


	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					  	
	CARTA DE AUTORIZACIÓN						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 1

Neiva, septiembre 24 del 2018

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
 Neiva

La suscrita:

MARIA ALEJANDRA GAONA TOVAR, con C.C. No. 1.083.912.205, autor del trabajo de grado titulado evaluación del potencial herbicida e insecticida, de ruda (*Ruta graveolens*), ají (*Capsicum*) y mucilago de café en cultivos de café y tomate, presentado y aprobado en el año 2018 como requisito para optar al título de Ingenieras Agrícolas; autorizamos al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:





- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacional e internacional “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:
MARIA ALEJANDRA GAONA TOVAR

Firma:

Mª Alejandra Gaona

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS				  		
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 3

Título completo del trabajo: Evaluación del potencial herbicida e insecticida, de ruda (*Ruta graveolens*), ají (*Capsicum*) y mucilago de café en cultivos de café y tomate.

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Gaona Tovar	Maria Alejandra

JURADOS TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Arévalo Hernández	John Jairo
Martínez Castro	Víctor Manuel

DIRECTOR:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Mujica Rodríguez	Edinson

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Ingeniero Agrícola





FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Ingeniería Agrícola

CIUDAD: Neiva

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2018

NÚMERO DE PÁGINAS: 105

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					  	
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 3

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas X Fotografías X Grabaciones en discos Ilustraciones en general X
 Grabados Láminas Litografías Mapas X Música impresa Planos
 Retratos Sin ilustraciones Tablas o Cuadros X

Palabras claves en español e inglés:

Español	Inglés
1. Bioherbicidas	Bioherbicides
2. Bioinsecticidas	Bioinsecticide
3. Ají	Chili pepper
4. Ruda	Rue
5. Mucilago de café	Coffee mucilage

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

Los bioherbicidas y bioinsecticidas son una posible solución a la aplicación extensiva de productos como el glifosato en la caficultura y también a la aplicación extensiva de numerosos químicos sintéticos en el cultivo del tomate. Con el fin de contribuir al desarrollo de nuevos productos fitosanitarios orgánicos que aporten a las buenas prácticas agrícolas de la caficultura y de la horticultura y ayude en la mitigación de la contaminación del medio ambiente, se estudió los efectos herbicidas en las arvenses del cultivo de café e insecticidas en el cultivo de tomate, con siete tratamientos; mucilago de café, ají, ruda, ají-mucilago, ají-ruda, ruda-mucilago y tratamiento testigo. Para el desarrollo del proyecto se empleó el método del bioensayo en su primera etapa que contempla la aplicación y observación en campo. Según los análisis estadísticos en las arvenses del cultivo de café el mejor tratamiento fue T4 (ají-mucilago), en las plagas del tomate el mejor tratamiento fue T5 (ají-ruda), el T4 (ají-ruda) con porcentaje de marchitamiento para; *Conyza bonariensis* 4,6%, *Bidens pilosa* 4,51%, *Emilia sonchifolia* (L) DC 23,86%, *Teucrium fruticans* 9,13%, en cuanto al porcentaje de infestación en el tomate pasó de 55% en el día 2 a 25% en el día 12. Según costos los tratamientos más eficientes son el T4 (Ají-Mucilago) en el cultivo de café para las arvenses y T5 (Ají-Ruda) en el cultivo del tomate para los insectos con un ahorro de un 91,8% y 95,3% por litro con respecto al herbicida e insecticida comercial respectivamente.



GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

3 de 3

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

Bioherbicides and bioinsecticides are a possible solution to the extensive application of products such as glyphosate in coffee cultivation and also to the extensive application of numerous synthetic chemicals in tomato cultivation. In order to contribute to the development of new organic phytosanitary products that contribute to good agricultural practices of coffee growing and horticulture and help in the mitigation of environmental pollution, we studied the herbicidal effects in weeds of coffee cultivation and insecticides in the tomato crop, with seven treatments; mucilage of coffee, chili pepper, rue, chili-mucilage, chili pepper, rue-mucilage and control treatment. For the development of the project, the bioassay method was used in its first stage, which contemplates the application and observation in the field. According to the statistical analyzes in the weeds of coffee cultivation, the best treatment was T4 (Chili-Mucilage), in tomato pests the best treatment was T5 (chili pepper), T4 (chili pepper) with percentage of wilting for ; *Conyza bonariensis* 4,6%, *Bidens pilosa* 4,51%, *Emilia sonchifolia* (L) DC 23,86%, *Teucrium fruticans* 9,13%, regarding the percentage of infestation in the tomato went from 55% on day 2 to 25% on day 12. According to costs, the most efficient treatments are T4 (Chili-Mucilage) in the cultivation of coffee for weeds and T5 (Chili-Rue) in the tomato crop for insects with a saving of 91,8% and 95,3% per liter with respect to the commercial herbicide and insecticide respectively.

APROBACIÓN DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado
JOHN JAIRO AREVALO HERNÁNDEZ
Firma:

Nombre del jurado
VICTOR MANUEL MARTINEZ CASTRO
Firma:

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL HERBICIDA E INSECTICIDA, DE RUDA (*Ruta graveolens*), AJÍ (*Capsicum*) Y MUCILAGO DE CAFÉ EN CULTIVOS DE CAFÉ Y TOMATE

MARIA ALEJANDRA GAONA TOVAR

Proyecto de grado presentado a la facultad de ingeniería como requisito parcial para optar al título de ingeniero agrícola

DIRECTOR

EDINSON MUJICA RODRIGUEZ

Ingeniero Agrícola, Especialista en Ingeniería Ambiental Maestro en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

PITALITO-HUILA

2018

Nota de aceptación

Este trabajo fue aprobado



Firma del Director
EDINSON MUJICA RODRIGUEZ
Magister en Ingeniería Agrícola y Uso
Integral del Agua



Firma del Jurado
VICTOR MANUEL MARTINEZ CASTRO
Magister en Ingeniería Agroindustrial



Firma del Jurado
JOHN JAIRO AREVALO HERNÁNDEZ
Magister en Ingeniería Agrícola

DEDICATORIA

A Dios por permitirme estar aquí, por no abandonarme y ayudarme a salir adelante.

A mi familia por brindarme su protección y amor durante toda mi vida.

A mi novio por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A la Institución Educativa Municipal Nacional por su inmensa colaboración para el préstamo de sus laboratorios.

A todos mis maestros de la ingeniería agrícola de la universidad Surcolombiana sede Pitalito por compartirme su gran conocimiento.

A todas aquellas personas que con su grano de arena, contribuyeron al desarrollo de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. OBJETIVOS	14
2.1. Objetivo general.....	14
2.2. Objetivos específicos.....	14
3. MARCO TEÓRICO.....	15
3.1. Bioensayo	15
3.2. Café (<i>Coffea arabica</i>).....	16
3.3. Tomate (<i>Lycopersicon esculentum Mill</i>)	18
3.4. Arvenses	20
3.4.1. Arvenses del cultivo del café.....	21
3.5. Plagas del tomate	21
3.5.1. Plagas en la hoja del tomate	22
3.5.2. Plagas en la raíz del tomate	24
3.5.3. Plagas en el fruto del tomate	24
3.6. Herbicidas	25
3.7. Bioherbidas	25
3.8. Insecticida	27
3.9. Bioinsecticida	27
3.10. Productos fitosanitarios a partir de extractos botánicos.....	28
3.10.1. Ruda (<i>Ruta graveolens</i>).....	28
3.10.2. Ají (<i>Caspicum sp</i>).....	29
3.10.3. Mucilago de café	30
4. METODOLOGIA.....	42
4.1. Área de estudio.....	42
4.2. Reconocimiento de arvenses y plagas.....	44
4.3. Elaboración del diseño experimental	44
4.4. Selección de los lotes experimentales	45
4.5. Preparación de Insumos	46

4.6. Aplicación de los insumos.....	46
4.7. Registro de datos	47
4.8. Análisis de costos	48
4.9. Análisis estadístico	48
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS	50
5.1. Reconocimiento de arvenses y plagas.....	50
5.2. Selección de los lotes experimentales	54
5.3. Insumos.....	55
5.4. Aplicación de los insumos.....	57
5.5. Análisis de costos	58
5.6. Análisis estadístico	60
6. CONCLUSIONES.....	68
8. BIBLIOGRAFIA.....	70
9. ANEXOS	74

LISTAS DE TABLAS

Tabla 1. Características físicas del suelo para el cultivo del tomate.....	20
Tabla 2. Características químicas del suelo para el cultivo del tomate.....	20
Tabla 3. Principales insectos que afectan al tomate.....	22
Tabla 4. Codificación de los tratamientos y sus proporciones	45
Tabla 5. Diversas arvenses encontradas en el lote del café.....	50
Tabla 6. Arvenses por tratamientos.....	51
Tabla 7. Selección de arvenses presentados en más de dos tratamientos.....	52
Tabla 8. Insectos en el cultivo del tomate.....	53
Tabla 9. Insectos por tratamiento en el cultivo del tomate.....	54
Tabla 10. Extracción de mucilago.....	55
Tabla 11. Cantidad total de mucilago.....	55
Tabla 12. Extracción de ruda.....	56
Tabla 13. Cantidad total de ruda.....	56
Tabla 14. Extracción de ají en polvo.....	57
Tabla 15. Cantidad total de ají.....	57
Tabla 16. Precios de Materia prima.....	58
Tabla 17. Precios de los tratamientos.....	58
Tabla 18. Comparación de precio herbicida.....	59
Tabla 19. Comparación de precios insecticidas.....	59
Tabla 20. Coeficiente de variación y medias de Conyza bonariensis.....	60
Tabla 21. Coeficiente de variación y medias de Bidens pilosa.....	60
Tabla 22. Coeficiente de variación y medias de Eleusine indica.....	61
Tabla 23. Coeficiente de variación y medias de Emilia sonchifolia (L.) DC.....	61
Tabla 24. Coeficiente de variación y medias de Elephantopus mollis kunth.....	61
Tabla 25. Coeficiente de variación y medias de Teucrium fructicans.....	62
Tabla 26. Coeficiente de variación y medias de Baccharis pedunculata.....	62
Tabla 27. Coeficiente de variación y medias del tomate.....	67

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1. Descripción taxonómica del café.....	16
Figura 2. Descripción taxonómica del tomate.....	18
Figura 3. Etapas del tomate.....	19
Figura 4. Funciones de los metabolitos secundarios.....	26
Figura 5. Liberación de los metabolitos secundarios.....	26
Figura 6. Taxonomía de la ruda.....	28
Figura 7. Planta y fruto de ají.....	29
Figura 8. Mucilago de café.....	30
Figura 9. Ubicación geográfica de la vereda el Higuerón, Municipio de Pitalito.....	43
Figura 10. Lotes de café y tomate de la vereda el Higuerón.....	43
Figura 11. Metodología del proyecto.....	49
Figura 12. Gráficos altura y marchitamiento en las arvenses del cultivo de café.....	64
Figura 13. Gráfico de tendencias de marchitamiento tomate.....	66

ANEXOS

Anexo 1. Limpieza del lote del tomate.....	74
Anexo 2. Siembra del tomate.....	74
Anexo 3. Fumigación del cultivo del tomate.....	75
Anexo 4. Separación de árboles de café.....	75
Anexo 5. Referenciación de arvenses.....	76
Anexo 6. Tratamientos.....	76
Anexo 7. Arvenses de mayor intervención en el mundo.....	77
Anexo 8. Arvenses agresivas en Colombia.....	77
Anexo 9. Arvenses de interferencia alta en los cafetales de Colombia.....	78
Anexo 10. Arvenses potencialmente agresivas en Cafetales de Colombia.....	78
Anexo 11. Arvenses de interferencia media o baja en cafetales de Colombia.....	79
Anexo 12. Arvenses de interferencia baja o nobles en cafetales de Colombia.....	80
Anexo 13. Formato de toma de datos del café.....	81
Anexo 14. Formato de toma de datos del tomate.....	81
Anexo 15. Arvenses tratamiento 1 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 1. (Mucilago).....	82
Anexo 16. Arvenses tratamiento 1 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 2. (Mucilago).....	83
Anexo 17. Arvenses tratamiento 2 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 1 (Ají).....	84
Anexo 18. Arvenses tratamiento 2 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 2 (Ají).....	86
Anexo 19. Arvenses tratamiento 3 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 1 (Ruda).....	87
Anexo 20. Arvenses tratamiento 3 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 2 (Ruda).....	88
Anexo 21. Arvenses tratamiento 4 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 1 (A-M).....	89
Anexo 22. Arvenses tratamiento 4 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 2 (A-M).....	90
Anexo 23. Arvenses tratamiento 5 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 1 (Ají-Ruda).....	91
Anexo 24. Arvenses tratamiento 5 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 2 (A-M).....	92
Anexo 25. Arvenses tratamiento 6 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 1 (R-M).....	94
Anexo 26. Arvenses tratamiento 6 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 2 (R-M).....	95
Anexo 27. Arvenses tratamiento 7 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 1 (Testigo).....	96
Anexo 28. Arvenses tratamiento 7 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 2 (Testigo).....	97
Anexo 29. Análisis estadístico altura y porcentaje de marchitamiento de <i>Coryza bonariensis</i>	98
Anexo 30. Análisis estadístico altura y porcentaje de marchitamiento de <i>Bidens pilosa</i>	99
Anexo 31. Análisis estadístico altura y porcentaje de marchitamiento de <i>Eleusine indica</i>	100
Anexo 32. Análisis estadístico altura y porcentaje de marchitamiento de <i>Emilia sonchifolia</i>	101
Anexo 33. Análisis estadístico altura y porcentaje de marchitamiento de <i>Elephantopus mollis</i>	102
Anexo 34. Análisis estadístico altura y porcentaje de marchitamiento de <i>Teucrium fruticans</i>	103
Anexo 35. Análisis estadístico de altura y porcentaje de marchitamiento de <i>Baccharis pedunculata</i>	104
Anexo 36. Análisis estadístico de porcentaje de infestación en el tomate.....	105

RESUMEN

Los bioherbicidas y bioinsecticidas son una posible solución a la aplicación extensiva de productos herbicidas como el glifosato en la caficultura y también a la aplicación extensiva de numerosos químicos sintéticos en el cultivo del tomate. Con el fin de contribuir al desarrollo de nuevos productos fitosanitarios orgánicos que a su vez también aporten a las buenas prácticas agrícolas de la caficultura y de la horticultura y esto repercuta en la mitigación de la contaminación del medio ambiente. Se estudió los efectos herbicidas en las arvenses del cultivo de café e insecticidas en el cultivo de tomate, con siete tratamientos; mucilago de café, ají, ruda, ají-mucilago, ají-ruda, ruda-mucilago y tratamiento testigo. Para el desarrollo del proyecto se empleó el método del bioensayo en su primera etapa que contempla la aplicación y observación en campo. Según los análisis estadísticos en las arvenses del cultivo de café el mejor tratamiento fue T4 (ají-mucilago), en las plagas del tomate el mejor tratamiento fue T5 (ají-ruda), el T4 (ají-ruda) con porcentaje de marchitamiento para; *Conyza bonariensis* 4,6%, *Bidens pilosa* 4,51%, *Emilia sonchifolia* (L) DC 23,86%, *Teucrium fruticans* 9,13%, en cuanto al porcentaje de infestación en el tomate pasó de 55% en el día 2 a 25% en el día 12. Según los costos el T4 (Ají-Mucilago) que es el más eficiente en el cultivo del café, con la aplicación directa en el cultivo costaría \$ 1.016 y el producto químico herbicida para las arvenses de primer control que cuesta \$ 53.500, representando un ahorro del 98,1% por litro con respecto al herbicida comercial. El litro del T5 (Ají-Ruda) que es el más eficiente en el cultivo del tomate, con la aplicación directa en el cultivo costaría \$ 7.704 y el producto químico insecticida para todas las plagas de primer control que cuesta \$165.000, representando un ahorro del 95.3% por litro con respecto al insecticida comercial respectivamente.

Palabras claves: bioherbicidas, bioinsecticida, ají, ruda, mucilago de café

SUMMARY

Bioherbicides and bioinsecticides are a possible solution to the extensive application of herbicide products such as glyphosate in coffee cultivation and also to the extensive application of numerous synthetic chemicals in tomato cultivation. In order to contribute to the development of new organic phytosanitary products that in turn also contribute to good agricultural practices of coffee growing and horticulture and this has an impact on the mitigation of environmental pollution. The herbicidal effects in weeds of coffee and insecticide cultivation in tomato cultivation were studied, with seven treatments; mucilage of coffee, chili pepper, rue, chili-mucilage, chili pepper, rue-mucilage and control treatment. For the development of the project, the bioassay method was used in its first stage, which contemplates the application and observation in the field. According to the statistical analyzes in the weeds of coffee cultivation, the best treatment was T4 (chili-mucilage), in tomato pests the best treatment was T5 (chili pepper), T4 (chili pepper) with wilting percentage for; *Conyza bonariensis* 4,6%, *Bidens pilosa* 4,51%, *Emilia sonchifolia* (L) DC 23,86%, *Teucrium fruticans* 9,13%, regarding the percentage of infestation in the tomato went from 55% on day 2 to 25% on day 12. According to the costs, the T4 (Chili-Mucilage), which is the most efficient in coffee cultivation, with direct application in the crop would cost \$ 1,016 and the chemical herbicide for the weeds of first control. It costs \$ 53,500, representing a saving of 98.1% per liter with respect to the commercial herbicide. The liter of T5 (Chili-Rue) which is the most efficient tomato crop, with direct application in the crop would cost \$ 7,704 and the chemical insecticide for all the first control pests that cost \$ 165,000, representing a saving of 95.3% per liter with respect to the commercial insecticide respectively.

Keywords: bioherbicides, bioinsecticide, chili pepper, rue, coffee mucilage

1. INTRODUCCIÓN

El principal producto agrícola que se cultiva en Colombia y por el que el país es ampliamente reconocido a nivel mundial es el café, por lo cual este es el cultivo con mayor área cultivada y con mayor proyección de siembra (Osorio *et al.*, 2011). El café es el cultivo más propagado en Colombia, el país es reconocido por el mismo y cada año en promedio la producción del país aumenta un 20 por ciento, lo que quiere decir que es un cultivo en permanente expansión. Del mantenimiento de que se le haga al cultivo de café se puede obtener una mala o alta calidad, y en la cúspide de los cafés de alta calidad están los especiales o de origen los cuales no pueden utilizar en el mantenimiento del café componentes químicos para fumigación o tratan de reducirlo al mínimo, siendo el glifosato el principal herbicida utilizado para el mantenimiento de los cultivos, considerando la expansión del cultivo café y por ello el aumento de la utilización del glifosato, según datos del ICA (ICA, 2017), el 5,46% de la producción total de sustancias fitosanitarias es herbicidas, representa el 63% del total de las ventas, de este porcentaje el glifosato es el 2,39% de esa producción y de porcentaje de ventas representa el 16,99% lo cual es un dato importante dado a la intolerancia del mercado de los cafés de alta calidad hacia el glifosato, el estudio del manejo de las arvenses con elementos bio herbicidas puede ser una gran solución al mantenimiento en expansión del café.

Para su protección contra plagas y arvenses agresivas se utiliza desde glifosato (ampliamente discutido por sus efectos tóxicos en humanos) hasta insecticidas sintéticos para el control de la broca y roya principales plagas del cultivo (Monroig, 2005), la aplicación de herbicida e insecticida además de sus efectos tóxicos representan una gran inversión para el pequeño campesino debido que el costo del herbicida en el cultivo del café (glifosato) es de 42,8 \$/m² y en el insecticida para el cultivo del tomate es de 8250 \$/m², al implementarse en la fumigación de tales cultivos los bioherbicidas y bioinsecticidas el campesino ahorraría un 91,8% y 95.3% por litro con respecto al herbicida e insecticida comercial respectivamente. Si bien el café posee una baja tasa de plagas y malezas y las investigaciones del sector cafetero en cabeza de CENICAFE, han podido controlar y encontrar soluciones a las mismas, dada la amplitud del cultivo, tales plagas aun representan gran costo económico y medioambiental en la producción del mismo (Osorio *et al.*, 2011). Caso contrario sucede con el tomate de mesa, producto que es ampliamente consumido en el país, el cual tiene por lo menos 23 plagas e igual número de arvenses agresivas asociadas al cultivo (Sabillon, 1995), es un cultivo que se somete a la aplicación de una gran cantidad de agrotóxicos que son nocivos para el ser humano, por lo que dado su amplio consumo y su uso directo representa peligros al consumidor (Malo *et al.*, 2015).

Los insecticidas y herbicidas orgánicos pueden ser una solución ambiental y económicamente viable al problema que origina el establecimiento de un monocultivo y el impacto ambiental que tales productos representan, sin embargo, si bien es cierto que existen soluciones vegetales para tales problemáticas aún no se sabe con exactitud cuáles de ellas son acertadas para los cultivos mencionados y desafortunadamente tampoco se conoce la cantidad a aplicar o la proporción de las mezclas (Silva *et al.*, 2002). Por lo anterior, en esta investigación se planteó estudiar el potencial herbicida en arvenses del cultivo de café e insecticida en las plagas del cultivo de tomate, de algunos productos

considerados con tales propiedades, teniendo en cuenta tres criterios, primero que tengan propiedades fitosanitarias, segundo, que cumplan los requisitos para la selección de los extractos como herbicidas e insecticidas (No estar en peligro de extinción, no afectar cadenas alimenticias) y tercero, que exista en abundancia, (Silva *et al.*, 2002).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Evaluar el potencial herbicida e insecticida para el control de malezas y plagas en cultivos de café y tomate a partir de ruda (*Ruta graveolens*), ají (*Capsicum*) y mucilago de café.

2.2. Objetivos específicos

- Reconocer las arvenses en el cultivo de café y las plagas en el cultivo de tomate.
- Elaborar los extractos para los bioherbicidas y bioinsecticidas a partir de ruda, ají, mucilago de café y sus mezclas.
- Evaluar la eficiencia herbicida e insecticida de los tratamientos y sus costos.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Bioensayo

La técnica del bioensayo corresponde a una metodología investigativa utilizada en las ciencias naturales, para determinar la influencia de sustancias (nocivas o no) sobre el crecimiento de organismos vivos. Esta definición puede resultar muy general, porque existen diferentes tipos de bioensayos que se adaptan a la ciencia que los utilice, lo cual quiere decir la anterior definición que no es exacta, se puede afirmar que se trata de un principio básico de la técnica que tiene que cumplirse indiferentemente la ciencia que esté utilizando la técnica (Álvarez *et al.*, 2012).

Es por lo anterior que, en ciencias químicas y de biología el desarrollo de los bioensayos se hace generalmente en entornos controlados en los cuales se pueda medir con eficiencia los resultados de la influencia de las sustancias sobre los organismos vivos (Álvarez *et al.*, 2012), lo cual no difiere mucho de los demás métodos, salvo en sus principios, ya que la sustancia básica aplicada a dichos organismos no puede ser sintética, ni partir de químicos puros, solo se puede tener en cuenta sustancias que hayan salido de organismos vivos (Álvarez *et al.*, 2012). De la misma manera existen muchas clases de bioensayos, por ejemplo en el sector agrícola, no puede aplicar la misma metodología y concepción que se tiene de un bioensayo en ciencias como la química aunque puedan parecer afines, estas ciencias está muy diferenciadas en sus campos de acción lo cual no quiere decir que no se complementen. El bioensayo para la ciencia agraria comprende acciones concretas en los campos de acción y no en laboratorios de entornos controlados (Álvarez *et al.*, 2012), puesto a que es un equívoco tratar las sustancias y sus efectos sobre otros organismos vivos en el entorno de un laboratorio que no tiene ningún vestigio de entorno natural en donde las variables son extensas, donde lo de “controlado” no existe (Álvarez *et al.*, 2012).

Quizás este estado de “ambiente poco controlado” ponga en cuestión el trabajo investigativo, dada la rigurosidad de los métodos cuantitativos usualmente utilizados por las ciencias naturales, sin embargo, desde la ciencia agrícola se debe tener claro que la comida de los seres humanos no puede ser producida en un laboratorio con ambientes controlados, y que de hecho si fuese así (como se está haciendo con los invernaderos) se somete a la humanidad a la exposición de infinidad de sustancias tóxicas industriales y sintéticas que contrariamente a alimentar, producirá hambre y enfermedad, desde ya se dilucida porque los bioensayos vistos con la rigurosidad académica de las ciencias naturales no es viable en la ciencia agrícola sustentable (Álvarez *et al.*, 2012). Se puede observar que según las líneas del proyecto no es posible ir en contravía de los principios a los que se pretenden contribuir, que son el propender por una solución orgánica y sustentable a las plagas y arvenses que afectan el cultivo del tomate y del café, y que del modo en el que se propone en los bioensayos de laboratorio no es viable ni epistemológica ni pragmáticamente.

Normalmente a estos tipos de bioensayos se les llama también ensayos de campo (Leblanc *et al.*, 2007) en donde lo que se aplica es una metodología de aplicación de las sustancias a evaluar directamente sobre el organismo vivo a observar, posteriormente se realizan repetidas aplicaciones y se continúa evaluando los efectos.

3.2. Café (*Coffea arabica*)



TAXONOMÍA DEL CAFE	
Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden:	<i>Gentianales</i>
Familia:	<i>Rubiaceae</i>
Subfamilia:	<i>Ixoroideae</i>
Genero:	<i>Coffea</i>
Especie:	<i>C. arabica</i>

Fuente *Coffea arabica* en Köhler's Medicinal Plants, (1887).

Figura 1. Descripción taxonómica del café.

El café proviene del género (*Coffea*) existen diez especies de plantas. Esta planta se cultiva para recolectar los frutos, tostar las semillas y producir café. Estudios afirman que el café proviene de Etiopia y en países africanos y de medio oriente, desde el siglo XIII la bebida del café ha tenido una gran expansión como estimulante. A lo largo de los años se cultivó en secreto, la primera descripción botánica se realizó por parte del botánico alemán Leonhard Rauwolf y posteriormente se introdujo en la India y Inglaterra.

Descripción de la planta

El café puede alcanzar una altura de diez metros en estado silvestre, en cultivos se mantiene en alturas pequeñas. Las hojas son verdes de contorno elíptico (Polo, 2013). A partir del cuarto año de crecimiento florece en colores blancos, amarillentos. La especie *Coffea arábica* es capaz de auto fertilizarse mientras que otras son polinizadas por insectos (Polo, 2013).

El fruto se desarrolla en 15 semanas a partir de la floración el endospermo comienza a desarrollarse a partir de la duodécima semana, y acumulará materia sólida en el curso de varios meses, atrayendo casi la totalidad de la energía producida por la fotosíntesis.

El mesocarpio forma una pulpa dulce y aromática, de color rojizo, que madura en unas 35 semanas desde la floración. Aunque los cafetos de la especie arábica generalmente se clasifican como arbustos en otras especies éstos pueden denominarse árboles. Los arbustos y árboles de café son del tipo perenne, leñoso y de un tallo resistente cubierto de corcho (Polo, 2013).

Las flores de tamaño pequeño son de color blanco y con fragancia dulce, con cinco pétalos de la corola y se unen formando un tubo. Las siguientes son las partes de la planta desde el interior hasta el exterior (Polo, 2013).

Epicarpio (cutícula, cáscara, pulpa) - de color rojo o amarillo en su madurez, jugoso y envuelve todas las demás partes del fruto.

Mesocarpio (mucílago, baba) - de consistencia gelatinosa y color cremoso.

Endocarpio (pergamino, cascarilla) - cubierta corácea de color crema a marrón que envuelve la semilla.

Espermoderma (película plateada) - envuelve la semilla (integumento seminal) Endospermo la semilla propiamente constituida Embrión localizado en la superficie convexa de la semilla y representado por un hipócotilo y dos cotiledones.

La semilla o cotiledón tiene un surco o hendidura en el centro del lado plano por donde se unen las dos semillas.

El grano o semilla tiene un extremo que termina en forma puntiaguda donde se encuentra el embrión.

Tallo El arbusto de café está compuesto generalmente de un solo tallo o eje central. El tallo exhibe dos tipos de crecimiento.

Condiciones ambientales

El café necesita las siguientes condiciones climáticas; entre los 1.200 y 1.800 metros sobre el nivel del mar. “En Colombia, los cultivos del café se encuentran, en su gran mayoría, sobre las laderas de las tres cordilleras de los Andes (Oriental, Central y Occidental) y, en menor escala, en la Sierra Nevada de Santa Marta. Las zonas cafeteras colombianas están ubicadas en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Cauca, Cesar, Caquetá, Casanare, Cundinamarca, Guajira, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima y Valle del Cauca. En estas regiones, se cuenta con clima y las condiciones atmosféricas óptimas para el crecimiento de los cafetales” (Polo, 2013).

3.3. Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)



TAXONOMIA DEL TOMATE	
Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliosida</i>
Orden:	<i>Asteridae</i>
Familia:	<i>Solanales</i>
Subfamilia:	<i>Solanaceae</i>
Genero:	<i>Solanum</i>
Especie:	<i>Solanum lycopersicum</i>

Fuente FINAGRO, (2016).

Figura 2. Descripción taxonómica del tomate.

El tomate es una de las hortalizas más consumidas en Suramérica, con 12,7 kilogramos por persona al año, se estima que en Suramérica existen 133.000 hectáreas de tomate sembradas (Pérez *et al.*, 2002) y en Colombia existen los siguientes datos. “En Colombia con 14.855 has y rendimiento promedio de 28.1 Ton/ha ocupa el lugar 34 en el mundo en cuanto a producción” (FINAGRO, 2016).

Esta hortaliza tiene su origen las planicies suramericanas y cuyo nombre científico es *Lycopersicon esculentum* Mill y tiene las siguientes características botánicas: De porte arbustivo, se puede desarrollar de tres formas, rastrera, erecta o semi erecta dependiendo de la especie y el crecimiento de igual manera (Pérez *et al.*, 2002).

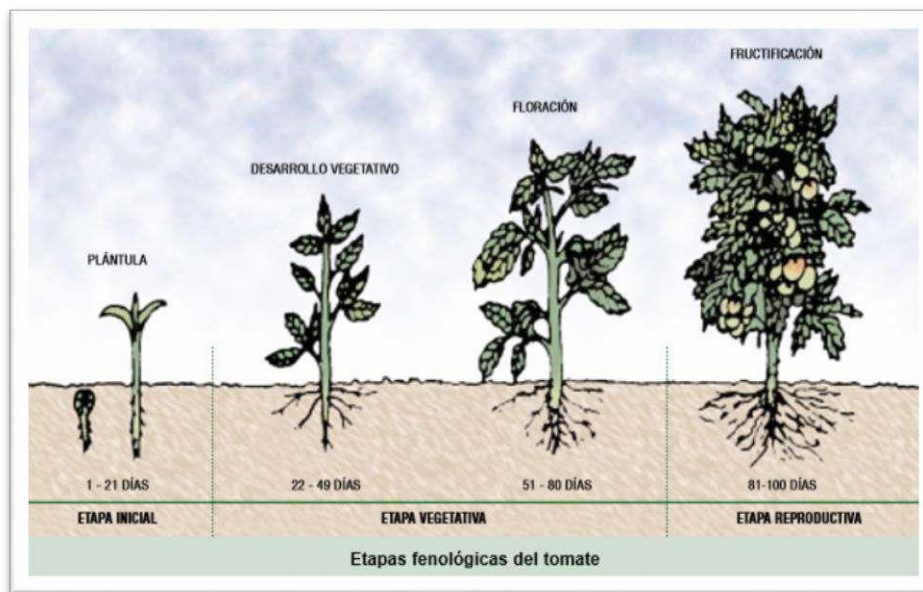
El proceso de germinación se desarrolla en tres etapas: comprende en primer lugar una de rápida absorción de agua de 12 horas, en segundo lugar una de reposo que comprende 40 horas, posteriormente se da la etapa de germinación la cual solo ocurre en suelos altamente oxigenados, con temperaturas entre los 22 y los 25 °c y preferiblemente en la oscuridad (Pérez *et al.*, 2002).

En cuanto a su raíz posee una principal y muchas secundarias estas son llamadas “adventicias” y se puede decir que son superficiales. El crecimiento de la planta teniendo en cuenta la variedad se da de dos formas, Crecimiento determinado cuando la especie es de características arbustivas y por ello las ramas alcanzan una altura determinada, las plantas con estas características son aptas para cultivos en exteriores. Crecimiento indeterminado son las plantas que crecen de forma erecta haciendo que las ramas sean una prolongación del tallo original, estas plantas son aptas para cultivos en interiores (Pérez *et al.*, 2002).

La flor del tomate es de color amarillo de cinco o más pétalos y 5 o más sépalos independientemente de la variedad, la fecundación en algunas variedades no tolera temperaturas mayores a los 30 °C, mientras que dependiendo de la variedad la floración se realiza en crecimiento determinado entre los 55 a los 60 días y en crecimiento indeterminado entre los 65 a 75 días después de la siembra (Pérez *et al.*, 2002).

Para un correcta fructificación del tomate se requiere que la temperatura nocturna (entre 13 a 26 °C) sea menor que la temperatura diurna, cuando la temperatura nocturna excede este rango se producen anomalías en el color del tomate debido a los cambios bruscos en el interior del fruto. El tomate da frutos de los 60 a 65 días y la primera cosecha en los 75 a 80 días en variedades de crecimiento determinado. En variedades de crecimiento indeterminado, da sus primeros frutos de los 70 a 80 días y la primera cosecha en los 85 a 90 días (Pérez *et al.*, 2002).

El tomate tiene tres etapas; inicial en esta etapa la planta invierte sus energías en la creación de tejidos y fotosíntesis. Vegetativa: Se da a partir de los 21 días después de la germinación y dura entre 25 a 30 días antes de la floración en este periodo la planta se expande y crece. Reproductiva Se inicia a partir de la fructificación y dura entre 30 a 40 días, en esta etapa el crecimiento se detiene y los frutos extraen de la planta los nutrientes necesarios para el crecimiento y maduración (Pérez *et al.*, 2002).



Fuente Pérez *et al.*, (2002).

Figura 3. Etapas del tomate.

Requerimientos climáticos y edáficos

El tomate se cultiva desde los 20 a los 2000 msnm, necesita de buena iluminación constante excepto en la etapa de germinación, en temperaturas diurnas optimas hasta en 30 °C y nocturnas hasta de 13 °C en algunas variedades esto influye en los productos

de la fotosíntesis. La humedad del aire debe estar en un rango del 70% al 80% si la humedad excede este rango se dan plagas en el follaje (Pérez *et al.*, 2002).

En cuanto al suelo, para el crecimiento adecuado del tomate debe tener las siguientes características físicas y químicas relacionadas en las siguientes tablas 1 y 2:

Tabla 1. Características físicas del suelo para el cultivo del tomate.

FISICAS	RANGO ÓPTIMO
Textura	Franco a franco arcillosa
Profundidad efectiva	80 cm
Densidad aparente	1.20 g/cc
Color	Oscuro
Contenido de materia orgánica	3.5 %
Drenaje	Bueno
Capacidad de retención de humedad	Buena
Topografía	Plano o semi-plano
Estructura	Granular

Fuente Pérez *et al.*, (2002).

Tabla 2. Características químicas del suelo para el cultivo del tomate.

QUIMICAS	RANGO ÓPTIMO
Ph	5.5 – 6.0
Nitrógeno	Según tipo de suelo
Fosforo	13-40 ppm
Potasio	5 %
Calcio	15 %
Magnesio	18 %
Acidez total	< 10.0 %
Conductividad eléctrica	0.75 -2.0 mho/cm ²

Fuente Pérez *et al.*, (2002).

3.4. Arvenses

A partir de método del bioensayo se realiza el reconocimiento a las arvenses presentes en el cultivo del café, a partir de este (el bioensayo) es posible resaltar que es necesario un conjunto de arvenses para tener amplias posibilidades de encontrar efectos puesto que el someter a aplicación a una sola especie y encontrar que no posee efecto en esta, resultaría en un descarte de una planta que es potencialmente herbicida o insecticida, por ello se consideraron varias arvenses de muchas especies en lugar de escoger una sola especie (Álvarez *et al.*, 2012).

En segundo permite delimitar arvenses de estudio, es necesario decir que se acuña el termino arvense puesto que el horizonte del proyecto es la agricultura sostenible y por ello no es posible acuñar el termino maleza puesto que esto define a una planta que es dañina para un cultivo y no todas las plantas resultan dañinas para los cultivos, algunas

previenen la erosión, otras mantienen el recurso hídrico, entonces habiendo delimitado que se trata no de plantas útiles para el medio ambiente si no de plantas que interfieren con el cultivo, se identifican arvenses de interferencia baja, media y alta (Salazar & Hincapié, 2004).

3.4.1. Arvenses del cultivo del café

En las siguientes páginas se realizará un compendio de las arvenses agresivas que existen en el cultivo de café en Colombia, como herramienta para reconocer en campo dichas plantas, para realizar este trabajo Salazar y Hincapié (2004), se apoyará en su libro las arvenses y su manejo en los cafetales.

Para empezar se distingue el termino arvenses del término malezas, puesto que el uso del último genera el manejo indiscriminado de plantas que en realidad no son consideradas como riesgo para los cultivos, de este modo en adelante el termino arvense asocia tanto plantas agresivas como nobles pero para el uso de este trabajo solo se relacionaran las arvenses agresivas.

Antes de entrar en materia existen algunos términos técnicos en el manejo integrado de arvenses, conceptos como interferencia de arvenses, los factores de interferencia, e índice de competencia; estos términos se encuentran explicados en el marco conceptual.

Para que una arvense sea considerada como agresiva debe tener ciertas características como capacidad alelopática y competencia. Una planta que comparte un mismo espacio con un cultivo es considerada como arvense y por lo que a su vez esta planta compite por los mismos recursos que tiene el cultivo, agua, luz, espacio, nutrientes, CO₂. En algunos casos en cultivos de café no se presentan arvenses agresivas sino nobles esto se puede comprobar por el índice de competencia el cual dice en primer lugar que si una planta ocupa más del 65 por ciento de todo el cultivo tiene propiedades alelopáticas por lo que se tiene que considerar como una arvense agresiva (Salazar & Hincapié, 2004).

En Colombia según Salazar y Hincapié (2004), existen 170 especies identificadas como agresivas en el cultivo del café y en el mundo cerca de 250, cabe destacar que el 50% de estas especies pertenecen a la misma familia. “En Colombia, Gómez y Rivera (1987) registraron cerca de 170 especies de arvenses identificadas en cafetales; el mayor número pertenece a las familias Gramineae (17,6%), Compositae (16,4%), Euphorbiaceae (4,7%), Amaranthaceae (4,1%) y Rubiaceae (4,1%)” (Salazar & Hincapié, 2004). Ver anexo 7-10.

3.5. Plagas del tomate

Se denomina “plaga” a un conjunto de animales (insectos) o hierbas como perjudiciales, que periódicamente arrasan con cultivos y plantaciones. (Gómez, 2000). La principal característica de estas plagas es que se reproducen muy rápidamente y (Gómez, 2000).se adaptan fácilmente a cualquier ecosistema (condiciones climáticas y ecológicas) se pueden encontrar en diferentes épocas dependiendo del clima. (U.E.B, 2008).

Existe un compendio de 18 plagas en el libro titulado “plagas y enfermedades del tomate Guía de identificación y manejo” elaborado por PRODUCTORES DE HORTALIZAS

(2006), las cuales serán relacionadas a continuación, a partir de ello y con ayuda de la descripción general poder obtener un producto teórico en el cual se puedan comprender integralmente lo que propicia, desarrolla y maneja las plagas del tomate.

Las plagas se pueden clasificar según su ubicación en la planta:

- Tallo: Cáncer del tallo
- Follaje: Áfidos, Paratrioza, Acaro blanco, Araña roja, Mosca blanca, Minador de la hoja, tizón tardío, mancha gris de la hoja, cenicilla polvorienta, mancha bacteriana
- Raíz: Nematodos, Fusarium,
- Fruto: Marchitez por verticillium, tizón temprano, antracnosis, mancha negra del tomate, mancha bacteriana.

Tabla 3. Principales insectos que afectan al tomate.

PRINCIPALES INSECTOS QUE AFECTAN AL TOMATE			
Plagas	Insectos	Acaros	Nematodos
Chupadores	Áfidos/Pulgones Mosca blanca Paratrioza Trips	Acaro blanco Araña roja	
Masticadores	Orugas Gusanos		
Minadores	Minador de la hoja		Nematodo de la raíz

Fuente Pérez *et al.*, (2002).

3.5.1. Plagas en la hoja del tomate

Áfidos

Los áfidos se aferran a la hoja y succionan la savia, posteriormente la hoja se enrolla, se decolora y marchita. Esto sucede en las hojas jóvenes de la planta ubicadas generalmente en la parte central del tallo. Las plantas con alto grado de infestación tienen una coloración café, los áfidos se trasladan rápidamente entre cultivos y también transmiten enfermedades. Para prevenir esta plaga es fundamental sembrar en suelos preparados y limpios, de esta forma la planta crecerá con vigorosidad y desarrollará mayor tolerancia (PRODUCTORES DE HORTALIZAS, 2006).

Paratrioza

Conocido como pulgón saltador, es un insecto que succiona la savia de las hojas y envenena la planta pues su saliva es tóxica, transmite la fitoplasmosis. Estos se reproducen en el envés y los márgenes de la hoja con huevos color naranja, posteriormente las ninfas inyectan en la hoja una toxina que causa la muerte de la hoja. Se da en plantas trasplantadas y genera decoloración de la hoja, clorosis y deformación (PRODUCTORES DE HORTALIZAS, 2006).

Acaro blanco

“El ácaro blanco es un problema muy destructivo que ocasiona deformaciones de hojas, ramas tiernas y frutos pequeños debido a la saliva del ácaro. Posteriormente la planta detiene su crecimiento y da la apariencia de un arosetamiento en las partes más jóvenes seguidos de coloraciones cobrizas o purpúreas” (PRODUCTORES DE HORTALIZAS, 2006).

Araña roja

Es un acaro que atacan las hojas y extraen la savia de las mismas, la planta infestada adquiere un aspecto blancuzco o bronceado, las plantas ligeramente infestadas adquieren manchas pálidas o erupciones que permiten ver el envés de la hoja. La planta totalmente infestada adquiere un color pálido y se seca (PRODUCTORES DE HORTALIZAS, 2006).

Mosca blanca

Existen tres especies de mosca blanca estas se alimentan de la savia de la planta es la plaga que más daños económicos genera en el cultivo del tomate. Una planta infectada tiene las hojas amarillentas que posteriormente se caen (PRODUCTORES DE HORTALIZAS, 2006).

Minador de la hoja

Existen dos especies, estos se fijan a la hoja e insertan los huevos en la misma, las larvas se alimentan de la hoja y se crean galerías, estas hojas son el hábitat perfecto para hongos y enfermedades virales (PRODUCTORES DE HORTALIZAS, 2006).

Tizón tardío

Es un hongo que afecta a hojas ramas y frutos, en plantas infectadas se pueden ver manchas de color rojizo oscuro en tallos y hojas y en el fruto las lesiones tienen aspecto grasoso (PRODUCTORES DE HORTALIZAS, 2006).

Mancha gris de la hoja

Es una enfermedad fungosa transmitida por insectos, se origina en trasplantes jóvenes en temperaturas húmedas, aparecen motas de color oscuro que se expanden en el centro de la mancha tiene un color gris que posteriormente se cae dejando un agujero en la hoja, esta plaga no afecta los frutos pero puede causar una defoliación severa de la planta (PRODUCTORES DE HORTALIZAS, 2006).

Cenicilla polvorienta

Es un parasito que se desarrolla internamente en la planta y que es transmitido por insectos plaga, la planta infectada desarrolla una mancha amarillenta alargadas en la punta de las hojas o pequeñas manchas cafés en otras regiones de las hojas (PRODUCTORES DE HORTALIZAS, 2006).

Mancha bacteriana

Es una bacteria transmitida de diversas formas, en semillas infectadas, por riego a presión de aguas contaminadas, o por cultivo en suelos contaminados con la bacteria, afecta principalmente a trasplantes y plantas jóvenes, sus características son, color café medianas en el centro ligeramente hundido con una superficie áspera o escamosa (PRODUCTORES DE HORTALIZAS, 2006).

3.5.2. Plagas en la raíz del tomate

Nematodos

Son Gusanos *pseudocelomados* del tipo *Meloidogyne incognita* que afectan a todos cultivos hortícolas, estos se reproducen en las raíces y generan un menor desarrollo de la planta y por lo tanto se marchita sufre de clorosis y enanismo, son vectores de virus y favorecen la entrada de hongos por medio de heridas que ocasionan (PRODUCTORES DE HORTALIZAS, 2006).

Fusarium

Es una enfermedad ocasionada por el hongo *fusarium*, el cual permanece en suelos infectados y penetran en la planta por medio de las raíces hasta el sistema vascular, los síntomas son caída de las hojas marchitamiento y posteriormente, mortalidad de la planta (PRODUCTORES DE HORTALIZAS, 2006).

3.5.3. Plagas en el fruto del tomate

Marchitez por *verticillium*

Es un hongo que se propaga por medio del suelo y afecta a cultivos de la especie del tomate, el hongo permanece en el suelo por largos periodos y es sensible a la humedad y temperatura, afecta hojas, raíces, tallo y frutos. Ocasiona marchitamientos y caída de hojas (PRODUCTORES DE HORTALIZAS, 2006).

Tizón temprano

Es un hongo que se multiplica por deficiencia de nitrógeno y por contagio por nematodos, marchitan las hojas y se dan manchas en el fruto con consistencias duras, cubierto con esporas negras (PRODUCTORES DE HORTALIZAS, 2006).

Antracnosis

Es una enfermedad causada por el hongo *Colletotrichum sp.* La enfermedad se manifiesta en los frutos maduros con manchas circulares acuosas hundidas que aumentan de tamaño y tienen color café en el centro en el cual residen los hongos (PRODUCTORES DE HORTALIZAS, 2006).

3.6. Herbicidas

Son productos fitosanitarios que controlan especies vegetales que no son deseadas durante la producción (Anzalone, 2007), por sus impactos negativos en el rendimiento, existen diferentes tipos de herbicidas clasificados por método de acción:

- Totales: generalmente utilizados para limpieza de terrenos donde se controlan todas las especies existentes, sin discriminación.
- Residuales: persisten en el suelo controlando la nacencia de malezas provenientes de semillas de especies anuales, al impedir su germinación. Normalmente no son activos sobre especies perennes que rebrotan a partir de rizomas, bulbos o estolones
- Preemergentes: son herbicidas que se aplican antes de la nacencia del cultivo.
- Postemergentes: son herbicidas que se aplican después de la nacencia del cultivo.
- Sistémicos: se aplican sobre la planta, pero actúan a distancia, al ser traslocado hasta raíz mediante el floema.
- De contacto: se aplican sobre la planta actuando localmente en la superficie, sin necesidad de ser traslocado.

Mecanismos de acción de los herbicidas

Los herbicidas actúan sobre los procesos físicos de las plantas, por lo que para elaborar un herbicida hay que tener en cuenta los procesos fisiológicos de las plantas a controlar (Anzalone, 2007).

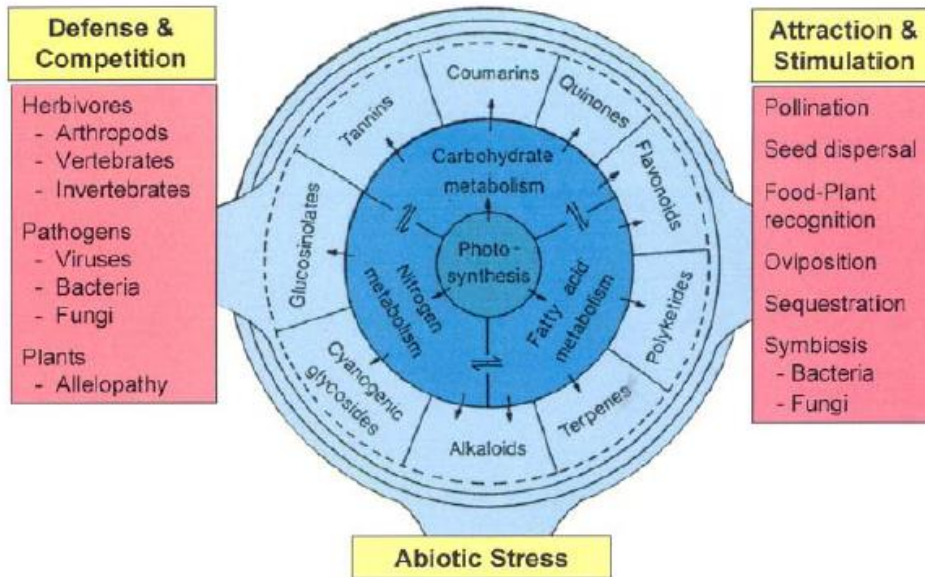
- Controlan el proceso de la fotosíntesis
- Controlan la producción de metabolitos secundarios
- Alteran el crecimiento vegetal

3.7. Bioherbicidas

Los bioherbicidas son productos fitosanitarios que apuntan bien a regular o anular el crecimiento de las plantas, por ello son llamados fitoreguladores, la mayoría de ellos se aplica de manera pos emergente y su modo de acción es mediante el control de la producción de metabolitos secundarios o alterando el crecimiento vegetal. Las sustancias fitosanitarias que se extraen como bioherbicidas se producen naturalmente mediante el proceso de la fotosíntesis, con la elaboración de metabolitos secundarios (Álvarez *et al.*, 2012).

Metabolitos secundarios

Son sustancias químicas producidas por las plantas, para su defensa debido a su incapacidad para moverse o rechazar agresores o depredadores, estos han evolucionado eficientemente durante el tiempo lo que los hace muy efectivos en su función. Producidos por el metabolismo secundario de las plantas, por lo que no representa ninguna amenaza a la supervivencia de la planta (Álvarez *et al.*, 2012).



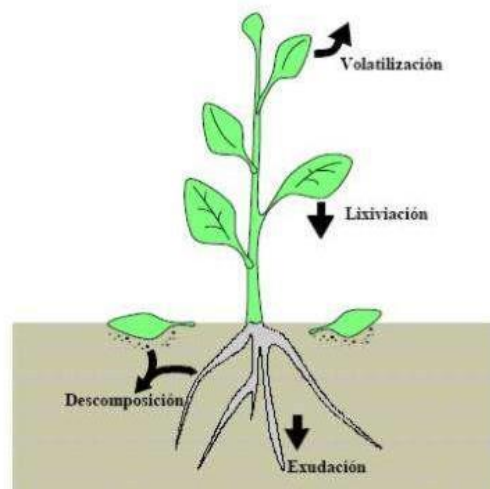
Fuente Álvarez *et al.*, (2012)

Figura 4. Funciones de los metabolitos secundarios

Como se puede apreciar en la Figura 4, los metabolitos secundarios cumplen dos funciones, defensa y atracción-simulación.

Los herbicidas naturales

Todas las plantas producen metabolitos secundarios, sin embargo, no todas producen sustancias tóxicas que les ayuden a controlar el crecimiento de sus vecinas es decir que produzcan sustancias con efecto alelopático, y si las producen las liberan de diferente manera mediante exudación radicular, lixiviación, volatilización o descomposición (Álvarez *et al.*, 2012).



Fuente Álvarez *et al.*, (2012)

Figura 5. Liberación de los metabolitos secundarios.

- Volatización: las plantas liberan las sustancias fitotóxicas al aire.
- Lixiviación: Las plantas liberan sustancias fitotóxicas por medio de las hojas y con el roce del agua, son liberadas.
- Descomposición: liberación de sustancias fitotóxicas al suelo por medio de la descomposición de material vegetal.
- Exudación radicular: Liberación de sustancias fitotóxicas por medio de las raíces, de tal forma que las otras plantas las puedan absorber.

3.8. Insecticida

Por definición, un insecticida es aquella sustancia o mezcla de sustancias que ejercen su acción biocida debido a la naturaleza de la estructura química (Ware, 1994). Por ejemplo, si se mata un insecto para una colección entomológica usando frascos con cianuro de potasio se puede decir que esta sustancia tiene efecto insecticida.

Es una sustancia o diferentes mezclas de sustancias, que debido a su alto potencial biocida son capaces de erradicar, controlar plagas que atacan productos agrícolas o cultivos. Para identificar que una sustancia tiene capacidades biocida en primera forma se debe identificar que las tiene al respecto Silva, *et al.*, (2002) escribe "Por ejemplo, si matamos un insecto para nuestra colección entomológica usando frascos con cianuro de potasio podemos decir que esta sustancia tiene efecto insecticida" En efecto la tiene, puesto que el cianuro es un veneno letal y los insectos morirán a causa del contacto con él, pero no pasará lo mismo con el agua puesto que el agua no tiene las mismas capacidades biocida (Silva, *et al.*, 2002).

3.9. Bioinsecticida

Sin embargo, no podemos decir lo mismo del agua cuando las gotas de lluvia matan áfidos o moscas blancas, ya que su mortalidad no se atribuye a las características de la estructura química del agua. La mayoría de las especies de plantas que se utilizan en la protección vegetal, exhiben un efecto insectistático más que insecticida (Rodríguez, 1996). Es decir, inhiben el desarrollo y comportamiento de los insectos en lugar de matarlos directamente por sus propiedades tóxicas. Sin embargo, no se puede olvidar que algunas sustancias vegetales provocan un efecto insecticida, como sucede con las piretrinas, la nicotina o la rotenona (Izuru, 1970). Según Coats (1994), los compuestos naturales, en general, tienen un efecto protector que principalmente se debe a repelencia, disuasivo de la alimentación u ovoposición y regulador del crecimiento. Adams, y Metcalf (1992) señalan el efecto confusor o disruptor, los cuales consisten en "contaminar" el medio con estímulos químicos de diferente naturaleza, de modo que el insecto no pueda identificar el alelo químico característico del huésped vegetal en que se alimenta o reproduce. Por lo tanto, debemos considerar a todos aquellos compuestos que sabemos que su efecto es insectistático como preventivos más que como curativos (Rodríguez, 1993). Encontramos un ejemplo de lo anterior en el caso de los granos almacenados, donde una vez que el insecto ya penetra el grano, ningún polvo vegetal de probada eficacia protectora tendrá efecto (Lagunes, 1989).

3.10. Productos fitosanitarios a partir de extractos botánicos.

Los productos fitosanitarios son sustancias o mezclas de sustancias cuyos componentes químicos ofrecen propiedades de control, de malezas, insectos, hongos, ácaros, moluscos, bacterias, roedores, y otras formas de vida animal o vegetal. Especies consideradas plagas durante todas las etapas en la producción de cultivos agrícolas. Son también productos fitosanitarios aquellos que cumplen función defoliante o desecante, reguladores del crecimiento: estos son llamados fitoreguladores (Plaza, 2016).

A partir de la anterior definición de, productos fitosanitarios a partir de productos botánicos, resaltando que la definición de fitosanitarios es; la sustancia que presenta capacidades insecticidas o herbicidas, es decir eliminan la vida de insectos y hierbas que ponen en riesgo un cultivo, por lo tanto la definición de bioinsecticida y bioherbicidas serían productos fitosanitarios de carácter biológico o botánicos que tienen capacidades fitosanitarias. Se sabe que las siguientes plantas ruda, ají tienen capacidades fitosanitarias y por ello se relacionan a continuación, desde una perspectiva general (Plaza, 2016).

Las plantas en sus diferentes procesos generan además de energía y nutrientes en la fotosíntesis, diferentes metabolitos secundarios de los cuales se obtienen sustancias que tienen capacidades repelentes a ciertas plagas que generalmente las atacan, dichas sustancias pueden ser extraídas de las plantas mediante diferentes procesos, como infusión, destilación, maceración, trituración y extracción (Plaza, 2016).

3.10.1. Ruda (*Ruta graveolens*)



TAXONOMÍA DE LA RUDA	
Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden:	<i>Sapindales</i>
Familia:	<i>Rutaceae</i>
Subfamilia:	<i>Rutoideae</i>
Genero:	<i>Ruta</i>
Especie:	<i>R. Graveolens</i>

Fuente Álvarez, (2008)

Figura 6. Taxonomía de la ruda

Su lugar de cultivo, usualmente son los patios, las huertas, bordes de potreros en el interior de los mismos siendo esta la ruda silvestre que contiene mayor cantidad de metabolitos secundarios que la ruda de huerto. En Colombia comúnmente se la asocia con los muertos o la protectora de las malas energías (Gonzales, 2010).

Descripción Botánica

La ruda es una planta resistente, arbustiva, perenne que puede llegar a medir hasta un metro de altura, posee una raíz leñosa fasciculada, de tallos cilíndricos que engrosan con el tiempo, leñoso en la base y con hojas en las partes superiores. Estas pueden ser de color verdeazulado o azul en el caso de las plantas de huerto, las hojas están provistas de glándulas que segregan un fuerte olor, característico de la especie. Las flores son de color amarillo. El fruto es una capsula con forma redonda y en su interior posee numerosas semillas de color negro.

Principios Activos

El principal producto activo de la ruda es el flavonoide llamado rutina, el cual está localizado en las hojas.

3.10.2. Ají (*Caspicum sp*)

El ají, nombre científico *Caspicum sp* es una planta arbustiva que cuya máxima altura puede llegar a 4 metros, perenne. Existen muchas variedades de esta planta pueden ser diferenciadas en el color, tamaño, forma, sabor y el carácter picante del fruto, ocasionalmente surge una nueva variedad ya que su tasa de hibridación es alta y hace que la clasificación sea difícil. (Millan, 2008).

Su clasificación taxonómica es la siguiente:

TAXONOMÍA DEL AJÍ	
Reino:	<i>Pantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden:	<i>Asteridae</i>
Familia:	<i>Solanales</i>
Subfamilia:	<i>Solanáceae</i>
Genero:	<i>Caspsicum</i>
Especie:	<i>Frutescens</i>

Fuente Plaza, (2016)

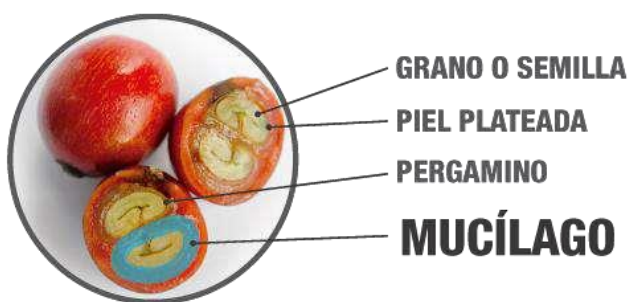
Figura 7. Planta y fruto de ají

Acciones y propiedades

Posee acción antiviral, insecticida y repelente. Se emplea para controlar ácaros, pulgones, hormigas y otros organismos que afectan al follaje.

Su principio insecticida se encuentra distribuido principalmente en el fruto, siendo ésta la parte de la planta más comúnmente utilizada, aunque para inhibir el desarrollo de virus se aconseja emplear las hojas y las flores. En este caso, dado que su acción es preventiva, no se logra con el preparado un efecto curativo si el síntoma es muy avanzado (Millan, 2008).

3.10.3. Mucilago de café



Fuente CENICAFE, (2011).

Figura 8. Mucilago de café

Es una parte del fruto del café, llamado técnicamente como mesocarpio, este queda expuesto cuando se realiza el proceso de despulpado, tiene mucha capacidad para la retención de agua lo cual varía su humedad de acuerdo con condiciones climáticas. Está compuesto por sustancias pépticas, azúcares, celulosa y cenizas entre otros y representa el 14,85 % del peso del fruto.

Gran parte del proceso de transformación por el que pasa el mucilago durante el beneficio del café se realiza en la fermentación en el cual se remueve el mucilago al mezclarse con agua, durante esta fase actúan levaduras, bacterias y enzimas que transforman los péptidos y los azúcares en alcohol.

El mucílago fresco presenta entre 85% a 91% de agua y entre 6,2% y 7,4% de azúcares, constituidos por 63% de azúcares reductores. El contenido de azúcares y las levaduras y bacterias del mucílago de café explican su propiedad perecedera, y la ocurrencia de su fermentación natural (Puerta & Ríos, 2011).

4. METODOLOGIA

La siguiente es la metodología definida para la realización del proyecto.

4.1. Área de estudio

El municipio de Pitalito Huila se encuentra ubicado en las coordenadas 1° 51' 07" de latitud norte y 76° 02' 14" de longitud oeste, en la jurisdicción del departamento del Huila en la región, sur centro colombiana, (Rico, 2019) Ubicado hacia el suroriente del departamento con una extensión de 625,54 km² a 195 km de la capital Neiva.

Las condiciones climáticas en el municipio de Pitalito son homogéneas, la mayoría del territorio tiene un clima templado-seco, mientras un área de menor tamaño al sur-este del municipio, en las partes más altas, en el nacimiento del río Guachicos, tiene un clima frío húmedo, en altitudes medias existe un clima frío seco (Rico, 2019).

- **Geología**

El municipio de Pitalito se encuentra sobre la cordillera central incidido por la presencia de la falla Garzón-Algeciras, se caracteriza por ser un sistema montañoso conformado por rocas sedimentarias, y presencia de rocas ígneas y metamórficas que corresponden al macizo Garzón.

- **Suelos**

Pitalito tiene gran variedad de suelos, que varían según el piso térmico, generalmente se caracterizan por ser: Superficiales, ligeramente ácidos, bien drenados, ácidos, de fertilidad moderada, ricos en materia orgánica humificada.

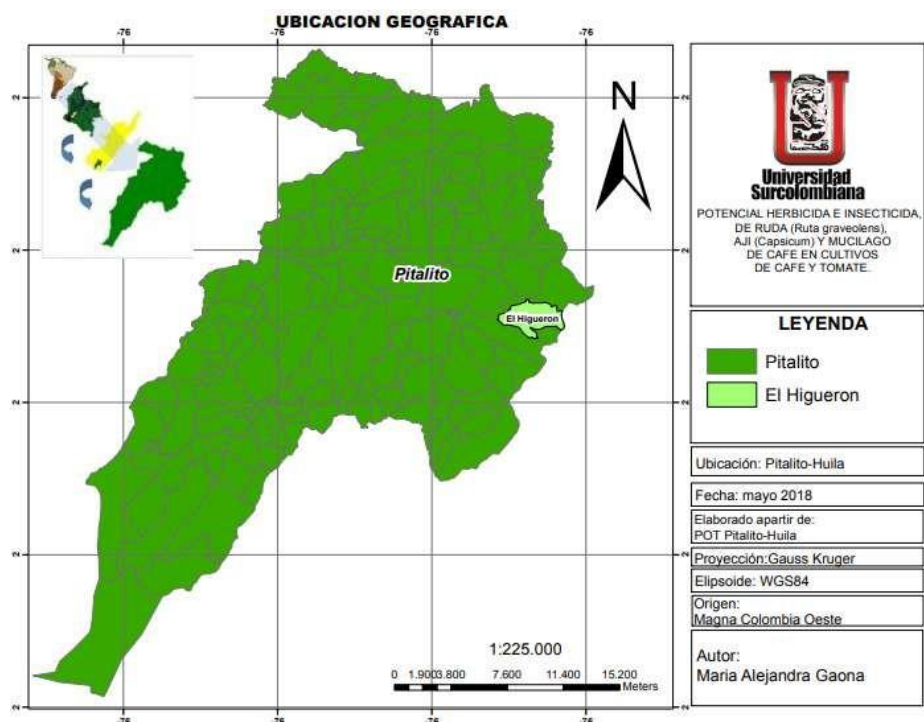


Figura 9. Ubicación geográfica de la vereda el Higuero, Municipio de Pitalito



Fuente Google Earth

Figura 10. Lotes de café y tomate de la vereda el Higuero

Se observa en la figura 9, la localización de la vereda el Higuerón donde se llevó a cabo el proyecto y en la figura 11 se observa la ubicación de los 2 lotes, café y tomate, donde en el café se evaluó las arvenses y en el tomate las plagas.

4.2. Reconocimiento de arvenses y plagas

Se clasificó arvenses de interferencia baja, media y alta posteriormente se seleccionó y se referenció arvenses de interferencia media y alta, según Salazar, (2004) así como el lugar donde se observaron. Se le fotografió para la búsqueda del nombre científico y se le registró

Para el reconocimiento de plagas en el cultivo del tomate, se tuvo en cuenta los insectos presentes en las plantas junto con el nivel de infestación desarrollado por las mismas. Cuando se encontró un insecto, este se le fotografió para la búsqueda del nombre científico y se le registró.

4.3. Elaboración del diseño experimental

Se propuso 7 tratamientos; 3 puros (un tratamiento puro es aquel que no se ha mezclado con otro tratamiento) y 3 mezclas (una mezcla es el resultado de dos tratamientos puros) a partir de los tratamientos puros, más el testigo, donde no se le aplicó ningún producto orgánico.

Se delimitó una parcela con un total de 14 árboles de café, se seleccionó dos plantas de café por tratamientos como referencia, se marcaron algunas arvenses que estaban alrededor de las dos plantas quedando un número de repeticiones diferentes por arvenses, debido a que no se presentaban las mismas arvenses en las plantas de café por tratamiento. Lo cual no puede implicar en una generación de ruido aplicado a la variable de repetición; el ruido se puede generar analizando otras covariables, que no están previstas en esta primera fases de bioensayo, como la fotoluminiscencia, el pH del agua, del suelo, la composición orgánica del suelo, la lluvia entre otras.

Se delimitó otra parcela con 28 plantas de tomate con 4 repeticiones por tratamiento, posteriormente se observó los insectos presentes en las plantas y las ramas infectadas y se los relacionó en los formatos correspondientes (ver anexo 13 y 14).

A continuación se mostrará en la tabla 4 la codificación de los tratamientos de cada cultivo con base en la teoría de algunos autores como Plaza, (2016), Álvarez *et al.*, (2012), Silva A *et al.*, (2002), Quintero y Valero, (2015), Ochoa y Prieto, (2017). Los autores plantean la posibilidad de incluir los productos (mucilago, ají y ruda) con capacidades fitosanitarias, establecen algunas propiedades que indican una viabilidad, métodos de extracción, cantidades y proporciones.

Tabla 4. Codificación de los tratamientos y sus proporciones

CAFÉ			TOMATE		
NOMBRE	TRATAMIENTOS (Ti)	PROPORCION (%)	NOMBRE	TRATAMIENTOS (Ti)	PROPORCION (%)
Mucilago	T1	100	Mucilago	T1	100
Ají	T2	100	Ruda	T2	100
Ruda	T3	100	Ají	T3	100
Ají-Mucilago	T4	50-50	Ají-Mucilago	T4	50-50
Ají-Ruda	T5	50-50	Ají-Ruda	T5	50-50
Ruda-Mucilago	T6	50-50	Ruda-Mucilago	T6	50-50

En los tratamientos T2 y T3 fue ají, ruda en el caso del café y ruda ají en el caso del tomate. Se tuvo en cuenta cuatro semanas seguidas en las cuales se aplicó los respectivos tratamientos una vez cada semana, en dicho tiempo se monitoreo los resultados de la aplicación durante 4 días y el quinto día se realizó la siguiente fumigación. Por lo tanto solo se aplicó los tratamientos a los cultivos durante 4 ocasiones los días restantes se dedicó a monitorear la acción sobre las arvenses en el café y los insectos en el tomate.

4.4. Selección de los lotes experimentales

Teniendo en cuenta los cultivos referenciados en el proyecto, café y tomate se propendo por encontrar un lugar accesible en los términos de la distancia y geografía y que cumplieran con los requerimientos (que tenga los cultivos o que se pueda cultivar). Como primer momento, se seleccionó los arboles de café (en una edad de 10 años), que contengan las arvenses de alto impacto. Luego se cultivó las plantas de tomate en un lote que permitió tener un total de 28 plantas de tomate, por último se seleccionó las plagas y las arvenses. Ver anexo 1-2 y 4-5

Se seleccionó los lotes en las tierras de la finca Las Mercedes, en el lote “Claudia” en la vereda el Higuerón municipio de Pitalito Huila, en las siguientes coordenadas: N 1° 50' 9,04' O 76° 0' 4,48'.

Para seleccionar los lotes se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

- Primero. Que el terreno del café tuviera arboles adultos de café con arvenses agresivas, medias y nobles
- Segundo. Que las propiedades del suelo cumplieran con algunos de los requisitos físicos mínimos para el cultivo del tomate (color, textura sin análisis de suelo, simplemente una inspección visual).
- Tercero. Que el terreno del café no estuviese en producción, tampoco que se hubiese fumigado con agentes químicos recientes.
- Cuarto. Que por eficiencia los lotes pudiesen estar juntos o cercanos.

4.5. Preparación de Insumos

La materia prima; extractos y mezclas se preparó por diferentes métodos según los autores Plaza, (2016), Álvarez *et al.*, (2012), Silva A *et al.*, (2002), Quintero y Valero, (2015), Ochoa y Prieto, (2017) y se obtuvo los siguientes tratamientos, en sus respectivas proporciones: ver anexo 6

- Mucilago, se obtuvo el producto fermentado durante un mes en un galón con color oscuro, debidamente ventilado, en un cuarto oscuro y en una mezcla con agua en una proporción de 50-50.
- Ruda, se obtuvo el aceite esencial mediante un proceso de destilado con dispositivo soxhlet, donde para obtener 70 ml de extracto fue necesario colocar en el destilador 40 gr de materia prima de ruda, el resultado se mezcló con agua en una proporción de 50 - 50.
- Ají, se obtuvo el producto en polvo recolectando el fruto maduro posterior secado y triturado donde para obtener 320 gr triturados, se recolectó 1000 gr de fruto maduro, la mezcla se disuelve en agua en una proporción de 20 gramos por un litro de agua.
- Una vez se preparó las soluciones independientes se mezcló con una proporción de 50-50. Ají-Mucilago, Ají-ruda, Ruda-mucilago.
- Testigo no se aplica ningún tratamiento.

4.6. Aplicación de los insumos

La aplicación de los insumos se realizó en una bomba de espalda manual de 20 litros, boquilla abanico en la cual se colocó 1 litro de insumo por tratamiento en cultivos de café y tomate para las arvenses y insectos. El caudal de la bomba fue de 500 ml/min. En los respectivos cultivos se aplicó medio litro por cada árbol de café en las arvenses, en el caso del tomate se aplicaron un cuarto de litro (250 ml) por cada planta de tomate, aplicando en hojas y tallo. Se aseguró que el producto esparcido tanto a las arvenses como en las plantas del tomate se realizó de forma descendente, para garantizar que el producto no tocara las hojas del árbol es decir, desde la parte más alta de la arvense hasta su base en un movimiento vertical descendente así mismo con las plantas del tomate, de esta manera el producto impacta mínimamente Ver anexo 3.

Q= Caudal (ml/min)

V= volumen (l)

T= Tiempo (min)

$$Q = \frac{V}{T}$$

$$Q = \frac{1 \text{ LITRO}}{2 \text{ Minutos}} = 500 \text{ ml}/\text{min}$$

4.7. Registro de datos

Se recolectó los datos en ambos cultivos, durante 20 días seguidos, un día de fumigación seguido de 4 días de toma de datos, para un total de 4 días de fumigación y 16 registros de datos, donde se tabuló los datos en el programa Excel. Para registrar los datos se crearon dos formatos en el programa Excel que permitió la tabulación de los datos de manera conjunta. Ver anexo 13-14.

Para la toma de datos de las arvenses del cultivo de café se llenó de la siguiente forma, en la primera columna se colocó la codificación de los tratamientos, en la segunda columna se colocó P1 y P2, para referenciar en que árbol de café se encontró cierta arvenses, en la tercera columna se colocó la altura de las arvenses (cm), en la tercera y cuarta columna se colocó el número de hojas sanas y marchitas que tuvo cada una de las arvenses así sucesivamente en todos los tratamientos.

En la toma de datos de infestación del tomate, en la primera columna la codificación de los tratamientos, en la segunda columna se colocó de P1 a P4 que son las plantas de tomate que tuvo cada tratamiento, en la tercera y cuarta columna se contó el número total de ramas y las ramas que estaban infectadas, así con los respectivos tratamientos. A continuación se presentó los criterios para el registro de los datos. Según el método del bioensayo en su primera fase indicó que se debe identificar las posibles plantas o productos naturales que poseían características biocidas, esto permite identificar las variables que interfieren con tales características biocidas en las plantas, como el crecimiento que fue medido con un instrumento de medida (metro), el porcentaje de marchitamiento que fue medido con el número de hojas marchitas sobre el número de hojas sanas más hojas marchitas por 100 esto en el cultivo del café. Mientras la presencia de insectos se realizó en todas las plantas de tomate esta variable se relacionó con otra variable que fue la infestación la cual fue medida según el porcentaje de marchitamiento (el cual fue calculado a partir de suma total de ramas infectadas sobre la suma total de ramas por 100), puesto que a mayor infestación de insectos, mayor efecto de las plagas sobre las plantas lo que redundó en mayor porcentaje de marchitamiento, esas fueron las variables a medir en el cultivo de tomate. Para el cálculo del porcentaje de marchitamiento en las arvenses del cultivo de café y el porcentaje de infestación de plagas en el cultivo del tomate se emplearon las siguientes formulas:

Café:

$$\% \text{ DE MARCHITAMIENTO} = \frac{\text{SUMA DE HOJAS MARCHITAS}}{\text{SUMA DE HOJAS MARCHITAS} + \text{SUMA DE HOJAS SANAS}} * 100$$

Tomate:

$$\% \text{ DE INFESTACIÓN} = \left(\frac{\text{SUMA TOTAL DE RAMAS INFECTADAS}}{\text{SUMA TOTAL DE RAMAS}} \right) * 100$$

4.8. Análisis de costos

Se realizó una tabla de costos, teniendo en cuenta precios de materia prima, como ruda, mucílago, ají; precios de insumos agua y energía; precios de aplicación, precios de transformación, por los que se determinó el valor de cada tratamiento y con ello concluyó cuál de los 6 tratamientos es el mejor en aspectos económicos. Con esto se buscó responder al objetivo de encontrar la eficiencia económica de los tratamientos.

4.9. Análisis estadístico

De los datos obtenidos se realizó un análisis estadístico en el programa Infostat y se obtuvo estadística descriptiva, diferencia significativa entre tratamientos, en el caso donde se tenía más de dos tratamientos, se graficó en el programa Excel la evolución del porcentaje de marchitamiento y la altura en las arvenses y porcentaje de infestación promedio en las plantas del tomate por tratamiento, gracias a estos análisis se permitió determinar contundentemente cual es el mejor tratamiento. Para el análisis estadístico fue necesario tener conocimiento de la nomenclatura para interpretar los resultados. Se dispone de las siguientes medidas de resumen; **(n)**, **Media**, **(D.E)** desviación estándar **(Var(n-1))** varianza con denominador $n-1$, **(Var(n))** varianza con denominador n , **(E.E.)** error estándar, **(Mín)**, valor mínimo, **(CV)**, coeficiente de variación, **(Máx)**, valor máximo, **(M)** Mediana.

Para el Análisis de coeficiente de varianza se tienen las siguientes etiquetas de resumen; **(R²)** análisis de determinación, **(R²aj)** de determinación ajustado, **(SC)** suma de cuadrados, **(GI)** grado de libertad, **(CM)** cuadrados medios, **(F)** prueba f, **(P)** valor p, **(F.V.)** Fuente de variación. Además este análisis se realizó por medio del método de Fisher el cual permite “comparar dos muestras aleatorias que provienen de dos poblaciones independientes. Es un procedimiento para variables dicotómicas que se basa en la distribución hipergeométrica. Esta prueba permite contrastar la hipótesis de igualdad de proporciones de éxitos, p_1 y p_2 , en ambas poblaciones” Grupo InfoStat, (2008).

Se tuvo un criterio de selección basado en las repeticiones de las arvenses en más de dos tratamientos, para poder hacer el respectivo análisis y comparación de las variables descritas.

En la figura 11 se presenta gráficamente los procedimientos que se siguieron en el proyecto, y algunos de los pasos vistos anteriormente.

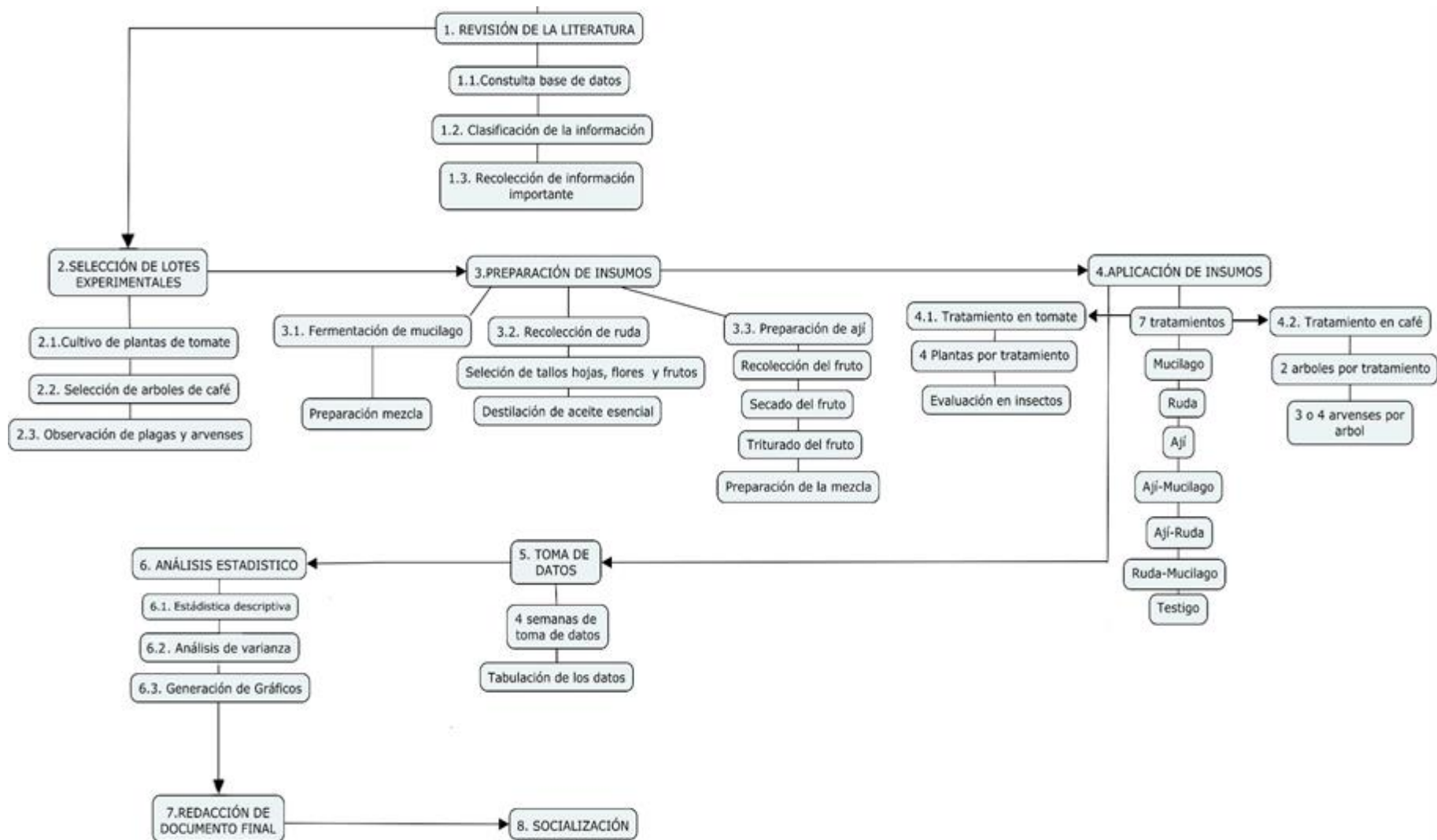












Figura 11. Metodología del proyecto

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS






5.1. Reconocimiento de arvenses y plagas

En el cultivo del café se encontraron las arvenses que se presentan en la siguiente tabla, para el registro se nombró con nombre científico o nombre común según exista (Salazar & Hincapié, 2004). Estas arvenses son de interferencia media y alta lo cual quiere decir que se evaluó las arvenses agresivas con el cultivo del café.

Tabla 5. Diversas arvenses encontradas en el lote del café.

Nombre científico	Fotografía	Nombre científico	Fotografía
<i>Bidens pilosa</i>		<i>Eleusine indica</i>	
<i>Elephantopus mollis</i> kunt		<i>Sida rhombifolia</i>	
<i>Baccharis pedunculata</i>		<i>Hyptis capitata</i> jacq	
<i>Teucrium fruticans</i>		<i>Conyza bonariensis</i>	
<i>Emilia sonchifolia</i> (L) D.C		<i>Monnina angustata</i>	

Continuación Tabla 5. Diversas arvenses encontradas en el lote del café.

Nombre científico	Fotografía	Nombre científico	Fotografía
<i>Cuphea micrantha kunth</i>		<i>Viburnum sp.l</i>	
<i>Solanum nigrum</i>		<i>Persea caerulea</i>	
<i>Piper aduncum</i>			

A continuación se referenció las arvenses en la tabla 6, respecto al lugar que ocuparon en los distintos tratamientos, es decir donde se encontró cada una de las arvenses y que tratamiento las evaluó.

Tabla 6. Arvenses por tratamientos.

TRATAMIENTOS	PLANTAS	ARVENSES
T1	P1	<i>Bidens pilosa</i>
		<i>Elephantopus mollis kunth</i>
		<i>Bacharis pedunculata</i>
	P2	<i>Emilia sonchifolia (L.) DC</i>
		<i>Cuphea micrantha kunth</i>
		<i>Bacharis pedunculata</i>
		<i>Teucrium fruticans</i>
T2	P1	<i>Elephantopus mollis kunth</i>
		<i>Bacharis pedunculata</i>
		<i>Solanum nigrum</i>
	P2	<i>Bidens pilosa</i>
		<i>Teucrium fruticans</i>
		<i>Piper aduncum</i>

Continuación de la Tabla 6. Arvenses por tratamientos.

TRATAMIENTOS	PLANTAS	ARVENSES
T3	P1	<i>Eleusine indica</i>
		<i>Teucrium fruticans</i>
		<i>Sida rhombifolia</i>
		<i>Hyptis capitata jacq</i>
	P2	<i>Conyza bonariensis</i>
		<i>Emilia sonchifolia (L.) DC</i>
<i>Elephantopus mollis kunth</i>		
T4	P1	<i>Conyza bonariensis</i>
		<i>Emilia sonchifolia (L.) DC</i>
		<i>Teucrium fruticans</i>
	P2	<i>Bidens pilosa</i>
		<i>Elephantopus mollis kunth</i>
T5	P1	<i>Bidens pilosa</i>
		<i>Emilia sonchifolia (L.) DC</i>
		<i>Teucrium fruticans</i>
	P2	<i>Bidens pilosa</i>
		<i>Eleusine indica</i>
		<i>Elephantopus mollis kunth</i>
T6	P1	<i>Eleusine indica</i>
		<i>Teucrium fruticans</i>
		<i>Viburnum Sp. L</i>
	P2	<i>Bidens pilosa</i>
		<i>Eleusine indica</i>
T7	P1	<i>Emilia sonchifolia (L.) DC</i>
		<i>Elephantopus mollis kunth</i>
		<i>Persea caerulea</i>
	P2	<i>Bidens pilosa</i>
		<i>Eleusine indica</i>
		<i>Elephantopus mollis kunth</i>

Tabla 7. Selección de arvenses presentados en más de dos tratamientos.

NOMBRE DE ARVENSES	TRATAMIENTOS EVALUADOS
<i>Conyza bonariensis</i>	T3, T4
<i>Bidens pilosa</i>	T1, T2, T4, T5, T6, T7
<i>Eleusine indica</i>	T3, T5, T6, T7
<i>Emilia sonchifolia (L.) DC</i>	T1, T3, T4, T5, T7
<i>Elephantopus mollis kunth</i>	T1, T2, T3, T4, T5, T7
<i>Teucrium fruticans</i>	T1, T2, T3, T4, T5, T6
<i>Baccharis pedunculata</i>	T1, T2

A partir de estas arvenses que se presentó en la tabla 7, se tuvo en cuenta para su respectivo análisis estadístico teniendo en cuenta la comparación de 2 o más tratamientos para efectuar cuál es el mejor respecto a estas.

En el cultivo del tomate se identificaron los siguientes insectos:

Tabla 8. Insectos en el cultivo del tomate.

Nombre científico	Fotografía	Nombre científico	Fotografía
<i>Bemisia tabaci</i>		<i>Liriomyza-trifolii</i>	
<i>Cercopoidea</i>		<i>Phyllophaga spp</i>	
<i>Coreidae</i>		<i>Atta Colombica</i>	
<i>Diabrotica belteata</i>			

En la siguiente tabla se referencia los insectos por tratamiento en el cultivo del tomate.

Tabla 9. Insectos por tratamiento en el cultivo del tomate.

TRATAMIENTOS	INSECTOS						
	<i>Bemisia tabaci</i>	<i>Cercopoidea</i>	<i>Coreidae</i>	<i>Diabrotica belteata</i>	<i>Liriomyza-trifolii</i>	<i>Phyllophagaspp</i>	<i>Alta Colombica</i>
T1	X					X	X
T2	X	X				X	
T3	X		X				
T4	X				X		
T5	X	X					
T6	X	X		X			
T7	X				X	X	

5.2. Selección de los lotes experimentales

Para el cultivo del café se seleccionó un lote con un cultivo aproximado de 2000 árboles de café en estado adulto, solo se tuvo en cuenta una pequeña muestra de 14 árboles. Para seleccionar el lote se tuvieron en cuenta los criterios definidos de; accesibilidad, y condiciones apropiadas. Se verificó que los dos lotes cumplieran estos requisitos.

En el café se verificó que el cultivo fuese adulto (10 años), que tuviera abundantes arvenses, de diferente clase y tamaño, además de cumplir con los criterios de selección de los lotes.

Para la selección de las arvenses en el cultivo del café se tomó en el área de la muestra la abundancia de arvenses y que basadas en el método del bioensayo cumpliera con las variedades de especies vivas a evaluar, para cumplir este requisito se tomaron de 3 a 4 arvenses aleatorias por árbol de café. Una vez cumplido este requisito se procede a marcar las arvenses a estudiar marcándolas con números del 1 hasta el 4 por árbol.

Para el cultivo de tomate, se seleccionó un lote con un área de 48 m² a 50 metros de distancia del cultivo de café para cumplir con el criterio de accesibilidad, el lote se limpió, se acondicionó para la siembra del tomate, se realizó una inspección visual del suelo para cerciorarse de que no tuviese ningún insecto subterráneo que afecte al tomate en sus primeros días y que cumpliera con la calidad física del suelo (textura de suelo y color).

5.3. Insumos

Se preparó el mucilago, recolectándolo después del despulpado, empacando el café en un costal y dejando que este cuelgue para que líquido (mucilago) cayera en un recipiente por medio de la gravedad. Este líquido recolecto y se almaceno en un garrafón oscuro y se dejó fermentar por tiempo de 4 semanas.

Tabla 10. Extracción de mucilago.

EXTRACCION DE MUCILAGO		
Descripción	Unidades	Datos
Temperatura (ambiente)	°C	26
Peso inicial	ml	1000
Peso final	ml	1000
Tiempo de fermentación	Mes	1

Tabla 11. Cantidad total de mucilago.

CANTIDAD TOTAL DE MUCILAGO		
Descripción	Unidades	Datos
Proporción		50/50
Preparación por litro		
Cantidad de mucilago	ml	500
Cantidad de agua	ml	500
Preparación total		
Cantidad de la preparación 2 litros / semana	ml	4000
Cantidad de la preparación por las 4 semanas	ml	16000
Cantidad de mucilago fermentado	ml	8000
Tiempo total de la fermentación	mes	1

Se preparó la ruda (Osorio *et al.*, 2009), comprando la materia prima en diferentes veredas del sur de Departamento del Huila, una vez se recolectó el total necesario de materia prima se procedió a retirar los tallos (no se utilizan) de las hojas, frutos y flores esta mezcla se pesa y se procede a crear porciones que se van a colocar en el balón de desprendimiento lateral plano, se colocó el respectivo montaje que consta de, balón matraz, donde se pone el agua para hervir, balón de desprendimiento lateral plano donde se colocan las porciones de ruda que será sometida al vapor de agua desprendido desde el balón matraz estos dos están conectados con una manguera y tapados con corchos, posteriormente el vapor obtenido del balón de desprendimiento lateral plano pasa a un condensador espiral, a este montaje se le denomina extractor *soxhlet*, para la elaboración del extracto se utilizaron dos extractores, para reducir el tiempo de extracción. El producto final es llamado “aceite esencial” o “extracto de ruda”.

El sobrante de materia prima obtenida del balón de desprendimiento lateral plano que consta de materia solida (restos de ruda) y materia liquida (vapor que no sale al condensador espiral) se pesa, mide y se registra.

Tabla 12. Extracción de ruda

EXTRACCIÓN DE RUDA		
Descripción	Unidades	Datos
Temperatura	°C	100
Cantidad de agua inicial en el balón matraz	ml	500
Cantidad de ruda (hojas, frutos, flores)	gr	40
Extracto de ruda	ml	70
Residuo de materia solida (hojas, frutos, flores)	gr	54
Residuo de materia liquida (hojas, frutos, flores)	ml	45
Cantidad de agua final en el balón matraz	ml	250
Tiempo de la extracción	hr	1

Tabla 13. Cantidad total de ruda.

CANTIDAD TOTAL DE RUDA		
Descripción	Unidades	Datos
Proporción		50/50
Preparación por litro		
Cantidad de extracto de ruda	ml	500
Cantidad de agua	ml	500
Preparación total		
Cantidad de la preparación por semana (2 litro)	ml	4000
Cantidad de la preparación por las 4 semanas	ml	16000
Cantidad de ruda (hojas, frutos, flores)	gr	4571,42
Cantidad de extracción de ruda	ml	8000
Tiempo total de la extracción	días	6

Se preparó el ají recolectándolo mediante compra en el mercado cuando se obtuvo la materia prima necesaria se pasa a secado en un secadero de café durante 5 días hasta quedar en un 16% de humedad, cuando el ají está seco este se pasa a triturado en una licuadora durante 3 minutos, se obtiene un polvo fino como resultado de todo el proceso.

Tabla 14. Extracción de ají en polvo.

EXTRACCION DE AJI EN POLVO		
Descripción	Unidades	Datos
Temperatura (secadero)	°C	36
Peso inicial (verde)	gr	500
Peso final (seco)	gr	160
Tiempo de secado	Semana	1

Tabla 15. Cantidad total de ají.

CANTIDAD TOTAL DE AJI		
Descripción	Unidades	Datos
Proporción		20/80
Preparación por litro		
Cantidad de ají en polvo	gr	20
Cantidad de agua	ml	1000
Tiempo de trituración por cada 20gr	min	3
Preparación total		
Cantidad de la preparación por semana (4 litro)	ml	4000
Cantidad de la preparación por las 4 semanas	ml	16000
Cantidad de ají verde total	gr	1000
Cantidad de ají seco total	gr	320
Tiempo total de trituración	hr	1
Tiempo total	semana	1

5.4. Aplicación de los insumos

Se aplicó los tratamientos anteriores durante cuatro semanas con 4 fumigaciones, es decir una fumigación por cada semana, los posteriores días se tomó los datos a los siguientes 4 días después de la aplicación de las arvenses encontradas en el lote y las plagas, se encontró el lote con los criterios definidos y se procedió a parcelar la zona de aplicación en el caso del café 7 surcos comprendidos de 2 árboles cada uno en los cuales se escogió de 3 a 4 arvenses por árbol de café para este procedimiento, se referenció las arvenses con números del 1 al 4 según el número de arvenses en los surcos. Mientras tanto en el tomate se delimitó un lote de 6X8 m para el cultivo del tomate dejando el espacio óptimo de crecimiento por planta que es de 1 metro una canal entre plantas de 30 cm.

5.5. Análisis de costos

A continuación se presentan las tablas 16 y 17, que se elaboraron para realizar el análisis de costos de cada tratamiento, en las que se presentan los costos de los tratamientos para los dos cultivos (en la primera puros) en diferentes fases de transformación y en la segunda costos totales por tratamiento incluyendo las mezclas, teniendo en cuenta que el costo final representa el valor del todo producto en los dos tratamientos.

Tabla 16. Precios de Materia prima.

FORMULA AJI			FORMULA RUDA			FORMULA MUCILAGO		
Estado	Cantidad	Precio	Estado	Cantidad	Precio	Estado	Cantidad	Precio
Verde	1000 gr	\$16.000	Completo	9142,84 gr	\$127.000	Normal	8000 ml	\$16000
Seco	350 gr	\$16.000	Hojas, frutos, flores	4571,42 gr	\$200.000	Fermentado	8000 ml	\$16000
Triturado	350 gr		Aceite esencial "Extracto"	8000 ml				

En esta tabla se observa el precio resultante en cada una de las fases de los tratamientos puros (ají, ruda, mucilago) en la cual, el más costoso es el extracto de ruda, y el más barato es el mucilago y ají. Para dicha transformación de los productos se lleva a cabo procesos de industrialización (extracción, secado, trituración, fermentación) por lo cual la materia prima se transforma hasta lograr el producto final, debido a tal transformación el precio del producto se incrementa en cada proceso hasta el proceso final; sin embargo no se coloca el precio del producto final debido a la inestabilidad de los precios de la materia prima y de los servicios que se necesitan para la transformación del producto.

Tabla 17. Precios de los tratamientos.

COSTOS	AJÍ	RUDA	MUCILAGO	AJÍ-MUCILAGO	AJÍ-RUDA	RUDA-MUCILAGO
MATERIA PRIMA	\$16.000	\$200.000	\$16.000	\$16.000	\$108.000	\$108.000
AGUA	\$20	\$20	\$20	\$20	\$20	\$20
ENERGÍA	\$490	\$0	\$0	\$245	\$245	\$0
LABORATORIOS	\$0	\$30.000	\$0	\$0	\$15.000	\$15.000
TOTAL	\$16.510	\$230.020	\$16.020	\$16.265	\$123.265	\$123.020

En esta tabla se puede observar el costo de los tratamientos, materia prima y mezclas, sumando también el valor de los servicios incluidos para la transformación de los tratamientos puros. El más costoso es el tratamiento de la ruda, siguiendo por el tratamiento de ají-ruda, ruda-mucilago. Los menos costosos son ají, mucilago y ají- mucilago.

Tabla 18. Comparación de precio herbicida.

HERBICIDA	TRATAMIENTOS	PRESENTACION	PRECIO
Roundup	(Químico)	1 litro	\$ 53.500
Mucilago	T1	1 litro	\$ 1001
Ají	T2	1 litro	\$ 1031
Ruda	T3	1 litro	\$ 14,376
Ají-Mucilago	T4	1 litro	\$ 1016
Ají-Ruda	T5	1 litro	\$ 7704
Ruda-Mucilago	T6	1 litro	\$ 7688

Tabla 19. Comparación de precios insecticidas.

INSECTICIDA	TRATAMIENTOS	PRESENTACIÓN	PRECIO
Control plagas	(Químico)	1 litro	\$ 165.000
Mucilago	T1	1 litro	\$ 1001
Ruda	T2	1 litro	\$ 14,376
Ají	T3	1 litro	\$ 1031
Ají-Mucilago	T4	1 litro	\$ 1016
Ají-Ruda	T5	1 litro	\$ 7704
Ruda-Mucilago	T6	1 litro	\$ 7688

En la tabla 18 y19 se realizó una comparación de precios de los tratamientos orgánicos vs el producto químico. Según los costos el T4 (Ají-Mucilago) que es el más eficiente en el cultivo del café, con la aplicación directa en el cultivo costaría \$ 1.016 y el producto químico herbicida para las arvenses de primer control que cuesta \$ 53.500, representando un ahorro del 98,1% por litro con respecto al herbicida comercial. El litro del T5 (Ají-Ruda) que es el más eficiente en el cultivo del tomate, con la aplicación directa en el cultivo costaría \$ 7.704 y el producto químico insecticida para todas las plagas de primer control que cuesta \$165.000, representando un ahorro del 95.3% por litro con respecto al insecticida comercial respectivamente.

5.6. Análisis estadístico

En las siguientes tablas 20-26 se observaran algunas variables del análisis estadístico de cada arvenses presentadas en el cultivo de café, la selección de estas arvenses es el resultado que se presentaran en más de dos tratamientos como se muestra en la tabla 7. Para el análisis completo ver anexo 29-35.

Tabla 20. Coeficiente de variación y medias de *Conyza bonariensis*.

Tratamientos	<i>Conyza bonariensis</i>			
	Altura (cm)		Marchitamiento (%)	
	Coeficiente de variación (CV) (%)	Media	Coeficiente de variación (CV) (%)	Media
T3	6,40	66,94 A	15,12	8,25 B
T4		166,25 B		15,29 A
Mejor tratamiento	T3		T4	

Tabla 21. Coeficiente de variación y medias de *Bidens pilosa*.

Tratamientos	<i>Bidens pilosa</i>			
	Altura (cm)		Marchitamiento (%)	
	Coeficiente de variación (CV) (%)	Media	Coeficiente de variación (CV) (%)	Media
T1	9,69	110,19 C	31,65	8,95 A
T2		150,81 D		20,87 C
T4		80,63 A		9,10 A
T5		82,19 A		12,40 B
T6		150,69 D		10,22 AB
T7		93,00 B		9,65 AB
Mejor tratamiento		T4		T2

Tabla 22. Coeficiente de variación y medias de *Eleusine indica*.

Tratamientos	<i>Eleusine indica</i>			
	Altura (cm)		Marchitamiento (%)	
	Coeficiente de variación (CV) (%)	Media	Coeficiente de variación (CV) (%)	Media
T3	2,56	51,38 A	35,13	18,99 A
T5		78,06 B		29,30 B
T6		100,44 C		14,11 A
T7		137,38 D		14,98 A
Mejor tratamiento	T3		T5	

Tabla 23. Coeficiente de variación y medias de *Emilia sonchifolia* (L.) DC.

Tratamientos	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC			
	Altura (cm)		Marchitamiento (%)	
	Coeficiente de variación (CV) (%)	Media	Coeficiente de variación (CV) (%)	Media
T1	2,01	53,31 A	39,62	15,63 B
T3		71,19 D		20,17 C
T4		90,63 E		22,01 C
T5		55,13 B		0 A
T7		68,13 C		0 A
Mejor tratamiento	T1		T4	

Tabla 24. Coeficiente de variación y medias de *Elephantopus mollis kunth*.

Tratamientos	<i>Elephantopus mollis kunth</i>			
	Altura (cm)		Marchitamiento (%)	
	Coeficiente de variación (CV) (%)	Media	Coeficiente de variación (CV) (%)	Media
T1	15,71	61,75 B	37,94	34,76 C
T2		47,31 A		36,50 C
T3		80,00 D		14,90 B
T4		40,69 A		0 A
T5		83,69 D		10,98 B
T7		69,72 C		11,37 B
Mejor tratamiento	T4		T2	

Tabla 25. Coeficiente de variación y medias de *Teucrium fruticans*.

Tratamientos	<i>Teucrium fruticans</i>			
	Altura (cm)		Marchitamiento (%)	
	Coeficiente de variación (CV) (%)	Media	Coeficiente de variación (CV) (%)	Media
T1	6,92	85,69 BC	26,12	25,95 C
T2		83,81 B		18,74 B
T3		84,00 B		17,77 B
T4		51,75 A		12,87 A
T5		101,19 D		11,54 A
T6		88,72 C		11,58 A
Mejor tratamiento	T4		T1	

Tabla 26. Coeficiente de variación y medias de *Baccharis pedunculata*.

Tratamientos	<i>Baccharis pedunculata</i>			
	Altura (cm)		Marchitamiento (%)	
	Coeficiente de variación (CV) (%)	Media	Coeficiente de variación (CV) (%)	Media
T1	15,92	120,88 B	23,39	19,37 A
T2		62,94 A		21,20 A
Mejor tratamiento	T2		T2	

Mejores tratamientos según análisis estadístico para las arvenses en el cultivo del café.

T1 (Mucilago): es efectivo para las arvenses; *Emilia sonchifolia* (L.) DC, *Teucrium fruticans*, basado en la bibliografía se sabe que el mucilago puede marchitar plantas según su tiempo de fermentación por gran variedad de compuestos orgánicos (Castro, 2011), el gas carbónico y el alcohol, debido a este marchitamiento que afecta a la arvense se produce aletargamiento en el crecimiento.

T2 (Ají): es efectivo para las arvenses; *Bidens pilosa*, *Elephantopus mollis kunth*, *Baccharis pedunculata*, donde el ají contiene capsaicina la cual le da sus propiedades picantes y asfixiantes, además su particular color rojo mezclado con agua constituye una barrera que perdura por varios días sobre la hoja, lo que puede indicar que interfiere en el proceso de la fotosíntesis de la planta. Se sabe que en el ají, la capsaicina al mezclarse con agua tiene mayores efectos asfixiantes y también tiene mayor penetración en los órganos de la planta, por su parte el ají gracias a la capsaicina puede generar malestares en las hojas debido a que la combinación del agua, hace que se asimile más rápido y además rodee las hojas con una capa que no deja respirar (ahoga la planta) (Plaza, 2016).

T3 (Ruda): es efectivo para las arvenses; *Conyza bonariensis*, *Eleusine indica*, basado en literatura se puede afirmar que posiblemente el compuesto principal de la ruda llamado rutina (Ruiz, 2013) tenga un efecto inhibitorio del crecimiento y apoyándose en otras investigaciones en las que se pudo comprobar que la ruda tiene efecto inhibitorio en hongos, (Reyes et al., 2014) cuyas reproducción se realiza por esporas (Ruiz, 2013).

T4 (Ají-Mucilago): es efectivo para las arvenses; *Bidens pilosa*, *Elephantopus mollis kunth*, *Teucrium fruticans*, *Conyza bonariensis*, *Emilia sonchifolia* (L.) DC, los efectos se pueden deducir de los tratamientos principales arriba descritos T1 (Mucilago), T2 (Ají), debe tenerse en cuenta que se espera que la mezcla genere otras reacciones que resulten en un mayor resultado.

T5 (Ají-Ruda): es efectivo para la arvense *Eleusine indica*, los efectos se pueden deducir de los tratamientos principales arriba descritos, debe tenerse en cuenta que se espera que la mezcla genere otras reacciones que resulten en un mayor resultado.

El mejor tratamiento en ambos apartados, altura y marchitamiento, fue el tratamiento T4 (Ají-Mucilago), debido que tiene la capacidad de inhibir el crecimiento y también de marchitar la planta al mismo tiempo, una evidencia de ello (de su efectividad), es que aparecen en muchas arvenses y además, gracias a sus propiedades (el mucilago marchita y el ají impide el proceso de la fotosíntesis), se puede determinar que el tratamiento resultado en la mezcla, genera un efecto complementario que da mayor efectividad que los tratamientos puros. Para muestra y observación de lo anterior se puede observar en la figura 12.

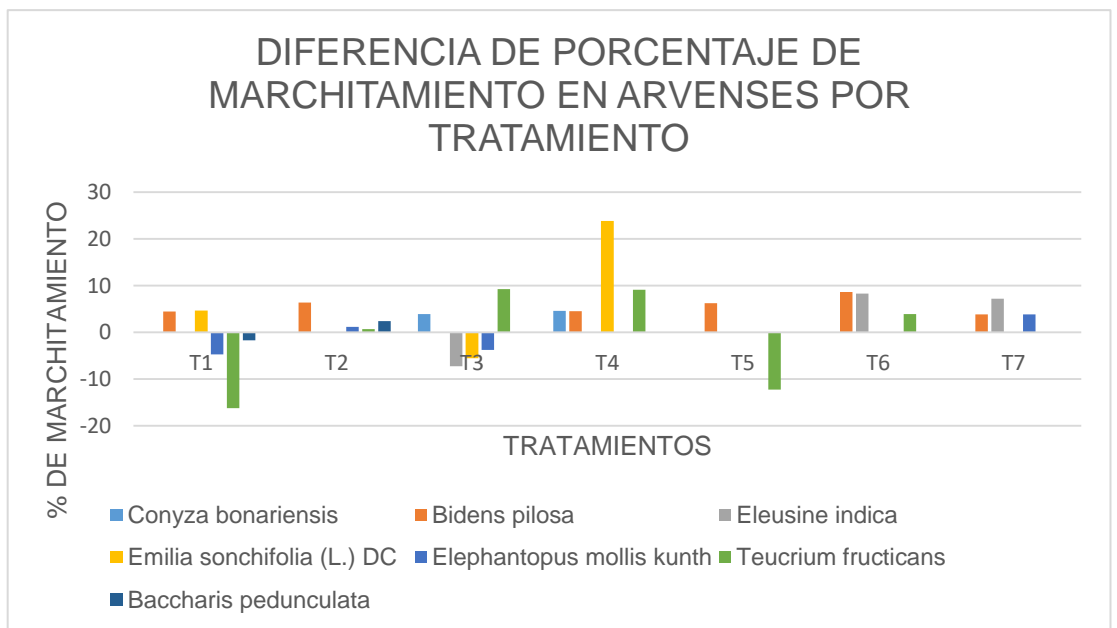
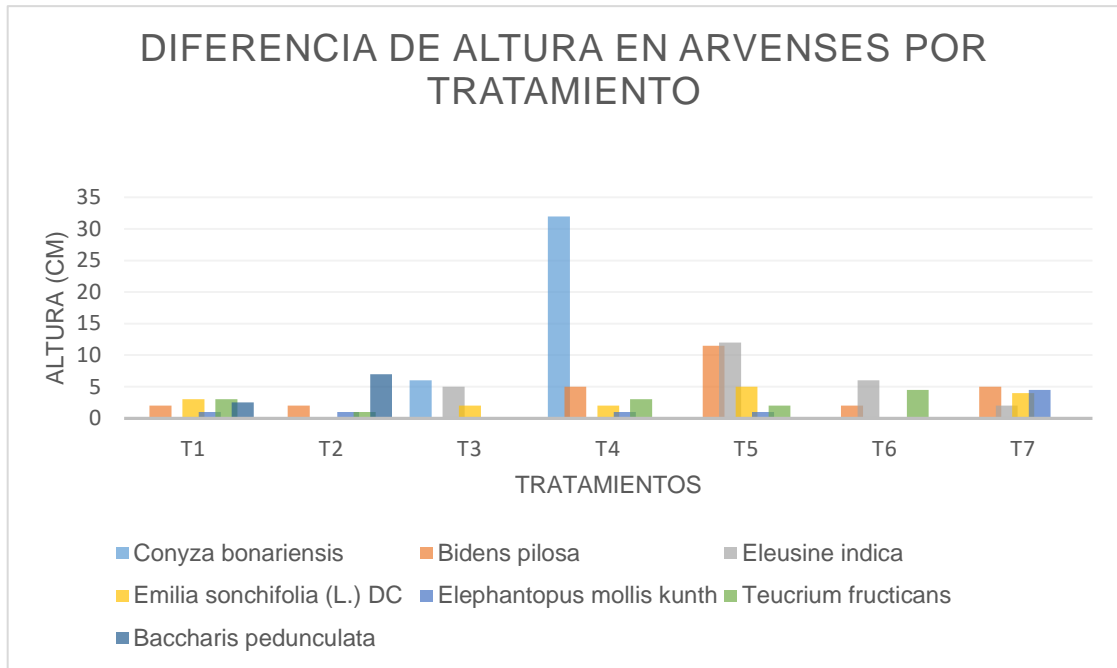


Figura 12. Gráficos altura y marchitamiento en las arvenses del cultivo de café.

Como se observó en el análisis estadístico, existe tratamientos con iguales capacidades, sin embargo se escogió solamente a uno, en tal caso las diferencias significativas entre tratamientos resultados (diferencias significativas) del análisis, exponen precisamente los rangos para definir el mejor tratamiento, sin embargo en la anterior figura 12, se puede observar que no solo uno de los tratamientos puede ser considerado como el más efectivo; dado que empezando en el T1 (Mucilago) hasta el T3 (Ruda), se observa un alto nivel de inhibición en altura y al llegar T4 (Ají-Mucilago), se observa una disminución en tal capacidad, esto se debe a dos razones; primero el análisis estadístico permite encontrar diferencias significativas precisas y por ello es posible determinar el mejor tratamiento (los resultados no se determinan con base de los gráficos de la figura 12, si no del análisis estadístico del análisis Infostat el cual roja resultados precisos sin subjetividad alguna; la figura 12 solo sirve de apoyo visual), mientras en el gráfico se muestran información con ciertas subjetividad lo que permite afirmar basado en el análisis estadístico que existen otras variables (coovariables) que influyeron en el resultado que se plasma en la figura 12. Coovariables como la altura de la arvenses al momento de comenzar el estudio (son arvenses de interferencia alta por lo que algunas tienen un tamaño considerable) determinaron el resultado de los datos toda vez que el organismo (planta) se encuentran en otras condiciones y capacidades en comparación con plantas pequeñas que tiene alto nivel de vulnerabilidad; por ello en el grafico se aprecia medidas altas en T4 (Ají-Mucilago) que al compararlas con otros tratamientos da la apariencia de que no es el mejor si no el peor. Segundo porque al tener una gran altura genera en los datos una diferencia excesiva con la comparación de otros tratamientos.

Se puede observar en T4 (Ají-Mucilago) los mayores índices de marchitamiento, que corresponde de igual manera a los resultados del marchitamiento encontrados en el análisis estadístico.

Se puede observar en el anexo 15-28 las arvenses que fueron reconocidas en la tabla 6, en el cultivo de café como fue el comportamiento de altura y porcentaje de marchitamiento vs tiempo.

Tomate

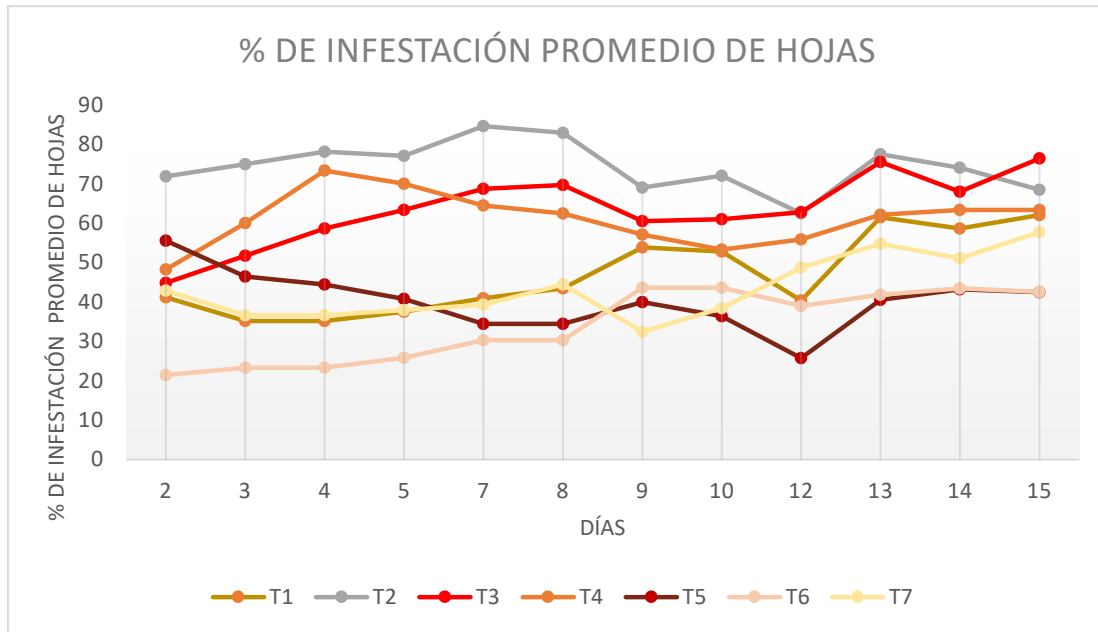


Figura 13. Gráfico de tendencias de marchitamiento tomate

Para la interpretación de anterior gráfico es necesario tener en cuenta la siguiente premisa: el tratamiento 7 que es el testigo, al cual no se le aplicó ningún tipo de producto orgánico, por lo cual estuvo normalmente sometido a las variables de la naturaleza, se puede inferir dos cosas, la primera que existe un límite u umbral que parte de la relación inversamente proporcional que existe entre la tasa de infestación y la aplicación de los tratamientos, es decir, que por encima del umbral determinado (del testigo) se encuentran los tratamientos que no inciden positivamente en la disminución del infestación y que por debajo del umbral se encuentran aquellos tratamientos que si inciden positivamente. En la figura 13 de tendencias se puede observar cuáles son los tratamientos con efectos positivos. T6 (Ruda-Mucilago) y T5 (Ají-Ruda), terminan por debajo del umbral normal del tratamiento testigo (55,56% de infestación) por lo cual se podría decir que son los que mayores efecto positivo tienen contra la infestación en el tomate, sin embargo, observando la evolución del T6 (Ruda-Mucilago) en el tiempo vemos que el porcentaje va aumentando durante los días evaluados aunque al final termine por debajo del tratamiento testigo. Por lo tanto, se puede concluir según lo mostrado en el gráfico de tendencias que T5 (Ají-Ruda) es el mejor tratamiento para controlar las plagas en el cultivo del tomate puesto que tiene un efecto de disminución de infestación en el tiempo.

Tabla 27. Coeficiente de variación y medias del tomate

Tratamientos	Tomate	
	Infestación (%)	
	Coeficiente de variación (CV) (%)	Media
T1	17,38	47,87 C
T2		72,99 E
T3		62,63 D
T4		59,94 D
T5		40,34 AB
T6		34,51 A
T7		43,76 BC

El porcentaje de infestación en el tomate es diferente de las arvenses en el café, Puesto que en este entre mayor marchitamiento mejor es el tratamiento porque se trata de herbicidas, pero en el tomate se evalúan insecticidas por lo cual entre mayor infestación menor efectividad del tratamiento, puesto que el infestación está directamente relacionado con la actividad de los insectos en la planta.

Infestación por hojas.

CV de 17,38 % lo cual quiere decir que otras variables (como la fotoluminosis y el tipo de competencia que ejerce la arvense en cada tipo de cultivo, el pH del agua, la temperatura) influyeron en el resultado de los datos, con p menor a cero indica que si hay diferencias significativas entre tratamientos. Se evidencian seis grupos en el primero T5 (Ají-Ruda) Y T6 (Ruda-Mucilago) iguales estadísticamente, pero T5 (Ají-Ruda) con una ligera diferencia, T1 (Mucilago) en el segundo grupo diferente estadísticamente a todos, T4 (Ají-Mucilago) Y T3 (Ají) Iguales estadísticamente entre sí pero diferentes a los demás en un tercer grupo y finalmente T2 (Ruda). Se puede concluir que el mejor tratamiento para el tomate es T5 (Ají-Ruda) Y T6 (Ruda-Mucilago). Ver anexo 36.

6. CONCLUSIONES

Se reconocieron 15 arvenses en el cultivo de café, *Bidens pilosa*, *Elephantopus mollis* kunt, *Baccharis pedunculata*, *Teucrium fruticans* *Emilia sonchifolia* (L) D.C, *Eleusine indica*, *Sida rhombifolia*, *Hyptis capitata jacq*, *Conyza bonariensis*, *Monnina angustata*, *Cuphea micrantha kunth*, *Solanum nigrum*, *Piper aduncum*, *Viburnum sp.l*, *Persea caerulea*. Se reconocieron 7 plagas en el cultivo del tomate: *Bemisia tabaci*, *Cercopoidea*, *Coreidae*, *Diabrotica belteata*, *Liriomyza-trifolii*, *Phyllophaga spp*, *Atta Colombica*.

Según los análisis estadísticos en las arvenses del cultivo de café el mejor tratamiento fue T4 (ají-mucilago), en las plagas del tomate el mejor tratamiento fue T5 (ají-ruda), el T4 (ají-ruda) con porcentaje de marchitamiento para; *Conyza bonariensis* 4,6%, *Bidens pilosa* 4,51%, *Emilia sonchifolia* (L) DC 23,86%, *Teucrium fruticans* 9,13%, en cuanto al porcentaje de infestación en el tomate pasó de 55% en el día 2 a 25% en el día 12.

Según los costos el T4 (Ají-Mucilago) que es el más eficiente en el cultivo del café, con la aplicación directa en el cultivo costaría \$ 1.016 y el producto químico herbicida para las arvenses de primer control que cuesta \$ 53.500, representando un ahorro del 98,1% por litro con respecto al herbicida comercial. El litro del T5 (Ají-Ruda) que es el más eficiente en el cultivo del tomate, con la aplicación directa en el cultivo costaría \$ 7.704 y el producto químico insecticida para todas las plagas de primer control que cuesta \$165.000, representando un ahorro del 95.3% por litro con respecto al insecticida comercial respectivamente. Hay que resaltar que la eficiencia esperada de los productos químicos es de más de un ochenta por ciento, mientras la de los productos orgánicos en las anteriores arvenses (agresivas) no supera la del producto químico.

7. RECOMENDACIONES

Se recomiendan investigar por más tiempo el efecto herbicida e insecticida y variar las concentraciones de los tratamientos utilizados en este proyecto, encontrar un método que permita el microfiltrado del ají triturado y del mucilago fermentado, para su posterior micro aspersion de tal forma que no resulte en gastos o problemas durante la aplicación de los productos, evaluar de manera más completa el efecto de los tratamientos en todas las partes de la planta del tomate; fruto, tallo, hojas y raíz puesto que las plagas del tomate afectan estas partes y el estudio solo tuvo en cuenta las hojas.

Se recomienda evitar aplicar los tratamientos cuando no está lloviendo para que tengan efectos en los cultivos.

Se recomienda evaluar los mejores tratamientos en ambiente de laboratorio en donde se puede identificar la incidencia de covariables como la fotoluminosidad y el tipo de competencia que ejerce la arvense en cada tipo de cultivo, el pH del agua, la temperatura; con el objetivo de elaborar un trabajo completo. También se recomienda ampliar el espectro de las arvenses a estudiar, tanto en campo como laboratorio con el objetivo de observar posibles incidencias de los tratamientos en una mayor población de arvenses y que contribuya a estudiar de mejor manera todo el compendio de arvenses, que existen en el cultivo de café en Colombia

8. BIBLIOGRAFIA

- Albrecht, A., & Alonso, J. (Diciembre de 2015). Efectos Larvicidas de Extractos Vegetales Acuicos sobre el *Aedes Aegypti*. *Estudios e Investigaciones del Saber Académico*, 18-22.
- Álvarez-Iglesias, L., Garabatos, A., G. Puig, C., Reigosa, M. J., & Pedrol, N. (2012). Búsqueda de bioherbicidas para la agricultura ecológica. *Grupo de Investigación en Economía Ecológica e Agroecología*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/283676577_Busqueda_de_bioherbicidas_para_la_agricultura_ecologica_compuestos_naturales_de_origen_vegetal
- Anzalone, A. (2007). HERBICIDAS Modos y mecanismos de acción en plantas. *researchgate*, 1-72. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/259175751_Herbicidas_Modos_y_mecanismos_de_accion_en_plantas
- Cárdenas Castro, E., Lugo Vargas, L., & Rozo Bautista, A. (Abril de 2010). Efecto tóxico del extracto acuoso de *Ruta graveolens* L. (Rutaceae) sobre larvas de *Anopheles albimanus* Wiedemann, 1820 y *Culex quinquefasciatus* Say. *ENTOMOTROPICA*, 25, 11-18.
- Cenicafe. (2011). composición química del mucílago de café, según el tiempo de fermentación y refrigeración. *Cenicafe*, 23-40.
- CASTRO SÁNCHEZ, O. M. (12 de 2011). EVALUACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES DE AJENJO (*Artemisa* sp.) FIQUE (*Macrophylla furcraea* Baker) Y MUCILAGO DE CAFÉ (*Coffea arabica*) COMO HERBICIDAS NATURALES. *CORPORACIÓN UNIVERSITARIA SANTA ROSA DE CABAL*, 1-6.
- Cuenta regresiva hacia los objetivos de desarrollo del milenio 2015: municipio de Pitalito*. (2015). Neiva Huila: gobernación de Huila.
- Cuevas, I. (2008). Uso de insecticidas naturales para el control de plagas. *Narraciones de la ciencia*, 59-62.
- EXPERIMENTOS. (2013). Obtenido de EXPERIMENTOS: <https://www.xn--experimentosparanios-l7b.org/hacer-un-termometro-casero-explicado/>
- Finagro. (2016). El tomate. *Finagro*.
- Grupo InfoStat. (2008). *Manual del Usuario*. Editorial Brujas Argentina.
- ICA. (2017). www.ica.gov.co. Obtenido de Instituto Colombiano Agropecuario: https://www.ica.gov.co/Areas/Agricola/Servicios/Regulacion-y-Control-de-Plaguicidas-Quimicos/Estadisticas/Cartilla-Plaguicidas-2016_22-01-18.aspx

- Leblanc, H., Cerrato, M., Miranda, A., & Valle, G. (2007). DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE ABONOS ORGÁNICOS A TRAVÉS DE BIOENSAYOS. *EARTH*.
- Malo, L., Bernacchia, G., & Arevalo, P. (2015). Activación de genes de defensa en plantas de tomate de mesa *lycopersicum esculentum* L., a través de la aplicación de sustancias químicas y naturales. *Ciencias de la vida*, 21(1), 1-8. doi:<https://doi.org/10.17163/lgr.n21.2015.05>
- Millán, k. (2008). *Las plantas una opción saludable para el control de plagas*. Montevideo: rosgal s.a.
- Monroig Inglés, M. (2005). CONTROL INTEGRADO DE MALEZAS EN EL CAFETAL.
- Naveda Gonzales, G. (2010). Establecimiento de un proceso de obtención de extracto de ruda con alto contenido de polifenoles. 118.
- Ochoa Franco, N. O., & Prieto Andica, D. E. (2017). EFECTO DEL MUCÍLAGO DE CAFÉ SOBRE ARVENSES PRESENTES EN UNA RENOVACIÓN POR ZOCA DE CAFÉ VARIEDAD CATIMOR. *CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DE SANTA ROSA DE CABAL, UNISARC*, 1-6.
- Ortiz, J. I. (2013). Efecto Insecticida del Extracto de Ruda (*Ruta graveolens*) y Albahaca (*Ocimum basilicum*). *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO*, 1-60.
- Osorio Salazar, L., Valverde, F. A., Bonilla Correa, C. R., Sánchez Orozco, M. S., & Mier Barona, C. E. (2011). Evaluación de extractos de fique, coquito, sorgo y ruda como posibles bio-herbicidas. *Scielo*, 1-7. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v58n2/v58n2a07.pdf>
- Ozelito Possidônio , d. J., & Rodrigues , T. C. (2002). GLIFOSATO: PROPIEDADES, TOXICIDADE, USOS E LEGISLAÇÃO. *Química Nova*, 25(4), 589-593. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422002000400014>
- Pérez, J., hurtado, G., Aparicio, v., Argueta, Q., & Larín, M. A. (2002). *Guía técnica cultivo de tomate*. El Salvador: centa.
- Plaza, A. J. (2016). CONTROL DE INSECTOS PLAGAS A BASE DE CINCO INSECTICIDAS BOTÁNICOS EN EL CULTIVO DE MANÍ (*Arachis hypogaea* L.). *UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL*, 1-52.
- Polo Murgueitio, Y. M. (2013). ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, AMBIENTAL Y FINANCIERA PARA LA. *UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA*, 1-140. Obtenido de <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesisd/textoyanexos/57755P778.pdf>

- PRODUCTORES DE HORTALIZAS. (2006). PLGAS Y ENFERMEDADES DEL TOMATE. *PRODUCTORES DE HORTALIZAS*, 1-23. Obtenido de http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Tomato_Spanish.pdf
- Puerta Quintero, G. I., & Ríos Arias, S. (2011). COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MUCÍLAGO DE CAFÉ,. *CENICAFE*, 1-18. Obtenido de <https://www.cenicafe.org/es/documents/2.pdf>
- Quintero Jaramillo, C. L., & Valero Ochoa, C. L. (2015). EVALUACIÓN DEL EFECTO HERBICIDA DEL MUCILAGO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L) EN ARVENSES ASOCIADAS AL CULTIVO. *CORPORACIÓN UNIVERSITARIA SANTA ROSA DE CABAL, UNISARC*, 1-7.
- Ramírez Moreno, L. A., García Barrios, L. E., Rodríguez Hernández, C., E. Morales, H., & Castro Ramírez, A. E. (2001). Evaluación del efecto insecticida de extractos. *Manejo Integrado de Plagas*, 60, 50-56.
- Reyes Quintanar, C. K., Martínez Carrera, D., Morales Almora, P., Sobal Cruz, M., Escudero-Uribe, A. H., & Ávila Acevedo, J. G. (2014). Efecto del extracto de ruda (*Ruta graveolens*) en el crecimiento micelial de *Trichoderma*. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 1-14. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342014000800008
- Rivillas Osorio, C. A., Serna Giraldo, C. A., Cristancho Ardilla, M. A., & Gaitán Bustamante, A. L. (2011). La roya del café en Colombia. *Cenicafé*, 36.
- Rodríguez Hernández, C., & Lagunes Tejeda, A. (1992). Plantas con propiedades insecticidas. *Agroproductividad*.
- Romero, R., Morales, P., Pino, O., Cermeli, M., & González, E. (2015). Actividad insecticida de seis extractos etanólicos de plantas. *Protección Veg.*, 30, 11-16.
- Ruiz Ortiz, J. I. (2013). Efecto Insecticida del Extracto de Ruda (*Ruta graveolens*) y Albahaca (*Ocimum basilicum*). *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO*, 03. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/6601>
- Sabillon, A., & Bustamante, M. (1995). Evaluación de extractos botánicos para el control de plagas de tomate. *Ceiba*.
- Salazar G., L. F., & Hincapié G., E. (2004). *CENICAFE*. Obtenido de [www.cenicafe.org: https://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo5.pdf](https://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo5.pdf)
- Sánchez, L., & Gamboa, E. (2004). Control de malezas con herbicidas y métodos mecánicos en plantaciones jóvenes de café. *Bioagro*, 133-136.

- Silva A, G., Lagunes T, A., Rodríguez M, J. C., & Rodríguez L, D. (2002). insecticidas vegetales: una vieja y nueva alternativa para el manejo de plagas. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 66, 4-12.
- Tayupanta Rodríguez, V. (2012). CONTROL IN VITRO DE BOTRYTIS (*Botrytis cinerea*), MILDIU (*Bremia lactucae*) Y ESCLEROTINIA (*Sclerotinia sclerotiorum*) EN LECHUGA (*Lactuca sativa*), USANDO EXTRACTOS DE COLA DE CABALLO (*Equisetum arvense*), ORTIGA (*Urtica dioica* L.), RUDA (*Ruta graveolens*) y T. *UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA*, 141.
- Vallejo Betan, M. (2007). Efecto Insecticida de Aceite de Neem y una Mezcla de Extractos Vegetales sobre Larvas de Gusano Elotero *Heliothis zea* (Boddie). *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO*, 52.

9. ANEXOS

Anexo 1. Limpieza del lote del tomate.



Anexo 2. Siembra del tomate.



Anexo 3. Fumigación del cultivo del tomate.



Anexo 4. Separación de árboles de café.



Anexo 5. Referenciación de arvenses.



Anexo 6. Tratamientos.



Anexo 7. Arvenses de mayor intervención en el mundo.

ESPECIES	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Coquito	Gramineae
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers	Pasto bermuda o argentina	Gramineae
<i>Echinochloa cruz-galli</i> (L.) P. Beauv.	Liendre puerco	Gramineae
<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	Arrocillo	Gramineae
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn	Pategallina	Gramineae
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers	Pasto Jhonson, arroccillo	Gramineae
<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Rauschel	Guayacana-pasto cogon	Gramineae
<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	Jacinto de agua	Pontederiaceae
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdolaga	Portulacaceae
<i>Chenopodium álbum</i> L.	Paico	Chenopodiaceae
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop	Guarda rocío	Gramineae
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Bejuco	Convolvulaceae
<i>Avena fatua</i> L. y especies afines	Falsa avena	Gramineae
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Bledo	Amaranthaceae
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Bledo	Amaranthaceae
<i>Cyperus esculentus</i> L.	Cortadera	Cyperaceae
<i>Paspalum conjugatum</i> Berg	Grama	Gramineae
<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) W.D. Clayton	Caminadora	Gramineae

Fuente Salazar & Hincapié, (2004)

Anexo 8. Arvenses agresivas en Colombia.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR	FAMILIA
<i>Pteridium aquilinum</i> (L) Kuhn	Helecho marranero	Polypodiaceae
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Coquito	Cyperaceae
<i>Melinis minutiflora</i> Beauv	Pasto de gordura	Graminaeae
<i>Panicum zizanoides</i> H.B.K	Nudillo, pitillo	Graminaeae
<i>Amaranthus dubius</i> Mart.	Bledo	Amarantaceae
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Altamisa, ajenjo	Compositae
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Lechecilla	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia hirta</i> L.	Tripa de pollo	Euphorbiaceae
<i>Hyptis atrorubens</i> Poit	Hierba de sapo	Labiatae
<i>Portulaca oleraceae</i> L.	Verdolaga	Portulacaceae

Fuente Salazar & Hincapié, (2004)

Anexo 9. Arvenses de interferencia alta en los cafetales de Colombia.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR	FAMILIA
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers	Pasto argentina, bermuda	Gramineae
<i>Paspalum paniculatum</i> L.	Gramalote	Gramineae
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop. <i>D. horizontalis</i> Wild.	Guardarocío o alambriillo	Gramineae
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Pategallina	Gramineae
<i>Panicum máximum</i> Jacq.	Pasto india, pasto guinea	Gramineae
<i>Panicum laxum</i> Sw.	Pasto mijillo	Gramineae
<i>Torulinium odoratum</i> (L.) <i>Hooper</i> o <i>Cyperus ferax</i> L.	Cortadera	Cyperaceae
<i>Pseudoelephantopus spicatus</i> (Al.)Gl.	Totumo, oreja de burro	Compositae
<i>Emilia Sonchifolia</i> L. (D.C.)	Hierba socialista, pincelito, borlita, Emilia	Compositae
<i>Sida acuta</i> Burm f.	Escobadura, malva	Malvaceae
<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (L.C.). Rich Vahl	Verbena negra	Verbenaceae
<i>Ipomoea</i> spp.	Batatillas	Convolvulaceae
<i>Melothria guadalupensis</i> (Spreng) Cogn. O <i>Melothria</i> <i>pendula</i> L.	Bejuco o melón de monte	Cucurbitaceae
<i>Momordica charantia</i> L.	Archucha o balsamina	Cucurbitaceae
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	Helecho marranero	Polypodiaceae
<i>Talinum paniculatum</i> Jacq.	Cuero de sapo, lechuguilla	Portulacaceae

Fuente Salazar & Hincapié, (2004)

Anexo 10. Arvenses potencialmente agresivas en Cafetales de Colombia.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR	FAMILIA
<i>Echinochla crus-galli</i> (L.) Beauv.	Arrocillo, liendre puerco	Gramineae
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Pasto Jhonson, falso sorgo, arrocillo	Gramineae
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf.	Pasto braquiaria	Gramineae
<i>Cynodon nlemfuensis</i> Vanderyst	Pasto estrella	Gramineae
<i>Rottboellia exaltata</i> L. f.	Caminadora, pela bolsillo	Gramineae
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Coquito	Cyperaceae
<i>Erigeron bonariensis</i> L.	Venadillo, juanparado	Compositae
<i>Siegesbeckia jorullensis</i> H.B. K.	Botón de oro	Compositae
<i>Artemisia absinthium</i> L.	Altamisa o ajenjo	Compositae
<i>Amaranthus dubius</i> Mart.	Bledo, amaranto	Amarantaceae
<i>Borreria alata</i> (Aubl) DC.	Borreria, botoncillo	Rubiaceae

Fuente Salazar & Hincapié, (2004)

Anexo 11. Arvenses de interferencia media o baja en cafetales de Colombia.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGARES	FAMILIA
<i>Brassica alba</i> Boiss	Alpiste, mostaza	Cruciferae
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Yuyo, guasca	Compositae
<i>Galinsoga caracasana</i> (D.C.) Sch Bip.	Yuyo, guasca	Compositae
<i>Galinsoga ciliata</i> (Raf) Blake	Yuyo, guasca	Compositae
<i>Impatiens balsamina</i> L.	Besitos, caracuchos	Balsaminaceae
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Hierba de chivo, manrubio	Compositae
<i>Bidens pilosa</i> L.	Amor seco, cadillo, masiquía	Compositae
<i>Cuphea racemosa</i> (L). Spreng	Hierbabuenilla, moradita, sanalotodo	Lythraceae
<i>Cuphea micrantha</i> H.B.K.	Hierbabuenilla, yerbabuenilla	Lythraceae
<i>Heliopsis buphthalmoides</i> (Jacq) Dun.	Botón de oro, gamboa	Compositae
<i>Hyptis mutabilis</i> (Rich) Bring	Mastrantillo, mastranto	Labiatae
<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze	Orégano, cabezona	Labiatae
<i>Physalis nicandroides</i> Schl	Yerbabuena	Solanaceae
<i>Scoparia dulcis</i> L.	Mastuerzo	Scrophulariaceae
<i>Solanum nigrum</i> Sendt	Hierba mora, yerba mora	Solanaceae
<i>Cyatula achyranoides</i> H.B.K.	Alacran, chorrillo, cadillo alacrán	Amarantaceae
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Lechero, hierba lechosa	Euphorbiaceae
<i>Browalia americana</i> L.	Clavelita de monte, no me olvides	Solanaceae

Fuente Salazar & Hincapié, (2004)

Anexo 12. Arvenses de interferencia baja o nobles en cafetales de Colombia.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR	FAMILIA
<i>Biechum pyramidatum</i> (Lam) Urban	Camarón, hierba papagayo, pirámides	Acentaceae
<i>Commelina elegans</i> L.	Siempre viva	Commelinaceae
<i>Commelina diffusa</i> Burm. F.	Siempre viva, suelda con suelda, mangona, canutillo, hierba de pollo, quesadillas, cohitre, campin gomoso, coyuntura	Commelinaceae
<i>Dichondra repens</i> Forst	Dicondra, centavito, millonaria	Convolvulaceae
<i>Drymaria cordata</i> (L) Willd ex Roem y Schult.	Drimaria, nervillo, yerba de estrella, paga pinto, pajarar, golondrina	Caryophyllaceae
<i>Euphorbia hirta</i> L.	Yerba de sapo, tripa de pollo, pimpinela, yerba de golondrina, canchelagua, lechosa	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia prostrata</i> Ait.	Quiebra piedra rastrea, Santa Lucía	Euphorbiaceae
<i>Hydrocotyle umbelata</i> L.	Orejitas, champaña, sombrerito de agua	Umbelliferae
<i>Hyptis atrorubens</i> Poit	Yerba de sapo, peludita, arropadita, botoncillo	Labiatae
<i>Indigofera spicata</i> forsskal	Añil rastrea, cascabelito	Leguminosae
<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less	Botoncito, botón de oro, botón amarillo	Compositae
<i>Oplismenus burmanni</i> (Retz) P. Beauv.	Gramma de conejo, pelillo	Gramineae
<i>Oxalis corniculata</i> L.	Platanitollos, acedera, acederilla, chulco	Oxalidaceae
<i>Oxalis latifolia</i> H.B.K.	Acedera, falso trébol	Oxalidaceae
<i>Oxalis acetosella</i> L.	Acedera, platanillo, vinagrillo	Oxalidaceae
<i>Panicum trichoides</i> Sw.	Ilusión, paja churcada	Gramineae
<i>Panicum pulchellum</i> Raddi	Guaduilla	Gramineae
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Balsilla, viernes santo, chancapiedra, quiebra piedra, fortesacha, piedra quino de pobre, bolcilla	Euphorbiaceae
<i>Polygala paniculata</i> L.	Mentol, sarpoleta	Polygalaceae
<i>Polygonum mepalense</i> Meisn	Botoncillo, corazón herido, la bella, liberal	Polygalaceae
<i>Richardia scabra</i> L.	Ipecacuana, cabeza de negro, poaia branca	Rubiaceae
<i>Sisyrinchium bogotense</i> H.B.K.	Espadilla, fito, cebollín	Iridiaceae
<i>Tripogandra cummanensis</i> o <i>Tradescantia cummanenesis</i> (Kunth Woods)	Siempre viva, suelda con suelda	Commelinaceae
<i>Zornia diphylla</i> (L.) Pers	Alverjilla, barba de burro, mariguana del Brasil, ecarrugada.	Leguminosae

Fuente Salazar & Hincapié, (2004)

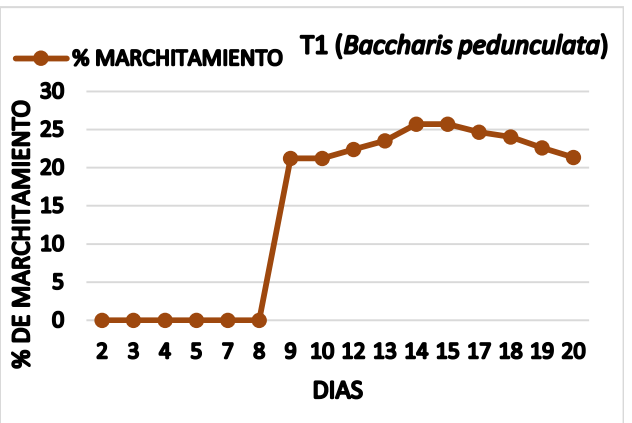
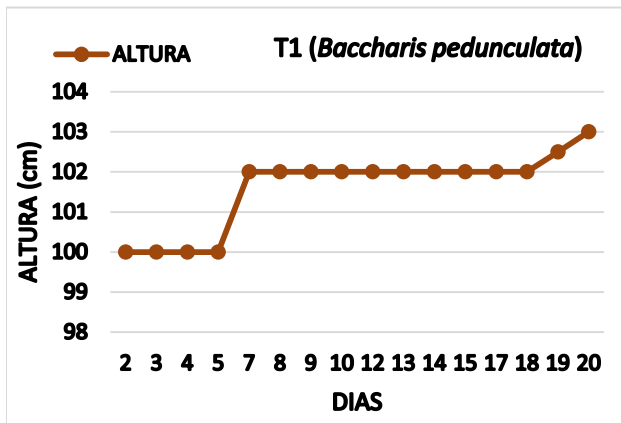
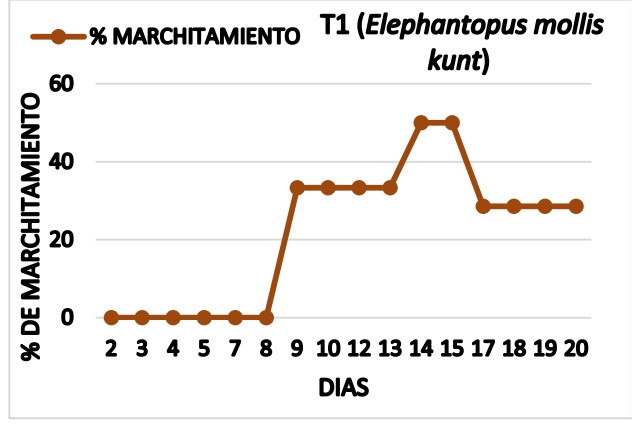
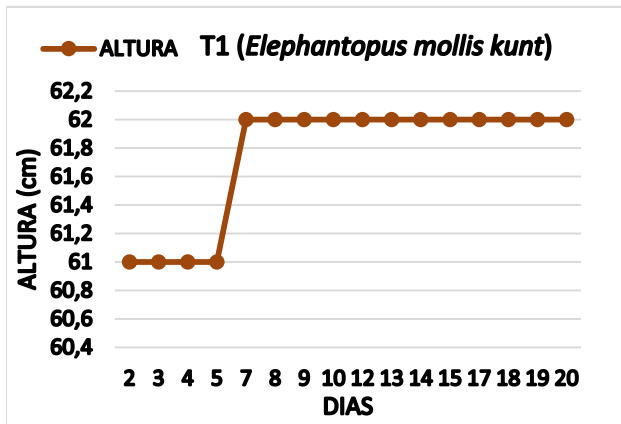
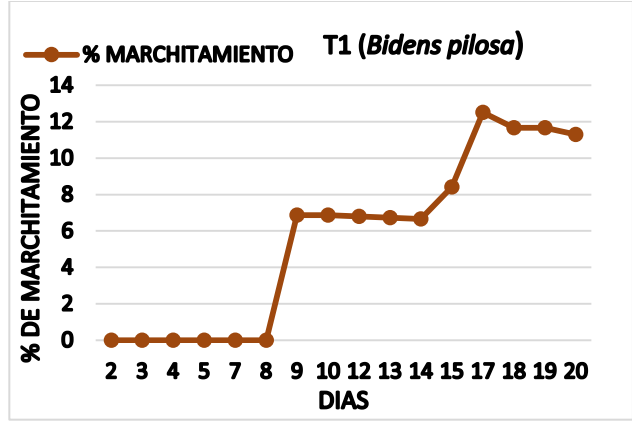
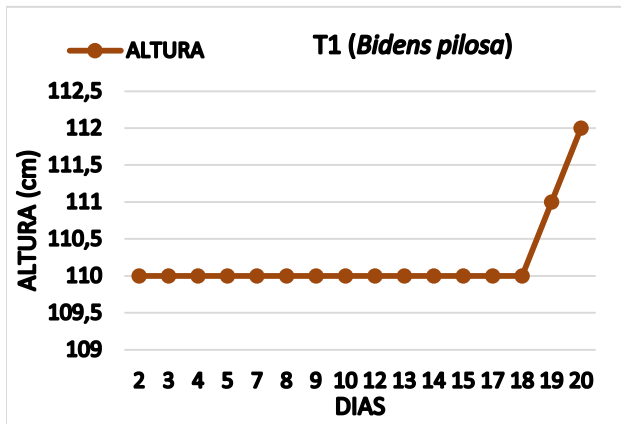
Anexo 13. Formato de toma de datos del café.

TRATAMIENTOS (Ti)	ARBOL (Pj)	ARVENSES	ALTURA	HOJAS SANAS	HOJAS MARCHITAS
T1	P1				

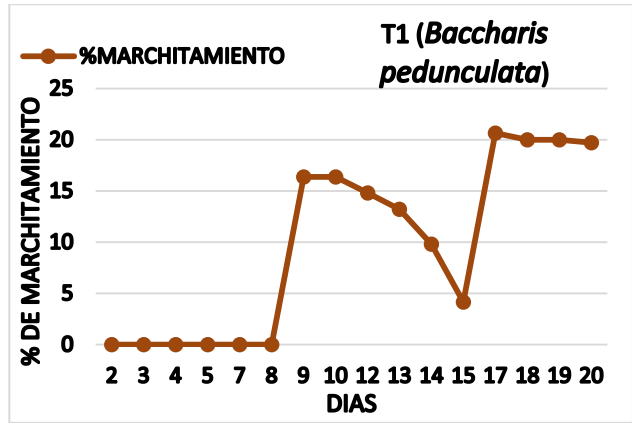
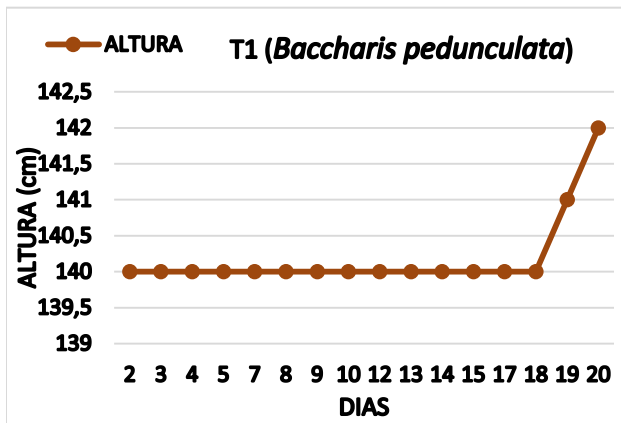
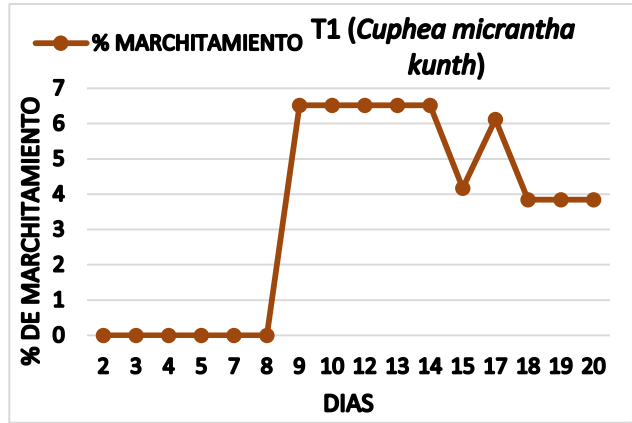
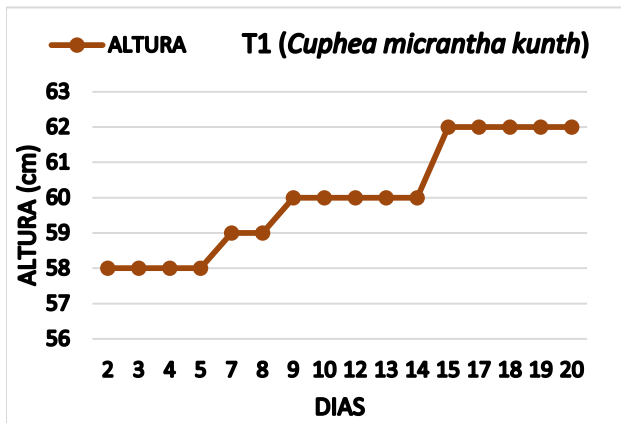
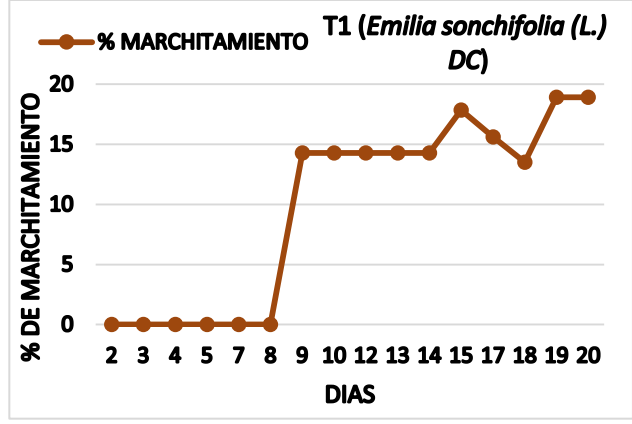
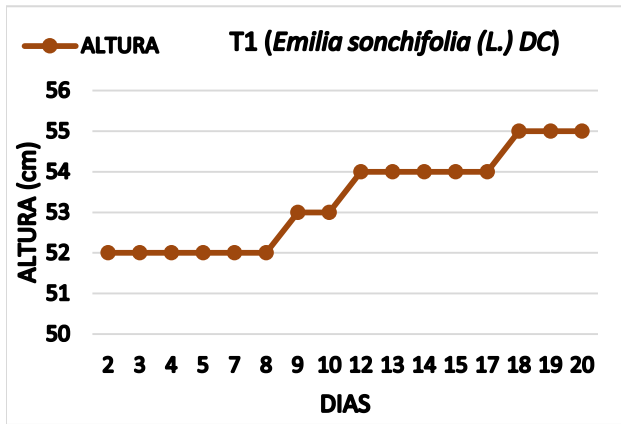
Anexo 14. Formato de toma de datos del tomate.

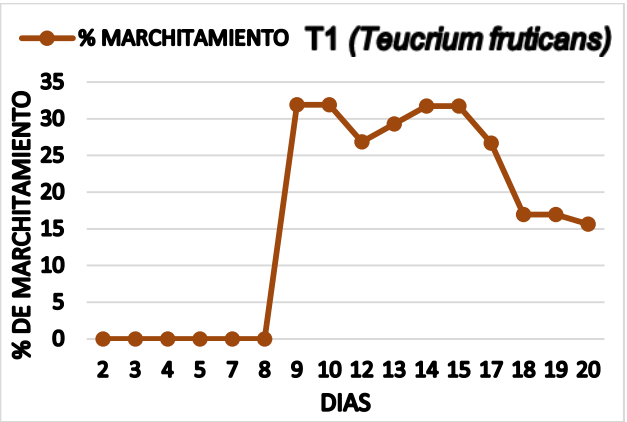
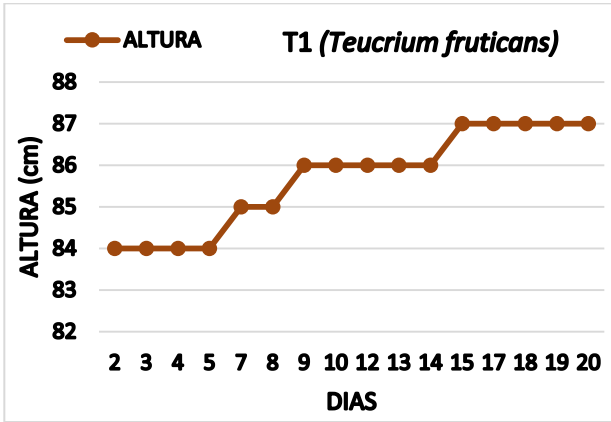
TRATAMIENTOS (Ti)	PLANTAS (Pj)	N° DE RAMAS	N° DE RAMAS INFECTADAS
T1	P1		
	P2		
	P3		
	P4		

Anexo 15. Arvenses tratamiento 1 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 1.
(Mucilago)

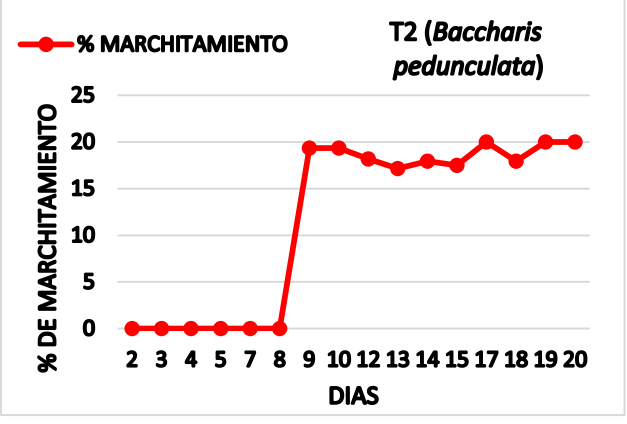
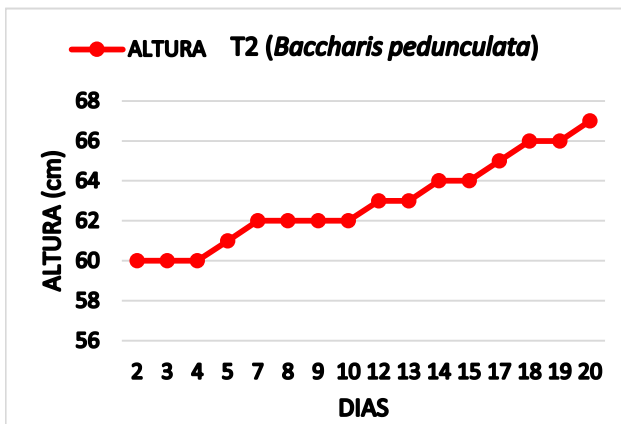
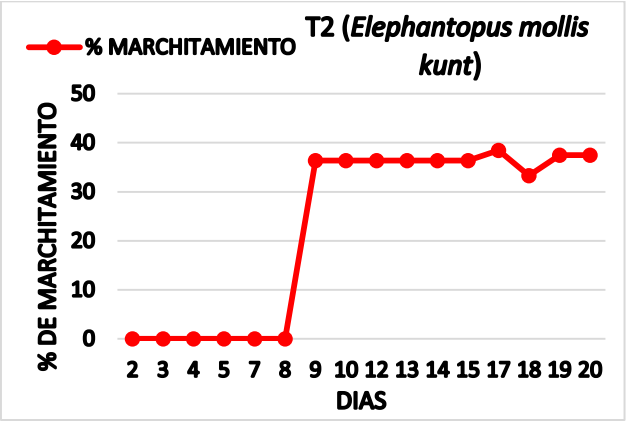
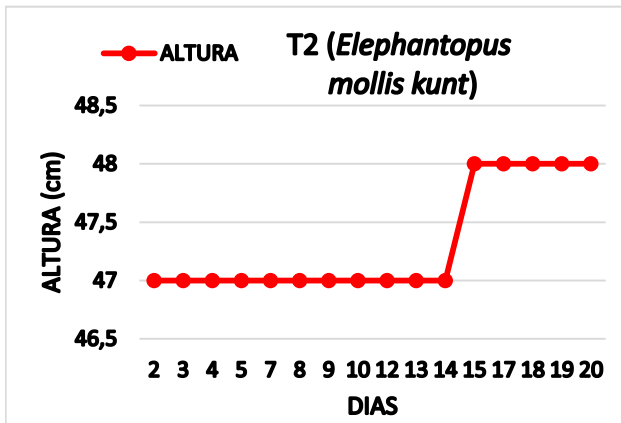


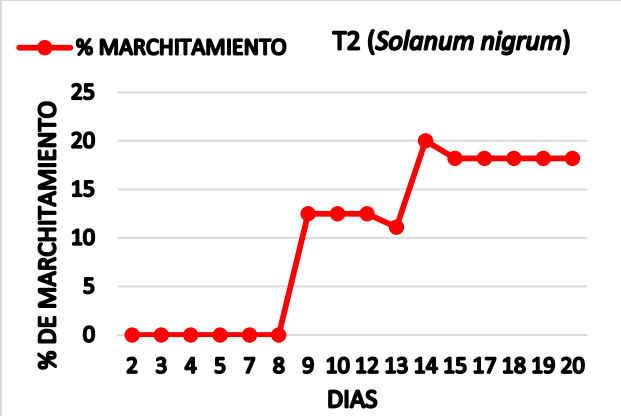
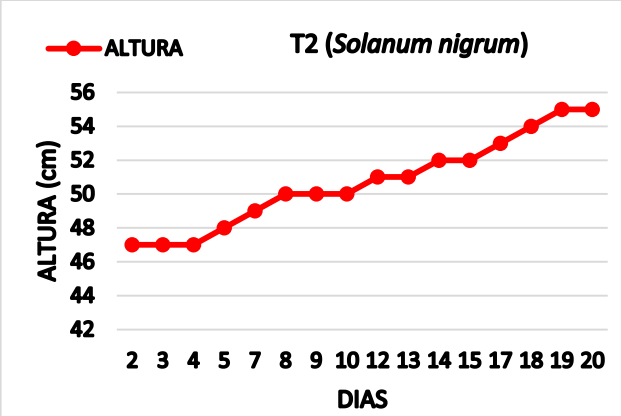
Anexo 16. Arvenses tratamiento 1 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 2.
(Mucilago)



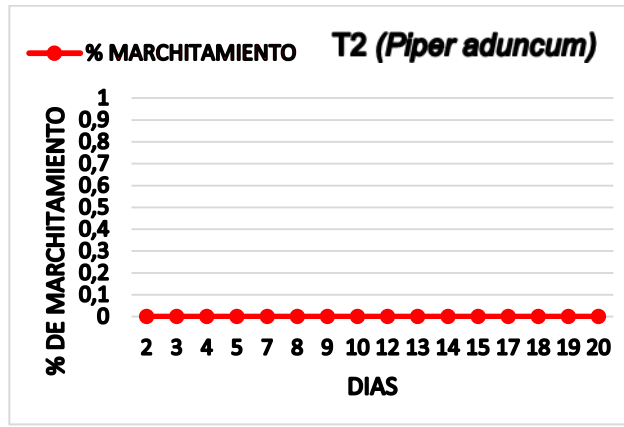
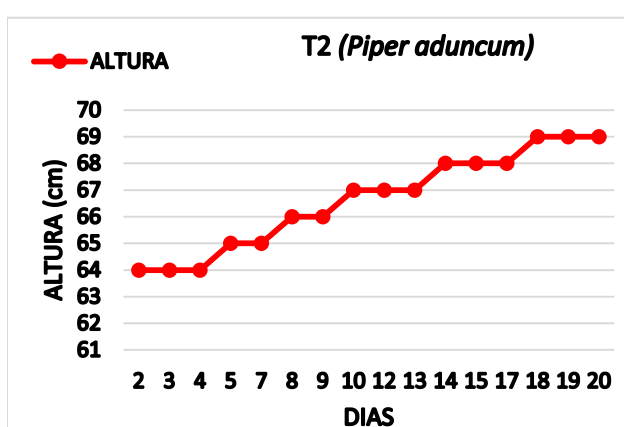
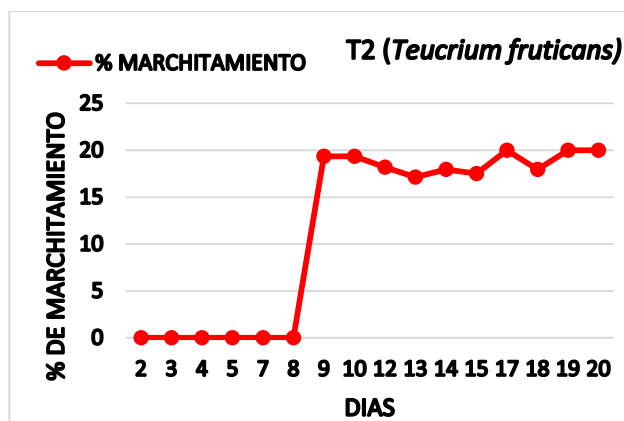
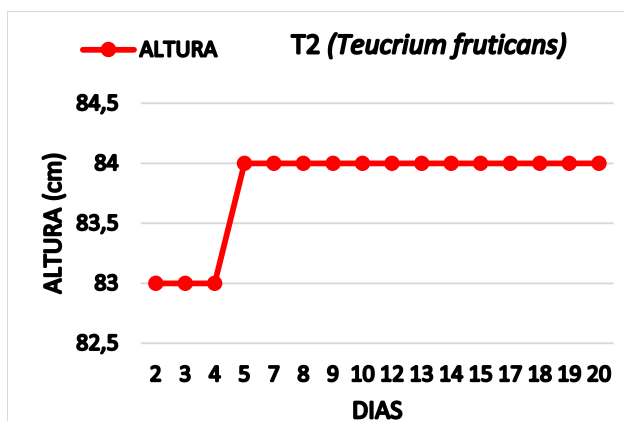
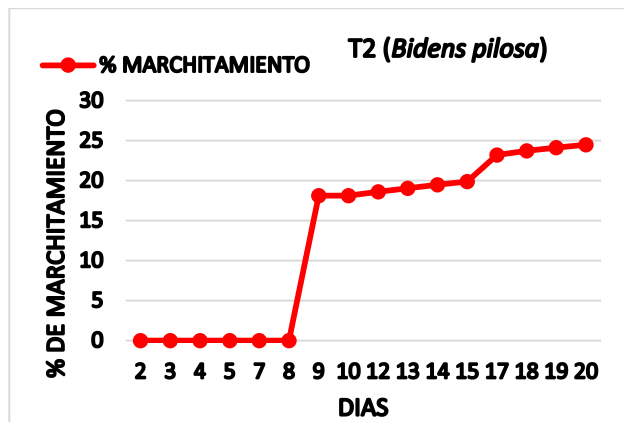
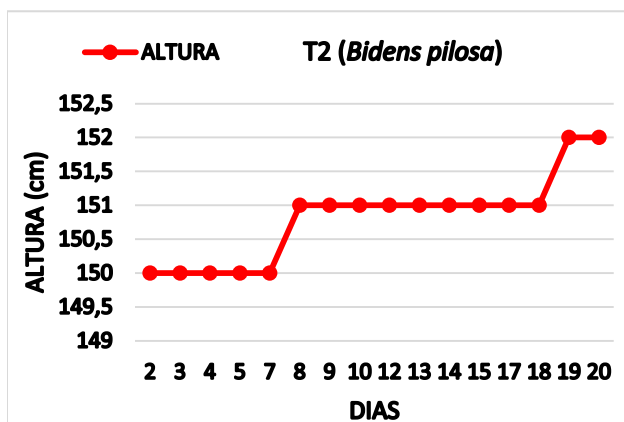


Anexo 17. Arvenses tratamiento 2 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 1 (Ají).

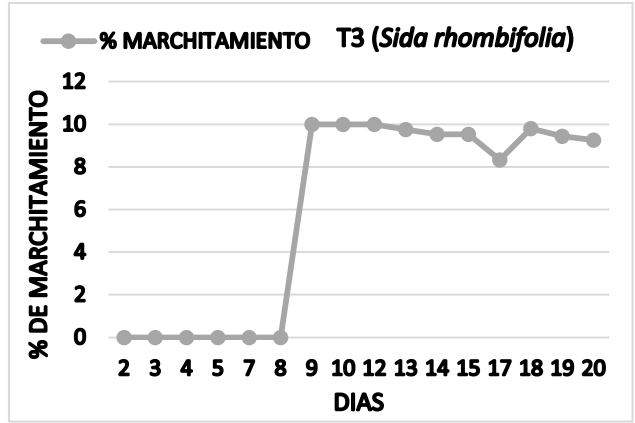
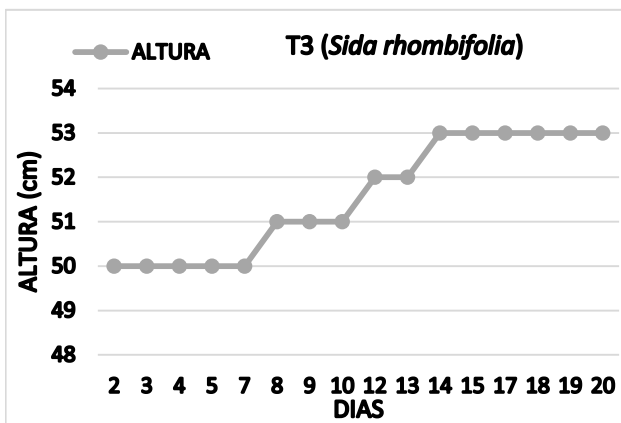
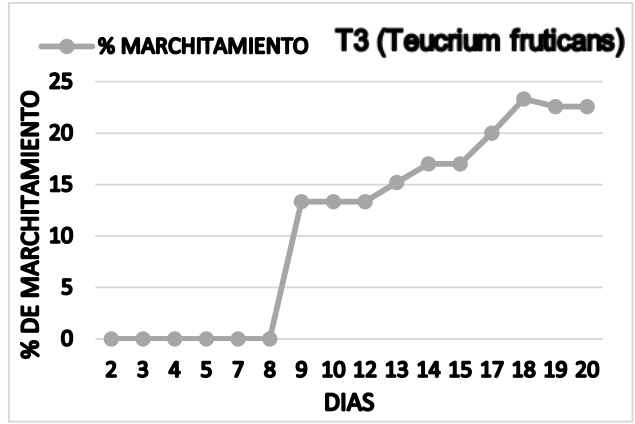
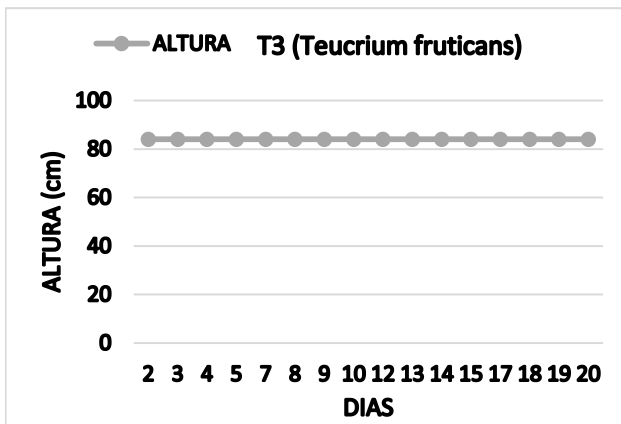
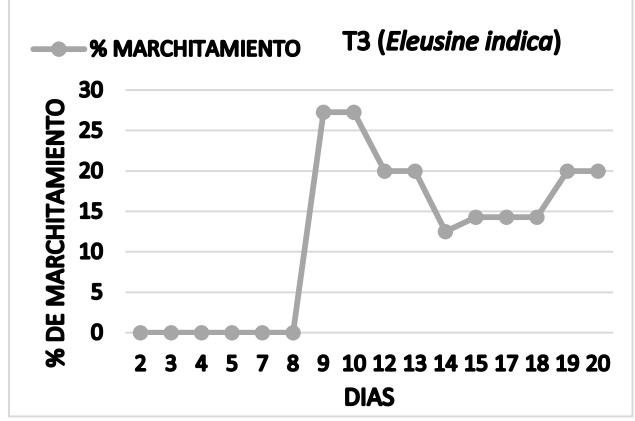
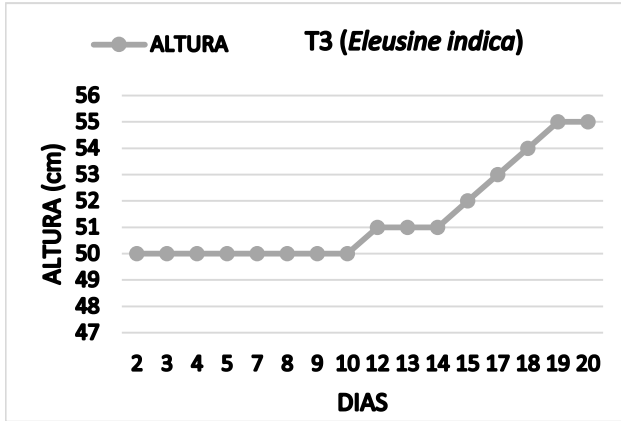


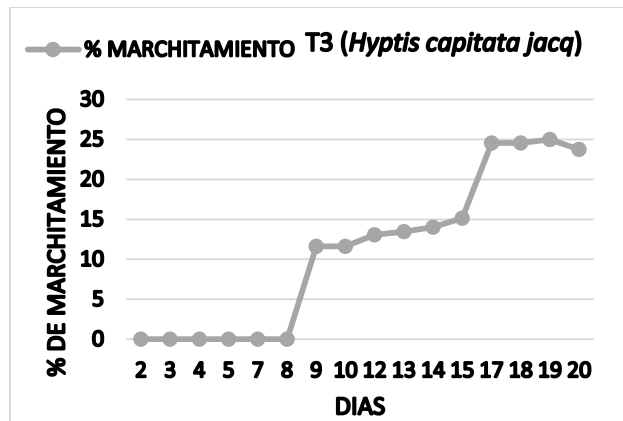
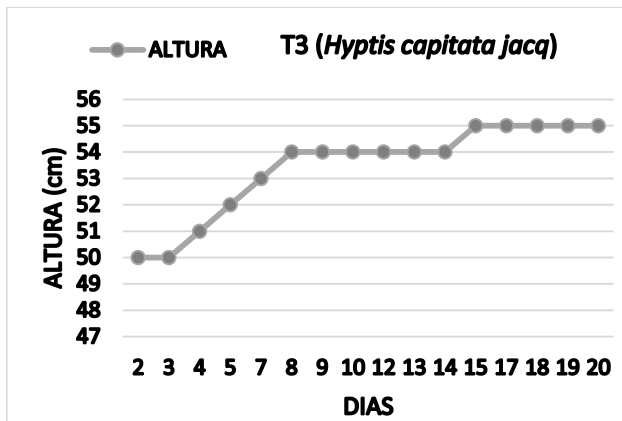


Anexo 18. Arvenses tratamiento 2 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 2 (Aji).

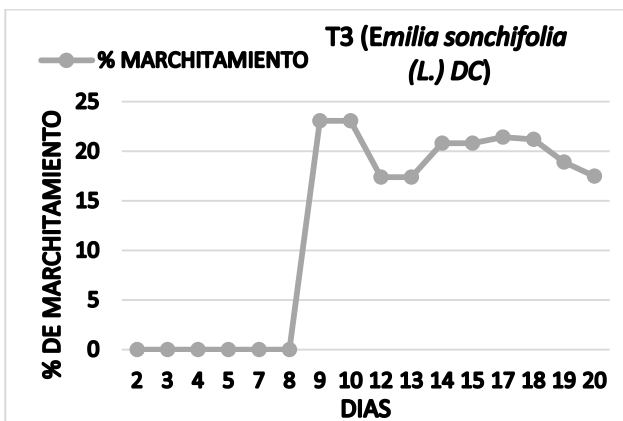
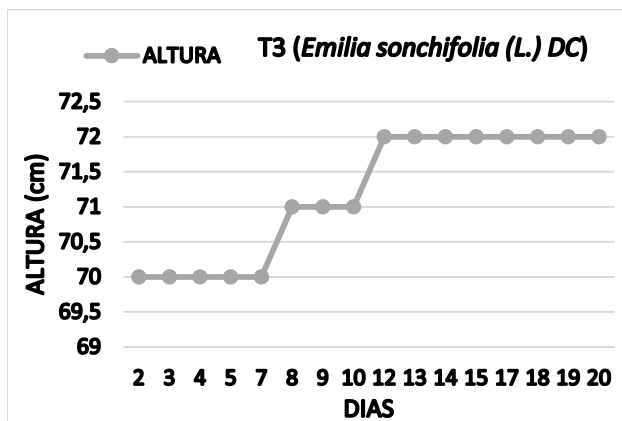
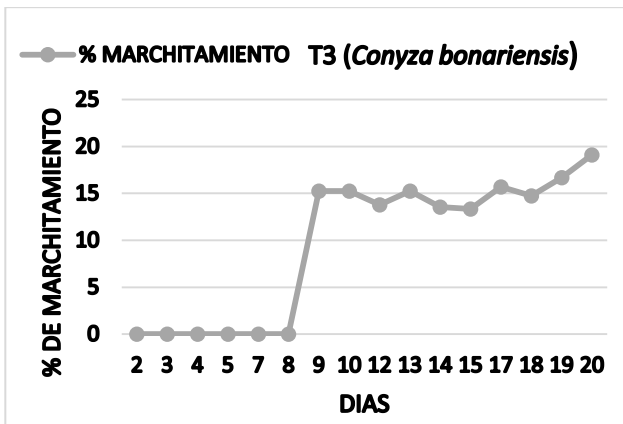
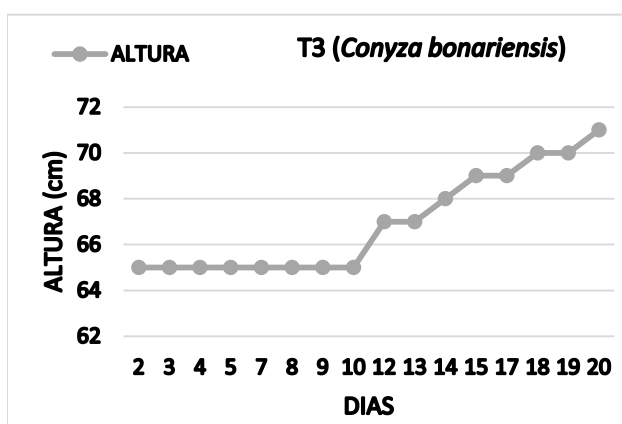


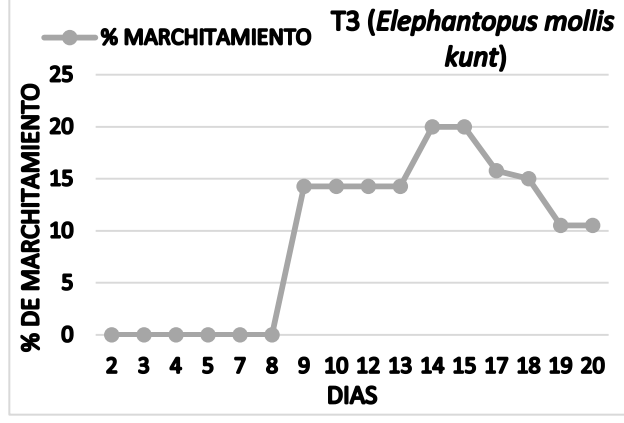
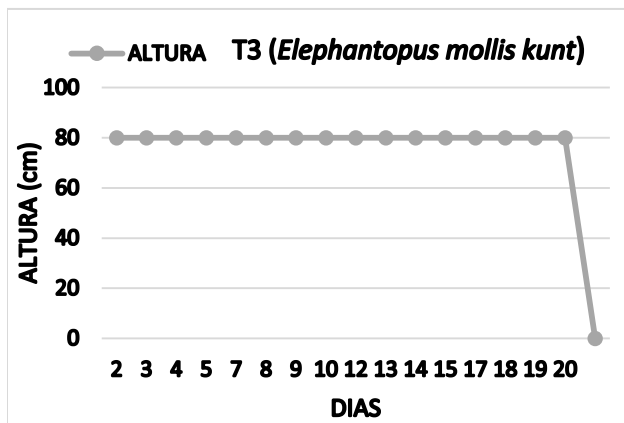
Anexo 19. Arvenses tratamiento 3 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 1 (Ruda).



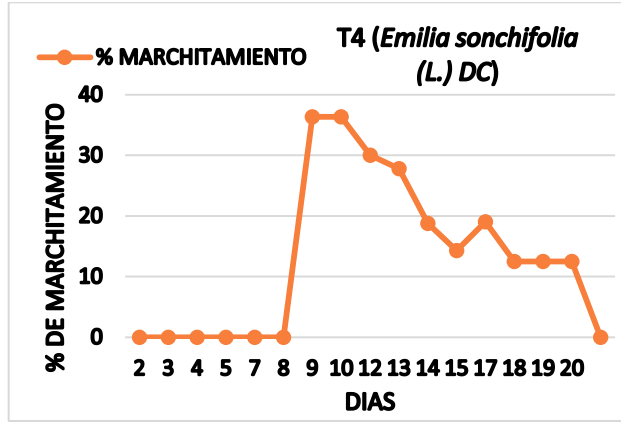
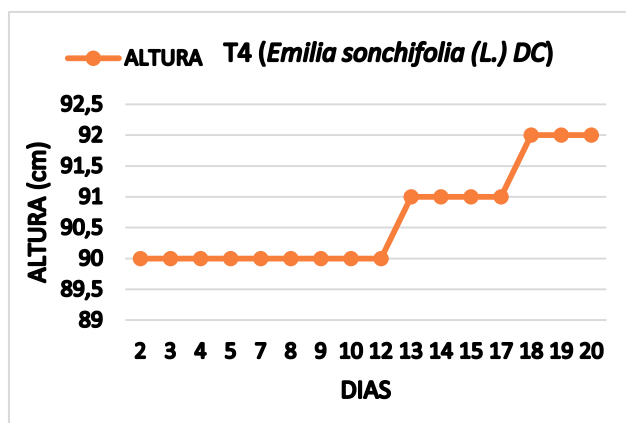
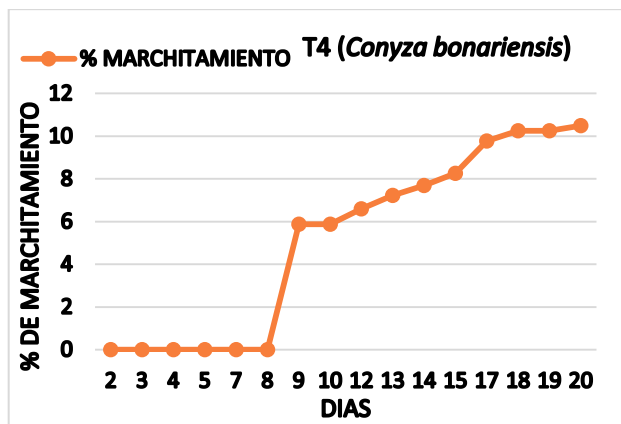
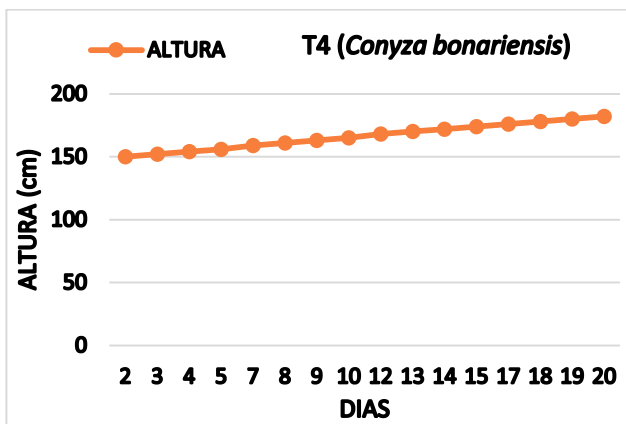


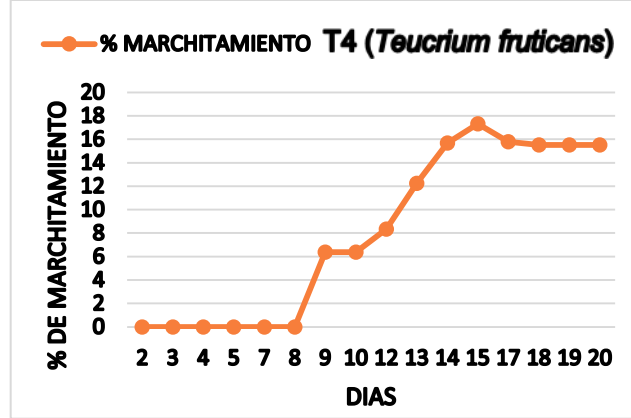
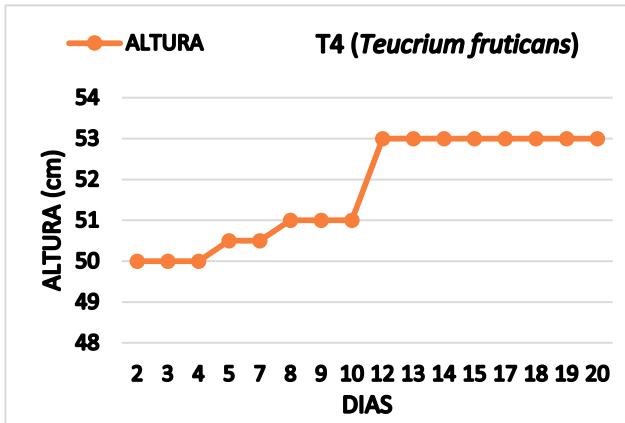
Anexo 20. Arvenses tratamiento 3 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 2 (Ruda).



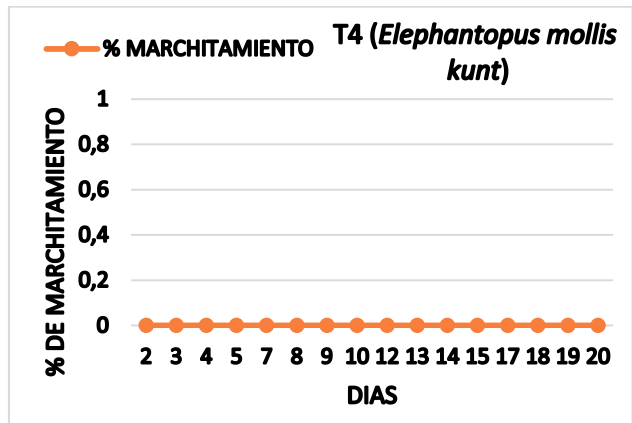
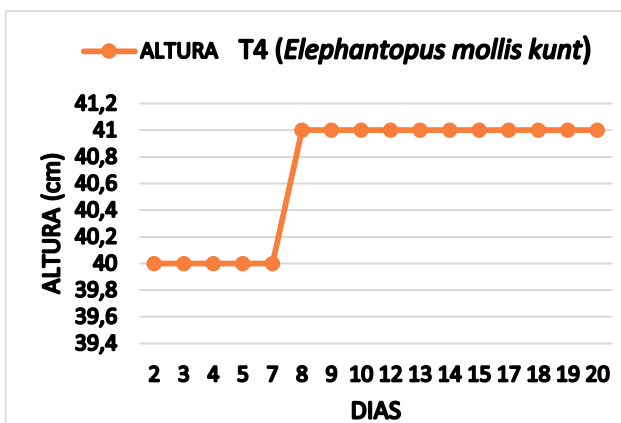
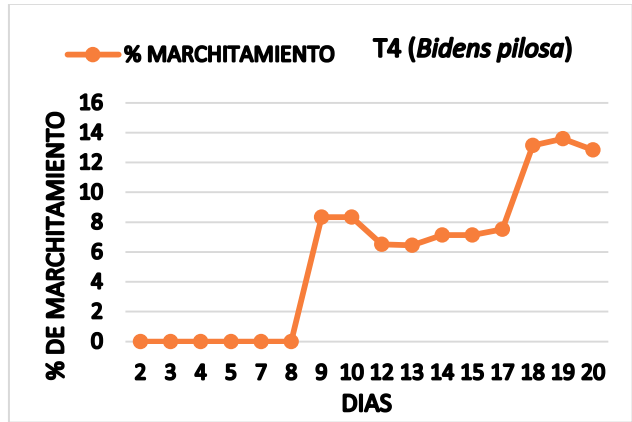
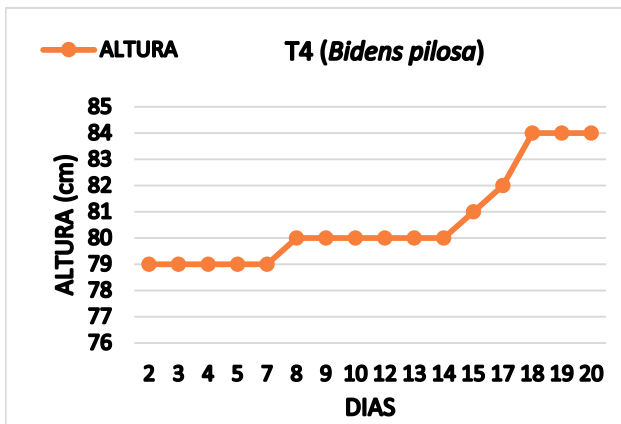


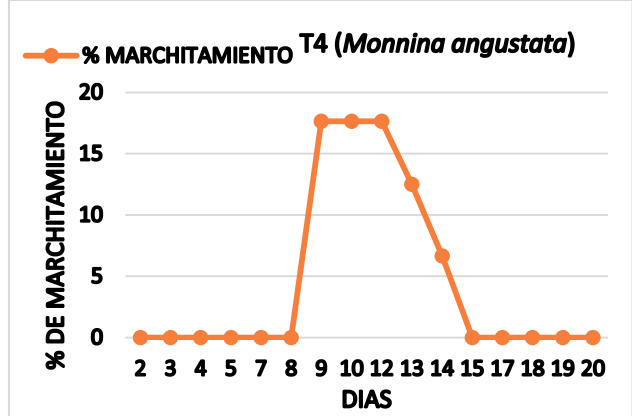
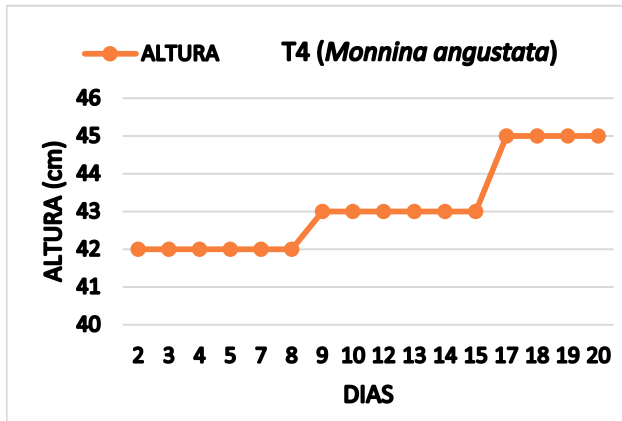
Anexo 21. Arvenses tratamiento 4 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 1 (Ají-Mucilago).



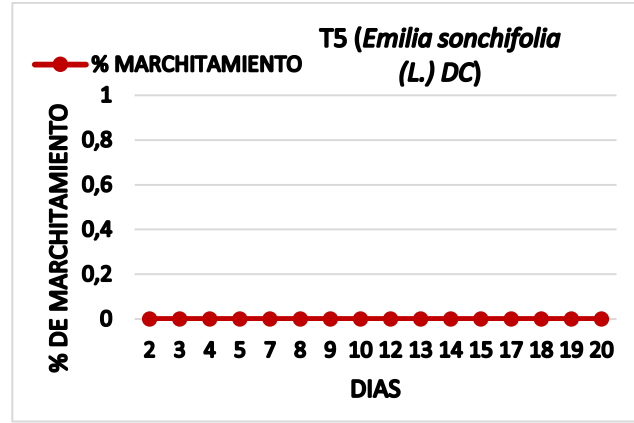
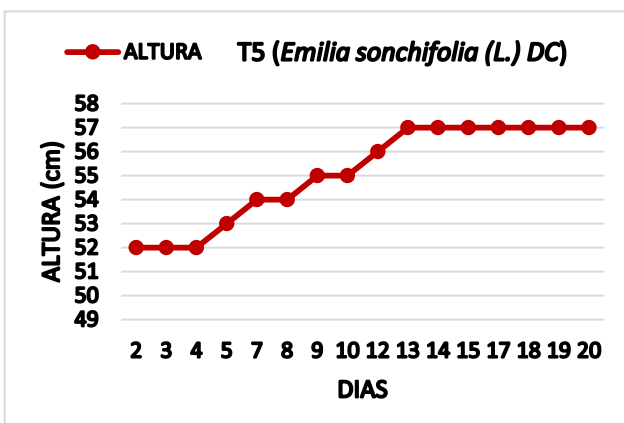
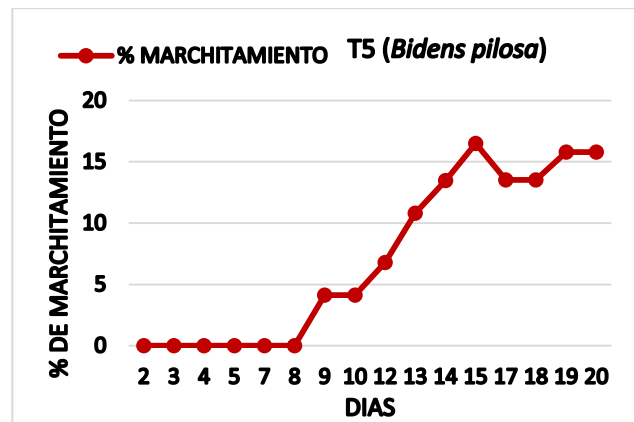
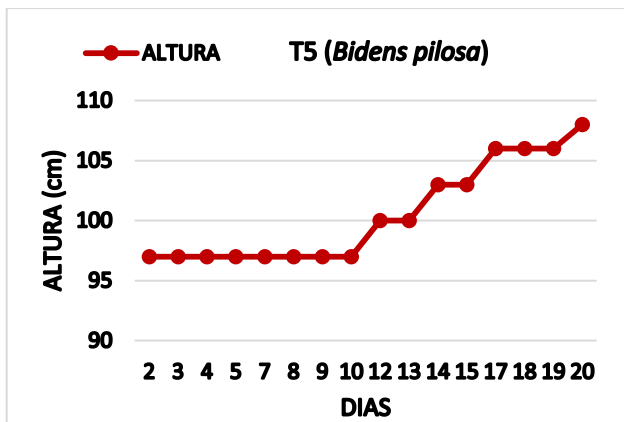


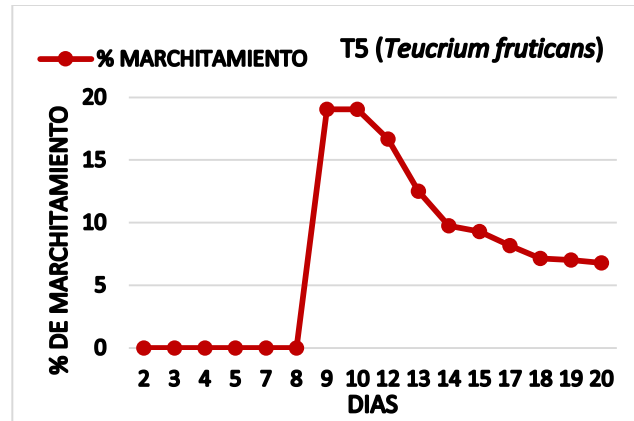
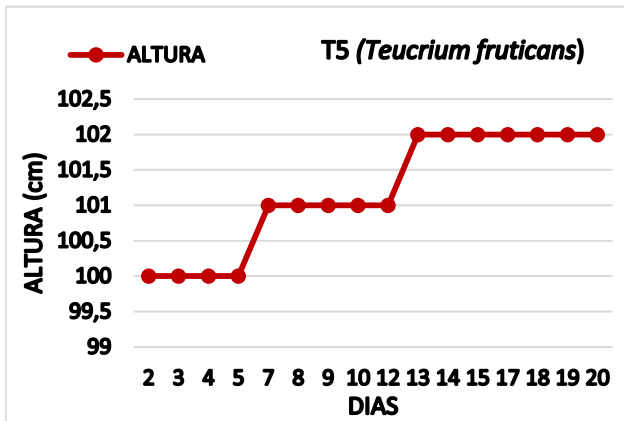
Anexo 22. Arvenses tratamiento 4 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 2 (Ají-Mucilago).



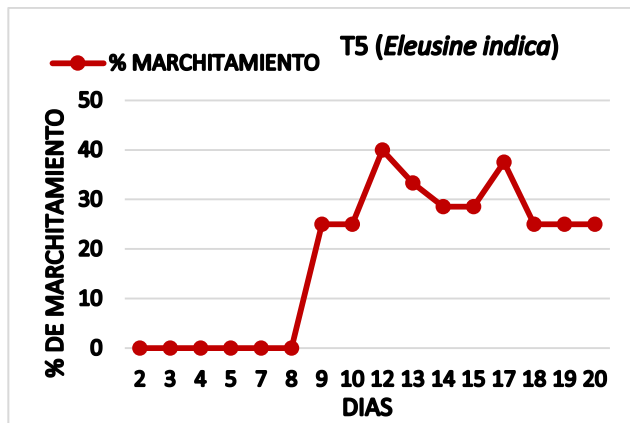
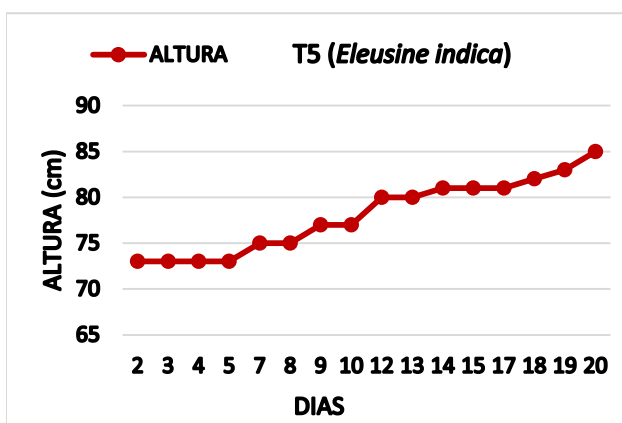
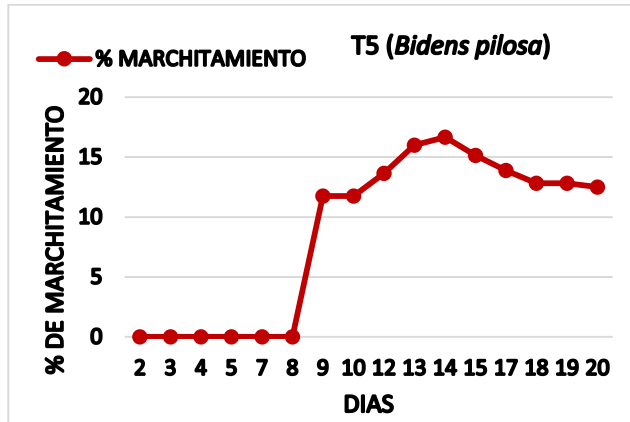
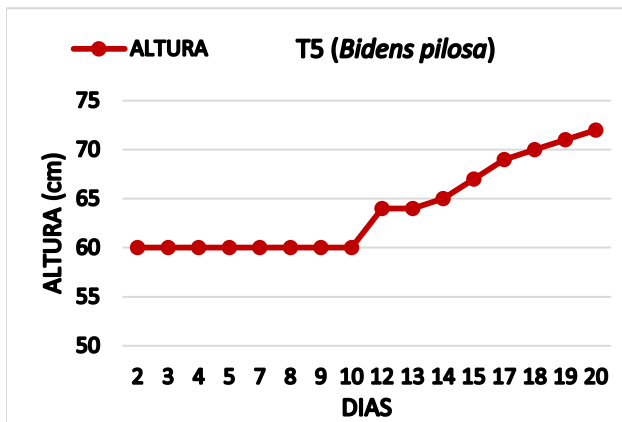


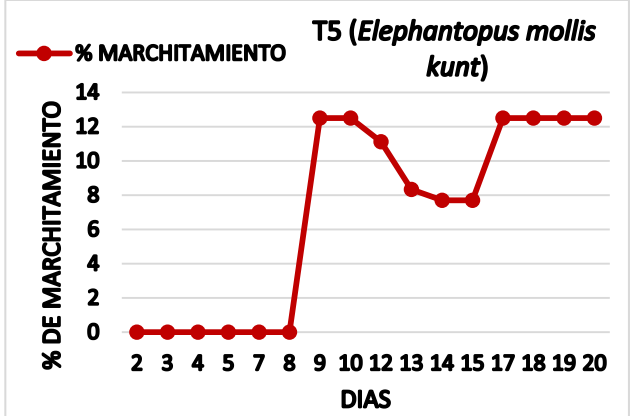
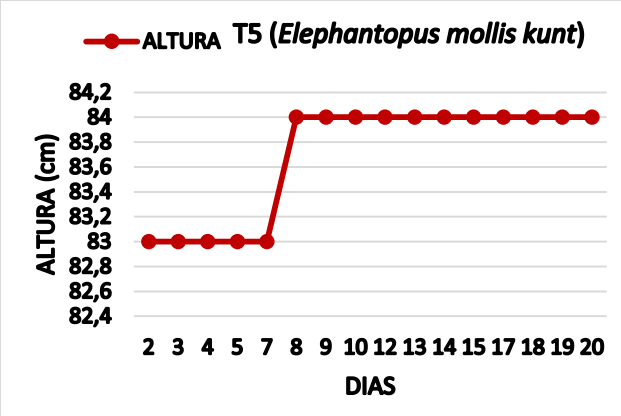
Anexo 23. Arvenses tratamiento 5 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 1 (Ají-Ruda).



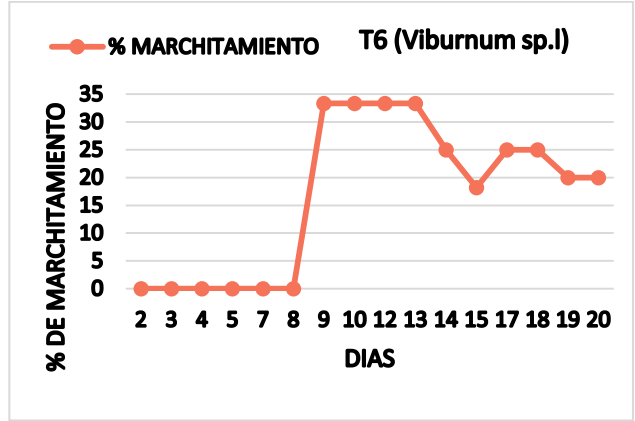
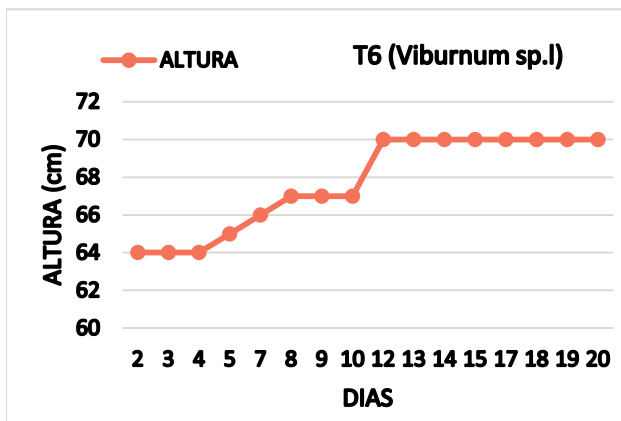
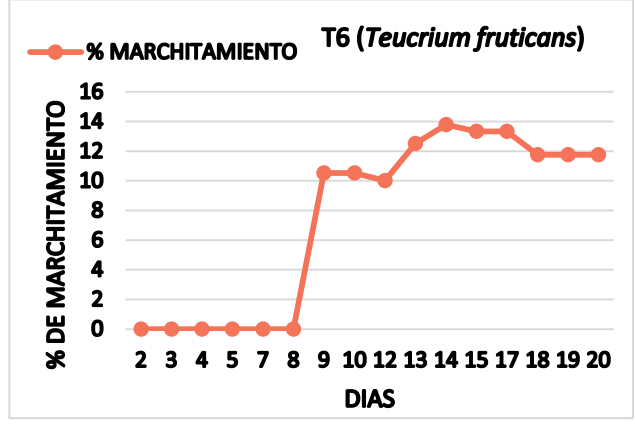
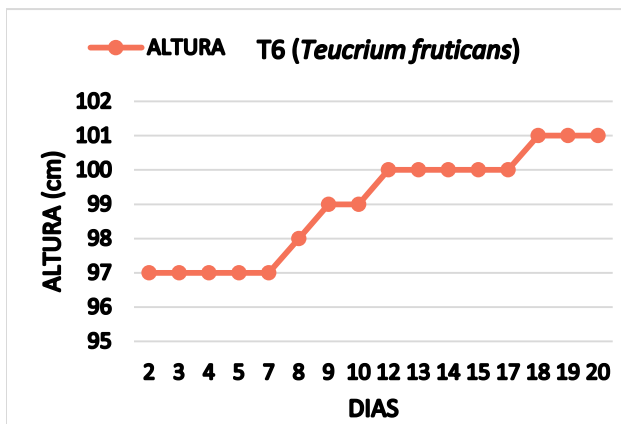
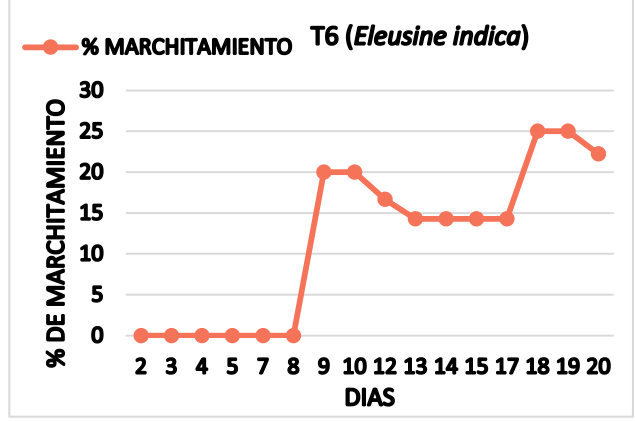
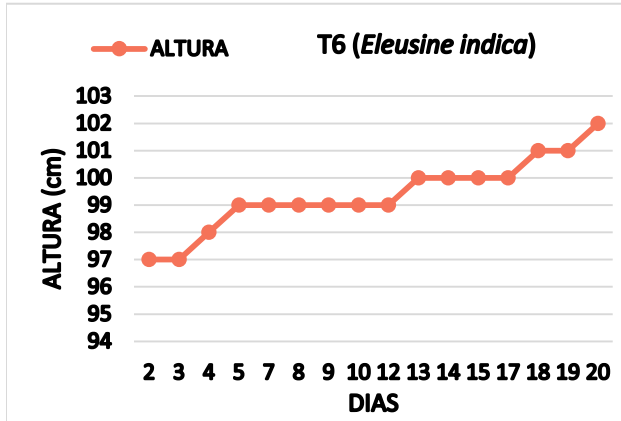


Anexo 24. Arvenses tratamiento 5 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 2 (Ají-Mucilago).

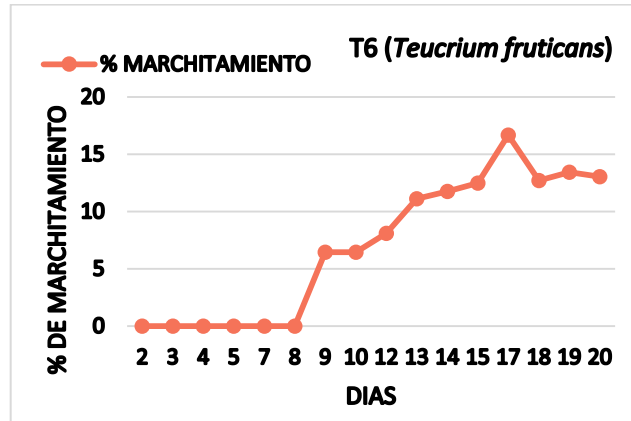
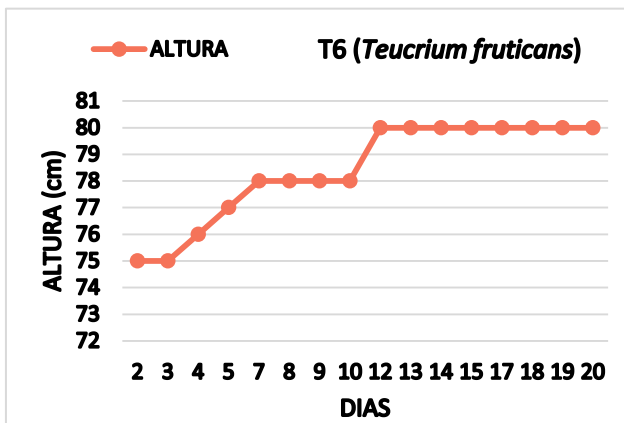
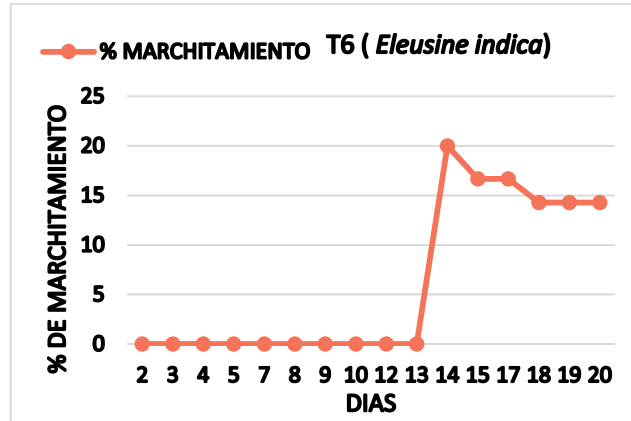
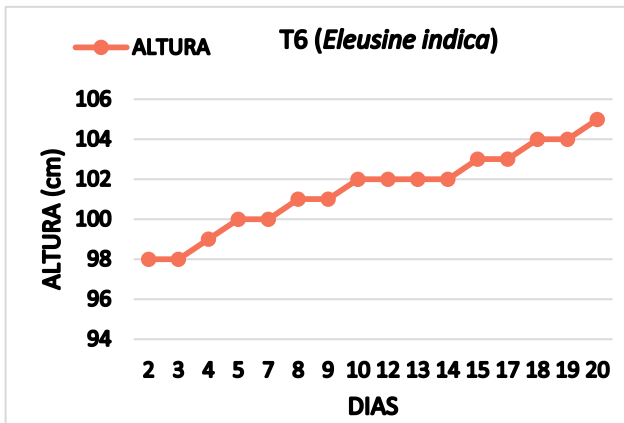
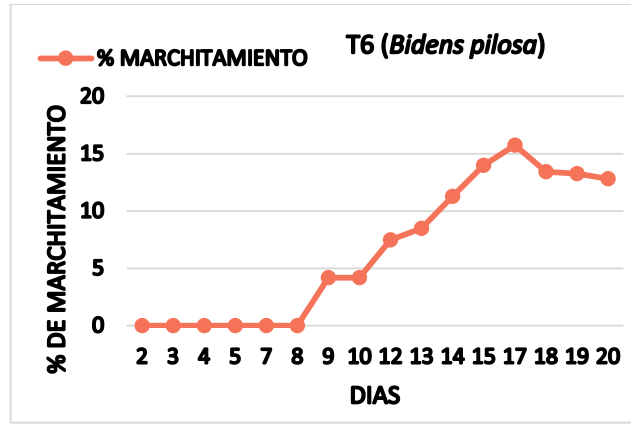
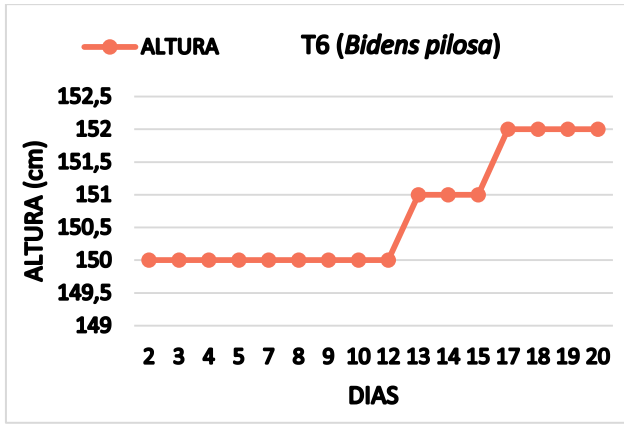




Anexo 25. Arvenses tratamiento 6 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 1 (Ruda-Mucilago).



Anexo 26. Arvenses tratamiento 6 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 2 (Ruda-Mucilago).



Anexo 27. Arvenses tratamiento 7 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 1 (Testigo).

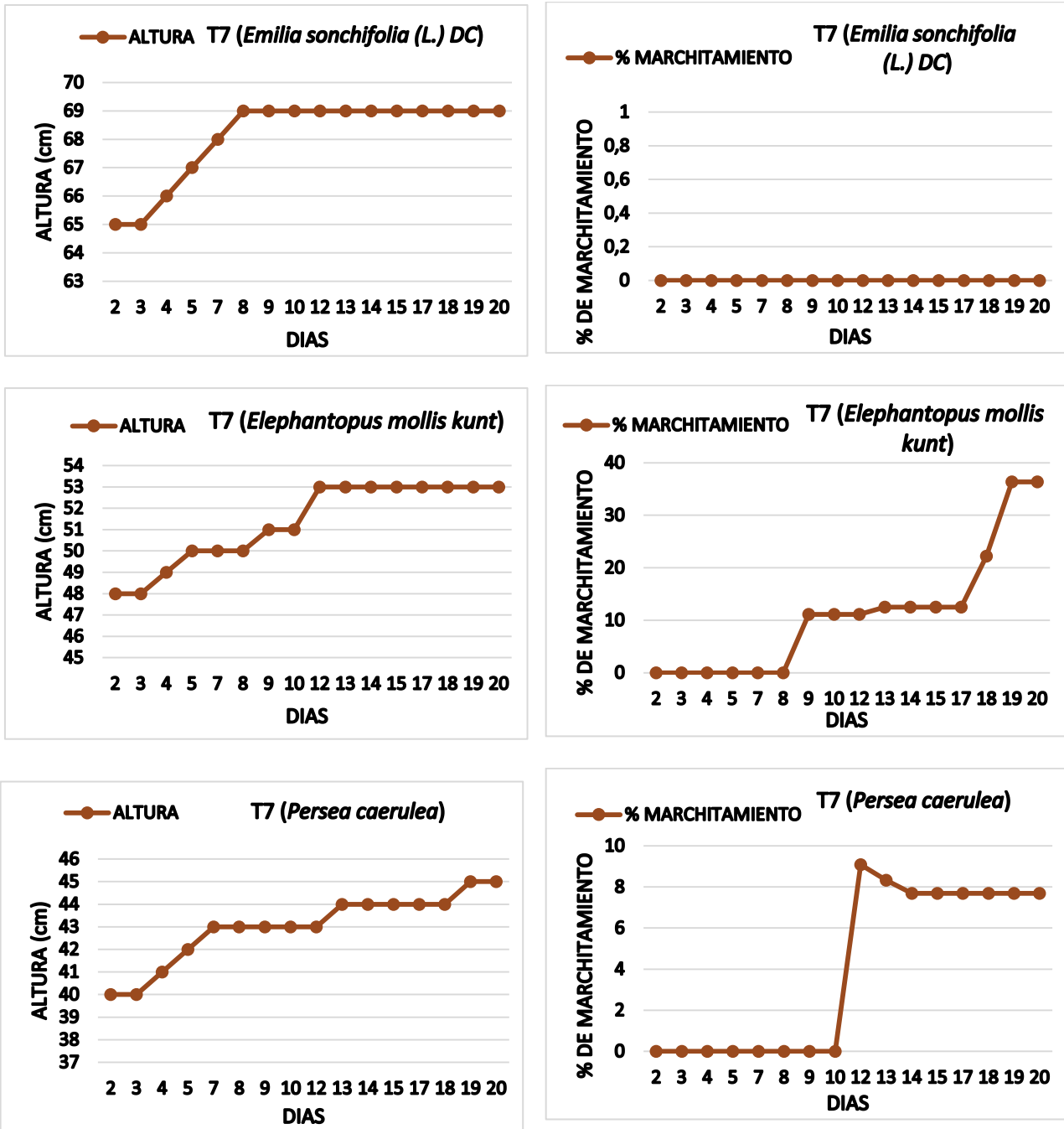
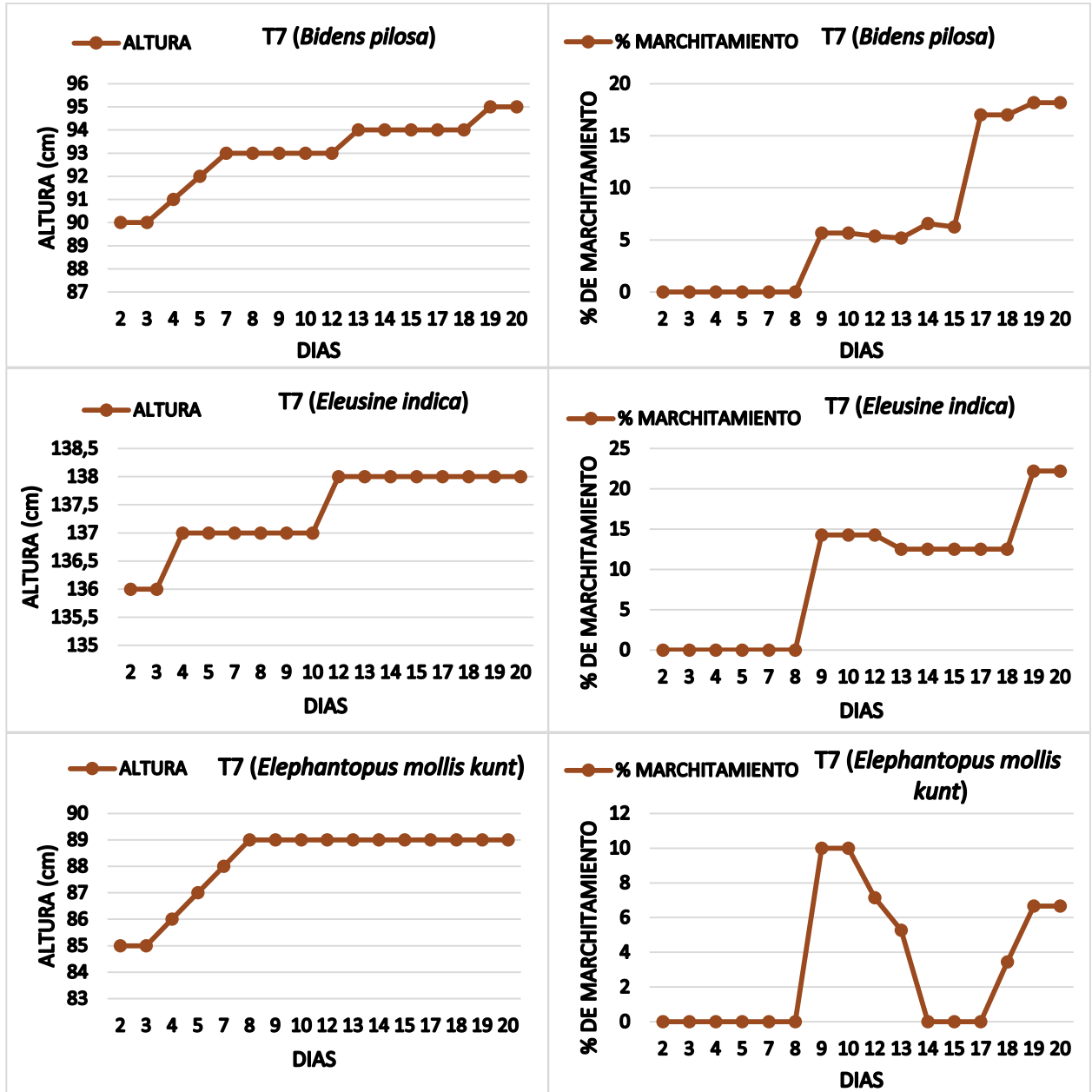


Figura 24. Arvenses tratamiento 7 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 1 (Testigo)

ARBOL 2

Anexo 28. Arvenses tratamiento 7 altura y porcentaje de marchitamiento, árbol 2 (Testigo).



Anexo 29. Análisis estadístico altura y porcentaje de marchitamiento de *Conyza bonariensis*.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA	32	0,98	0,98	6,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	78903,78	1	78903,78	1417,49	<0,0001
TRATAMIENTO	78903,78	1	78903,78	1417,49	<0,0001
Error	1669,94	30	55,66		
Total	80573,72	31			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=5,38714

Error: 55,6646 gl: 30

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T3	66,94	16	1,87	A
T4	166,25	16	1,87	B

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

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% DE MARCHITAMIENTO	20	0,81	0,80	15,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	247,81	1	247,81	78,26	<0,0001
TRATAMIENTOS	247,81	1	247,81	78,26	<0,0001
Error	56,99	18	3,17		
Total	304,80	19			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,67187

Error: 3,1663 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T4	8,25	10	0,56	A
T3	15,29	10	0,56	B

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

Anexo 30. Análisis estadístico altura y porcentaje de marchitamiento de *Bidens pilosa*

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA	112	0,89	0,89	9,69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	95378,98	5	19075,80	177,20	<0,0001
TRATAMIENTOS	95378,98	5	19075,80	177,20	<0,0001
Error	11410,94	106	107,65		
Total	106789,92	111			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=6,96310

Error: 107,6504 gl: 106

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T4	80,63	16	2,59	A
T5	82,19	32	1,83	A
T7	93,00	16	2,59	B
T1	110,19	16	2,59	C
T6	150,69	16	2,59	D
T2	150,81	16	2,59	D

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

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% DE MARCHITAMIENTO	66	0,55	0,51	31,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1045,39	5	209,08	14,53	<0,0001
TRATAMIENTOS	1045,39	5	209,08	14,53	<0,0001
Error	863,45	60	14,39		
Total	1908,83	65			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=3,33010

Error: 14,3908 gl: 60

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T1	8,95	10	1,20	A
T4	9,10	10	1,20	A
T7	9,65	9	1,26	A B
T6	10,22	9	1,26	A B
T5	12,40	18	0,89	B
T2	20,87	10	1,20	C

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

Anexo 31. Análisis estadístico altura y porcentaje de marchitamiento de *Eleusine indica*.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA	80	0,99	0,99	2,56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	64545,58	3	21515,19	3764,93	<0,0001
TRATAMIENTOS	64545,58	3	21515,19	3764,93	<0,0001
Error	434,31	76	5,71		
Total	64979,89	79			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,57460

Error: 5,7146 gl: 76

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T3	51,38	16	0,60	A
T5	78,06	16	0,60	B
T6	100,44	32	0,42	C
T7	137,38	16	0,60	D

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

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% DE MARCHITAMIENTO	50	0,47	0,43	35,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1674,89	3	558,30	13,51	<0,0001
TRATAMIENTOS	1674,89	3	558,30	13,51	<0,0001
Error	1901,38	46	41,33		
Total	3576,27	49			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=5,41372

Error: 41,3343 gl: 46

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T6	14,11	20	1,44	A
T7	14,98	10	2,03	A
T3	18,99	10	2,03	A
T5	29,30	10	2,03	B

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

Anexo 32. Análisis estadístico altura y porcentaje de marchitamiento de *Emilia sonchifolia* (L.) DC

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA	80	0,99	0,99	2,01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14448,43	4	3612,11	1947,23	<0,0001
TRATAMIENTOS	14448,43	4	3612,11	1947,23	<0,0001
Error	139,13	75	1,86		
Total	14587,55	79			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,95926

Error: 1,8550 gl: 75

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T1	53,31	16	0,34	A
T5	55,13	16	0,34	B
T7	68,13	16	0,34	C
T3	71,19	16	0,34	D
T4	90,63	16	0,34	E

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

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% DE MARCHITAMIENTO	50	0,83	0,82	39,62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4670,69	4	1167,67	55,66	<0,0001
TRATAMIENTOS	4670,69	4	1167,67	55,66	<0,0001
Error	944,00	45	20,98		
Total	5614,69	49			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=4,12551

Error: 20,9779 gl: 45

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T5	0,00	10	1,45	A
T7	0,00	10	1,45	A
T1	15,63	10	1,45	B
T3	20,17	10	1,45	C
T4	22,01	10	1,45	C

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

Anexo 33. Análisis estadístico altura y porcentaje de marchitamiento de
Elephantopus mollis kunth

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA	112	0,69	0,68	15,71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	24521,90	5	4904,38	47,50	<0,0001
TRATAMIENTOS	24521,90	5	4904,38	47,50	<0,0001
Error	10943,78	106	103,24		
Total	35465,68	111			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=6,81908

Error: 103,2432 gl: 106

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T4	40,69	16	2,54 A
T2	47,31	16	2,54 A
T1	61,75	16	2,54 B
T7	69,72	32	1,80 C
T3	80,00	16	2,54 D
T5	83,69	16	2,54 D

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

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% DE MARCHITAMIENTO	70	0,80	0,79	37,94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10883,09	5	2176,62	51,54	<0,0001
TRATAMIENTOS	10883,09	5	2176,62	51,54	<0,0001
Error	2702,77	64	42,23		
Total	13585,86	69			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=5,55868

Error: 42,2308 gl: 64

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T4	0,00	10	2,06 A
T5	10,98	10	2,06 B
T7	11,37	20	1,45 B
T3	14,90	10	2,06 B
T1	34,76	10	2,06 C
T2	36,50	10	2,06 C

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

Anexo 34. Análisis estadístico altura y porcentaje de marchitamiento de *Teucrium fruticans*

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA	112	0,86	0,86	6,92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	22087,33	5	4417,47	132,53	<0,0001
TRATAMIENTOS	22087,33	5	4417,47	132,53	<0,0001
Error	3533,28	106	33,33		
Total	25620,61	111			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=3,87464

Error: 33,3328 gl: 106

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T4	51,75	16	1,44	A
T2	83,81	16	1,44	B
T3	84,00	16	1,44	B
T1	85,69	16	1,44	B C
T6	88,72	32	1,02	C
T5	101,19	16	1,44	D

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

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% DE MARCHITAMIENTO	70	0,62	0,59	26,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1778,98	5	355,80	21,10	<0,0001
TRATAMIENTOS	1778,98	5	355,80	21,10	<0,0001
Error	1079,14	64	16,86		
Total	2858,12	69			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=3,51242

Error: 16,8616 gl: 64

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
T5	11,54	10	1,30	A
T6	11,58	20	0,92	A
T4	12,87	10	1,30	A
T3	17,77	10	1,30	B
T2	18,74	10	1,30	B
T1	25,95	10	1,30	C

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

Anexo 35. Análisis estadístico de altura y porcentaje de marchitamiento de *Baccharis pedunculata*

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA	48	0,75	0,74	15,92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	35805,38	1	35805,38	136,93	<0,0001
TRATAMIENTO	35805,38	1	35805,38	136,93	<0,0001
Error	12028,44	46	261,49		
Total	47833,81	47			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=9,96627

Error: 261,4878 gl: 46

TRATAMIENTO Medias n E.E.

T2	62,94	16	4,04	A
T1	120,88	32	2,86	B

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

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% DE MARCHITAMIENTO	30	0,04	7,2E-04	23,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	22,30	1	22,30	1,02	0,3210
TRATAMIENTOS	22,30	1	22,30	1,02	0,3210
Error	611,68	28	21,85		
Total	633,99	29			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=3,70806

Error: 21,8459 gl: 28

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

T1	19,37	20	1,05	A
T2	21,20	10	1,48	A

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

Anexo 36. Análisis estadístico de porcentaje de infestación en el tomate

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% INFESTACION HOJAS	112	0,68	0,66	17,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	18282,93	6	3047,15	37,71	<0,0001
TRATAMIENTO	18282,93	6	3047,15	37,71	<0,0001
Error	8485,30	105	80,81		
Total	26768,23	111			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=6,30197

Error: 80,8124 gl: 105

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T6	34,51	16	2,25	A
T5	40,34	16	2,25	A B
T7	43,76	16	2,25	B C
T1	47,87	16	2,25	C
T4	59,94	16	2,25	D
T3	62,63	16	2,25	D
T2	72,99	16	2,25	E

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