Esto orientado para el conocimiento de la biodiversidad, los sistemas de producción sostenible que busca como preservar y mejorar la calidad del café, con el apoyo de la FAO, se participa para poner en práctica las BPA, (Buenas Practicas Agrícola) con el fin de tener un control en el proceso productivo en todas las etapas y prevenir el deterioro en la calidad física , la organoléptica o las condiciones de inocuidad del producto según los requerimientos establecidos en el mercado ( Puerta, 2000)

### **3.2 Arvenses en café.**

La interferencia de las Arvenses presentes en el cultivo de café *coffea* afecta negativamente en el sistema productivo, por ello la importancia del reconocimiento de las mismas. Gómez y Rivera describen 170 especies de arvenses que se encuentran en los cafetales; el reconocimiento de las arvenses debe ser un paso importante para iniciar un manejo integrado de las mismas, para la mejora de la productividad.

Estudios realizados por cenicafé han evaluado arvenses de interferencia baja, denominadas nobles, estas a su vez no afectan de manera significativa el proceso del cultivo. En cuanto a las malezas (arvenses) de alta interferencia se disponen unos criterios. (Salazar Y Hincapié, 2005). Siendo así las Gramineae, Cyperaceae y Compositae las familias con mayor interferencia en los cafetales de Colombia. Para la disminución y la interferencia de las malezas se ha de generar condiciones óptimas para el cultivo en todas sus etapas, y el uso adecuado de los herbicidas.

La interferencia de las malezas implica una competitividad por nutrientes, luz y agua la cual inciden en el crecimiento adecuado del cultivo, generando así las pérdidas de producción. El cultivo de café sensible a la incidencia de las malezas se ha convertido en un problema, lo que ha llevado al agricultor a tomar malas decisiones con respecto al mal uso de los herbicidas afectando así el suelo. Para la disminución y la interferencia de las malezas se ha de generar condiciones óptimas para el cultivo en todas sus etapas, y el uso adecuado de los herbicidas que no contaminen el ambiente.

El reconocimiento de las arvenses es el primer paso para el sostenimiento y mejora de la productividad y viabilidad en los cafetales, de esta manera se inicia un manejo integrado de arvenses, con el objetivo de evitar la interferencia de aquellas agresivas con el cultivo y prevenir la erosión de los suelos. Se establece gran diversidad de coberturas vegetales densas que pueden ser utilizadas para proteger los suelos y remplazar así la población de arvenses de difícil manejo por plantas de cobertura más manejables, necesitando de esta manera un balance

entre los recursos que necesita la cobertura vegetal para su establecimiento y desarrollo.

El cultivo de café *coffea* es extremadamente sensible a la interferencia de las arvenses, el cual se establecen en pérdidas hasta el 65%; de esta manera el manejo de arvenses en los cafetales es el rubro más importante en los costos de producción seguido de los atributos a la cosecha. Según Gomez et al. El control convencional de arvenses en los cafetales constituye una inversión del 17 al 22% en cuanto a los costos de producción.

### **3.3 Métodos de control**

#### **Control Químico:**

En este método se utilizan los herbicidas químicos, estos a su vez se clasifican según la época de aplicación en; herbicidas de preemergencia, herbicidas de postemergencia, herbicidas de contacto y herbicidas sistémicos, el producto se utiliza para el control de las arvenses indeseables en el cultivo, afectando así los procesos biológicos de aquellas arvenses; sin afectar el desarrollo de los cultivos cuando hay una correcta aplicación.

Un herbicida es un producto capaz de alterar la fisiología de las plantas durante un período suficientemente largo para impedir su desarrollo normal o causar su muerte (Gómez et al., 1985). Ésta es una herramienta utilizada para el manejo de arvenses; sin embargo, no es la única ni en todos los casos la más efectiva.

#### **Control Manual:**

Se realiza en etapa de almácigo con el arranque manual de las arvenses, donde se deben realizar controles frecuentes para evitar el crecimiento de las mismas. Este método es utilizado en el control de arvenses cuando es un sistema de producción de café orgánico y sus fincas son pequeñas. Gómez et al. (1985)

#### **Control Mecánico:**

Se practica cuando se encuentran arvenses de alta interferencia difíciles de controlar, en esta práctica se utilizan las herramientas como el machete, el azadón y la guadaña, estas evitan la erosión cuando se realiza un control adecuado; el azadón se emplea únicamente para remover cepas. En este método se debe

utilizar cortando las arvenses a una altura de 3 a 5 cm del suelo. Gómez et al. (1985)

### **Control Cultural:**

Este control se realiza por medio de coberturas lo cual permite proteger el suelo de la erosión y de esta manera retarda la aparición de las arvenses; la rotación de cultivos, preparación del terreno, el acolchado y un buen manejo del agua hacen parte del manejo cultural. Gómez et al. (1985)

### **3.4 Actividad herbicida de AE**

Los AE, son las fracciones líquidas volátiles de las plantas, los cuales presentan una compleja mezcla de compuestos químicos con complejidad estructural (compuestos alifáticos, monoterpenos, sesquiterpenos y fenilpropanos), en los cuales se ha demostrado su potencial en la actividad biológica como herbicida (Verdeguer, 2011; Hazrati *et al.*, 2017). Los aceites esenciales obtenidos por medio de la técnica de arrastre por vapor, son caracterizados por sus diferentes sustancias químicas y compuestos volátiles, una variedad de compuestos aromáticos, óxidos, ésteres, éteres, alcoholes, aldehídos y cetonas, que son los que aluden a que la planta de su aroma y olor (Verdeguer, 2011). Siendo el fundamento principal de la obtención de aceites esenciales, las partes no leñosas de la planta, en especial las hojas (Batish *et al.*, 2008). Mezclas complejas, que se encuentran alrededor de 50 compuestos donde los monoterpenos son las moléculas más abundantes; que llega a representar el 90% del aceite (Thripathi *et al.*, 2009).

Debido a todos los efectos perjudiciales que se han ido constatando en los herbicidas relacionados con la salud de las personas, los animales y el medio ambiente, la sociedad está tomando conciencia de que se deben emplear técnicas, que además de ser efectivas, sean respetuosas con el medio ambiente y propicias al desarrollo de una agricultura sostenible. Constance (2010), citado por González (2011). En este sentido se puede detectar la importancia de la búsqueda de herbicidas naturales basándose en los mecanismos de defensa propios de las plantas no sólo frente a depredadores herbívoros, sino también a otras especies vegetales.

### **3.5 AE Como herbicidas.**

El potencial que han mostrado los aceites esenciales como herbicidas no ha sido el suficiente debido a la falta de surfactantes para su aplicación lo que ha hecho

limitante su uso para la agricultura orgánica, la comercialización de aceites esenciales para el uso de control natural son mezclas, lo que ha dificultado su recopilación para las formulaciones disponibles (Dayan *et al.*, 2009).

Debido a su volatilidad, los AE no se acumulan en los suelos o en las aguas subterráneas; además, presentan una toxicidad para los mamíferos nula o muy débil (Grosso *et al.*, 2010). Incluso, algunos herbicidas comerciales contienen aceites esenciales vegetales (Koul *et al.*, 2008). Todos ellos actúan como herbicidas de contacto, con una acción no selectiva que proporciona un buen manejo, aunque temporal, de las malezas. Los productos naturales como extractos y compuestos de origen vegetal con sus propiedades alelopáticas presentan alternativas para el control de malezas, siendo estos una fuente de obtención de nuevos herbicidas, no solo por su diversidad sino también por el potencial específico de su acción biológica y por la reducida probabilidad de producir acumulaciones de residuos perjudiciales en aguas y suelos. González (2011).

Los Bioherbicidas son productos que se adaptan a las sustancias naturales que se encuentran presentes en el ambiente, por lo tanto estas son más favorables para el medio ambiente, estos tienen una vida más corta comparada con los productos de síntesis química. (Duke *et al.*, 2000). Según Bailey (2004), los Bioherbicidas son productos de origen natural para el control de malezas; estos son productos que se derivan de los organismos vivos donde se incluyen los metabolitos naturales producidos por los mismos organismos.

### **3.6 Actividad biológica del género Piper.**

Las piperáceas reconocidas por sus hojas simples y por sus flores pequeñas, sin perianto, en forma de espiga simple y apretada; son una familia tropical con ocho géneros. El género *Piper* se le atribuyen más de 700 especies, estas presentan tallos con nudos engrosados y las inflorescencias son espigas solitarias opuestas a las hojas que están dispuestas en forma alterna; algunas de estas especies son utilizadas como condimentos, por ser aromáticos y picantes, también son utilizadas como medicina natural (Keller y Klohs 1963, Atal *et al.* 1975, Morton 1981).



**Figura 1.** Planta *Piper lanceaefolium kunth*. Fotografía Katterine Páez

Las plantas de este género poseen aceites esenciales que son característicos de cada especie; constituidos por una gran variedad de compuestos orgánicos entre los cuales se encuentran los terpenoides. Distribuidos en un gran número de familias de plantas superiores e inferiores, donde cumplen funciones ecológicas, como la atracción de polinizadores y la alelopatía (Harborne 1985).

De los estudios efectuados a los aceites esenciales de las plantas del género *Piper*, se han encontrado constituyentes principales como lo son; fenilpropanoides, monoterpenoides y sesquiterpenoides (Nigam y Purohit 1962, Gupta et al. 1985, Ramos et al. 1986). El género *Piper* es utilizado como agente antiparasitario, antibacteriano, antimicrobiano y antifúngico (Newman 1999; Rivera 2008 y Flores 2006).

Estudios realizados por la universidad del Chocó de Colombia al AE de *Piper lanceaefolium kunth* este se caracteriza por presentar alto contenido de sesquiterpenos (71,7%), esta composición fue representada por hidrocarburos sesquiterpenicos (58,5%) y sus derivados oxigenados (13,2%); los componentes mayoritarios fueron trans- $\beta$ -cariofileno (11,6%) y germacreno D (10,7%), seguidos por aselineno (7,8%),  $\beta$ -pineno (5,4%),  $\beta$ -selineno (4,8%) y  $\alpha$ -cubebeno (4,3%).

Varios estudios realizados a la especie de *Piper lanceaefolium kunth*., revelan la presencia de monoterpenos, sesquiterpenos y arilpropanoides como principales compuestos; donde se muestran propiedades biológicas (Martins et al., 1998; Moreira et al., 1998).



## 4. MATERIALES Y METODOLOGÍA

### 4.1 Materiales y equipos

**Material vegetal:** plantas de café variedad Castilla, hojas de *Piper lanceaefolium* Kunth, aceite esencial de *Piper lanceaefolium* Kunth

**Reactivos e insumos:** Tween 20<sup>®</sup>, Agua destilada, Herbicida Oxyfluorfen, Herbicida Paraquat

**Equipo:** Destilador de arrastre de vapor tipo Clevenger, (Díaz, 2011), cámara fotográfica lente 18.55 mm Nikon<sup>®</sup>, fumigadora manual de 1.5 L.

**Otros:** suelo tamizado del cultivo de café, Bandejas de aluminio 18\*13\*4 cm, Cuadro de PVC (0.25 m \* 0.25 m), malla metálica tipo zarán

### 4.2 Localización

Los montajes experimentales del trabajo se llevaron a cabo en el municipio de Pasca Cundinamarca (Provincia del Sumapaz) en la vereda San Pablo, Finca El Pedregal. Este lugar se encuentra a una altitud de 1.900 m.s.n.m con una temperatura media de 16°C. La Finca cuenta con 1,5 hectáreas de café de altura (café especial), con sellos 4C Association y Rainforest, el control de arvenses se realiza con plateo con deshierbe manual cuando se requiere y guadañando entre calles cada 15 a 30 días dependiendo de la época de lluvias o periodos secos.

### 4.3 Caracterización de la flora arvense del cultivo de café *coffea*

Para caracterizar la flora arvense presente en el cafetal de la Finca El Pedregal se inició con un muestreo realizando transectos en zigzag en el 0.1% del área cultivada, es decir en 15 m<sup>2</sup>, divididos en tres bloques; para un total de 27

cuadrantes, utilizando un cuadrado de PVC de 0,25 m<sup>2</sup> subdividido en 100 cuadrículas 5 cm<sup>2</sup> cada una, de acuerdo con la metodología propuesta por Salazar e Hincapié (2007) (Figura 2). Se calculó el porcentaje de cobertura se calculó realizando la determinación del número de individuos por especie (en cada cuadrante). La frecuencia de cada especie: se expresó como el número de veces que aparece la arvense en cada cuadrante dividido por el total de cuadrantes (muestras), multiplicado por 100. Con los datos obtenidos se realizará un análisis de frecuencia y se determinará la especie (s) dominante (s), especie (s) frecuente (s) y especie (rara) o de baja frecuencia. De esta manera se identificara la capacidad de interferencia de las arvenses en el cafetal según lo evaluado por (Salazar e Hincapié, 2005).



**Figura 2.** Lanzamiento cuadrado, Bloque 1. Fotografía Javier Mayorga

A la flora presente se le realizó un registro fotográfico, cada una de las especies encontradas y su determinación se corroboró con el apoyo de claves taxonómicas y comparación con ejemplares del Herbario Nacional Colombiano (<http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/search/plants/>) y *Missouri Botanical Garden* (<http://www.missouribotanicalgarden.org>).

Los nombres científicos se corroboraron con la aplicación The Taxonomic Name Resolution Service (2018). IPlant Collaborative. Version 4.0 (<http://tnrs.iplantcollaborative.org>) y los comunes con la aplicación; nombres comunes de las plantas de Colombia Bernal, R., G. Galeano, A. Rodríguez, H. Sarmiento y M. Gutiérrez. (2017).

**Evaluación de la actividad preemergente:** Datos normalidad y homocedasticidad análisis de Shapiro–Wilk (Shapiro y Wilk, 1965).

Mejor concentración de AE que afecta las malezas actividad preemergente ANOVA, cuando fue significativo se realizó un análisis de Tukey's HSD ( $\alpha = 0.05$ ) para conocer las diferencias de los promedios.

**Actividad postemergente y fitotóxico:** Escala Sociedad Europea de Investigación en Malezas (EWRS) para evaluar el control de malezas y su fitotoxicidad al cultivo y su interpretación agronómica y porcentual (Tabla 3) (tomado de Kuttel *et al.*, 2016).

#### 4.4 Evaluación de la actividad herbicida del aceite esencial de *Piper lanceaefolium kunth* en bancos de malezas.

##### 4.4.1. Obtención de AE.

###### ✓ Colecta material vegetal:

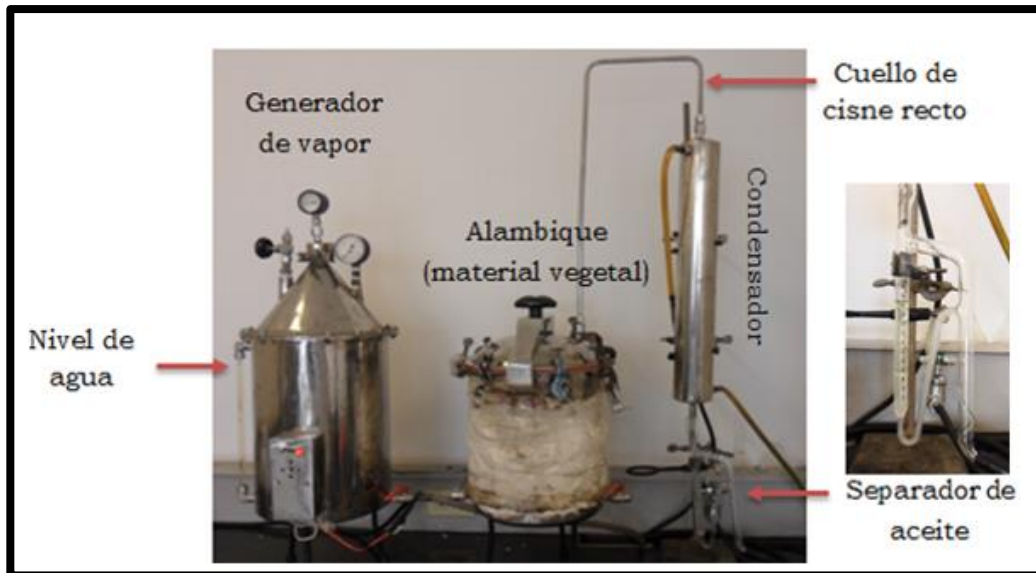
Se colectó material vegetal de la parte aérea (hojas, ramas y flores) de la especie silvestre *Piper lanceaefolium* Kunth, encontrada en la Reserva del Cerro Quininí de la Región del Sumapaz (Tibacuy, Cundinamarca).



**Figura 3.** Colecta material vegetal *Piper lanceaefolium kunth*. Fotografía Katterine Páez

### ✓ Extracción de AE

Material vegetal (hojas, ramas y flores) , trasladado al Laboratorio de Productos Naturales Vegetales de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá, donde se realizó la extracción del aceite esencial por destilación por arrastre de vapor. Donde se siguió la metodología planteada por Díaz (2011)



**Figura 4.** Destilación con arrastre de vapor (Laboratorio de Productos Naturales Vegetales, Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá). AV (Díaz, 2011).

### ✓ Preparación de soluciones de AE

Debido a la poca miscibilidad del aceite en agua, se preparó una emulsión con el AE + Tween<sup>(R)</sup> 20 + H<sub>2</sub>O destilada en diferentes concentraciones (0, 100, 300 y 500 mg\*L<sup>-1</sup>), en los diferentes tratamientos a evaluar.

- X T1 : 0 mg\*L<sup>-1</sup> {10 ml Tween<sup>(R)</sup> 20 }
- X T2: 100 mg\*L<sup>-1</sup> { 100 mg AE + 10 ml Tween<sup>(R)</sup> 20 }
- X T3: 300 mg\*L<sup>-1</sup> { 300 mg AE + 10 ml Tween<sup>(R)</sup> 20 }
- X T4: 500 mg\*L<sup>-1</sup> { 500 mg AE + 10 ml Tween<sup>(R)</sup> 20 }



**Figura 5.** AE, en sus diferentes concentraciones. Fotografía Katterine Páez

#### **4.4.2. Banco de semillas**

El Banco de semillas de malezas permite establecer con anticipación que clase y cantidad de malezas hay en el lote, diferencia de germinación entre unas y otras de la misma o diferente especie; de esta manera establecer estrategias para el manejo integrado de las mismas (Cuevas 2000). Para hacer la evaluación de la actividad preemergente y postemergente se recolectaron muestras del suelo de la finca el Pedregal (Pasca- Cundinamarca) para la elaboración del Banco de malezas. Procediendo a la separación de las partículas como piedras y restos vegetales con la ayuda de una malla metálica (tamizado); luego de la separación de partículas se dispuso a servir el suelo en las bandejas de aluminio de 18x13x4 cm, y se rotularon para cada tratamiento. De esta manera se realizó la evaluación de la germinación de las malezas (Dicotiledóneas, poaceae y Cyperaceae) para la



respectiva actividad preemergente (evaluando cada tercer día el porcentaje de germinación).



**Figura 6.** Preparación suelo. Fotografía Katterine Páez

#### 4.3 Evaluación de la actividad herbicida preemergente del AE de *P. lanceaefolium*

Se aforo para saber la cantidad de la disolución a aplicar; luego se procedió a la aplicación de las diluciones de AE en las diferentes concentraciones, en cada uno de los tratamientos. Estas aplicaciones se realizaron dos veces durante los 62 días de evaluación del tratamiento; cada tercer día durante el proceso de investigación (Dos meses) se realizó el conteo de las plantas emergentes (maleza) para cada grupo de plantas Magnolidae (Dicotiledóneas) y Liliopsidae (Monocotiledóneas: Poáceas, Cyperáceas), evaluando el porcentaje de germinación.

**Tabla 1.** Tratamientos para la evaluación de la actividad preemergente del AE

T1	0 $\mu\text{l} \cdot \text{L}^{-1}$ {10 $\mu\text{l}$ Tween (R) 20 }
T2	100 $\mu\text{l} \cdot \text{L}^{-1}$ { 100 mg AE + 10 $\mu\text{l}$ Tween <sup>(R)</sup> 20}
T3	300 $\mu\text{l} \cdot \text{L}^{-1}$ { 300 mg AE + 10 $\mu\text{l}$ Tween <sup>(R)</sup> 20}
T4	500 $\mu\text{l} \cdot \text{L}^{-1}$ { 500 mg AE + 10 $\mu\text{l}$ Tween <sup>(R)</sup> 20}
T5	Agua destilada {Testigo Absoluto}
T6	Herbicida comercial preemergente: Oxyfluorfen, 3,75 mm del herbicida. Por litro de H <sub>2</sub> O

Se realizaron tres repeticiones por tratamiento, se humedeció el suelo una hora antes hasta capacidad de campo, se aplicaron 5ml del respectivo tratamiento

mediante aspersión suavemente; se rego el suelo diariamente con agua potable para mantener a capacidad de campo.



**Figura 7.** Aplicación del AE Preemergencia. Fotografía Javier Mayorga

### **Análisis estadístico**

Se evaluó la variable del porcentaje de germinación cada tercer día durante 62 días en tres grupos de arvenses (Dicotiledóneas, poaceae y Cyperaceae), estos datos fueron analizados con Info Stat V 2017. Para la normalidad y homocedasticidad se realizaron los análisis de Shapiro–Wilk (Shapiro and Wilk, 1965). para la concentración de los AE se efectuó el análisis de varianza ANOVA, y cuando fue significativo se realizó un análisis de Tukey's HSD ( $\alpha = 0.05$ ) para conocer las diferencias de los promedios.

#### **4.4 Evaluación de la actividad herbicida Postemergente de *Piper lanceaefolium* Kunth**

La aplicación se realizó cuando las bandejas presentaron plántulas de arvenses, (primer par de hojas); al igual que en el tratamiento de preemergencia se realizaron las tres repeticiones por tratamiento. Su evaluación se realizó de manera cuantitativa con la Escala ordinal propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Malezas (EWRS), (Tabla 3)

**Tabla 2.** Tratamientos para la evaluación de la actividad postemergencia del AE

T1	0 $\mu\text{l}\cdot\text{L}^{-1}$ {10 $\mu\text{l}$ Tween (R) 20 }
T2	100 $\mu\text{l}\cdot\text{L}^{-1}$ { 100 mg AE + 10 $\mu\text{l}$ Tween <sup>(R)</sup> 20}
T3	300 $\mu\text{l}\cdot\text{L}^{-1}$ { 300 mg AE + 10 $\mu\text{l}$ Tween <sup>(R)</sup> 20}
T4	500 $\mu\text{l}\cdot\text{L}^{-1}$ { 500 mg AE + 10 $\mu\text{l}$ Tween <sup>(R)</sup> 20}
T5	Agua destilada {Testigo Absoluto}
T6	Herbicida comercial postemergencia Paraquat 5 cm del herbicida por litro de H <sub>2</sub> O

Se aplicaron 5ml del respectivo tratamiento mediante aspersión suavemente, se regó el suelo diariamente con agua potable para mantener la capacidad de campo. Se realizó la aplicación a la primera aparición de arvenses (primer par de hojas); y se observó el efecto a los 12 días.



**Figura 8.** Aplicación del AE Postemergencia. Fotografía Javier Mayorga

#### **4.5 Evaluación del efecto fitotóxico del aceite esencial de *Piper lanceaefolium kunth* sobre plántulas de Café.**

Se utilizaron plantas con 4 meses de edad variedad Castilla, se realizó la aplicación de los tratamientos de Postemergencia en sus diferentes concentraciones (0, 100, 300 y 500  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ); se llevó un control diario durante 12 días, para saber el daño ocasionado; el cual se evaluó con la Escala ordinal propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Malezas (EWRS), (Tabla 3) allí se miró si hubo afectación ocasionada por el AE en las plantas.





**Figura 9.** Plantas de café, con *AE Piper lanceaefolium kunth*. Fotografía Katterine Páez

**Tabla 3.** Escala propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Malezas (EWRS) para evaluar el control de malezas y su fitotoxicidad al cultivo y su interpretación agronómica y porcentual (tomado de Kuttel *et al.*, 2016)

Valor	Efecto en la maleza		Efecto en el cultivo	
	Interpretación agronómica	Porcentual	Interpretación agronómica	Porcentual
1	Muerte completa	99,0 - 100	Sin efecto	0,0 - 1,0
2	Muy buen control	96,5 - 99,0	Síntomas muy ligeros	1,0 - 3,5
3	Buen control	93,0 - 96,5	Síntomas ligeros	3,5 - 7,0
4	Suficiente en la práctica	87,5 - 93,0	Síntomas que no se reflejan en el rendimiento	7,0 - 12,5
-----Límite de aceptabilidad-----				
5	Control medio	80,0 - 87,5	Daño medio	12,5 - 20,0
6	Regular	70,0 - 80,0	Daño elevado	20,0 - 30,0
7	Pobre	50,0 - 70,0	Daño muy elevado	30,0 - 50,0

## 5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados planteados en el trabajo de investigación, evaluados durante dos meses en la Finca el pedregal (Pasca – Cundinamarca) vereda San Pablo, en los cuales se propuso la evaluación del efecto de AE de *Piper lanceaefolium kunth* como controlador de malezas en estado preemergente y postemergente y su efecto fitotóxico en el cultivo de café. Seguido de la caracterización florística de la finca.

### 5.1 Cobertura de la flora arvense

Caracterización de las especies encontradas en la Finca el Pedregal (Pasca-Cundinamarca) vereda San Pablo, donde se presenta el porcentaje de cobertura y la frecuencia en la que se encuentran las especies identificadas en los 3 bloques, se realizaron de esta manera 27 lanzamientos en los que se realizaron los lanzamientos para la identificación de las mismas. (Tabla 4).

De esta manera la clasificación de las Arvenses con mayor dominancia en el cafetal son las especies *Digitaria sanguinalis (L.) Scop* (Poaceae) con un porcentaje de cobertura del 36,56 % y una frecuencia del 16,55%; la especie *Plantago major L.* (Plantaginaceae) con un porcentaje de cobertura del 34,96 % y una frecuencia del 20,40 %, y por último la especie *Trifolium repens L.* (Fabaceae) con un porcentaje de cobertura del 33,89 % y una frecuencia del 21,77%. (Tabla 4).

Entre las Arvenses de mayor frecuencia encontramos la especie *Commelina diffusa Burm.f* (Commelinaceae) con un porcentaje de cobertura del 17,59% y una frecuencia del 9,90 % la especie *Kyllinga brevifolia Rottb* (Cyperaceae) con un porcentaje de cobertura del 9,93 % y una frecuencia del 6,76 %, y por último la especie *Dichondra repens J.R Forst. & Forst* (Convolvulaceae) con un porcentaje de cobertura del 9,93 % y una frecuencia del 5,33%. (Tabla 4).

Siendo la *Digitaria sanguinalis (L.) Scop.* La de mayor interferencia en el cafetal y la más perjudicial para este. Según (Salazar e Hincapié, 2005) las arvenses de

mayor interferencia en los cafetales se caracterizan por su alta adaptación a las condiciones ambientales, propagación sexual y vegetativa, facilidad de dispersión, difícil control manual, mecánico o químico entre otras. Entre las arvenses de mayor frecuencia encontramos la *Kyllinga brevifolia* Rottb la cual afecta el cafetal y es considerada una maleza de alta interferencia, los estudios de interferencia de las arvenses se han enfocado en el periodo crítico de competencias de estas con el cultivo, con el fin de acercarse a las pérdidas en condiciones ambientales, y de esta manera definir la época más adecuada para el manejo, sin tener en cuenta la capacidad de interferencia de cada especie de arvense. (FAO, 1987, citado por Montaña y Torres, 1994).

Las arvenses de interferencia media a noble se caracterizan por ser especies que crecen en bajas densidades de población, por tener un ciclo de vida corto, semestral o anual; por esto estas especies son de fácil control. Rivera, (1997). En el caso del cafetal de la finca el Pedregal encontramos que son más frecuentes las especies de interferencia media a baja, en las que se encuentran; *Plantago major* L., *Trifolium repens* L., *Commelina diffusa* Burm.f., *Dichondra repens* J.R Forst. & Forst. Según Gómez et al. (1985) y Gómez (1990), el término de arvense noble se define como plantas de porte bajo, crecimiento rastrero o decumbente, siendo estas las que protegen al suelo de la energía erosiva de la lluvia y que no interfieren con el desarrollo y producción del café, ofreciendo mayor eficiencia y factibilidad económica.

### **Frecuencia de Familias en el cafetal**

De la Caracterización de las especies encontradas en la Finca el Pedregal (Pasca-Cundinamarca), (Tabla 4) se referenciaron las familias con mayor frecuencia, sumando así el porcentaje de frecuencia y cobertura de cada familia respectivamente, determinadas por el número de individuos de cada especie en cada cuadrante. Obteniendo los siguientes resultados.

Entre las familias con mayor frecuencia en el cafetal se encuentran la familia Poaceae con un porcentaje de cobertura del 38,41% y una frecuencia del 17,54% esta familia es una de las familias con mayor interferencia en los cafetales; familia Fabaceae con un porcentaje de cobertura del 38,11% y una frecuencia del 22,59%, seguido de la familia Plantaginaceae con un porcentaje de cobertura del 37,48% y una frecuencia del 22,37%, con alta interferencia pero no agresivas para el cafetal (Tabla 5)

La familia Commelinaceae con un porcentaje de cobertura del 17,6% y una frecuencia del 9,90%, y la familia Convolvulaceae con un porcentaje de cobertura

del 10,37 y una frecuencia del 5,50 %, siendo estas dos familias de una frecuencia media entre los cafetales de la finca el pedregal (Tabla 5).

Entre las familias de baja frecuencia identificadas en el cafetal de la finca , encontramos; la familia Cyperaceae con un porcentaje de cobertura del 18,2% y una frecuencia del 10,12% , la familia Hypoxidaceae con un porcentaje de cobertura del 0,37 % y una frecuencia del 0,27%, la familia Iridaceae con un porcentaje de cobertura del 1,26 % y una frecuencia del 1,04%, la familia Asteraceae con un porcentaje de cobertura del 6,81% y una frecuencia del 3,90%, la familia Brassicaceae con un porcentaje de cobertura del 0,52% y una frecuencia del 0,44%, la familia Caryophyllaceae con un porcentaje de cobertura del 0,67% y una frecuencia 0,49%, la familia Euphorbiaceae con un porcentaje de cobertura del 1,07% y una frecuencia 0,66%, la familia Geraniaceae con un porcentaje cobertura del 0,22% y una frecuencia 0,05 % , la familia Oxalidaceae con un porcentaje de cobertura del 5,78% y una frecuencia 4,07% y por último la familia Polygonaceae con un porcentaje de cobertura del 2,59% y una frecuencia del 1,04%. (Tabla 5)

De esta manera podemos concluir que la afectación de las malezas en el cafetal de la finca el pedregal en su mayoría son de baja interferencia y algunas de estas como lo menciona (Ordoñez et al., 2001; Ramos et al., 2014) son especies que tiene efectos positivos que pueden favorecer la diversidad ecológica y de esta manera proteger y mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo, de estas se destacan la familia Commelinaceae, Euphorbiaceae y Fabaceae.

**Tabla 4.** Lista de Arvenses identificadas en la finca el Pedregal Pasca (Cundinamarca) porcentaje de cobertura y frecuencia por especie.

Clase	Familia	Nombre sp	Nombre común	% Cobertura	% Frecuencia	Categoría
Liliopsida	Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm.f.	Canutillo	17,59	9,90	Frecuente
Liliopsida	Cyperaceae	<i>Cyperus ferax</i> Benth.	Cortadera	8,30	3,35	Rara
Liliopsida	Cyperaceae	<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.	Fosforito	9,93	6,76	Frecuente
Liliopsida	Hypoxidaceae	<i>Hypoxis decumbens</i> L.	Tiririca	0,37	0,27	Rara
Liliopsida	Iridaceae	<i>Sisyrinchium rosulatum</i> E.P.Bicknell	Cebollín	1,26	1,04	Rara
Liliopsida	Poaceae	<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	Brachiara	0,52	0,22	Rara
Liliopsida	Poaceae	<i>Bromus catharticus</i> Vahl	Triguillo / cebadilla	1,33	0,77	Rara
Liliopsida	Poaceae	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Guarda rocío	36,56	16,55	Dominante
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Acmella ciliata</i> (Kunth) Cass.	Botón de oro	0,41	0,22	Rara
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L	Chipaca	3,33	1,54	Rara
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist.	Venadillo	1,59	0,82	Rara
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC. ex Wight	Emilia /pincelito	0,19	0,77	Rara
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Guasca	0,70	0,38	Rara
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Cerraja	0,30	0,05	Rara
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	Diente de león	0,30	0,11	Rara
Magnoliopsida	Brassicaceae	<i>Cardamine hirsuta</i> L.	Berro	0,11	0,11	Rara
Magnoliopsida	Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i> L.	Lentejilla	0,19	0,27	Rara

---

Magnoliopsida	Brassicaceae	<i>Rorippa indica (L.) Hiern</i>	Berro	0,22	0,05	Rara
Magnoliopsida	Caryophyllaceae	<i>Drymaria cordata (L.) Willd. ex Schult.</i>	Golondrina	0,67	0,49	Rara
Magnoliopsida	Convolvulaceae	<i>Dichondra repens J.R. Forst. &amp; G. Forst.</i>	Oreja de ratón	9,93	5,33	Frecuente
Magnoliopsida	Convolvulaceae	<i>Ipomoea trifida (Kunth) G. Don</i>	Batatilla	0,44	0,16	Rara
Magnoliopsida	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia prostrata Aiton</i>	Golondrina rastrera	1,07	0,66	Rara
Magnoliopsida	Fabaceae	<i>Desmodium incanum DC.</i>	Amor seco/ pega-pega	4,22	0,82	Rara
Magnoliopsida	Fabaceae	<i>Trifolium repens L.</i>	Trébol blanco	33,89	21,77	Dominante
Magnoliopsida	Geraniaceae	<i>Geranium pusillum L.</i>	Geranio silvestre	0,22	0,05	Rara
Magnoliopsida	Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata L.</i>	Trébol amarillo	5,70	4,01	Rara
Magnoliopsida	Oxalidaceae	<i>Oxalis latifolia Kunth</i>	Trebolillo morado	0,07	0,05	Rara
Magnoliopsida	Plantaginaceae	<i>Plantago major L.</i>	Llantén	34,96	20,40	Dominante
Magnoliopsida	Plantaginaceae	<i>Veronica persica Poir.</i>	Verónica	2,52	1,98	Rara
Magnoliopsida	Polygonaceae	<i>Polygonum nepalense Meisn</i>	Corazón herido	2,00	0,71	Rara
Magnoliopsida	Polygonaceae	<i>Rumex crispus L</i>	Romaza	0,59	0,33	Rara

---

**Tabla 5.** Lista de familias presentes finca el Pedregal Pasca (Cundinamarca) porcentaje de cobertura y frecuencia.



	<b>Clase</b>	<b>Familia</b>	<b>% Cobertura</b>	<b>% Frecuencia</b>	<b>Categoría</b>
<b>Monocotiledóneas</b>		<b>Commelinaceae</b>	<b>17,59</b>	<b>9,90</b>	<b>Frecuente</b>
	<b>Liliopsida</b>	Cyperaceae	18,22	10,12	Rara
		Hypoxidaceae	0,37	0,27	Rara
		Iridaceae	1,26	1,04	Rara
		Poaceae	38,41	17,54	Dominante
<b>Dicotiledóneas</b>	<b>Magnoliopsida</b>	Asteraceae	6,81	3,90	Rara
		Brassicaceae	0,52	0,44	Rara
		Caryophyllaceae	0,67	0,49	Rara
		Convolvulaceae	10,37	5,50	Frecuente
		Euphorbiaceae	1,07	0,66	Rara
		Fabaceae	38,11	22,59	Dominante
		Geraniaceae	0,22	0,05	Rara
		Oxalidaceae	5,78	4,07	Rara
		Plantaginaceae	37,48	22,37	Dominante
		Polygonaceae	2,59	1,04	Rara

## 5.2 Caracterización de la flora arvense

### 5.2.1 MONOCOTILEDÓNEAS

### 5.2.2 FAMILIA COMMELINACEAE

Plantas herbáceas, anuales o perennes hojas alternas y envainadoras, se caracterizan por su inflorescencia con flores hermafroditas. Crecen en sitios húmedos y sombreados. Se conocen más de 250 especies en su mayoría de países cálidos.

<b>Subclase Liliopsidae</b>	
<b>Nombre científico:</b> <i>Commelina diffusa</i> <i>Burm.f.</i>	<b>Nombre común :</b> Canutillo
	
<b>Fotografía : Katterine Páez</b>	

**Características:** se considera una cobertura valiosa para proteger el suelo de la erosión entre los surcos de los cafetos, por su hábitat de crecimiento, cubrimiento y porte, y por su sistema radical superficial. Crecen en zonas con altitudes entre los 1.000 y 1600 m.s.n.m; temperaturas entre los 19 y 13 °C y en suelos húmedos.

**Propagación:** Por semilla y vegetativamente mediante trozos de tallo con nudos. La semilla es angular, oblonga, reticulada, con costados rugosos. Una planta puede producir alrededor de 1.000 semillas.

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Baja / Noble

Gómez, y Rivera (1987)



### 5.2.3 FAMILIA CYPERACEAE

Plantas herbáceas de tallos macizos, hojas lineares, alternas formadas por una vaina entera; flores hermafroditas o diclinomonoicas dispuestas en inflorescencias de espiguillas. Se le conocen unas 3.000 especies; en su mayoría adaptadas a lugares húmedos.

#### Subclase Liliopsidae

**Nombre científico:** *Cyperus ferax* Benth.

**Nombre común :** Cortadera



**Fotografía :** Katterine Páez

**Características:** Es maleza en cultivos perennes o anuales y en cafetales al sol y a la sombra. Crecen en zonas con altitudes entre los 500 y 1700 m.s.n.m, temperaturas oscila entre los 17 y 27 °C. Y en suelos húmedos y sombreados

**Propagación:** Por semilla y vegetativamente por rizomas

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Alta

**Método de control:** Maleza controlada mecánicamente

Gómez, y Rivera (1987)

**Subclase Liliopsidae**

**Nombre científico:** *Kyllinga brevifolia*  
Rottb.

**Nombre común :** Fosforito



**Fotografía :** Katterine Páez

**Características:** Es maleza en suelos húmedos y sombreados lugares pantanosos y cafetales. Crecen en zonas con altitudes entre los 0 1800 m.s.n.m; temperaturas superiores a los 17, 5 °C.

**Propagación:** Por semilla y por rizoma que carecen horizontalmente bajo el suelo y emiten una planta por cada nudo.

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Alta.

**Método de control:** Maleza controlada mecánicamente (Guadaña).

Gómez, y Rivera (1987)

### 5.2.4 FAMILIA HYPOXIDACEAE

Familia de plantas monocotiledóneas, cuyo tipo es el género Hypoxis. Existen más de 100 especies del género Hypoxis.

#### Subclase Liliopsidae

**Nombre científico :** *Hypoxis decumbens* L.

**Nombre común :** Tiririca



**Fotografía :** Katterine Páez

**Características:** Maleza en cafetales, planta monocotiledónea, perenne, tuberosa. Crece en zonas con altitudes entre los 0 y 1800 m.s.n.m, temperaturas superiores a los 17 ° C.

**Propagación:** Por semilla y vegetativamente.

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Media

**Método de control:** Maleza controlada manualmente

Gómez, y Rivera (1987)

### 5.2.5 FAMILIA IRIDACEAE

Plantas generalmente perennes, a veces anuales, arbustos herbáceos o leñosos; flores con tres sépalos y tres pétalos coloreados. El fruto es una cápsula trilocular. Se conocen más de 1.000 especies.

#### Subclase Magnolidae

**Nombre científico:** *Sisyrinchium rosulatum*  
E.P.Bicknell

**Nombre común :** Cebollín



**Fotografía :** Katterine Páez

**Características:** Maleza en potrero y cafetales; inflorescencia en espiga con 2 a 3 florecitas amarillas o lilas., con cabillo. Crece en zonas con altitudes entre 1.000 y 3.000 m.s.n.m, temperaturas entre 10 y 23°C y en suelos con buena retención de humedad.

**Propagación:** Por semilla

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Baja

Gómez, y Rivera (1987)

## 5.2.6 FAMILIA POACEAE

Plantas anuales, cespitosas; rara vez trepadoras, ocasionalmente con culmos lignificados. Sin florescencias terminales y/o axilares, compuestas de espiguillas; Familia con 700 géneros y 11 000 especies en el mundo.

### Subclase Liliopsidae

**Nombre científico:** *Brachiaria decumbens*  
Stapf

**Nombre común :** Brachiara



**Fotografía :** Katterine Páez

**Características:** Maleza en cultivos anuales, perennes y cafetales; tiene capacidad de germinar durante un largo periodo; inflorescencia en panícula crece en zonas con altitudes entre 0n y 1.800 m.s.n.m, temperaturas superiores a los 17 °C

**Propagación:** Por semilla, rizoma y estolones

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Alta

**Método de control:** Maleza controlada mecánicamente (Guadaña)

Sánchez-Ken (2011)

**Subclase Liliopsidae**

**Nombre científico:** *Bromus catharticus* Vahl | **Nombre común :** Triguillo/cebadilla



**Fotografía :** Katterine Páez

**Características:** Maleza en cultivos; planta perenne. Crece hasta los 2.700 m.s.n.m, inflorescencia en panícula, erecta y rígida.

**Propagación:** Por semilla.

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Media

**Método de control:** Maleza controlada mecánicamente (Guadaña)

Heike Vibrans (ed.), 2009

**Subclase Liliopsidae**

**Nombre científico:** *Digitaria sanguinalis*  
(L.) Scop.

**Nombre común :** Guarda rocío



**Fotografía :** Katterine Páez

**Características:** Es maleza en cultivos anuales, perennes, y en cultivos de café. Crece en zonas con altitudes entre los 0 y 1800 m.s.n.m, temperaturas superiores a los 17, 5° C; abunda en suelos ricos en nutrientes.

**Propagación:** Por semilla y por enraizamiento de los nudos y tallos inferiores. Una sola planta puede producir hasta 100. 000 semillas

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Alta.

**Método de control:** Maleza controlada mecánicamente (Guadaña)

Gómez, y Rivera (1987)





## 5.2.7 DICOTILEDONEAS

### 5.2.8 FAMILIA ASTERACEAE

Plantas arbustivas, enredaderas o lianas, a veces epífitas, raramente acuáticas; inflorescencias, flores actinomorfas o zigomorfas. La familia se encuentra en regiones templadas, en habitats abiertos y secos. Se conocen alrededor de 24.000 especies en el mundo. Bercht.y J.Presl (2018)

#### Subclase Magnolidae

<b>Nombre científico:</b> <i>Acmella ciliata</i> (Kunth) Cass.	<b>Nombre común :</b> Botón de oro
	
<b>Fotografía : Katterine Páez</b>	

**Características:** Maleza en cultivos anuales y cultivos de café, inflorescencia en cabezas terminales solitarias con cabillos terminales discoides.

**Propagación:** Por semilla.

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Alta

**Método de control:** Maleza controlada mecánicamente (Guadaña)

Gómez, y Rivera (1987)



**Subclase Magnolidae**

**Nombre científico:** *Bidens pilosa* L.

**Nombre común :** Chipaca



**Fotografía :** Katterine Páez

**Características:** Es maleza en cafetales, inflorescencia en capítulos con cabillo largo. Crece en zonas con altitudes entre 0 y 1800 m.s.n.m, temperaturas superiores a los 17, 5 ° c y en suelos húmedos

**Propagación:** Por semilla. Cada fruto produce una semilla de color negro, con pelos rígidos arriba. Una planta puede producir más de 4.000 semillas de fácil diseminación

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Media

**Método de control:** Maleza controlada manualmente

Gómez, y Rivera (1987)

**Subclase Magnolidae**

**Nombre científico:** *Conyza bonariensis* (L.)  
Cronquist.

**Nombre común :** Venadillo



**Fotografía :** Katterine Páez

**Características:** Maleza en cultivos y cafetales; inflorescencia cilíndrica.

**Propagación:** Por semillas, semilla de forma lineal cubierta de pelos.

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Media

**Método de control:** Maleza controlada mecánicamente (Guadaña)

Bercht.y J.Presl (2018)

**Subclase Magnolidae**

**Nombre científico:** *Emilia sonchifolia*  
(L.) DC. ex Wight

**Nombre común :** Emilia / Pincelito



**Fotografía :** Katterine Páez

**Características:** Es maleza en áreas cultivadas y cafetales. La inflorescencia es una cabezuela terminal. Crece en zonas con altitudes entre 0 y 1.800 m.s.n.m, temperatura s superiores a los 17, 5 ° c.

**Propagación:** Por semilla, una planta puede producir más de 5.000 semillas

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Alta

**Método de control:** Maleza controlada mecánicamente (Guadaña)

Gómez, y Rivera (1987)

**Subclase Magnolidae**

**Nombre científico:** *Galinsoga parviflora*  
Cav

**Nombre común :** Guasca



**Fotografía :** Katterine Páez

**Características:** Maleza en cafetales, inflorescencia terminal en capítulos radiados; flores axilares y terminales. Crece en zonas con altitudes de 0 a 1.800 m.s.n.m, y temperaturas superiores a los 17 ° c.

**Propagación:** Por semilla.

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Media

Gómez y Rivera (1987)

**Subclase Magnolidae**

**Nombre científico:** *Sonchus oleraceus* L.

**Nombre común :** Cerraja



**Fotografía :** Katterine Páez

**Características:** Es maleza en cultivos y cafetales, la inflorescencia es una cabeza en panícula terminal o menos globosa. Crece en zonas con altitudes entre 1.000 y 2.500 m.s.n.m, temperaturas entre los 13 y 23 ° c.

**Propagación:** Por semilla.

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Media

**Método de control:** Maleza controlada manualmente

Gómez, y Rivera (1987)

**Subclase Magnolidae**

**Nombre científico:** *Taraxacum officinale*  
F.H. Wigg.

**Nombre común :** Diente de León



**Fotografía : Katterine Páez**

**Características:** Maleza en cultivos y cafetales, crecen en zonas con altitudes entre los 1.200 y 2.900 m.s.n.m, especie herbácea en forma de roseta; es muy prolífica debido a las numerosas semillas, que son dispersas por el viento.

**Propagación:** Por semillas.

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Media

**Método de control:** Maleza controlada manualmente

Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. (2014)

### 5.2.9 FAMILIA BRASSICACEAE

Plantas herbáceas perennes con tallos leñosos, rizomas o tubérculos; inflorescencias terminales, raramente axilares. Crecen en zonas áridas o semiáridas, se reconocen entre 3.400 especies a nivel mundial

#### Subclase Magnolidae

**Nombre científico:** *Cardamine hirsuta* L.

**Nombre común :** Berro



**Fotografía :** Katterine Páez

**Características:** Maleza en cultivos, hierba erecta ramificada sin pelos o con pelos glandulosos, inflorescencia en una cima terminal.

**Propagación:** Por semilla

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Media

**Método de control:** Maleza controlada Manualmente

Heike Vibrans (ed.), 2009



**Subclase Magnolidae**

**Nombre científico:** *Lepidium virginicum* L.

**Nombre común :** Lentejilla



**Fotografía :** Katterine Páez

**Características:** Maleza en cultivos, hierba anual o bianual, inflorescencia en un racimo.

**Propagación:** Por semilla

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Baja

Heike Vibrans (ed.), 2009



**Subclase Magnolidae**

**Nombre científico:** *Rorippa indica* (L.)  
*Hiern*

**Nombre común :** Berro



**Fotografía :** Katterine Páez

**Características:** Maleza común, en lugares húmedos o muy húmedos, inflorescencia en racimo que se alarga cuando es fruto.

**Propagación:** Por semilla.

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Baja

Heike Vibrans (ed.), 2009

### 5.2.10 FAMILIA CARYOPHYLLACEAE

Plantas herbáceas con tallo usualmente hinchado en los nudos; con frecuencia las hojas se unen por sus bases; flores radiadas estrechas, opuestas y sin estípulas. Flores radiadas hermafroditas, el fruto suele ser una cápsula que muchas veces se abre por los dientes apicales. Esta familia comprende entre 1.000 especies, muchas de ellas plantas ornamentales.

#### Subclase *Magnolidae*

**Nombre científico:** *Drymaria cordata* (L.)  
Willd. ex Schult.

**Nombre común :** Golondrina



**Fotografía :** Katterine Páez

**Características:** Considerada como cobertura, noble, protege el suelo contra las erosiones por su porte bajo, sistema radical superficial y crecimiento tupido. Es maleza en áreas húmedas y cafetales. Crece en zonas con altitudes entre los 0 y 2.000 m.s.n.m, temperaturas superiores entre los 16, 5 °c.

**Propagación:** Por semilla

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Baja

Gómez, y Rivera (1987)

### 5.2.11 FAMILIA CONVULVULACEA

Plantas de tallos volubles dextrorsos, hierbas o arbustos provistos se fijan sobre los tallos por medio de haustorios. Flores pentámeras. Se conocen unas 1.000 especies.

#### *Subclase Magnolidae*

**Nombre científico:** *Dichondra repens* J.R. Forst. & G. Forst.

**Nombre común :** Oreja de ratón



**Fotografía :** Katterine Páez

**Características:** Maleza en lugares húmedos y sombreados; se considera como una cobertura noble de protección del suelo contra la erosión por su porte y hábito de crecimiento. Crece en zonas con altitudes entre 1.000 y 1.300 m.s.n.m, temperatura entre 10 y 23 °c.

**Propagación:** Por semilla y vegetativamente mediante enraizamiento de los nudos del tallo

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Baja

**Método de control:** Maleza controlada Manualmente

Gómez, y Rivera (1987)

**Subclase Magnolidae**

**Nombre científico:** *Ipomea trifida* (Kunth)  
G. Don

**Nombre común :** Batatilla



**Fotografía :** Katterine Páez

**Características:** Maleza de cultivos perennes y cafetales; por ser trepadora dificulta las operaciones de cosecha. Crece en zonas con altitudes entre 0 y 1800 m.s.n.m, y temperaturas superiores a 17, 5 °c. La inflorescencia es una cima axilar, las flores son campanuladas.

**Propagación:** Por semilla, cada fruto posee cuatro semillas.

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Alta

**Método de control:** Maleza controlada Manualmente

Gómez, y Rivera (1987)

### 5.2.12 FAMILIA EUPHORBIACEAE

Plantas arbóreas, arbustivas o herbáceas; flores dispuestas en inflorescencias racimosas o cimosas. Semilla provistas por lo común de un apéndice; esta familia comprende alrededor de 7.200 especies comunes en todo el mundo.

#### Subclase Magnolidae

**Nombre científico:** *Euphorbia prostrata*  
Aiton

**Nombre común :** Golondrina  
rastrera



Fotografía : Katterine Páez

**Características:** Maleza de cultivos húmedales y cafetales; se considera cobertura noble contra la erosión, por su porte. Inflorescencia axilar, compuesta por capas bracteales que llevan florecillas. Crece en zonas con altitudes entre 0 y 1.800 m.s.n.m, y temperaturas superiores a 17 ° c.

**Propagación:** Por semilla, el fruto posee tres semillas.

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Baja

Gómez, y Rivera (1987)

### 5.2.13 FAMILIA FABACEAE

Plantas usualmente enredaderas, árboles o lianas; generalmente poseen asociación simbiótica con bacterias para la fijación de nitrógeno, además frecuentemente interactúan con hongos endomicorríticos. Flores zigomorfas, inflorescencia en axilares o terminales. Se encuentran 13855 especies a nivel mundial.

#### Subclase Magnolidae

**Nombre científico:** *Desmodium incanum*  
DC.

**Nombre común :** Amor seco- pega  
pega



Fotografía : Katterine Páez

**Características:** Es maleza en terrenos baldíos, y cafetales; inflorescencia en racimos terminales. Crece en zonas con altitudes entre 0 y 1.800m.s.n.m, temperaturas superiores a los 17 °c.

**Propagación:** Por semilla.

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Baja

Gómez, y Rivera (1987)

**Subclase Magnolidae**

**Nombre científico:** *Trifolium repens* L.

**Nombre común :** Trébol blanco



**Fotografía :** Katterine Páez

**Características:** Especie forrajera, perenne, inflorescencia una umbela globosa; especie exótica naturalizada.

**Propagación:** Por semilla.

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Baja

Heike Vibrans (ed.), 2009

### 5.2.14 FAMILIA GERANIACEAE

Plantas pequeñas a medianas, erectas o rastreras; por lo general con raíces engrosadas, inflorescencias axilares, cimas u ocasionalmente flores solitarias, actinomorfas o zigomorfas; distribuidas en regiones templadas y subtropicales; Especies a nivel mundial 805.

#### Subclase Magnolidae

**Nombre científico:** *Geranium pusillum* L.

**Nombre común :** Geranio silvestre



**Fotografía :** Katterine Páez

**Características:** Planta anual, peloso glandulosos; con tallos aéreos desarrollados, pétalos enteros, sépalos mucronados. Crece en suelos con buena humedad edáfica

**Propagación:** Por semilla

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Baja



### 5.2.15 FAMILIA OXALIDACEAE

Plantas herbáceas, acaules o caulescentes, provistas a menudo de rizomas o bulbos. Flores actinomorfas, hermafroditas. Se refieren a 1.000 especies difundidas por el mundo.

#### Subclase Magnolidae

**Nombre científico:** *Oxalis corniculata* L.

**Nombre común :** Trébol amarillo



**Fotografía :** Katterine Páez

**Características:** Es maleza en potreros y cafetales. Planta hospedante de roya , la inflorescencia semeja una umbela ; crece en suelos fértiles, bien drenados , altitudes hasta de 2.800 m.s.n.m , y temperaturas de 10 a 30 °c .

**Propagación:** Por semilla, por estolones o por porciones o gajos radicales.

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Baja

Gómez, y Rivera (1987)

**Subclase Magnolidae**

**Nombre científico:** *Oxalis latifolia* Kunth

**Nombre común :** Trebolillo morado



**Fotografía :** Katterine Páez

**Características:** Es maleza en potreros y cafetales. Por su porte, sistema radical y hábito de crecimiento se considera cobertura noble. Flores rosadas en racimos de 5 pétalos. Crece en zonas con altitudes entre 0 y 3.000 m.s.n.m, y temperaturas superiores a los 10 °c.

**Propagación:** Por semilla, y vegetativamente mediante los bulbillos que producen en abundancia.

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Baja

Gómez, y Rivera (1987)

### 5.2.16 FAMILIA PLANTAGINACEAE

Plantas arbustivas o herbáceas, con una o más nervaduras longitudinales, enteras y dentadas. Flores pequeñas tetrámeras dispuestas en espigas; esta familia posee más de 250 especies.

#### Subclase Magnolidae

**Nombre científico:** *Plantago major* L.

**Nombre común :** Llantén



**Fotografía :** Katterine Páez

**Características:** Es maleza de cultivos y cafetales. Flores pequeñas sésiles, hermafroditas. Crece en zonas con altitudes entre los 0 y 1.800 m.s.n.m, temperaturas superiores a los 17 ° c.

**Propagación:** Por semilla, y vegetativamente.

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Media

**Método de control:** Maleza controlada Manualmente

Gómez, y Rivera (1987)

**Subclase Magnolidae**

**Nombre científico:** *Veronica persica* Poir.

**Nombre común :** Veronica



**Fotografía :** Katterine Páez

**Características:** Planta anual, flores axilares, solitarias. Maleza común en jardines.

**Propagación:** Por semilla

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Baja

Heike Vibrans (ed.), 2009

### 5.2.17 FAMILIA POLYGONACEAE

Plantas herbáceas, rara vez arbustos o árboles, las flores son pequeñas de ordinario, regulares, hermafroditas. Esta familia posee 800 especies.

#### Subclase Magnolidae

**Nombre científico:** *Polygonum nepalense*  
Meisn

**Nombre común :** Corazón herido



**Fotografía :** Katterine Páez

**Características:** Planta de vida corta, tallos tendidos en el suelo y con las puntas ascendentes, inflorescencia, las flores pediceladas. Hábitat en sitios húmedos y sombreados.

**Propagación:** Por semilla

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Baja

Gómez, y Rivera (1987)

**Subclase Magnolidae**

**Nombre científico:** *Rumex crispus* L

**Nombre común :** Romasa



**Fotografía :** Katterine Páez

**Características:** Es maleza en cultivos, rastrojos y cafetales; inflorescencia terminal hojosa, panícula de ramas erectas. Crece en zonas con altitudes entre los 0 y 3.000 m.s.n.m, temperaturas superiores a los 10 °c.

**Propagación:** Por semilla y vegetativamente mediante rizomas profundos. Cada planta puede producir hasta 6.000 semillas durante el año.

**Tipo de interferencia en el cafetal:** Baja

Gómez, y Rivera (1987)

### 5.3 Evaluación de la actividad herbicida preemergente del aceite esencial de *Piper lanceaefolium kunth* en bancos de malezas

Evaluación del porcentaje de germinación en el banco de malezas del cultivo de Café, luego de la aplicación de la emulsión del AE *Piper lanceaefolium kunth* durante los 62 días; como se mencionó anteriormente se realizó el seguimiento a la germinación de las arvenses (maleza) en cada uno de los tratamientos, tres repeticiones por tratamiento a evaluar. Estos resultados (número de semillas germinadas) fueron evaluados como porcentaje de germinación, teniendo como referente de 100% de germinación la obtenida en las bandejas de mayor número de semillas germinadas (en el testigo absoluto). Estos porcentajes fueron sometidos al análisis de Shapiro–Wilk para determinar la normalidad y homocedasticidad de los datos (Shapiro y Wilk, 1965) (Anexo 1, Anexo 2 y Anexo 3). Para conocer la mejor concentración del AE que afecta la germinación en los diferentes grupos de malezas (Dicotiledóneas, Poáceas y Cyperáceas), se realizó un análisis de varianza ANOVA y debido a su significancia se aplicó la prueba de comparación de promedios Tukey's HSD ( $\alpha = 0.05$ ) (Anexo 4, Anexo5 y Anexo 6).

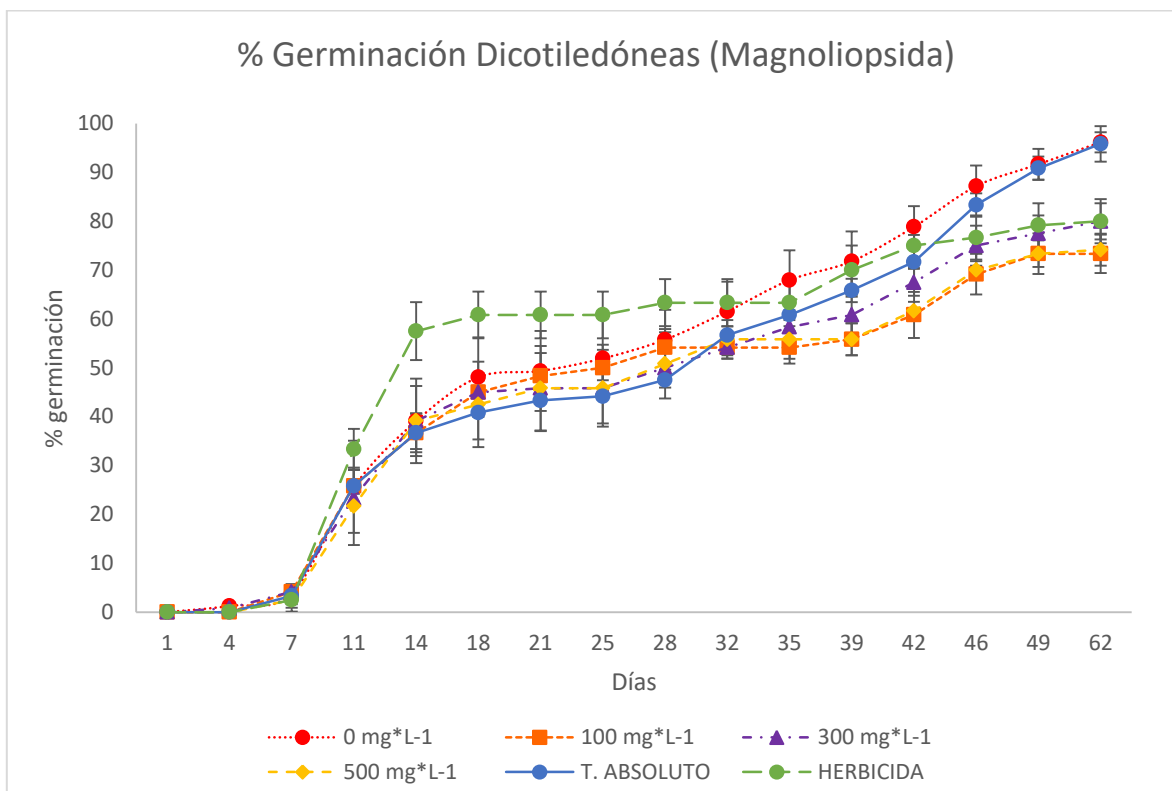
De esta manera se concluye que el Tween 20 ® utilizado como Emulsificante no interfiere ni genera efecto sobre la germinación de los tres grupos de arvenses evaluados durante los 62 días de seguimiento. En las figuras de las dinámicas de la germinación (Figura 10, Figura 11 y Figura 12) y en las tablas (Tabla 6, Tabla 7 y Tabla 8) se observa un comportamiento similar en la germinación de los tratamientos Testigo Absoluto y  $0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  (ppm), sin diferencias a nivel estadístico (Anexo 1, Anexo 2 y Anexo 3 ANOVA y Test de Tukey).

En dicotiledóneas y luego de los dos meses de investigación, los porcentajes de menor germinación total se presentaron con la emulsión del AE de *Piper lanceaefolium kunth* en sus concentraciones  $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  y  $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  con valores de 73 y 74 % respectivamente. A partir del punto de vista estadístico se presentaron tres grupos de tratamientos, indicando que una concentración de AE disminuye la germinación de las dicotiledóneas, este comportamiento se observa a partir del día 35 después de la segunda aplicación de AE. En Poaceae y Cyperaceae tuvieron una menor germinación con la concentración  $300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ , con valores de 33 y 59 % respectivamente.

Con la evaluación realizada en la actividad preemergente se presenta un control de malezas con el AE de *Piper lanceaefolium kunth*, debido al efecto inhibitorio que se presenta en el desarrollo radicular de las malezas, esto puede ser al compuesto derivado de los metabolitos secundarios que presenta la familia Piperaceae, como son los terpenos que influyen sobre el crecimiento y desarrollo

de los tejidos vegetales afectados tal como lo indica Taiz y Zeiger (2006). Guedes et al. (2002) ratifica la presencia de extractos vegetales terpenoides (sesquiterpenos específicos que pueden interferir en la germinación)

## DICOTILEDÓNEAS



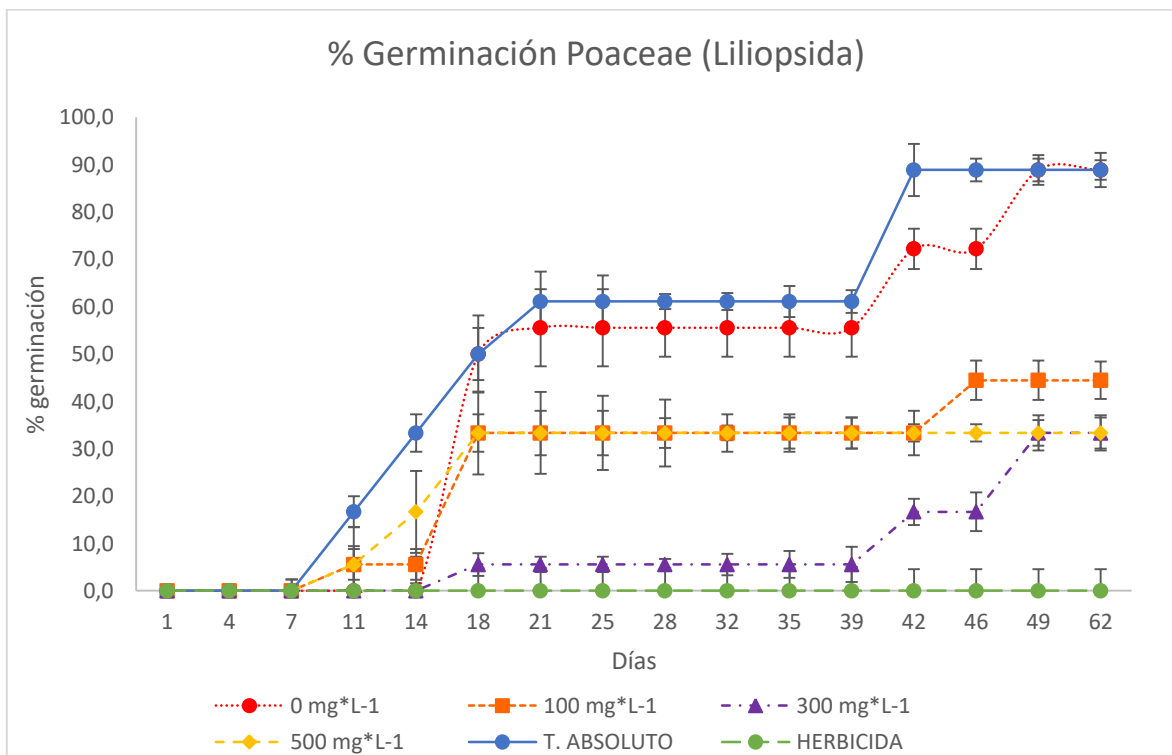
**Figura 10.** Efecto preemergente de la aplicación del AE de *Piper lanceaefolium kunth* sobre la germinación de dicotiledóneas en un banco de malezas dos meses después de la primera aplicación. Valores con la misma letra no presentan diferencias significativas (N = 4.  $\alpha = 0.05$ .)



**Tabla 6.** Porcentaje de germinación Dicotiledóneas

TRATAMIENTO PREEMERGENCIA	% GERMINACIÓN
0 mg*L-1	95,0 B
100 mg*L-1	73,3 A
300 mg*L-1	80,0 A
500 mg*L-1	74,2 A
T. ABSOLUTO	95,8 B
HERBICIDA	80,0 A

**POACEAE**

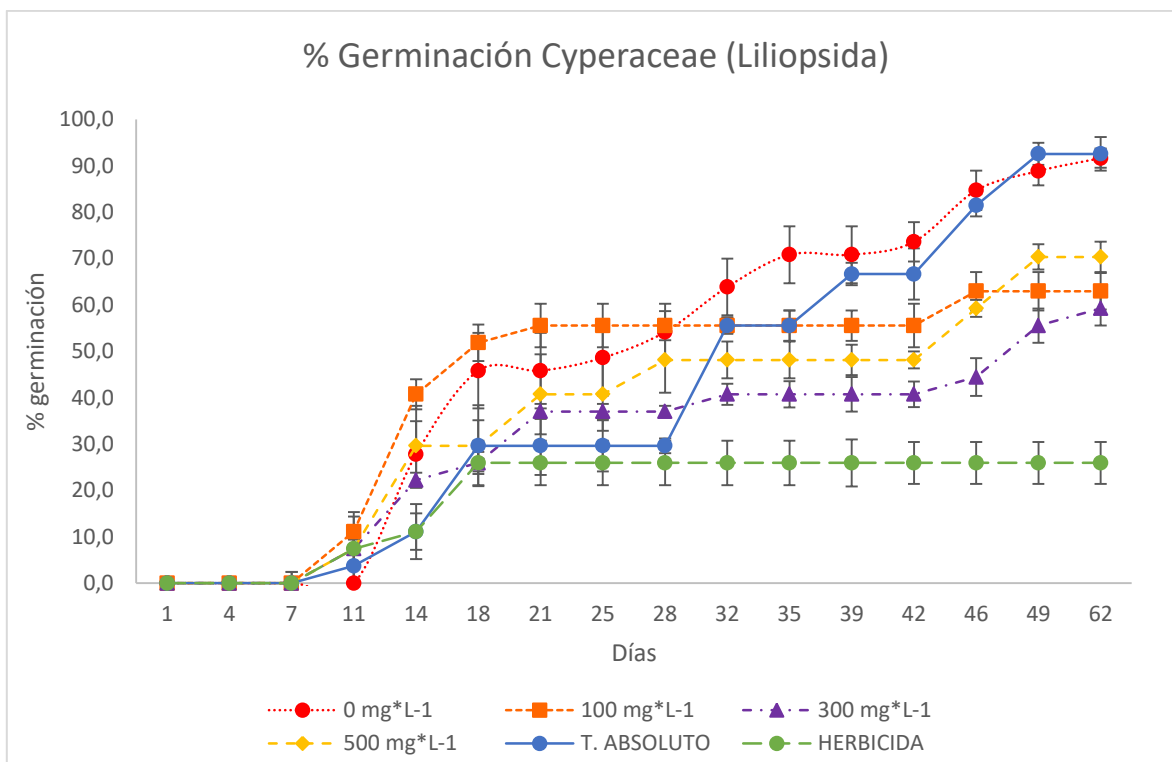


**Figura 11.** Efecto preemergente de la aplicación del AE de *Piper lanceaefolium kunth* sobre la germinación de Poaceae en un banco de malezas dos meses después de la primera aplicación. Valores con la misma letra no presentan diferencias significativas (N = 4.  $\alpha = 0.05$ .)

**Tabla 7.** Porcentaje de germinación Poaceae

TRATAMIENTO PREEMERGENCIA	% GERMINACIÓN
0 mg*L-1	88,9 C
100 mg*L-1	44,4 B
300 mg*L-1	33,3 A B
500 mg*L-1	33,3 A B
T. ABSOLUTO	88,9 C
HERBICIDA	16,7 A

**CYPERACEAE**



**Figura 12.** Efecto preemergente de la aplicación del AE de *Piper lanceaeifolium kunth* sobre la germinación de Cyperaceae en un banco de malezas dos meses después de la primera aplicación. Valores con la misma letra no presentan diferencias significativas (N = 4.  $\alpha = 0.05$ .)

**Tabla 8.** Porcentaje de germinación Cyperaceae

<b>TRATAMIENTO PREEMERGENCIA</b>	<b>% GERMINACIÓN</b>
0 mg*L-1	96,3 D
100 mg*L-1	63,0 B
300 mg*L-1	59,3 B
500 mg*L-1	70,4 B C
T. ABSOLUTO	92,6 C D
HERBICIDA	25,9 A

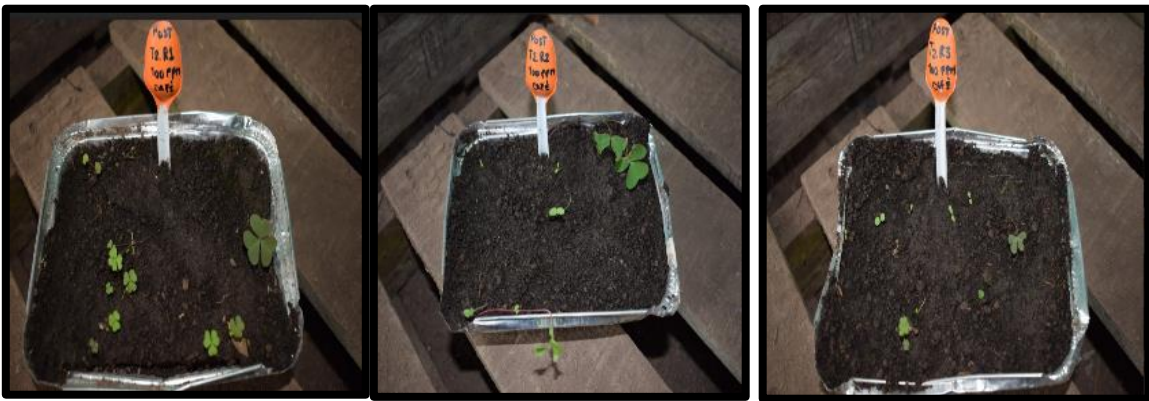
#### **5.4 Evaluación de la actividad herbicida postemergente del aceite esencial de *Piper lanceaefolium kunth* en bancos de malezas**

Según la Escala ordinal propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Malezas (EWRS), (Tabla 3), el efecto ocasionado del de AE de *Piper lanceaefolium kunth* en postemergencia fue nulo, no presento daño significativo en ninguna de las concentraciones (0, 100, 300 y 500 mg\*L<sup>-1</sup>) respecto al herbicida este presento un manejo suficiente en la práctica con un valor porcentual entre el 87,5 - 93,0 %. Con el seguimiento de esta evaluación se concluye que la acción herbicida de los AE se da principalmente a nivel de semilla y en estado de preemergencia, tal y como se menciona en preemergencia esta acción se da en efecto inhibitorio que se presenta en el desarrollo radicular de las malezas, y los extractos que interfieren en la germinación.

Estos resultados abren como panorama, el estudio de la utilización de AE de la familia piperácea para el control de malezas (Poaceae, Cyperaceae) en estado preemergente.



**Figura 13.** AE en postemergencia 0 ppm ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ); tres repeticiones. (12 días después de la aplicación). Fotografía Katterine Páez



**Figura 14.** AE en postemergencia 100 ppm ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ); tres repeticiones. (12 días después de la aplicación). Fotografía Katterine Páez



**Figura 15.** AE en postemergencia 300 ppm ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ); tres repeticiones. (12 días después de la aplicación). Fotografía Katterine Páez





**Figura 16.** AE en postemergencia 500 ppm ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ); tres repeticiones. (12 días después de la aplicación). Fotografía Katterine Páez



**Figura 17.** AE en postemergencia testigo absoluto, tres repeticiones. (12 días después de la aplicación). Fotografía Katterine Páez



**Figura 18.** Herbicida Paraquat en postemergencia, (12 días después de la aplicación). Fotografía Katterine Páez

### 5.5 Evaluación del efecto fitotóxico del aceite esencial de *Piper lanceaefolium kunth* sobre plántulas de Café

En cuanto al efecto fitotóxico, que podría ocasionar el AE *Piper lanceaefolium kunth*, en sus diferentes concentraciones (0, 100, 300 y 500  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) se observaron la plantas durante 12 días en donde no se registró fitotoxicidad en ninguno de las concentraciones evaluadas, no causo daño significativo debido la alelopatía que presentan las piperáceas no afecta plantas dicotiledóneas. Con respecto al herbicida que causo marchitamiento a la planta luego de dos días de la aplicación.



**Figura 19.** Plantas de café con AE concentración 0 ppm ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ); tres repeticiones. Fotografía Katterine Páez





**Figura 20.** Plantas de café con AE concentración 100 ppm ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ); tres repeticiones. Fotografía Katterine Páez



**Figura 21.** Plantas de café con AE concentración 300 ppm ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ); tres repeticiones. Fotografía Katterine Páez



**Figura 22.** Plantas de café con AE concentración 500 ppm ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ); tres repeticiones. Fotografía Katterine Páez



**Figura 23.** Plantas de café con herbicida Paraquat. Fotografía Katterine Páez



## 6 CONCLUSIONES

La identificación y caracterización de la flora arvense presente en el sistema de cultivo de café especial de la Finca El Pedregal (Pasca, Cundinamarca), es el primer paso en la planeación del manejo integrado de arvenses, ya que permite establecer cuales plantas pueden ser benéficas como cobertura y cuáles presentan alta interferencia y requieren un monitoreo permanente y control con alternativas como los Bioherbicidas basados en aceites esenciales.

El cultivo de café especial de la Finca El Pedregal (Pasca, Cundinamarca) presenta una flora arvense acompañante en la que se destacan plantas utilizadas como cobertura útil para el productor *Trifolium repens L.* y *Commelina diffusa Burm.f* y arvenses potencialmente agresivas especialmente *Digitaria sanguinalis (L.)* y *Kyllinga brevifolia Rottb.*

Las malezas en el cafetal en su mayoría son de baja interferencia, de las cuales se destacan las familias Commelinaceae, Euphorbiaceae y Fabaceae, que son las que ayudan a proteger y mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo, de acuerdo a estas características nos permiten hacer un adecuado manejo en campo.

De acuerdo a lo evaluado se puede concluir que el AE *Piper lanceaefolium Kunth* puede actuar como herbicida preemergente para el control de malezas, se determina estadísticamente que las aplicación del AE 100 mg\*L<sup>-1</sup>, y 500 mg\*L<sup>-1</sup>, presentan menores porcentajes de germinación.

La aplicación de la emulsión del aceite esencial de *Piper lanceaefolium Kunth* no afecta las plántulas de malezas (no hay efecto postemergente) ni genera efecto fitotóxico en plántulas de café. Lo que permite corroborar su potencial efecto selectivo en preemergencia.

## 7 RECOMENDACIONES

Debido a que se presenta efecto herbicida en preemergencia, es necesario realizar estudios precisos, de esta manera podría incorporarse a futuro como bioherbicida preemergente.

Se sugiere realizar estudios puntuales en arvenses (monocotiledónea) que más afecten el café, siendo que los AE pueden tener una acción selectiva.

Se sugiere la recolección de semillas de la Finca, para la elaboración de un banco de las mismas, de esta manera se podría ver las especies más abundantes en el cafetal.

Se recomienda antes de realizar un manejo integrado de arvenses, una caracterización de la Flora arvense presente, de esta manera se facilitaría su manejo.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

- Arcila, J., FARFAN, F., Moreno, A. M., Salazar, L. F., & Hincapié, E. (2007). Sistemas de producción de café en Colombia.
- Batish, D. R., Singh, H. P., Kohli, R. K., & Kaur, S. (2008). Eucalyptus essential oil as a natural pesticide. *Forest Ecology and Management*, 256(12), 2166-2174.
- Bernal, R., G. Galeano, A. Rodríguez, H. Sarmiento y M. Gutiérrez. 2017. Nombres Comunes de las Plantas de Colombia. Recuperado de: <http://www.biovirtual.unal.edu.co/nombrescomunes/>
- Boyle, B., Hopkins, N., Lu, Z., Raygoza, J., Mozzherin, D., Rees, T., Matasci, N., Narro, M., Piel, W., JMckay S., Lowry, S., Freeland, C., Peet, R. and Enquist, B. (2013). The taxonomic name resolution service: an online tool for automated standardization of plant names. *BMC bioinformatics*, 14(1), 16.
- Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. Disponible en <http://www.catalogo.biodiversidad.co>. Consultado en 2014-01-15
- Celis, Á., Mendoza, C., Pachón, M., Cardona, J., Delgado, W., y Cuca, L. E. (2008). Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 26(1), 97-106.
- Ciccío, J. F. (1996). Constituyentes del aceite esencial de las hojas de *Piper terrabanum* (Piperaceae). *Revista de Biología Tropical*, 44(2 A), 507-511.
- Cuevas Medina, A. (2000). Manejo integrado de plagas en el cultivo del arroz.
- Dayan, F. E., Owens, D. K., Watson, S. B., Asolkar, R. N., & Boddy, L. G. (2015). Sarmentine, a natural herbicide from *Piper* species with multiple herbicide mechanisms of action. *Frontiers in plant science*, 6, 222. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00222>
- De Moraes, S. M., Facundo, V. A., Bertini, L. M., Cavalcanti, E. S. B., dos Anjos Júnior, J. F., Ferreira, S. A.,... & de Souza Neto, M. A. (2007). Chemical composition and larvicidal activity of essential oils from *Piper* species. *Biochemical Systematics and Ecology*, 35(10), 670-675.

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (2009). Recuperado de <https://www.federaciondefcafeteros.org/clientes/es/>

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (2018). Certificado precios del café de Colombia. Recuperado de <https://dolar.wilkinsonpc.com.co/cafe.html>

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (2010). El café de Colombia. Recuperado de [http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/el\\_cafe\\_de\\_colombia/](http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/el_cafe_de_colombia/)

GARCÍA PLASENCIA, S. U. S. A. N. A. (2014). Actividad herbicida del aceite esencial de *Thymus capitatus* (L.) Hoffmanns. et Link. y su efectividad en función de distintos métodos de aplicación.

Gil, A. I., Celis, A., & Cuevas, J. C. (2010). Efecto inhibitorio de extractos de *Swinglea glutinosa* (Blanco) Merr. y *Lantana camara* L. en preemergencia y poseemergencia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 4(2), 223-234.

Gómez, A., y Rivera, J. H. (1987). Descripción de malezas en plantaciones de café.

Gómez, G. C. (2005). Desarrollos científicos de Cenicafé en la última década. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 1(30), 89-100.

Gonzales, L. (2011). Efectos del aceite esencial y extractos acuosos de *Eucalyptus gomphocephala* DC. Sobre la germinación y el crecimiento de arvenses. (Proyecto final de máster). Universitat Politècnica de València, Valencia, España.

Hincapié, E., y Salazar, L. (2007). Manejo integrado de arvenses en la zona cafetera central de Colombia. *Avances técnicos Cenicafé*. 359: 1 - 12. ISSN - 0120- 0178

Laboratorio de sistemática de plantas vasculares (2017) .Recuperado de <http://www.thecompositaehut.com/index.html>

López, A., Ming, D. S., & Towers, G. N. (2002). Antifungal Activity of Benzoic Acid Derivatives from *Piper lanceaefolium*. *Journal of natural products*, 65(1), 62-64

Malezas de México (2012). Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm>

Municipio de Pasca. (2018). Alcaldía de Pasca-Cundinamarca. Recuperado de: [http://www.pasca-cundinamarca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.pasca-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml)

Peralta, J., Y Royuela M (2015). Herbario de la universidad pública de Navarra. Recuperado de <http://www.unavarra.es/herbario/htm/creditos.htm>

Peraza-Padilla, W., y Orozco-Aceves, M. (2018). Evaluación de arvenses como hospedantes alternos de nematodos fitoparásitos en cafetales en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 29(1), 193-206

PINO BENÍTEZ, N., MELENDEZ, E., & STASHENKO, E. E. (2009). Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de hojas de *Piper lanceaefolium*, planta usada tradicionalmente en Colombia. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 8(4).

Rivera, J., & Gómez, A. (2004). Manejo integrado de arvenses en café con criterios de sostenibilidad. Centro de Investigación para Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV).

Salazar, L., Arango, J. y Morales, C. (2012). Interferencia de coberturas vegetales en la zona de raíces y entre calles del cultivo del café. *Revista Cenicafé* 63 (2): 50-57.

Salazar, L., y Hincapié, E. (2005). Arvenses de mayor interferencia en los cafetales. *Avances técnicos Cenicafé*. 333: 1 - 12. ISSN 0120- 0178.

Salazar, L., y Hincapié, E. (2007). Las arvenses y su manejo en los cafetales capítulo 5 .cenicafé. Recuperado de <http://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo5.pdf>

Sánchez-Ken, J. G. (1993). Flora del valle de Tehuacán-Cuicatlán: Poaceae Banhard (Vol. 10). Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología.

The Taxonomic Name Resolution Service (2018). IPlant Collaborative. Version 4.0. Recuperado de: <http://tnrs.iplantcollaborative.org>

Verdeguer Sancho, M. M. (2011). Fitotoxicidad de aceites esenciales y extractos acuosos de plantas mediterráneas para el control de arvenses (Doctoral dissertation).

Xuan, T. D., Elzaawely, A. A., Fukuta, M., & Tawata, S. (2006). Herbicidal and fungicidal activities of lactones in kava (*Piper methysticum*). *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(3), 720-725.

Xuan, T. D., Yuichi, O., Junko, C., Tsuzuki, E., Hiroyuki, T., Mitsuhiro, M., ... & Hong, N. H. (2003). Kava root (*Piper methysticum* L.) as a potential natural

herbicide and fungicide. *Crop protection*, 22(6), 873-881. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(03\)00083-8](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(03)00083-8)

## 9 ANEXOS

**Anexo 1.** Test de Shapiro Wilk para porcentaje de germinación en Dicotiledóneas (InfoStat V. 2017).

Shapiro-Wilks (modificado)

TRATAMIENTOS	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
0 mg*L-1	DÍA 1	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
0 mg*L-1	DÍA 4	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
0 mg*L-1	DÍA 7	3	4,17	1,44	0,75	<0,0001
0 mg*L-1	DÍA 11	3	34,17	11,55	0,75	<0,0001
0 mg*L-1	DÍA 14	3	48,33	8,78	0,99	0,8439
0 mg*L-1	DÍA 18	3	55,00	10,00	1,00	>0,9999
0 mg*L-1	DÍA 21	3	57,50	10,00	1,00	>0,9999
0 mg*L-1	DÍA 25	3	57,50	10,00	1,00	>0,9999
0 mg*L-1	DÍA 28	3	62,50	7,50	1,00	>0,9999
0 mg*L-1	DÍA 32	3	65,00	7,50	1,00	>0,9999
0 mg*L-1	DÍA 35	3	65,00	7,50	1,00	>0,9999
0 mg*L-1	DÍA 39	3	67,50	7,50	1,00	>0,9999
0 mg*L-1	DÍA 42	3	75,83	5,20	0,92	0,4628
0 mg*L-1	DÍA 46	3	83,33	5,20	0,92	0,4628
0 mg*L-1	DÍA 49	3	89,17	3,82	0,96	0,6394
0 mg*L-1	DÍA 62	3	95,00	2,50	1,00	>0,9999
100 mg*L-1	DÍA 1	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
100 mg*L-1	DÍA 4	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
100 mg*L-1	DÍA 7	3	4,17	3,82	0,96	0,6394
100 mg*L-1	DÍA 11	3	25,83	5,20	0,92	0,4628
100 mg*L-1	DÍA 14	3	36,67	3,82	0,96	0,6394
100 mg*L-1	DÍA 18	3	45,00	2,50	1,00	>0,9999
100 mg*L-1	DÍA 21	3	48,33	1,44	0,75	<0,0001
100 mg*L-1	DÍA 25	3	50,00	0,00	sd	>0,9999
100 mg*L-1	DÍA 28	3	54,17	2,89	0,75	<0,0001
100 mg*L-1	DÍA 32	3	54,17	2,89	0,75	<0,0001
100 mg*L-1	DÍA 35	3	54,17	2,89	0,75	<0,0001
100 mg*L-1	DÍA 39	3	55,83	1,44	0,75	<0,0001
100 mg*L-1	DÍA 42	3	60,83	3,82	0,96	0,6394
100 mg*L-1	DÍA 46	3	69,17	6,29	0,99	0,7806
100 mg*L-1	DÍA 49	3	73,33	6,29	0,99	0,7806
100 mg*L-1	DÍA 62	3	73,33	6,29	0,99	0,7806
300mg*L-1	DÍA 1	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
300mg*L-1	DÍA 4	3	0,83	1,44	0,75	<0,0001
300mg*L-1	DÍA 7	3	4,17	1,44	0,75	<0,0001
300mg*L-1	DÍA 11	3	23,33	3,82	0,96	0,6394
300mg*L-1	DÍA 14	3	39,17	8,04	0,87	0,2962
300mg*L-1	DÍA 18	3	45,00	10,90	0,84	0,2190
300mg*L-1	DÍA 21	3	45,83	11,55	0,75	<0,0001
300mg*L-1	DÍA 25	3	45,83	11,55	0,75	<0,0001
300mg*L-1	DÍA 28	3	50,00	10,90	0,84	0,2190
300mg*L-1	DÍA 32	3	54,17	8,78	0,99	0,8439
300mg*L-1	DÍA 35	3	58,33	7,64	0,96	0,6394
300mg*L-1	DÍA 39	3	60,83	7,22	0,75	<0,0001
300mg*L-1	DÍA 42	3	67,50	4,33	0,75	<0,0001
300mg*L-1	DÍA 46	3	75,00	4,33	0,75	<0,0001
300mg*L-1	DÍA 49	3	77,50	4,33	0,75	<0,0001
300mg*L-1	DÍA 62	3	80,00	4,33	0,75	<0,0001

500mg*L-1	DÍA 1	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
500mg*L-1	DÍA 4	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
500mg*L-1	DÍA 7	3	2,50	0,00	sd	>0,9999
500mg*L-1	DÍA 11	3	21,67	3,82	0,96	0,6394
500mg*L-1	DÍA 14	3	39,17	5,77	0,75	<0,0001
500mg*L-1	DÍA 18	3	42,50	4,33	0,75	<0,0001
500mg*L-1	DÍA 21	3	45,83	5,20	0,92	0,4628
500mg*L-1	DÍA 25	3	45,83	5,20	0,92	0,4628
500mg*L-1	DÍA 28	3	50,83	6,29	0,99	0,7806
500mg*L-1	DÍA 32	3	55,83	8,04	0,87	0,2962
500mg*L-1	DÍA 35	3	55,83	8,04	0,87	0,2962
500mg*L-1	DÍA 39	3	55,83	8,04	0,87	0,2962
500mg*L-1	DÍA 42	3	61,67	9,46	0,85	0,2519
500mg*L-1	DÍA 46	3	70,00	9,01	0,94	0,5351
500mg*L-1	DÍA 49	3	73,33	8,04	0,87	0,2962
500mg*L-1	DÍA 62	3	74,17	7,22	0,75	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 1	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
HERBICIDA	DÍA 4	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
HERBICIDA	DÍA 7	3	2,50	4,33	0,75	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 11	3	33,33	8,04	0,87	0,2962
HERBICIDA	DÍA 14	3	57,50	0,00	sd	>0,9999
HERBICIDA	DÍA 18	3	60,83	1,44	0,75	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 21	3	60,83	1,44	0,75	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 25	3	60,83	1,44	0,75	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 28	3	63,33	3,82	0,96	0,6394
HERBICIDA	DÍA 32	3	63,33	3,82	0,96	0,6394
HERBICIDA	DÍA 35	3	63,33	3,82	0,96	0,6394
HERBICIDA	DÍA 39	3	70,00	6,61	0,89	0,3614
HERBICIDA	DÍA 42	3	75,00	4,33	0,75	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 46	3	76,67	5,20	0,92	0,4628
HERBICIDA	DÍA 49	3	79,17	2,89	0,75	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 62	3	80,00	2,50	1,00	>0,9999
T. ABSOLUTO	DÍA 1	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
T. ABSOLUTO	DÍA 4	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
T. ABSOLUTO	DÍA 7	3	3,33	2,89	0,75	<0,0001
T. ABSOLUTO	DÍA 11	3	25,83	8,04	0,87	0,2962
T. ABSOLUTO	DÍA 14	3	36,67	10,10	0,75	<0,0001
T. ABSOLUTO	DÍA 18	3	40,83	13,77	0,82	0,1734
T. ABSOLUTO	DÍA 21	3	43,33	13,77	0,82	0,1734
T. ABSOLUTO	DÍA 25	3	44,17	12,33	0,83	0,1960
T. ABSOLUTO	DÍA 28	3	47,50	9,01	0,94	0,5351
T. ABSOLUTO	DÍA 32	3	56,67	6,29	0,99	0,7806
T. ABSOLUTO	DÍA 35	3	60,83	5,20	0,92	0,4628
T. ABSOLUTO	DÍA 39	3	65,83	3,82	0,96	0,6394
T. ABSOLUTO	DÍA 42	3	71,67	3,82	0,96	0,6394
T. ABSOLUTO	DÍA 46	3	83,33	3,82	0,96	0,6394
T. ABSOLUTO	DÍA 49	3	90,83	3,82	0,96	0,6394
T. ABSOLUTO	DÍA 62	3	95,83	3,82	0,96	0,6394



**Anexo 2.** Test de Shapiro Wilk para porcentaje de germinación en Poaceae (InfoStat V. 2017)

Shapiro-Wilks (modificado)

TRATAMIENTOS	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
0 mg*L-1	DÍA 1	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
0 mg*L-1	DÍA 4	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
0 mg*L-1	DÍA 7	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
0 mg*L-1	DÍA 11	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
0 mg*L-1	DÍA 14	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
0 mg*L-1	DÍA 18	3	50,00	0,00	sd	>0,9999
0 mg*L-1	DÍA 21	3	55,57	9,64	0,75	<0,0001
0 mg*L-1	DÍA 25	3	55,57	9,64	0,75	<0,0001
0 mg*L-1	DÍA 28	3	55,57	9,64	0,75	<0,0001
0 mg*L-1	DÍA 32	3	55,57	9,64	0,75	<0,0001
0 mg*L-1	DÍA 35	3	55,57	9,64	0,75	<0,0001
0 mg*L-1	DÍA 39	3	55,57	9,64	0,75	<0,0001
0 mg*L-1	DÍA 42	3	72,23	9,58	0,75	<0,0001
0 mg*L-1	DÍA 46	3	72,23	9,58	0,75	<0,0001
0 mg*L-1	DÍA 49	3	88,87	9,64	0,75	<0,0001
0 mg*L-1	DÍA 62	3	88,87	9,64	0,75	<0,0001
100 mg*L-1	DÍA 1	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
100 mg*L-1	DÍA 4	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
100 mg*L-1	DÍA 7	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
100 mg*L-1	DÍA 11	3	5,57	9,64	0,75	<0,0001
100 mg*L-1	DÍA 14	3	5,57	9,64	0,75	<0,0001
100 mg*L-1	DÍA 18	3	33,30	0,00	sd	>0,9999
100 mg*L-1	DÍA 21	3	33,30	0,00	sd	>0,9999
100 mg*L-1	DÍA 25	3	33,30	0,00	sd	>0,9999
100 mg*L-1	DÍA 28	3	33,30	0,00	sd	>0,9999
100 mg*L-1	DÍA 32	3	33,30	0,00	sd	>0,9999
100 mg*L-1	DÍA 35	3	33,30	0,00	sd	>0,9999
100 mg*L-1	DÍA 39	3	33,30	0,00	sd	>0,9999
100 mg*L-1	DÍA 42	3	33,30	0,00	sd	>0,9999
100 mg*L-1	DÍA 46	3	44,43	9,64	0,75	<0,0001
100 mg*L-1	DÍA 49	3	44,43	9,64	0,75	<0,0001
100 mg*L-1	DÍA 62	3	44,43	9,64	0,75	<0,0001
300mg*L-1	DÍA 1	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
300mg*L-1	DÍA 4	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
300mg*L-1	DÍA 7	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
300mg*L-1	DÍA 11	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
300mg*L-1	DÍA 14	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
300mg*L-1	DÍA 18	3	5,57	9,64	0,75	<0,0001
300mg*L-1	DÍA 21	3	5,57	9,64	0,75	<0,0001
300mg*L-1	DÍA 25	3	5,57	9,64	0,75	<0,0001
300mg*L-1	DÍA 28	3	5,57	9,64	0,75	<0,0001
300mg*L-1	DÍA 32	3	5,57	9,64	0,75	<0,0001
300mg*L-1	DÍA 35	3	5,57	9,64	0,75	<0,0001
300mg*L-1	DÍA 39	3	5,57	9,64	0,75	<0,0001
300mg*L-1	DÍA 42	3	16,70	0,00	0,04	<0,0001
300mg*L-1	DÍA 46	3	16,70	0,00	0,04	<0,0001
300mg*L-1	DÍA 49	3	33,30	0,00	sd	>0,9999
300mg*L-1	DÍA 62	3	33,30	0,00	sd	>0,9999

500mg*L-1	DÍA 1	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
500mg*L-1	DÍA 4	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
500mg*L-1	DÍA 7	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
500mg*L-1	DÍA 11	3	5,57	9,64	0,75	<0,0001
500mg*L-1	DÍA 14	3	16,70	0,00	0,04	<0,0001
500mg*L-1	DÍA 18	3	33,30	0,00	sd	>0,9999
500mg*L-1	DÍA 21	3	33,30	0,00	sd	>0,9999
500mg*L-1	DÍA 25	3	33,30	0,00	sd	>0,9999
500mg*L-1	DÍA 28	3	33,30	0,00	sd	>0,9999
500mg*L-1	DÍA 32	3	33,30	0,00	sd	>0,9999
500mg*L-1	DÍA 35	3	33,30	0,00	sd	>0,9999
500mg*L-1	DÍA 39	3	33,30	0,00	sd	>0,9999
500mg*L-1	DÍA 42	3	33,30	0,00	sd	>0,9999
500mg*L-1	DÍA 46	3	33,30	0,00	sd	>0,9999
500mg*L-1	DÍA 49	3	33,30	0,00	sd	>0,9999
500mg*L-1	DÍA 62	3	33,30	0,00	sd	>0,9999
HERBICIDA	DÍA 1	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
HERBICIDA	DÍA 4	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
HERBICIDA	DÍA 7	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
HERBICIDA	DÍA 11	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
HERBICIDA	DÍA 14	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
HERBICIDA	DÍA 18	3	16,70	0,00	0,04	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 21	3	16,70	0,00	0,04	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 25	3	16,70	0,00	0,04	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 28	3	16,70	0,00	0,04	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 32	3	16,70	0,00	0,04	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 35	3	16,70	0,00	0,04	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 39	3	16,70	0,00	0,04	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 42	3	16,70	0,00	0,04	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 46	3	16,70	0,00	0,04	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 49	3	16,70	0,00	0,04	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 62	3	16,70	0,00	0,04	<0,0001
T. ABSOLUTO	DÍA 1	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
T. ABSOLUTO	DÍA 4	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
T. ABSOLUTO	DÍA 7	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
T. ABSOLUTO	DÍA 11	3	16,70	0,00	0,04	<0,0001
T. ABSOLUTO	DÍA 14	3	33,30	0,00	sd	>0,9999
T. ABSOLUTO	DÍA 18	3	50,00	0,00	sd	>0,9999
T. ABSOLUTO	DÍA 21	3	61,13	9,64	0,75	<0,0001
T. ABSOLUTO	DÍA 25	3	61,13	9,64	0,75	<0,0001
T. ABSOLUTO	DÍA 28	3	61,13	9,64	0,75	<0,0001
T. ABSOLUTO	DÍA 32	3	61,13	9,64	0,75	<0,0001
T. ABSOLUTO	DÍA 35	3	61,13	9,64	0,75	<0,0001
T. ABSOLUTO	DÍA 39	3	61,13	9,64	0,75	<0,0001
T. ABSOLUTO	DÍA 42	3	88,87	9,64	0,75	<0,0001
T. ABSOLUTO	DÍA 46	3	88,87	9,64	0,75	<0,0001
T. ABSOLUTO	DÍA 49	3	88,87	9,64	0,75	<0,0001
T. ABSOLUTO	DÍA 62	3	88,87	9,64	0,75	<0,0001

**Anexo 3.** Test de Shapiro Wilk para porcentaje de germinación en Cyperaceae (InfoStat V. 2017)

Shapiro-Wilks (modificado)

TRATAMIENTOS	Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
0 mg*L-1	DÍA 1	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
0 mg*L-1	DÍA 4	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
0 mg*L-1	DÍA 7	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
0 mg*L-1	DÍA 11	3	3,70	6,41	0,75	<0,0001
0 mg*L-1	DÍA 14	3	18,50	6,41	0,75	<0,0001
0 mg*L-1	DÍA 18	3	37,00	6,41	0,75	<0,0001
0 mg*L-1	DÍA 21	3	37,00	6,41	0,75	<0,0001
0 mg*L-1	DÍA 25	3	37,00	6,41	0,75	<0,0001
0 mg*L-1	DÍA 28	3	37,00	6,41	0,75	<0,0001
0 mg*L-1	DÍA 32	3	37,00	6,41	0,75	<0,0001
0 mg*L-1	DÍA 35	3	37,00	6,41	0,75	<0,0001
0 mg*L-1	DÍA 39	3	48,13	6,47	0,75	<0,0001
0 mg*L-1	DÍA 42	3	59,30	6,41	0,75	<0,0001
0 mg*L-1	DÍA 46	3	70,40	6,41	0,75	<0,0001
0 mg*L-1	DÍA 49	3	85,20	6,41	0,75	<0,0001
0 mg*L-1	DÍA 62	3	96,30	6,41	0,75	<0,0001
100 mg*L-1	DÍA 1	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
100 mg*L-1	DÍA 4	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
100 mg*L-1	DÍA 7	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
100 mg*L-1	DÍA 11	3	11,10	0,00	0,10	<0,0001
100 mg*L-1	DÍA 14	3	40,70	6,41	0,75	<0,0001
100 mg*L-1	DÍA 18	3	51,87	17,01	0,96	0,6338
100 mg*L-1	DÍA 21	3	55,57	11,15	1,00	0,9946
100 mg*L-1	DÍA 25	3	55,57	11,15	1,00	0,9946
100 mg*L-1	DÍA 28	3	55,57	11,15	1,00	0,9946
100 mg*L-1	DÍA 32	3	55,57	11,15	1,00	0,9946
100 mg*L-1	DÍA 35	3	55,57	11,15	1,00	0,9946
100 mg*L-1	DÍA 39	3	55,57	11,15	1,00	0,9946
100 mg*L-1	DÍA 42	3	55,57	11,15	1,00	0,9946
100 mg*L-1	DÍA 46	3	63,00	6,41	0,75	<0,0001
100 mg*L-1	DÍA 49	3	63,00	6,41	0,75	<0,0001
100 mg*L-1	DÍA 62	3	63,00	6,41	0,75	<0,0001
300mg*L-1	DÍA 1	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
300mg*L-1	DÍA 4	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
300mg*L-1	DÍA 7	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
300mg*L-1	DÍA 11	3	7,40	6,41	0,75	<0,0001
300mg*L-1	DÍA 14	3	22,20	11,10	1,00	>0,9999
300mg*L-1	DÍA 18	3	25,90	16,96	0,96	0,6394
300mg*L-1	DÍA 21	3	37,00	12,82	0,75	<0,0001
300mg*L-1	DÍA 25	3	37,00	12,82	0,75	<0,0001
300mg*L-1	DÍA 28	3	37,00	12,82	0,75	<0,0001
300mg*L-1	DÍA 32	3	40,73	17,00	0,97	0,6406
300mg*L-1	DÍA 35	3	40,73	17,00	0,97	0,6406
300mg*L-1	DÍA 39	3	40,73	17,00	0,97	0,6406
300mg*L-1	DÍA 42	3	40,73	17,00	0,97	0,6406
300mg*L-1	DÍA 46	3	44,43	22,25	1,00	0,9970
300mg*L-1	DÍA 49	3	55,57	22,25	1,00	0,9970
300mg*L-1	DÍA 62	3	59,27	17,00	0,97	0,6406

500mg*L-1	DÍA 1	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
500mg*L-1	DÍA 4	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
500mg*L-1	DÍA 7	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
500mg*L-1	DÍA 11	3	7,40	6,41	0,75	<0,0001
500mg*L-1	DÍA 14	3	29,60	12,82	0,75	<0,0001
500mg*L-1	DÍA 18	3	29,60	12,82	0,75	<0,0001
500mg*L-1	DÍA 21	3	40,73	12,87	0,75	<0,0001
500mg*L-1	DÍA 25	3	40,73	12,87	0,75	<0,0001
500mg*L-1	DÍA 28	3	48,13	6,47	0,75	<0,0001
500mg*L-1	DÍA 32	3	48,13	6,47	0,75	<0,0001
500mg*L-1	DÍA 35	3	48,13	6,47	0,75	<0,0001
500mg*L-1	DÍA 39	3	48,13	6,47	0,75	<0,0001
500mg*L-1	DÍA 42	3	48,13	6,47	0,75	<0,0001
500mg*L-1	DÍA 46	3	59,30	6,41	0,75	<0,0001
500mg*L-1	DÍA 49	3	70,40	6,41	0,75	<0,0001
500mg*L-1	DÍA 62	3	70,40	6,41	0,75	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 1	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
HERBICIDA	DÍA 4	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
HERBICIDA	DÍA 7	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
HERBICIDA	DÍA 11	3	7,40	6,41	0,75	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 14	3	11,10	11,10	1,00	>0,9999
HERBICIDA	DÍA 18	3	25,90	6,41	0,75	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 21	3	25,90	6,41	0,75	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 25	3	25,90	6,41	0,75	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 28	3	25,90	6,41	0,75	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 32	3	25,90	6,41	0,75	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 35	3	25,90	6,41	0,75	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 39	3	25,90	6,41	0,75	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 42	3	25,90	6,41	0,75	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 46	3	25,90	6,41	0,75	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 49	3	25,90	6,41	0,75	<0,0001
HERBICIDA	DÍA 62	3	25,90	6,41	0,75	<0,0001
T. ABSOLUTO	DÍA 1	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
T. ABSOLUTO	DÍA 4	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
T. ABSOLUTO	DÍA 7	3	0,00	0,00	sd	>0,9999
T. ABSOLUTO	DÍA 11	3	3,70	6,41	0,75	<0,0001
T. ABSOLUTO	DÍA 14	3	11,10	0,00	0,10	<0,0001
T. ABSOLUTO	DÍA 18	3	29,60	12,82	0,75	<0,0001
T. ABSOLUTO	DÍA 21	3	29,60	12,82	0,75	<0,0001
T. ABSOLUTO	DÍA 25	3	29,60	12,82	0,75	<0,0001
T. ABSOLUTO	DÍA 28	3	29,60	12,82	0,75	<0,0001
T. ABSOLUTO	DÍA 32	3	55,53	19,28	0,75	<0,0001
T. ABSOLUTO	DÍA 35	3	55,53	19,28	0,75	<0,0001
T. ABSOLUTO	DÍA 39	3	66,70	11,10	1,00	>0,9999
T. ABSOLUTO	DÍA 42	3	66,70	11,10	1,00	>0,9999
T. ABSOLUTO	DÍA 46	3	81,50	6,41	0,75	<0,0001
T. ABSOLUTO	DÍA 49	3	92,60	6,41	0,75	<0,0001
T. ABSOLUTO	DÍA 62	3	92,60	6,41	0,75	<0,0001

**Anexo 4.** Análisis de Varianza y Prueba de comparación de promedios Tukey para porcentaje de germinación en Dicotiledóneas (InfoStat V. 2017).

**Análisis de la varianza**

**DÍA 1**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DÍA 1	18	sd	sd	sd

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,00	5	0,00	sd	sd
TRATAMIENTOS	0,00	5	0,00	sd	sd
Error	0,00	12	0,00		
Total	0,00	17			

**DÍA 4**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DÍA 4	18	0,29	0,00	424,26

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,74	5	0,35	1,00	0,4582
TRATAMIENTOS	1,74	5	0,35	1,00	0,4582
Error	4,17	12	0,35		
Total	5,90	17			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,61606**

Error: 0,3472 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T. ABSOLUTO	0,00	3	0,34 A
HERBICIDA	0,00	3	0,34 A
500mg*L-1	0,00	3	0,34 A
0 mg*L-1	0,00	3	0,34 A
100 mg*L-1	0,00	3	0,34 A
300mg*L-1	0,83	3	0,34 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**DÍA 7**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DÍA 7	18	0,10	0,00	79,60

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10,07	5	2,01	0,26	0,9244
TRATAMIENTOS	10,07	5	2,01	0,26	0,9244
Error	91,67	12	7,64		
Total	101,74	17			



**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,58000**

Error: 7,6389 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
500mg*L-1	2,50	3	1,60 A
HERBICIDA	2,50	3	1,60 A
T. ABSOLUTO	3,33	3	1,60 A
0 mg*L-1	4,17	3	1,60 A
100 mg*L-1	4,17	3	1,60 A
300mg*L-1	4,17	3	1,60 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### DÍA 11

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
DÍA 11	18	0,39	0,13	26,64	

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	405,90	5	81,18	1,53	0,2530
TRATAMIENTOS	405,90	5	81,18	1,53	0,2530
Error	637,50	12	53,13		
Total	1043,40	17			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=19,98958**

Error: 53,1250 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
500mg*L-1	21,67	3	4,21 A
300mg*L-1	23,33	3	4,21 A
T. ABSOLUTO	25,83	3	4,21 A
100 mg*L-1	25,83	3	4,21 A
HERBICIDA	33,33	3	4,21 A
0 mg*L-1	34,17	3	4,21 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### DÍA 14

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
DÍA 14	18	0,64	0,49	16,25	

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1044,79	5	208,96	4,30	0,0179
TRATAMIENTOS	1044,79	5	208,96	4,30	0,0179
Error	583,33	12	48,61		
Total	1628,13	17			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=19,12150**

Error: 48,6111 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
100 mg*L-1	36,67	3	4,03 A
T. ABSOLUTO	36,67	3	4,03 A
500mg*L-1	39,17	3	4,03 A B
300mg*L-1	39,17	3	4,03 A B
0 mg*L-1	48,33	3	4,03 A B

HERBICIDA 57,50 3 4,03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### DÍA 18

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
DÍA 18 18 0,52 0,32 17,68

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	939,24	5	187,85	2,59	0,0822
TRATAMIENTOS	939,24	5	187,85	2,59	0,0822
Error	870,83	12	72,57		
Total	1810,07	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=23,36313

Error: 72,5694 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T. ABSOLUTO	40,83	3	4,92 A
500mg*L-1	42,50	3	4,92 A
300mg*L-1	45,00	3	4,92 A
100 mg*L-1	45,00	3	4,92 A
0 mg*L-1	55,00	3	4,92 A
HERBICIDA	60,83	3	4,92 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### DÍA 21

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
DÍA 21 18 0,46 0,23 17,30

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	765,28	5	153,06	2,02	0,1474
TRATAMIENTOS	765,28	5	153,06	2,02	0,1474
Error	908,33	12	75,69		
Total	1673,61	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=23,86086

Error: 75,6944 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T. ABSOLUTO	43,33	3	5,02 A
500mg*L-1	45,83	3	5,02 A
300mg*L-1	45,83	3	5,02 A
100 mg*L-1	48,33	3	5,02 A
0 mg*L-1	57,50	3	5,02 A
HERBICIDA	60,83	3	5,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### DÍA 25

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

DÍA 25 18 0,46 0,24 16,40

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	718,40	5	143,68	2,08	0,1387
TRATAMIENTOS	718,40	5	143,68	2,08	0,1387
Error	829,17	12	69,10		
Total	1547,57	17			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=22,79735**

Error: 69,0972 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T. ABSOLUTO	44,17	3	4,80 A
500mg*L-1	45,83	3	4,80 A
300mg*L-1	45,83	3	4,80 A
100 mg*L-1	50,00	3	4,80 A
0 mg*L-1	57,50	3	4,80 A
HERBICIDA	60,83	3	4,80 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**DÍA 28**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DÍA 28	18	0,51	0,31	13,32

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	673,61	5	134,72	2,54	0,0866
TRATAMIENTOS	673,61	5	134,72	2,54	0,0866
Error	637,50	12	53,13		
Total	1311,11	17			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=19,98958**

Error: 53,1250 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T. ABSOLUTO	47,50	3	4,21 A
300mg*L-1	50,00	3	4,21 A
500mg*L-1	50,83	3	4,21 A
100 mg*L-1	54,17	3	4,21 A
0 mg*L-1	62,50	3	4,21 A
HERBICIDA	63,33	3	4,21 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**DÍA 32**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DÍA 32	18	0,39	0,14	11,32

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	339,24	5	67,85	1,56	0,2433
TRATAMIENTOS	339,24	5	67,85	1,56	0,2433
Error	520,83	12	43,40		
Total	860,07	17			



**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=18,06812**

Error: 43,4028 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
300mg*L-1	54,17	3	3,80 A
100 mg*L-1	54,17	3	3,80 A
500mg*L-1	55,83	3	3,80 A
T. ABSOLUTO	56,67	3	3,80 A
HERBICIDA	63,33	3	3,80 A
0 mg*L-1	65,00	3	3,80 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### DÍA 35

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DÍA 35	18	0,37	0,11	10,37

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	269,79	5	53,96	1,41	0,2880
TRATAMIENTOS	269,79	5	53,96	1,41	0,2880
Error	458,33	12	38,19		
Total	728,13	17			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=16,94940**

Error: 38,1944 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
100 mg*L-1	54,17	3	3,57 A
500mg*L-1	55,83	3	3,57 A
300mg*L-1	58,33	3	3,57 A
T. ABSOLUTO	60,83	3	3,57 A
HERBICIDA	63,33	3	3,57 A
0 mg*L-1	65,00	3	3,57 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### DÍA 39

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DÍA 39	18	0,54	0,35	9,96

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	551,74	5	110,35	2,84	0,0644
TRATAMIENTOS	551,74	5	110,35	2,84	0,0644
Error	466,67	12	38,89		
Total	1018,40	17			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=17,10279**

Error: 38,8889 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
500mg*L-1	55,83	3	3,60 A
100 mg*L-1	55,83	3	3,60 A
300mg*L-1	60,83	3	3,60 A
T. ABSOLUTO	65,83	3	3,60 A

0 mg*L-1	67,50	3	3,60	A
HERBICIDA	70,00	3	3,60	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### DÍA 42

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
DÍA 42	18	0,63	0,48	8,04	

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	636,46	5	127,29	4,17	0,0199
TRATAMIENTOS	636,46	5	127,29	4,17	0,0199
Error	366,67	12	30,56		
Total	1003,13	17			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=15,16000

Error: 30,5556 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
100 mg*L-1	60,83	3	3,19 A
500mg*L-1	61,67	3	3,19 A
300mg*L-1	67,50	3	3,19 A
T. ABSOLUTO	71,67	3	3,19 A
HERBICIDA	75,00	3	3,19 A
0 mg*L-1	75,83	3	3,19 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### DÍA 46

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
DÍA 46	18	0,58	0,40	7,73	

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	573,96	5	114,79	3,31	0,0416
TRATAMIENTOS	573,96	5	114,79	3,31	0,0416
Error	416,67	12	34,72		
Total	990,63	17			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=16,16062

Error: 34,7222 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
100 mg*L-1	69,17	3	3,40 A
500mg*L-1	70,00	3	3,40 A
300mg*L-1	75,00	3	3,40 A
HERBICIDA	76,67	3	3,40 A
0 mg*L-1	83,33	3	3,40 A
T. ABSOLUTO	83,33	3	3,40 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### DÍA 49

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DÍA 49	18	0,73	0,62	6,42

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	886,11	5	177,22	6,63	0,0035
TRATAMIENTOS	886,11	5	177,22	6,63	0,0035
Error	320,83	12	26,74		
Total	1206,94	17			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=14,18088**

Error: 26,7361 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
500mg*L-1	73,33	3	2,99 A
100 mg*L-1	73,33	3	2,99 A
300mg*L-1	77,50	3	2,99 A B
HERBICIDA	79,17	3	2,99 A B
0 mg*L-1	89,17	3	2,99 B
T. ABSOLUTO	90,83	3	2,99 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**DÍA 62**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DÍA 62	18	0,84	0,78	5,76

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1494,44	5	298,89	13,04	0,0002
TRATAMIENTOS	1494,44	5	298,89	13,04	0,0002
Error	275,00	12	22,92		
Total	1769,44	17			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=13,12895**

Error: 22,9167 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
100 mg*L-1	73,33	3	2,76 A
500mg*L-1	74,17	3	2,76 A
HERBICIDA	80,00	3	2,76 A
300mg*L-1	80,00	3	2,76 A
0 mg*L-1	95,00	3	2,76 B
T. ABSOLUTO	95,83	3	2,76 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 5.** Análisis de Varianza y Prueba de comparación de promedios Tukey para porcentaje de germinación en Poaceae (InfoStat V. 2017)

**Análisis de la varianza**

**DÍA 1**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
DÍA 1	18	sd		sd	sd

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,00	5	0,00	sd	sd
TRATAMIENTOS	0,00	5	0,00	sd	sd
Error	0,00	12	0,00		
Total	0,00	17			

**DÍA 4**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
DÍA 4	18	sd		sd	sd

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,00	5	0,00	sd	sd
TRATAMIENTOS	0,00	5	0,00	sd	sd
Error	0,00	12	0,00		
Total	0,00	17			

**DÍA 7**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
DÍA 7	18	sd		sd	sd

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,00	5	0,00	sd	sd
TRATAMIENTOS	0,00	5	0,00	sd	sd
Error	0,00	12	0,00		
Total	0,00	17			

**DÍA 11**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
DÍA 11	18	0,63		0,48	120,00

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	635,25	5	127,05	4,10	0,0210
TRATAMIENTOS	635,25	5	127,05	4,10	0,0210
Error	371,85	12	30,99		
Total	1007,10	17			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=15,26685**

Error: 30,9878 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
300mg*L-1	0,00	3	3,21	A
0 mg*L-1	0,00	3	3,21	A
HERBICIDA	0,00	3	3,21	A
500mg*L-1	5,57	3	3,21	A B
100 mg*L-1	5,57	3	3,21	A B
T. ABSOLUTO	16,70	3	3,21	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### DÍA 14

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DÍA 14	18	0,94	0,91	42,50

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2712,48	5	542,50	35,01	<0,0001
TRATAMIENTOS	2712,48	5	542,50	35,01	<0,0001
Error	185,93	12	15,49		
Total	2898,40	17			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,79529**

Error: 15,4939 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
300mg*L-1	0,00	3	2,27	A
0 mg*L-1	0,00	3	2,27	A
HERBICIDA	0,00	3	2,27	A
100 mg*L-1	5,57	3	2,27	A
500mg*L-1	16,70	3	2,27	B
T. ABSOLUTO	33,30	3	2,27	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### DÍA 18

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DÍA 18	18	0,96	0,95	12,50

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4747,66	5	949,53	61,28	<0,0001
TRATAMIENTOS	4747,66	5	949,53	61,28	<0,0001
Error	185,93	12	15,49		
Total	4933,59	17			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,79529**

Error: 15,4939 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
300mg*L-1	5,57	3	2,27	A
HERBICIDA	16,70	3	2,27	B
500mg*L-1	33,30	3	2,27	C
100 mg*L-1	33,30	3	2,27	C

0 mg*L-1	50,00	3	2,27	D
T. ABSOLUTO	50,00	3	2,27	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### DÍA 21

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DÍA 21	18	0,93	0,89	19,90

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6928,96	5	1385,79	29,81	<0,0001
TRATAMIENTOS	6928,96	5	1385,79	29,81	<0,0001
Error	557,78	12	46,48		
Total	7486,74	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=18,69799

Error: 46,4817 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
300mg*L-1	5,57	3	3,94	A
HERBICIDA	16,70	3	3,94	A B
500mg*L-1	33,30	3	3,94	B
100 mg*L-1	33,30	3	3,94	B
0 mg*L-1	55,57	3	3,94	C
T. ABSOLUTO	61,13	3	3,94	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### DÍA 25

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DÍA 25	18	0,93	0,89	19,90

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6928,96	5	1385,79	29,81	<0,0001
TRATAMIENTOS	6928,96	5	1385,79	29,81	<0,0001
Error	557,78	12	46,48		
Total	7486,74	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=18,69799

Error: 46,4817 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
300mg*L-1	5,57	3	3,94	A
HERBICIDA	16,70	3	3,94	A B
500mg*L-1	33,30	3	3,94	B
100 mg*L-1	33,30	3	3,94	B
0 mg*L-1	55,57	3	3,94	C
T. ABSOLUTO	61,13	3	3,94	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### DÍA 28

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DÍA 28	18	0,93	0,89	19,90

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6928,96	5	1385,79	29,81	<0,0001
TRATAMIENTOS	6928,96	5	1385,79	29,81	<0,0001
Error	557,78	12	46,48		
Total	7486,74	17			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=18,69799**

Error: 46,4817 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
300mg*L-1	5,57	3	3,94 A
HERBICIDA	16,70	3	3,94 A B
500mg*L-1	33,30	3	3,94 B
100 mg*L-1	33,30	3	3,94 B
0 mg*L-1	55,57	3	3,94 C
T. ABSOLUTO	61,13	3	3,94 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**DÍA 32**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DÍA 32	18	0,93	0,89	19,90

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6928,96	5	1385,79	29,81	<0,0001
TRATAMIENTOS	6928,96	5	1385,79	29,81	<0,0001
Error	557,78	12	46,48		
Total	7486,74	17			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=18,69799**

Error: 46,4817 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
300mg*L-1	5,57	3	3,94 A
HERBICIDA	16,70	3	3,94 A B
500mg*L-1	33,30	3	3,94 B
100 mg*L-1	33,30	3	3,94 B
0 mg*L-1	55,57	3	3,94 C
T. ABSOLUTO	61,13	3	3,94 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**DÍA 35**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DÍA 35	18	0,93	0,89	19,90

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6928,96	5	1385,79	29,81	<0,0001
TRATAMIENTOS	6928,96	5	1385,79	29,81	<0,0001
Error	557,78	12	46,48		

Total 7486,74 17

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=18,69799**

Error: 46,4817 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
300mg*L-1	5,57	3	3,94	A	
HERBICIDA	16,70	3	3,94	A	B
500mg*L-1	33,30	3	3,94		B
100 mg*L-1	33,30	3	3,94		B
0 mg*L-1	55,57	3	3,94		C
T. ABSOLUTO	61,13	3	3,94		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### DÍA 39

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DÍA 39	18	0,93	0,89	19,90

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6928,96	5	1385,79	29,81	<0,0001
TRATAMIENTOS	6928,96	5	1385,79	29,81	<0,0001
Error	557,78	12	46,48		
Total	7486,74	17			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=18,69799**

Error: 46,4817 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
300mg*L-1	5,57	3	3,94	A	
HERBICIDA	16,70	3	3,94	A	B
500mg*L-1	33,30	3	3,94		B
100 mg*L-1	33,30	3	3,94		B
0 mg*L-1	55,57	3	3,94		C
T. ABSOLUTO	61,13	3	3,94		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### DÍA 42

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DÍA 42	18	0,97	0,96	12,75

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	13584,89	5	2716,98	88,21	<0,0001
TRATAMIENTOS	13584,89	5	2716,98	88,21	<0,0001
Error	369,63	12	30,80		
Total	13954,53	17			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=15,22121**

Error: 30,8028 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
300mg*L-1	16,70	3	3,20	A	
HERBICIDA	16,70	3	3,20	A	
100 mg*L-1	33,30	3	3,20		B



500mg*L-1	33,30	3	3,20	B
0 mg*L-1	72,23	3	3,20	C
T. ABSOLUTO	88,87	3	3,20	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

#### DÍA 46

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
DÍA 46	18	0,96	0,94	15,00	

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	13212,30	5	2642,46	57,08	<0,0001
TRATAMIENTOS	13212,30	5	2642,46	57,08	<0,0001
Error	555,56	12	46,30		
Total	13767,86	17			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=18,66075

Error: 46,2967 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
300mg*L-1	16,70	3	3,93 A
HERBICIDA	16,70	3	3,93 A
500mg*L-1	33,30	3	3,93 A B
100 mg*L-1	44,43	3	3,93 B
0 mg*L-1	72,23	3	3,93 C
T. ABSOLUTO	88,87	3	3,93 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

#### DÍA 49

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
DÍA 49	18	0,96	0,95	13,39	

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14141,74	5	2828,35	60,85	<0,0001
TRATAMIENTOS	14141,74	5	2828,35	60,85	<0,0001
Error	557,78	12	46,48		
Total	14699,52	17			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=18,69799

Error: 46,4817 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
HERBICIDA	16,70	3	3,94 A
500mg*L-1	33,30	3	3,94 A B
300mg*L-1	33,30	3	3,94 A B
100 mg*L-1	44,43	3	3,94 B
T. ABSOLUTO	88,87	3	3,94 C
0 mg*L-1	88,87	3	3,94 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

#### DÍA 62

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
DÍA 62	18	0,96	0,95	13,39	

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14141,74	5	2828,35	60,85	<0,0001
TRATAMIENTOS	14141,74	5	2828,35	60,85	<0,0001
Error	557,78	12	46,48		
Total	14699,52	17			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=18,69799

Error: 46,4817 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
HERBICIDA	16,70	3	3,94 A
500mg*L-1	33,30	3	3,94 A B
300mg*L-1	33,30	3	3,94 A B
100 mg*L-1	44,43	3	3,94 B
T. ABSOLUTO	88,87	3	3,94 C
0 mg*L-1	88,87	3	3,94 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Anexo 6.** Análisis de Varianza y Prueba de comparación de promedios Tukey para porcentaje de germinación en Cyperaceae (InfoStat V. 2017)

**Análisis de la varianza**

**DÍA 1**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
DÍA 1	18	sd		sd	sd

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,00	5	0,00	sd	sd
TRATAMIENTOS	0,00	5	0,00	sd	sd
Error	0,00	12	0,00		
Total	0,00	17			

**DÍA 4**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
DÍA 4	18	sd		sd	sd

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,00	5	0,00	sd	sd
TRATAMIENTOS	0,00	5	0,00	sd	sd
Error	0,00	12	0,00		
Total	0,00	17			

**DÍA 7**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
DÍA 7	18	sd		sd	sd

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,00	5	0,00	sd	sd
TRATAMIENTOS	0,00	5	0,00	sd	sd
Error	0,00	12	0,00		
Total	0,00	17			

**DÍA 11**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
DÍA 11	18	0,22		0,00	86,24

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	116,37	5	23,27	0,68	0,6472
TRATAMIENTOS	116,37	5	23,27	0,68	0,6472
Error	410,70	12	34,23		
Total	527,07	17			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=16,04449**

Error: 34,2250 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T. ABSOLUTO	3,70	3	3,38 A
0 mg*L-1	3,70	3	3,38 A
HERBICIDA	7,40	3	3,38 A
500mg*L-1	7,40	3	3,38 A
300mg*L-1	7,40	3	3,38 A
100 mg*L-1	11,10	3	3,38 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### DÍA 14

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DÍA 14	18	0,67	0,53	40,82

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1971,36	5	394,27	4,80	0,0122
TRATAMIENTOS	1971,36	5	394,27	4,80	0,0122
Error	985,68	12	82,14		
Total	2957,04	17			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=24,85601**

Error: 82,1400 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T. ABSOLUTO	11,10	3	5,23 A
HERBICIDA	11,10	3	5,23 A
0 mg*L-1	18,50	3	5,23 A B
300mg*L-1	22,20	3	5,23 A B
500mg*L-1	29,60	3	5,23 A B
100 mg*L-1	40,70	3	5,23 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### DÍA 18

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DÍA 18	18	0,43	0,19	38,51

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1485,93	5	297,19	1,81	0,1862
TRATAMIENTOS	1485,93	5	297,19	1,81	0,1862
Error	1975,07	12	164,59		
Total	3461,00	17			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=35,18474**

Error: 164,5889 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
HERBICIDA	25,90	3	7,41 A
300mg*L-1	25,90	3	7,41 A
T. ABSOLUTO	29,60	3	7,41 A
500mg*L-1	29,60	3	7,41 A

0 mg*L-1	37,00	3	7,41	A
100 mg*L-1	51,87	3	7,41	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### DÍA 21

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
DÍA 21	18	0,53	0,34	28,72	

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1602,67	5	320,53	2,74	0,0705
TRATAMIENTOS	1602,67	5	320,53	2,74	0,0705
Error	1401,57	12	116,80		
Total	3004,24	17			

### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=29,63954

Error: 116,7978 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
HERBICIDA	25,90	3	6,24 A
T. ABSOLUTO	29,60	3	6,24 A B
300mg*L-1	37,00	3	6,24 A B
0 mg*L-1	37,00	3	6,24 A B
500mg*L-1	40,73	3	6,24 A B
100 mg*L-1	55,57	3	6,24 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### DÍA 25

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
DÍA 25	18	0,53	0,34	28,72	

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1602,67	5	320,53	2,74	0,0705
TRATAMIENTOS	1602,67	5	320,53	2,74	0,0705
Error	1401,57	12	116,80		
Total	3004,24	17			

### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=29,63954

Error: 116,7978 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
HERBICIDA	25,90	3	6,24 A
T. ABSOLUTO	29,60	3	6,24 A B
300mg*L-1	37,00	3	6,24 A B
0 mg*L-1	37,00	3	6,24 A B
500mg*L-1	40,73	3	6,24 A B
100 mg*L-1	55,57	3	6,24 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### DÍA 28

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DÍA 28	18	0,62	0,46	25,23

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1877,21	5	375,44	3,91	0,0247
TRATAMIENTOS	1877,21	5	375,44	3,91	0,0247
Error	1153,67	12	96,14		
Total	3030,88	17			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=26,89088**

Error: 96,1394 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
HERBICIDA	25,90	3	5,66 A
T. ABSOLUTO	29,60	3	5,66 A B
300mg*L-1	37,00	3	5,66 A B
0 mg*L-1	37,00	3	5,66 A B
500mg*L-1	48,13	3	5,66 A B
100 mg*L-1	55,57	3	5,66 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**DÍA 32**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DÍA 32	18	0,53	0,33	28,10

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2012,87	5	402,57	2,66	0,0768
TRATAMIENTOS	2012,87	5	402,57	2,66	0,0768
Error	1818,21	12	151,52		
Total	3831,08	17			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=33,75866**

Error: 151,5172 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
HERBICIDA	25,90	3	7,11 A
0 mg*L-1	37,00	3	7,11 A
300mg*L-1	40,73	3	7,11 A
500mg*L-1	48,13	3	7,11 A
T. ABSOLUTO	55,53	3	7,11 A
100 mg*L-1	55,57	3	7,11 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**DÍA 35**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DÍA 35	18	0,53	0,33	28,10

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2012,87	5	402,57	2,66	0,0768
TRATAMIENTOS	2012,87	5	402,57	2,66	0,0768
Error	1818,21	12	151,52		

Total 3831,08 17

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=33,75866**

Error: 151,5172 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
HERBICIDA	25,90	3	7,11 A
0 mg*L-1	37,00	3	7,11 A
300mg*L-1	40,73	3	7,11 A
500mg*L-1	48,13	3	7,11 A
T. ABSOLUTO	55,53	3	7,11 A
100 mg*L-1	55,57	3	7,11 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### DÍA 39

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DÍA 39	18	0,68	0,55	22,09

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2840,57	5	568,11	5,16	0,0094
TRATAMIENTOS	2840,57	5	568,11	5,16	0,0094
Error	1322,41	12	110,20		
Total	4162,98	17			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=28,79029**

Error: 110,2006 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
HERBICIDA	25,90	3	6,06 A
300mg*L-1	40,73	3	6,06 A B
0 mg*L-1	48,13	3	6,06 A B
500mg*L-1	48,13	3	6,06 A B
100 mg*L-1	55,57	3	6,06 B
T. ABSOLUTO	66,70	3	6,06 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### DÍA 42

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DÍA 42	18	0,71	0,59	21,24

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3192,88	5	638,58	5,80	0,0060
TRATAMIENTOS	3192,88	5	638,58	5,80	0,0060
Error	1320,92	12	110,08		
Total	4513,80	17			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=28,77410**

Error: 110,0767 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
HERBICIDA	25,90	3	6,06 A
300mg*L-1	40,73	3	6,06 A B
500mg*L-1	48,13	3	6,06 A B



100 mg*L-1	55,57	3	6,06	B
0 mg*L-1	59,30	3	6,06	B
T. ABSOLUTO	66,70	3	6,06	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### DÍA 46

Variable N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
DÍA 46	18	0,81	0,73	18,82

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5835,48	5	1167,10	10,00	0,0006
TRATAMIENTOS	5835,48	5	1167,10	10,00	0,0006
Error	1400,83	12	116,74		
Total	7236,31	17			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=29,63164

Error: 116,7356 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
HERBICIDA	25,90	3	6,24	A
300mg*L-1	44,43	3	6,24	A B
500mg*L-1	59,30	3	6,24	B C
100 mg*L-1	63,00	3	6,24	B C
0 mg*L-1	70,40	3	6,24	B C
T. ABSOLUTO	81,50	3	6,24	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### DÍA 49

Variable N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
DÍA 49	18	0,86	0,80	16,51

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8458,72	5	1691,74	14,49	0,0001
TRATAMIENTOS	8458,72	5	1691,74	14,49	0,0001
Error	1400,83	12	116,74		
Total	9859,54	17			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=29,63164

Error: 116,7356 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
HERBICIDA	25,90	3	6,24	A
300mg*L-1	55,57	3	6,24	B
100 mg*L-1	63,00	3	6,24	B C
500mg*L-1	70,40	3	6,24	B C
0 mg*L-1	85,20	3	6,24	C
T. ABSOLUTO	92,60	3	6,24	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### DÍA 62

Variable N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
DÍA 62	18	0,91	0,87	13,37

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9856,33	5	1971,27	23,93	<0,0001
TRATAMIENTOS	9856,33	5	1971,27	23,93	<0,0001
Error	988,65	12	82,39		
Total	10844,98	17			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=24,89339

Error: 82,3872 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
HERBICIDA	25,90	3	5,24	A
300mg*L-1	59,27	3	5,24	B
100 mg*L-1	63,00	3	5,24	B
500mg*L-1	70,40	3	5,24	B C
T. ABSOLUTO	92,60	3	5,24	C D
0 mg*L-1	96,30	3	5,24	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Anexo 7 .Seguimiento de la evaluación en campo

